



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030

Unser Weg zu einer bio-basierten Wirtschaft



FORSCHUNG

Ideen zünden!

## **Impressum**

### **Herausgeber**

Bundesministerium  
für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Bioökonomie  
11055 Berlin

### **Bestellungen**

Schriftlich an den Herausgeber  
Postfach 30 02 35  
53182 Bonn

Tel.: 01805 - 262 302

Fax: 01805 - 262 303

(0,14 Euro/Min. aus dem deutschen Festnetz, max. 42 ct./Min  
aus den deutschen Mobilfunknetzen)

E-Mail: [books@bmbf.bund.de](mailto:books@bmbf.bund.de)

Internet: <http://www.bmbf.de> oder <http://www.biotechnologie.de>

### **Gestaltung**

biotechnologie.de, Berlin

### **Druckerei**

DruckVogt, Berlin

### **Bonn, Berlin 2010**

### **Bildnachweise**

Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT  
(Umschlag); BASF (S. 2, 33); fotolia (S. 5, 6, 13, 14, 15, 16, 23, 26, 35, 36, 39, 42, 43,  
47); Syngenta (S. 9); pixelio (S. 18, 20, 22, 24, 28); Evonik Degussa (S. 30), UFZ (S. 45)



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030

**Unser Weg zu einer bio-basierten Wirtschaft**



# Vorwort



Den Klimawandel zu bewältigen, ist eine der größten globalen Menschheitsaufgaben des 21. Jahrhunderts. Die Herausforderung liegt darin, unter veränderten klimatischen Bedingungen die wachsende Weltbevölkerung mit ausreichend Nahrungsmitteln und zugleich mit nachwachsenden Rohstoffen für die stoffliche und energetische Nutzung zu versorgen. Die „Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ strebt deshalb eine am natürlichen Stoffkreislauf orientierte bio-basierte Wirtschaft an, die mit Technologie und Ökologie im Einklang steht.

Wir müssen die Bausteine und Baupläne von biologischen Systemen in ihrer Komplexität noch besser verstehen, beschreiben und ihre Reaktion auf äußere Einflüsse vorhersagen. Nur dann werden wir sie technisch noch besser nutzen können – zum Vorteil von Mensch und Umwelt. Wir brauchen

ganzheitliche Forschungsansätze, die wirtschaftliche, ökologische und gesellschaftliche Belange gleichermaßen berücksichtigen und die gesamten Wertschöpfungsketten in den Blick nehmen.

Forschung und Innovation legen die Grundlagen für einen Strukturwandel von einer erdöl- zu einer bio-basierten Industrie. Dieser Wandel ist mit großen Chancen für wirtschaftliches Wachstum und Beschäftigung verbunden und verbessert unsere Lebensqualität erheblich. Mit unserer Forschung übernehmen wir auch international Verantwortung für die Welternährung, die Rohstoff- und Energieversorgung aus Biomasse sowie den Klima- und Umweltschutz. Die Forschungsstrategie, die wir an aktuelle Entwicklungen anpassen werden, setzt klare ressortübergreifende Schwerpunkte für die nächsten Jahre.

Mit diesen Schwerpunkten sind große wissenschaftliche Aufgaben verbunden, die weit über die Grenzen eines Wissenschaftsgebietes oder eines Landes hinausreichen. Die dahinter liegenden vielschichtigen Forschungsfragen spornen die Wissenschaft an, interdisziplinär zu arbeiten, international zu kooperieren und den Transfer in die Praxis zu beschleunigen. Das ist der Schlüssel für den Aufbau einer wissensbasierten Bioökonomie.

Prof. Dr. Annette Schavan, MdB  
Bundesministerin für Bildung und Forschung



# Inhalt

<b>Zusammenfassung</b> .....	2
<b>1. Herausforderungen des 21. Jahrhunderts und die Perspektiven einer Bioökonomie</b> .....	4
<b>2. Bioökonomie in Deutschland</b> .....	7
<b>3. Vision und Ziele für eine bio-basierte Wirtschaft</b> .....	14
<b>4. Handlungsfelder</b> .....	16
4.1 Weltweite Ernährung sichern .....	18
4.2 Agrarproduktion nachhaltig gestalten .....	22
4.3 Gesunde und sichere Lebensmittel produzieren .....	26
4.4 Nachwachsende Rohstoffe industriell nutzen .....	30
4.5 Energieträger auf Basis von Biomasse ausbauen .....	35
<b>5. Querschnittsaktivitäten</b> .....	39
<b>6. Umsetzung der Strategie</b> .....	46
6.1 Forschungsförderung .....	46
6.2 Ressortforschung .....	46
6.3 Nationale und internationale Koordination von Forschung und Innovation .....	46
6.4 Qualitätssicherung .....	47
<b>7. Ausblick</b> .....	48

# Zusammenfassung

Globale Ernährungssicherheit, nachhaltige Rohstoff- und Energieversorgung aus Biomasse, der Erhalt der biologischen Vielfalt, Klima- und Umweltschutz sowie die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands sind große Aufgaben zu Beginn dieses Jahrhunderts. Um diese Herausforderungen zu bewältigen, bedarf es neben gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Anstrengungen intensiver Forschungsanstrengungen sowie neuer Ansätze für Forschung und Innovation. Hier setzt die neue Forschungsstrategie der Bundesregierung an, mit der die Grundlagen für die weitere Entwicklung einer wissensbasierten und international wettbewerbsfähigen Bioökonomie ausgebaut werden sollen. Die „Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030“ ist Bestandteil der Hightech-Strategie und liefert für diese u. a. in den Bedarfsefeldern Energie/Klima sowie Gesundheit/Ernährung wichtige Impulse.

Mit der „Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie 2030“ legt die Bundesregierung die Grundlagen für die Vision einer nachhaltigen bio-basierten Wirtschaft bis zum Jahr 2030, deren vielfältiges Angebot die Welt ausreichend und gesund ernährt sowie mit hochwertigen Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen versorgt. Diese Vision lebt von der Entwicklung einer freien, dynamischen und innovativen Wissensgesellschaft, die die Ergebnisse aus den Lebens- und Technikwissenschaften mit Aufgeschlossenheit und Neugier aufnimmt sowie den (bio)technischen Fortschritt und die Globalisierung als Chancen versteht. Sie setzt sich zum Ziel, die Chancen der wissensbasierten Bioökonomie optimal zu nutzen und in dauerhaftes wirtschaftliches Wachstum umzusetzen. Deutschland soll zu einem führenden Forschungs- und Innovationstandort in der Bioökonomie werden. Dies kann einen Wachstumsschub für bio-basierte Produkte, Energien, Verfahren und Dienstleistungen bewirken und die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft im weltweiten Maßstab stärken. Dieser Strukturwandel von einer erdöl- zu einer bio-basierten Wirtschaft muss fortgesetzt werden. Angestrebt wird eine Technologieführerschaft sowie Vorreiterrolle bei der Lösung globaler Herausforderungen durch die Förderung von Forschung und Innovation für die Bioökonomie, auch als Verpflichtung gegenüber internationalen Partnern und nachfolgenden Generationen. Die Biotechnologie ist dabei ein wichtiger Impulsgeber.



Das Konzept der Bioökonomie erfasst die Agrarwirtschaft sowie alle produzierenden Sektoren und ihre dazugehörigen Dienstleistungsbereiche, die biologische Ressourcen – wie Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen – entwickeln, produzieren, ver- und bearbeiten oder in irgendeiner Form nutzen. Sie erreicht damit eine Vielzahl von Branchen wie Land- und Forstwirtschaft, Gartenbau, Fischerei und Aquakulturen, Pflanzen- und Tierzucht, Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie sowie die Holz-, Papier-, Leder-, Textil-, Chemie- und Pharmaindustrie bis hin zu Teilen der Energiewirtschaft. Bio-basierte Innovationen geben auch Wachstumsimpulse für weitere traditionelle Sektoren, z. B. im Rohstoff- und Lebensmittelhandel, in der IT-Branche, im Maschinen- und Anlagenbau, in der Automobilindustrie, in der Umwelttechnologie, in der Bauwirtschaft sowie in zahlreichen Dienstleistungsbranchen.

Für die weitere Entwicklung zu einer wissensbasierten, international wettbewerbsfähigen Bioökonomie werden mit der Forschungsstrategie fünf prioritäre Handlungsfelder gesetzt: weltweite Ernährungssicherheit, nachhaltige Agrarproduktion, gesunde und sichere Lebensmittel, nachwachsende Rohstoffe industriell nutzen sowie Energieträger auf Basis von Biomasse. Die Ernährungssicherheit genießt dabei stets Vorrang. Um Zielkonflikte zwischen diesen Handlungsfeldern aufzulösen, sind ganzheitliche Ansätze gefordert, die ökologische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Belange



gleichermaßen berücksichtigen und im Sinne nachhaltiger Lösungen integrieren. Leitlinien bei der Umsetzung der Forschungsstrategie sind daher die nachhaltige Versorgung mit Nahrungsmitteln, nachwachsenden Rohstoffen, Produkten und Energien, die Erfassung aller Nutzungswege von Biomasse sowie die Betrachtung kompletter Wertschöpfungsketten.

Die „Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ identifiziert die für jedes Handlungsfeld notwendigen Maßnahmen. Diese Maßnahmen dienen auch dazu, Stärken in Wissenschaft und Wirtschaft auszubauen, Schwächen zu kompensieren und Innovationshemmnisse zu beseitigen. Hier gilt es, interdisziplinäre Kompetenzen zu

gewinnen, den Technologietransfer zu beschleunigen, die internationale Zusammenarbeit auszuweiten sowie den Dialog mit der Öffentlichkeit zu intensivieren. Die „Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ setzt auf den Ideenreichtum, die Innovationskraft sowie auf die Eigeninitiative von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und unterstützt diese durch gezielte Förderung. Die Forschungsstrategie setzt Schwerpunkte für die nächsten Jahre. Dabei werden Anpassungen an aktuelle Entwicklungen auch während der Laufzeit im Sinne eines lernenden Programms einfließen.

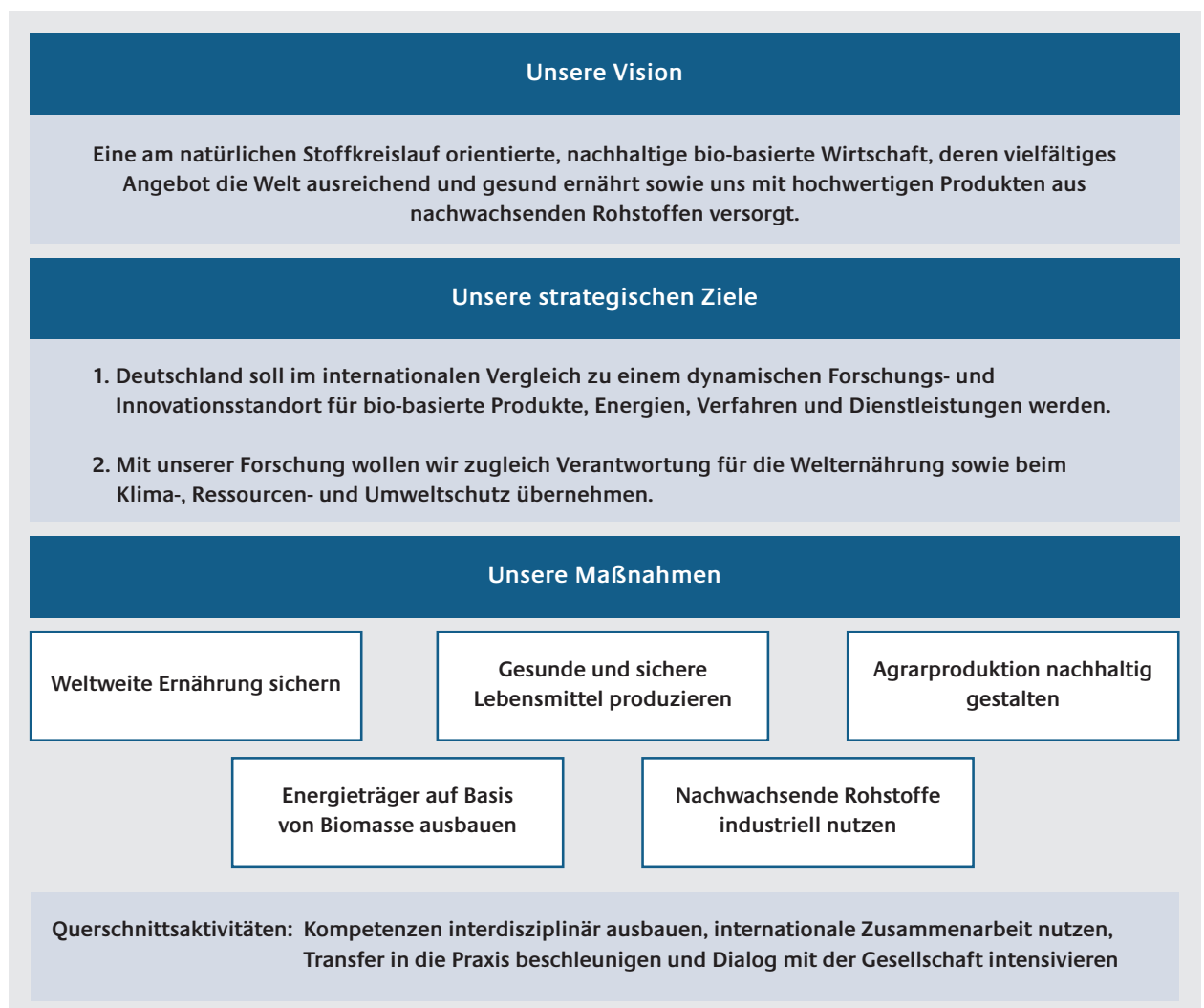


Abbildung 1: Zusammenfassende Darstellung der Vision, Ziele und Maßnahmen der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“

# 1. Herausforderungen des 21. Jahrhunderts und die Perspektiven einer Bioökonomie

**Eine der größten globalen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts besteht darin, in Zeiten des Klimawandels eine wachsende Weltbevölkerung nachhaltig mit ausreichend Nahrungsmitteln und zugleich mit nachwachsenden Rohstoffen für die stofflich-industrielle und energetische Nutzung zu versorgen.**

## **Für eine ausreichende und gesunde Ernährung sorgen**

Durch die Zunahme der Weltbevölkerung auf über 9,5 Milliarden Menschen bis 2050, die zugleich mit veränderten Konsumwünschen einhergeht, wird die globale Ernährungssicherheit zu einer wichtigen Zukunftsaufgabe. Gleichzeitig nimmt die weltweit zur Verfügung stehende landwirtschaftliche Nutzfläche durch Bodendegradierung und Ausdehnung der Siedlungsflächen stetig ab; durch Klimaveränderung wird diese Flächeneinbuße noch verschärft.

In den Industrieländern zeichnet sich hingegen ein Anstieg ernährungsassoziierter Krankheiten – wie z. B. Adipositas, Diabetes, Allergien, Herz- und Kreislauf-Erkrankungen – ab. Dies hat weitreichende gesellschaftliche Folgen, wie z. B. hohe Kosten für das Gesundheitssystem.

## **Ressourcenschonende und wettbewerbsfähige Energie- und Rohstoffversorgung sichern**

Aufgrund der Endlichkeit fossiler Ressourcen und dem damit verbundenen Preisanstieg wird die Nachfrage nach erneuerbaren Energien und Rohstoffen stark ansteigen. Unter den erneuerbaren Energien liefert die Bioenergie bereits heute den größten Beitrag bei Strom, Wärme und Kraftstoffen. Biomasse bildet auch die einzige erneuerbare Kohlenstoffquelle für die stofflich-industrielle Nutzung. Zudem besitzen biologische Ressourcen ein enormes Reservoir an natürlichen Stoffen für industrielle Zwecke, die ressourcenschonend hergestellt werden können.

## **Klima und Umwelt für eine nachhaltige Entwicklung schützen**

Die Herausforderung besteht darin, mit einer effizienten und standortangepassten agrarischen

Produktion Luft, Böden und Gewässer, Klima und Ökosysteme insgesamt wenig zu belasten, die biologische Vielfalt zu fördern sowie mit begrenzten Ressourcen wie Boden, Wasser und Nährstoffen verantwortungsvoll umzugehen. Gleichzeitig ist die agrarische Produktion sowohl vom Klimawandel betroffen als auch Emittent von Treibhausgasen. Der effiziente und schonende Umgang mit den natürlichen Ressourcen sowie ihre maßvolle und nachhaltige Nutzung sind dringliche Aufgaben, um die Ernährung der Menschheit zu sichern, ohne die Lebensgrundlage für nachfolgende Generationen zu gefährden.

## **Internationale Verantwortung übernehmen und Chancen der Globalisierung nutzen**

Die Versorgung mit Nahrungsmitteln, Energie und Rohstoffen sowie der Schutz von Klima und Umwelt sind nicht nur im nationalen Interesse, sondern auch eine globale Verpflichtung. Die Nutzung des technologischen Fortschritts ist damit eine Pflichtaufgabe, die Wissenschaft und Wirtschaft gleichermaßen fordert. Für Unternehmen ergibt sich durch innovative Produkte und Verfahren die Chance zur Technologieführerschaft sowie die Möglichkeit, den notwendigen Übergang zur nachhaltigen Produktion weltweit mitzugestalten sowie von internationalen Partnerschaften und Wachstumsmärkten zu profitieren. Wissensbasierte Ansätze und marktorientierte Lösungen erhöhen entscheidend die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft.

## **Perspektiven einer wissensbasierten Bioökonomie**

Die vorgenannten Herausforderungen verdeutlichen, dass auf abnehmender landwirtschaftlicher Nutzfläche mehr Biomasse international wettbewerbsfähig und nachhaltig produziert werden muss. Unter dieser Prämisse gilt es, effiziente und ganzheitliche (systemische) Lösungswege zu finden.

Ein vielversprechender Ansatz für diesen Strukturwandel von einer erdöl- zu einer bio-basierten Wirtschaft, der ökonomische Prosperität zugleich mit ökologischer und gesellschaftlicher Verträglichkeit ermöglichen kann, ist die Stärkung der wissens-



basierten Bioökonomie<sup>1</sup> durch gezielte Förderung von Forschung und Innovation. Dazu gehören die Agrarwirtschaft sowie alle produzierenden Sektoren und ihre dazugehörigen Dienstleistungssektoren, die biologische Ressourcen – wie Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen – entwickeln, produzieren, ver- und bearbeiten oder in irgendeiner Form nutzen. Bioökonomie erreicht eine Vielzahl von Branchen wie Land- und Forstwirtschaft, Fischerei und Aquakulturen, Pflanzen- und Tierzucht, Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie sowie die Holz-, Papier-, Leder-, Textil-, Chemie- und Pharmaindustrie bis hin zu Teilen der Energiewirtschaft. Bio-basierte Innovationen können auch Wachstums- und Entwicklungsimpulse für weitere Sektoren geben, z. B. im Rohstoff- und Lebensmittelhandel, in der IT-Branche, im Maschinen- und Anlagenbau, in der Automobilindustrie, in der Umwelttechnologie, in der Bauwirtschaft sowie in zahlreichen Dienstleistungsbranchen. Diese Sektoren bestimmen andererseits auch wesentlich die Leistungsfähigkeit der Bioökonomie.

Eine international wettbewerbsfähige, wissensbasierte Bioökonomie kann wesentlich zur Wahrnehmung globaler Verantwortung in der Gegenwart und zur Vorsorge für künftige Generationen

<sup>1</sup> Die Begriffe Bioökonomie, wissensbasierte Bioökonomie und bio-basierte Wirtschaft werden im Folgenden als Synonyme behandelt.

beitragen. Aus den Herausforderungen wird sich zudem eine wachsende Nachfrage nach innovativen Produkten, Verfahren und Dienstleistungen ergeben. Dies wiederum bedeutet Chancen für den Technologie- und Wirtschaftsstandort Deutschland. Bioökonomie steht daher auch und gerade für die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit sowie für Wachstum und Beschäftigung.

Die ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Perspektiven der Bioökonomie sind nur durch zunehmendes Wissen über die zugrunde liegenden biologischen Vorgänge und Systeme in Verbindung mit den technischen Möglichkeiten sowie deren Wechselwirkung im Ökosystem bzw. zu den gesellschaftlichen Auswirkungen realisierbar. Die vielfältigen und dynamischen Interaktionen – von der molekularen Ebene über die Ebene der Organismen zu den Wechselwirkungen zwischen der Biosphäre und dem Klimasystem bis hin zu den Veränderungen für die Gesellschaft – beginnt man erst in Ansätzen zu verstehen.

Neue quantitative Methoden – wie z. B. Hochdurchsatzanalysen und -synthesen, automatisierte und bildgebende Verfahren und die Möglichkeit zur Erfassung und Auswertung großer Datenmengen als Grundlage zur Modellierung – werden den Erkenntnisprozess beschleunigen. Die Kenntnis von biologischen Strukturen und der damit verbun-

denen Funktionen auf der Mikro- bis Nanoebene bieten vielfältige Anwendungen in den Bereichen Materialwissenschaften, Analytik sowie Stoff- und Energiewandlung bzw. -speicherung. Ein vertieftes Verständnis der biologischen Vorgänge insbesondere in ihrer zeitlichen Dimension wird es erlauben, belastbare und reproduzierbare Vorhersagen zu treffen, wie diese Systeme z. B. auf äußere Einflüsse reagieren oder wie ihre Leistungsfähigkeit optimiert und sie nachhaltig genutzt werden können, das heißt beispielsweise, ohne dabei direkt oder indirekt andere Bereiche der Natur und Umwelt zu schädigen. Modelle zur Vorhersage des Einflusses des Klimawandels auf einzelne Arten und/oder auf Ökosysteme

und der für den Menschen wichtigen Ökosystemdienstleistungen wären Anwendungsbeispiele für ein optimiertes Wissensmanagement. Je mehr man in der Lage sein wird, die Bausteine bzw. Baupläne von biologischen Systemen in ihrer Komplexität quantitativ zu beschreiben, zu verstehen sowie ihre Reaktion auf äußere Einflüsse vorherzusagen, desto mehr wird man sie auch zum Vorteil von Mensch und Umwelt technisch nutzen können. Diese Perspektive ist die Basis für den Aufbau einer wissensbasierten Bioökonomie (s. Abbildung 2), in der interdisziplinär in Kooperationen und Netzwerken zusammengearbeitet, Wissen ganzheitlich (systemisch) integriert und zu Innovationen geführt wird.

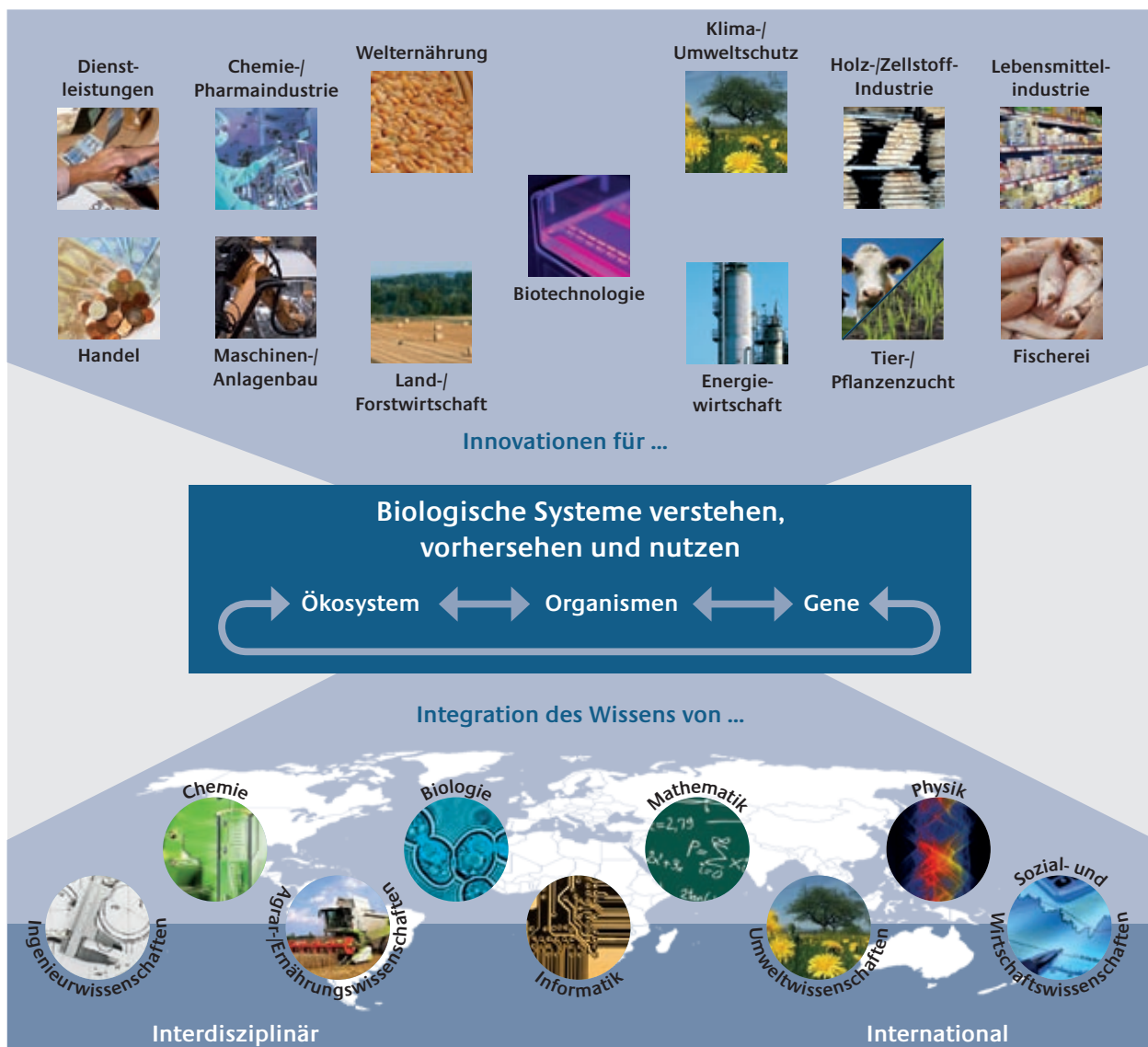


Abbildung 2: Perspektiven der wissensbasierten Bioökonomie

## 2. Bioökonomie in Deutschland

**Deutschlands Bioökonomie steht auf mehreren Säulen. Sie beruht auf einer breit aufgestellten Forschungslandschaft. Auf der wirtschaftlichen Seite umfasst sie besonders die Land- und Forstwirtschaft, weitere Sektoren der verarbeitenden und zuliefernden Industrie sowie Teile des Dienstleistungsbereiches. Die Biotechnologie ist dabei ein wichtiger Impulsgeber.**

### Forschung

Ein Großteil der Forschungsaktivitäten im Bereich der Bioökonomie erfolgt im Rahmen der industriellen Forschung in der Privatwirtschaft, die hier erhebliche Mittel investiert. Diese werden sowohl für die eigene Forschung im Unternehmen als auch zunehmend für gemeinsame Projekte mit Partnern aus der Wissenschaft aufgewandt. Die in diesem Sektor durchgeführte Forschung ist naturgemäß stark anwendungsorientiert und zielt auf unmittelbar verwertbare Ergebnisse (weitere Informationen zur Wirtschaft s. nachfolgender Abschnitt).

Die Grundlagenforschung zur Nutzung biologischer Ressourcen integriert eine Vielzahl von unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen, u. a. die Agrar- und Ernährungswissenschaften, Biologie und andere Naturwissenschaften, Mathematik, Umwelt-/Geo- und Klimaforschung sowie Informatik, Teile der Ingenieurwissenschaften und der Sozial- bzw. Wirtschaftswissenschaften. Diese Wissenschaftsdisziplinen sind im Rahmen der staatlich finanzierten Forschung an zahlreichen Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Akademien sowie an Instituten der Ressortforschung verankert.

Die außeruniversitäre Forschungslandschaft umfasst im Bereich der Bioökonomie ungefähr 50 Institute aus den vier großen deutschen Forschungsorganisationen (s. Abbildung 3), die ausschließlich oder teilweise Forschungsfragen der Bioökonomie bearbeiten. Sie werden gemeinsam durch Bund und Länder finanziert.

- In der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) wird vor allem im Bereich Schlüsseltechnologien rund um die komplexen Themen der Bioökonomie unter Einsatz von Großgeräten und entlang langfristiger strategischer Programme geforscht. Hierzu zählen u. a. Institute aus der Pflanzen-, Umwelt-, Geo- und Klimaforschung, der Biotechnologie sowie aus den Ingenieurwissenschaften.
- Die Institute der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) leisten insbesondere in den Biowissenschaften wesentliche Grundlagenforschung für eine wissenschaftsbasierte Bioökonomie.
- In der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (WGL) bearbeiten mehr als 15 Institute vorwiegend aus der Sektion Lebenswissenschaften Themen der Bioökonomie, stellen Infrastrukturen bereit und erbringen forschungsbasierte Dienstleistungen.
- Institute der Fraunhofer-Gesellschaft (FhG) im Verbund Lebenswissenschaften sowie zunehmend auch in anderen Verbänden betreiben anwendungsorientierte Forschung zur Bioökonomie und transferieren wissenschaftliche Erkenntnisse in die Praxis.

Neben den außeruniversitären Forschungseinrichtungen finanzieren einige Bundesressorts eine umfangreiche Ressortforschung mit Bezug zur Bioökonomie. Hauptaufgabe der Ressortforschung ist es, wissenschaftliche Entscheidungshilfen für die Ernährungs-, Landwirtschafts-, Verbraucher- sowie Umwelt- und Naturschutzpolitik des jeweiligen Bundesressorts zu erarbeiten. Dazu zählt auch die Bereitstellung einer messtechnischen Infrastruktur, ohne die regulatorische Grenzwerte nicht festgelegt oder etwaige Überschreitungen nicht belastbar ermittelt werden können. Ihre Forschung richtet sich nach den Fachaufgaben des jeweiligen Ressorts. Die Erkenntnisse der Einrichtungen dienen zugleich auch dem Gemeinwohl sowie den Verbraucherinnen und Verbrauchern.



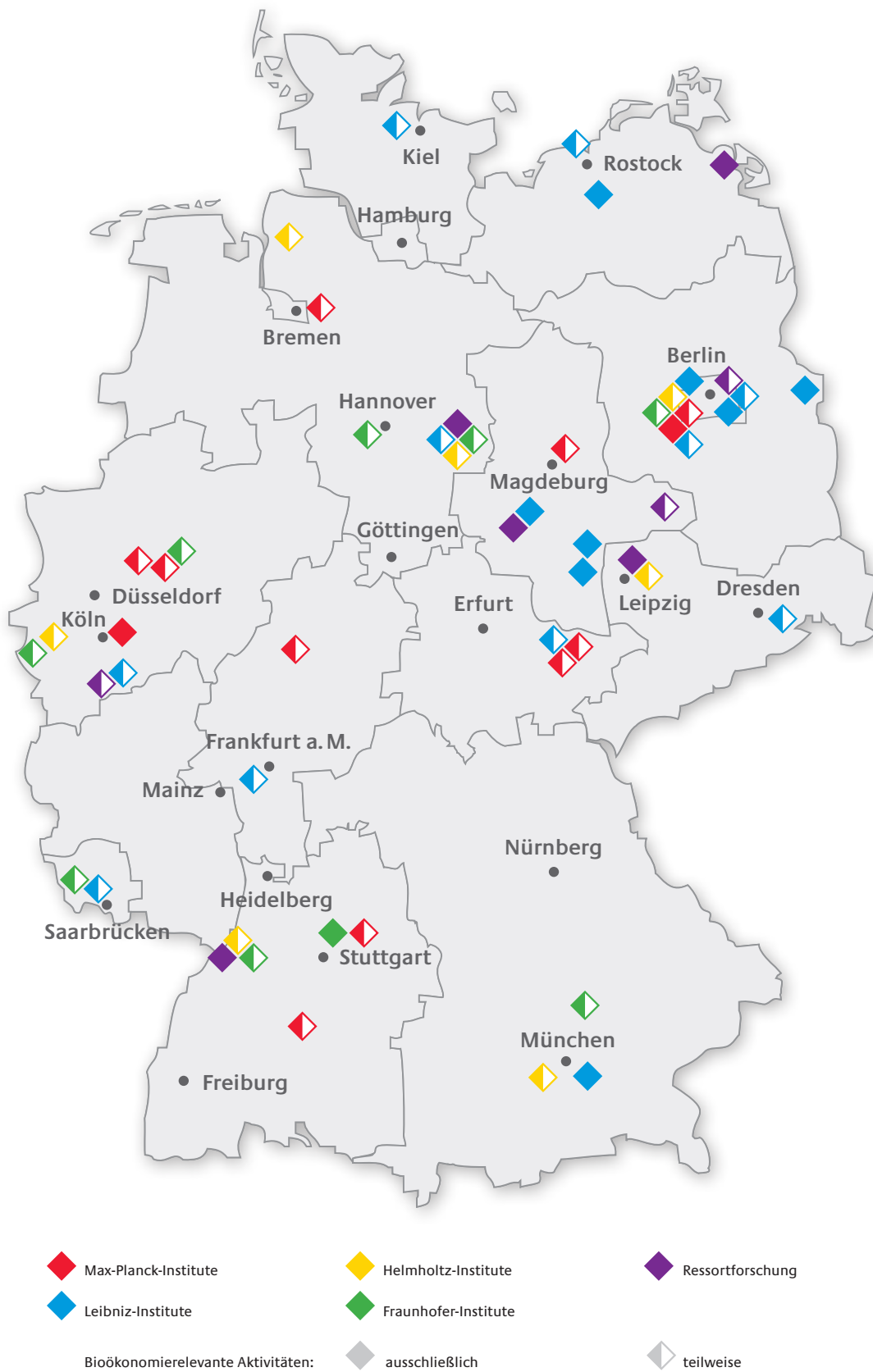


Abbildung 3: Vom Bund mitfinanzierte Forschungseinrichtungen mit Schwerpunkten in der Bioökonomie



Darüber hinaus stellen die überwiegend von den Ländern grundfinanzierten Hochschulen ein wichtiges Standbein der Forschung dar. An über 100 Universitäten und Fachhochschulen werden Forschungsarbeiten mit Bezug zur Bioökonomie durchgeführt.

Insgesamt zeigen Publikations- und Patentanalysen, dass Deutschland auf wissenschaftlicher Ebene für eine wissenschaftsbasierte Bioökonomie hervorragend aufgestellt ist. Die institutionelle Vielfalt ist Stärke aber zugleich auch Schwäche der deutschen Wissenschaftslandschaft. Da die Kompetenzen über Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen bundesweit verteilt sind, führt dies teilweise zu unterkritischen und international wenig sichtbaren Einheiten. Dies geht einher mit einer ebenso vielfältigen Schwerpunktsetzung. Ein Grund dafür ist die dem Wissenschaftssystem inhärente Systematik nach Fächern und Disziplinen. Trotz wachsender Kooperationsbereitschaft verläuft die Zusammenarbeit über Disziplin- und Institutionengrenzen noch zu zögerlich. Es gilt daher, relevante Akteure in der Forschungslandschaft zusammenzubringen, um Ideen und Kapazitäten über Netzwerke und Verbünde zu bündeln.

Auf internationaler Ebene wird ein weltweit einzigartiges Netzwerk, die Beratungsgruppe für Internationale Agrarforschung (CGIAR), durch die Bundesregierung seit 1971 unterstützt. Es werden Forschungsaktivitäten zur Steigerung der Nahrungsmittelproduktion bei gleichzeitiger Sicherung der natürlichen Ressourcen in einem Netzwerk von 15 Forschungszentren weltweit gefördert. Ebenfalls wird der Einsatz von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus Deutschland in den internationalen Zentren unterstützt. Hierdurch wird die Verbindung zwischen den internationalen Agrarforschungszentren und der deutschen landwirtschaftlichen Forschung verbessert und spezielles Know-how aus der deutschen Agrarforschung international verfügbar gemacht.

### Innovationspotenziale

Die Bereitstellung von biologischen Ressourcen erfolgt vor allem durch die Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei, diese Branchen sind daher eine wichtige Basis der deutschen Bioökonomie. Deutschland verfügt zudem über zahlreiche innovative junge Biotechnologie-Unternehmen und ist traditionell stark in der für die Bioökonomie besonders wichtigen Chemie- und Pharmaindustrie, der Energiewirtschaft, dem Anlagen- und Maschinenbau sowie den mittelständisch strukturierten Saatgutfirmen und Pflanzenzüchtern. Unternehmen aus diesen Sektoren sind auf bioökonomie-relevante Innovationen in besonderer Weise angewiesen, wollen sie ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit erhalten und ausbauen. Nicht zuletzt gehen von all diesen Branchen auch entscheidende Wachstumsimpulse in vor- und nachgelagerte, meist weniger forschungsintensive Sektoren aus, wie z. B. Lebensmittel-, Getränke-, Textil- und Papierindustrie. Diese Sektoren wiederum setzen Nachfrageimpulse für andere Sektoren. Deutschland besitzt hier eine hervorragende Ausgangsposition.

Um durch den kontinuierlichen Nachschub an Innovationen Vorteile im globalen Wettbewerb zu erhalten, bedarf es allerdings in zahlreichen Branchen einer noch stärkeren Ausrichtung der Wirtschaft auf Forschung und Innovation. Aufgrund ihrer hohen Flexibilität bei sich rasch änderndem Nachfrageverhalten sind dafür vor allem kleine und mittlere Unternehmen (KMU) volkswirtschaftlich bedeutsam. In der Bioökonomie können z. B.

## Bioökonomie – Potenziale für Wachstum und Beschäftigung

Nach Schätzungen des Bioökonomie-Rates erwirtschaftet der bio-basierte Wirtschaftssektor europaweit derzeit rund 1,7 Bil. Euro Jahresumsatz mit 22 Mio. Beschäftigten.

In Deutschland steht jeder zehnte Arbeitsplatz mit der Land- und Ernährungswirtschaft in Verbindung. In der Landwirtschaft erzeugen die rund 1,25 Mio. Voll- oder Teilzeitarbeitskräfte in 370.000 Betrieben jährlich Güter im Wert von rund 40 Mrd. Euro. Des Weiteren nutzt die Land- und Forstwirtschaft über 82% der deutschen Landesfläche und bestimmt damit wesentlich das Erscheinungsbild unserer Landschaften. Für die energetische und stofflich-industrielle Nutzung wurden nachwachsende Rohstoffe im Jahr 2009 auf rund zwei Mio. Hektar angebaut. Das sind knapp 17 Prozent der Ackerflächen Deutschlands. Zusätzlich liefern die 11,1 Mio. Hektar Wald – die immerhin ein Drittel der bundesdeutschen Fläche ausmachen – Holz für die Industrie und die Energieversorgung. Im Bereich Bio-Lebensmittel ist Deutschland mit 5,8 Mrd. Euro Jahresumsatz der größte Markt in Europa.

Neben den Beschäftigten in der Land- und Ernährungswirtschaft kommen Arbeitsplätze in der Industrie hinzu, zunehmend vor allem in beschäftigungsintensiven Branchen wie der Chemie-/Pharmaindustrie sowie der Energiewirtschaft. Von den insgesamt rund 21,7 Mio. Tonnen organischer Rohstoffe in der chemischen Industrie wurden 2008 ca. 2,7 Mio. Tonnen nachwachsende Rohstoffe eingesetzt, dies entspricht rund 13 Prozent der insgesamt eingesetzten organischen Rohstoffe.

Mit 69 Prozent leistet Biomasse weiterhin den größten Beitrag zur Endenergie aus erneuerbaren Quellen. Über 90 Prozent der regenerativen Wärme kommt aus Biomasse, vor allem Holz. Im Kraftstoffsektor ist die Biomasse derzeit die einzige regenerative Quelle. Insgesamt sind in der Wirtschaft über 100.000 Personen im Bereich der Bioenergie-Erzeugung tätig. Mit 11,4 Mrd. Euro entfallen etwa 34 Prozent des

Umsatzes aus erneuerbaren Energien auf den Bioenergiesektor. Gleichwohl ist der weitere Ausbau von international wettbewerbsfähigen Bioenergieformen notwendig, denn Deutschland ist bisher in großem Umfang von fossilen Energieträgern aus Importen abhängig: Beim Mineralöl zu 97 Prozent, beim Erdgas zu 83 Prozent und bei der Steinkohle zu 61 Prozent.

Als einer der wichtigsten Impulsgeber für bio-basierte Innovationen gilt die Biotechnologie. Schon heute spielen Biopharmazeutika, also biotechnologisch hergestellte Medikamente, eine große Rolle mit einem weltweiten Umsatz von knapp 80 Mrd. US-\$. Aber auch für Industrie und Landwirtschaft sind biotechnologische Verfahren und Produkte ein wirtschaftlicher Faktor, insbesondere in großen Chemie- und Saatgutunternehmen. So eröffnet die Biotechnologie der Wirtschaft die Möglichkeit, ressourcenschonender und effizienter, also nachhaltiger zu wirtschaften, und damit Alternativen zu erdöl-basierten Rohstoffen zu entwickeln. Der World Wide Fund For Nature (WWF) schätzt, dass durch biotechnologische Produktionsverfahren weltweit bis zu 2,5 Mrd. Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart werden können. Die wissensbasierte Bioökonomie kann somit ökonomische Prosperität mit ökologischer Verträglichkeit verbinden. Deutschland steht mit seinen mehr als 500 Biotechnologie-Firmen im europäischen Vergleich gut da. Hinzukommen weitere 100 Unternehmen, bei denen die Biotechnologie ein Teil der Geschäftstätigkeit darstellt. Trotz Finanz- und Wirtschaftskrise wachsen Umsatz und Beschäftigungszahlen der Biotechnologie-Unternehmen kontinuierlich. Derzeit erwirtschaftet die noch sehr junge Branche ca. 2,2 Mrd. Euro im Jahr. Darüber hinaus arbeiten inzwischen rund 30.000 hoch qualifizierte Arbeitskräfte in der kommerziellen Biotechnologie in Deutschland.



Biotechnologie-KMUs der Innovationstreiber sein, um neue Technologien – auch in Kooperationen und Netzwerken mit Großunternehmen und wissenschaftlichen Partnern – in traditionelle Branchen einzuführen. Beschäftigungspolitisch spielen sie ebenfalls eine große Rolle – vor allem als Motor für die regionale Wirtschaft.

Für eine dynamische Entwicklung in der Bioökonomie ist ein schneller und kontinuierlicher Technologietransfer von der Wissenschaft in die Wirtschaft von zentraler Bedeutung. Allerdings ist

er teilweise noch zu langsam und nicht effizient genug. Ein wirkungsvoller Ansatz des Technologietransfers sind Kooperationsprojekte zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sowie die direkte Ausgründung aus dem wissenschaftlichen Umfeld. Voraussetzung für einen neuen Gründerboom ist neben den gründungsrelevanten Rahmenbedingungen die Stärkung des Unternehmerteistes an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie generell die Bereitschaft für die Zusammenarbeit mit der Wirtschaft.

Stärken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>exzellente und vielfältige Forschung</b></li> <li>• <b>hochqualifizierte Fachkräfte</b></li> <li>• <b>innovative Unternehmen</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>zunehmender Bedarf an nachhaltig produzierten, qualitativ hochwertigen Lebensmitteln</b></li> <li>• <b>durch Begrenzung fossiler und mineralischer Ressourcen steigt der Bedarf an nachwachsenden Rohstoffen für die stofflich-industrielle bzw. energetische Nutzung</b></li> <li>• <b>Wandel in Landwirtschaft, im Handwerk, in der Industrie und im Dienstleistungssektor</b></li> <li>• <b>Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen</b></li> </ul>
Schwächen	Hemmnisse
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>fragmentierte Forschungslandschaft</b></li> <li>• <b>fehlende Anreize, Bereitschaft und professionelle Strukturen für den Technologie- und Wissenstransfer</b></li> <li>• <b>geringe FuE-Quote in einigen Branchen</b></li> <li>• <b>Diffusion von bio-basierten Innovationen in traditionelle Branchen ist ausbaufähig</b></li> <li>• <b>unzureichende Finanzierungsquellen für Wagniskapital</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Technologietransfer ist zu langsam</b></li> <li>• <b>zögerliche Bereitschaft für notwendige Veränderungen</b></li> <li>• <b>unzureichendes inter- und transdisziplinäres Vorgehen für ganzheitliche (systemische) Lösungen</b></li> </ul>

Abbildung 4: SWOT-Analyse (Strengths (= Stärken), Weaknesses (= Schwächen), Opportunities (hier = Chancen) and Threats (hier = Hemmnisse))

Wirtschafts- und Gründungsdynamik hängen zudem von den gesellschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen ab. Eine Rolle spielen dabei rechtliche Vorgaben, die z. B. zum Schutz von Umwelt und Gesundheit bei der Zulassung und Anwendung bestimmter Produkte gelten, die Verfügbarkeit von Finanzierungsmöglichkeiten oder die Akzeptanz neuer Technologien in der Bevölkerung.

**Handlungsbedarf für Forschung und Innovation**

Die „Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ dient dazu, Stärken in Wissenschaft und Wirtschaft auszubauen und Schwächen zu kompensieren. Dadurch sollen Chancen einer wissenschaftsbasierten Bioökonomie u. a. für die globale Ernährungssicherheit sowie die Rohstoff- und Energieversorgung aus Biomasse genutzt und Hemmnisse für Innovationen überwunden werden (s. Abbildung 4).

Die Strategie setzt sowohl im wissenschaftlichen Bereich als auch in der Wirtschaft vor allem auf Eigeninitiative. Die Förderung mit Bundesmitteln ist dazu komplementär angelegt und notwendig, sofern die erforderlichen Forschungsvorhaben von keiner anderen Stelle ausreichend gefördert oder nicht schnell genug aufgegriffen werden.

Exzellente Wissenschaft, hochqualifizierte Fachkräfte und innovative Unternehmen sind traditionelle Stärken, auf denen Deutschlands Bioökonomie aufbauen kann und die es weiter zu entwickeln gilt. Dazu bedarf es einer engen Verzahnung von Wissenschaft und Wirtschaft sowie eines professionellen Wissenschaftsmanagements, um den Technologietransfer und die Anwendung von wissenschaftlichen Ergebnissen dauerhaft zu stärken und zu beschleunigen.

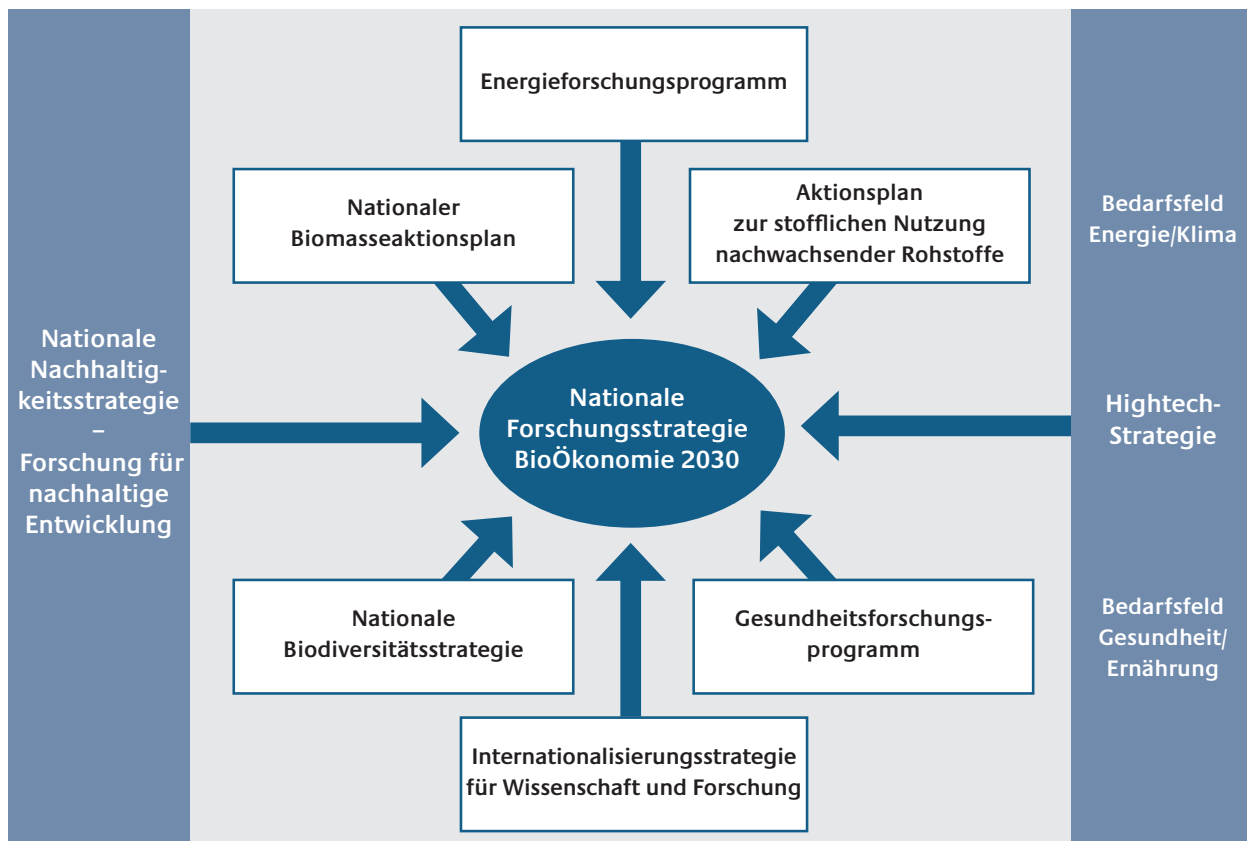


Abbildung 5: Verzahnung der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ mit relevanten forschungsbezogenen Programmen der Bundesregierung

Auf der anderen Seite sollen Schwächen wie eine fragmentierte Forschungslandschaft, eine geringe Forschungsintensität in einigen Branchen sowie kaum vorhandene professionelle Strukturen für den Technologie- und Wissenstransfer sowie fehlende diesbezügliche Anreize ausgeglichen werden. Zudem ist insbesondere die Diffusion von bio-basierten Technologien und Verfahren in etablierte Branchen noch ausbaufähig, um einen für die internationale Wettbewerbsfähigkeit notwendigen Strukturwandel zu beschleunigen und neue Märkte zu erschließen bzw. neue gesellschaftliche Bedürfnisse zu befriedigen. Innovationshemmend wirken sich auch die mangelnde Eigenkapitalausstattung deutscher Unternehmen und der unterentwickelte Wagnis- und Beteiligungskapitalmarkt in Deutschland aus.

Die „Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie“ ist Bestandteil der Hightech-Strategie und liefert für diese u. a. in den Bedarfsfeldern Energie/ Klima sowie Gesundheit/Ernährung wichtige Impulse. Die Bundesregierung verfolgt durch die Hightech-Strategie das Ziel, die Forschungsförderung und die Gestaltung von Rahmenbedingungen zu verbinden. Vor diesem Hintergrund wird die Umsetzung der Forschungsstrategie mit den einschlägigen Programmen der Bundesregierung auf unterschiedlichen Politikfeldern (s. Abbildung 5) sowie den technologieoffenen Maßnahmen zur Innovationsförderung – insbesondere für KMUs – vernetzt, damit innovationsfreundliche und nachhaltige Rahmenbedingungen für den Aufbau einer international wettbewerbsfähigen Bioökonomie geschaffen werden können. Dies erfordert, dass auf den unterschiedlichen Politikfeldern in einem fortwährenden Prozess Entscheidungen hinsichtlich ihrer Konsequenzen für die Forschungs- und Innovationsbedingungen auf den Prüfstand gestellt und bei Bedarf angepasst werden.

Der Wandel in der Landwirtschaft, im Handwerk, in der Industrie, im Dienstleistungssektor und in der Gesellschaft zu einer bio-basierten Wirtschaft erfordert die Bereitschaft zur Veränderung. Damit diese vorhanden ist und der Wandel gelingt, bedarf es nicht nur der Aufgeschlossenheit von Wissenschaft und Wirtschaft, sondern auch der Akzeptanz der Bürger. Die im Rahmen dieser Forschungsstrategie zu erwartenden Ergebnisse sollen dazu einen Beitrag leisten. Darüber hinaus wird vor dem Hintergrund des internationalen Wettbe-



werbs – z. B. durch sich dynamisch entwickelnde Länder – eine hohe Bereitschaft zur Veränderung notwendig sein.

Die Chancen der wissensbasierten Bioökonomie sind enorm. Dies zeigt sich an der zunehmenden Nachfrage und den dynamisch wachsenden Märkten für Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in den einschlägigen Sektoren. Neben der genannten Verzahnung innovationspolitischer Maßnahmen müssen aber nicht nur Anreize zur Erweiterung der wissenschaftlichen Grundlagen, sondern auch zur Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in neue Technologien, Verfahren, Produkte und Dienstleistungen und deren Anwendung geschaffen werden. Synergien aus der Vernetzung unterschiedlicher Forschungsdisziplinen – die neben den naturwissenschaftlichen auch die wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Kompetenzen umfassen – können mit Blick auf die gesamten Wertschöpfungs- bzw. Prozessketten ganzheitliche (systemische) Lösungen für globale Herausforderungen hervorbringen. Die Notwendigkeit für diese ganzheitlichen Ansätze sowie die zunehmende internationale Arbeitsteilung in der Forschung ebenso wie die steigende Zahl technologisch wettbewerbsfähiger Länder erfordern zudem eine international ausgerichtete Forschungsstrategie.

### 3. Vision und Ziele für eine bio-basierte Wirtschaft

**Welternährung unterstützen, Rohstoff- und Energieversorgung aus Biomasse sichern, zugleich Klima und Umwelt schützen sowie Deutschlands internationale Wettbewerbsfähigkeit ausbauen – all dies sind große Herausforderungen. Mit der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ verfolgt die Bundesregierung die Vision, dass sich bis zum Jahr 2030 eine nachhaltige, bio-basierte Wirtschaft entwickelt hat, die ein vielfältiges Angebot an gesunden Nahrungsmitteln und hochwertigen Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen bereitstellt.**

Die bio-basierte Wirtschaft der Zukunft liefert nachhaltig erzeugte Produkte sowie ein ausreichendes und breites Angebot an gesunden Nahrungsmitteln pflanzlicher und tierischer Herkunft. Die wissensbasierte Bioökonomie nutzt biologische Vorgänge, entwickelt sie technisch weiter und macht sie damit leistungsfähiger sowie deren Nutzung effizient und nachhaltig. Ihre innovativen Produkte und Verfahren für Landwirtschaft und Industrie erfordern ein Minimum an Energie, schonen natürliche Ressourcen, vermeiden unerwünschte Nebenprodukte, minimieren Emissionen, beeinträchtigen nicht den Naturhaushalt und die biologische Vielfalt und führen die entstehenden Produkte möglichst weitgehend in den natürlichen Kreislauf zurück. Die wissensbasierte



Bioökonomie schlägt somit zwischen Technologie, Ökonomie und Ökologie eine Brücke.

Entscheidend dafür ist die Weiterentwicklung in der Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft, zwischen Partnern aus unterschiedlichen Ländern sowie zwischen Disziplinen bzw. Institutionen, in der sich das Wissen des einen durch die Entdeckungen des anderen bereichert. Bei dieser Zusammenarbeit werden Schnitt- zu Nahtstellen und zu Innovationsquellen. Das Verständnis biologischer Systeme und ihre nachhaltige Nutzung ermöglichen, dass mithilfe der Forschungsstrategie bis 2030 wissenschaftliche Kreativität im Wechselspiel mit Ingenieurskunst einen Strukturwandel in der industriellen Produktion in Deutschland bewirkt. Die bio-basierte Wirtschaft schafft durch innovative Produkte und Verfahren auch in traditionellen Branchen neue Möglichkeiten für Wirtschaftswachstum und Beschäftigung.

Diese Vision lebt von der Entwicklung einer freien, dynamischen und innovativen Wissensgesellschaft, die es versteht, in komplexen Zusammenhängen zu denken, und dieses Wissen zum Nutzen kommender Generationen anzuwenden. Hierbei schaffen am Vorsorgeprinzip orientierte, wissenschaftsbasierte Rahmenbedingungen Vertrauen und bieten dennoch genügend Freiraum für Kreativität und Innovation. Neue Technologien werden vorbehaltlos und ergebnisoffen diskutiert sowie verantwortungsbewusst angewandt. Dabei wird keine Methode vorschnell aufgegeben, die zur Lösung wichtiger Zukunftsfragen beitragen könnte. Im Jahr 2030 ist Deutschland ein Bioökonomie-Standort, an dem die Ergebnisse aus den Lebens- und Technikwissenschaften mit Aufgeschlossenheit, Neugier und Begeisterung aufgenommen sowie der (bio)technische Fortschritt und die Globalisierung als Chancen verstanden und genutzt werden.

Deutschland wird kreative Köpfe aus aller Welt anziehen und ein bevorzugter Kooperationspartner sein. Bei der Bewältigung der globalen Herausforderungen – wie Welternährung, Rohstoff- und Energieversorgung aus Biomasse sowie Klima- und Umweltschutz – wird Deutschland eine wichtige Rolle spielen und international Verantwortung tragen. Das bedeutet nicht zuletzt, dass bio-basierte Innovationen auch in anderen Teilen der Welt befördert werden.





Aus dieser Vision für eine bio-basierte Wirtschaft leiten sich die folgenden strategischen Ziele ab:

- A) Deutschland soll im internationalen Vergleich zu einem dynamischen Forschungs- und Innovationsstandort für bio-basierte Produkte, Energien, Verfahren und Dienstleistungen werden. Mit der Entwicklung neuartiger Produkte, Verfahren und Dienstleistungen aus nachwachsenden Rohstoffen sollen die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft gestärkt und bei der Anzahl an Beschäftigten und Unternehmen eine internationale Spitzenposition unter vergleichbaren Industriestaaten eingenommen werden.
- B) Mit den Forschungsergebnissen sollen zugleich wichtige Beiträge für unsere globalen Verpflichtungen insbesondere auf den Feldern der Welternährung sowie beim Klima-, Ressourcen- und Umweltschutz im Zusammenhang mit der Nutzung biologischer Ressourcen geleistet

werden. Sie misst in gleichem Maße der gesunden Ernährung große Bedeutung bei. Die Bundesregierung strebt eine Vorreiterrolle bei der Erforschung und Entwicklung von Lösungen für diese globalen Herausforderungen an.

Gerade weil die Vision einer am natürlichen Stoffkreislauf orientierten bio-basierten Wirtschaft noch viele Hürden zu nehmen hat, gilt es, bereits heute die Weichen richtig zu stellen. Die im Folgenden beschriebenen Handlungsfelder dienen als strategischer Wegweiser für Wissenschaft und Wirtschaft, um im Dialog mit der Gesellschaft eine auf Wachstum und Nachhaltigkeit ausgerichtete Wirtschaftsstruktur zu etablieren. Sie setzt dabei auf den Ideenreichtum, die Innovationskraft sowie auf die Initiativen von Forscherinnen und Forschern und unterstützt diese durch gezielte Förderung.

## 4. Handlungsfelder

**Die Vision einer bio-basierten Wirtschaft verlangt aufgrund der Vielfalt an Rohstoffen, Verfahren, Produkten, Techniken und Anwendungen ein Bündel von Maßnahmen, die auf unterschiedliche Kompetenzen zurückgreifen. Die nachfolgenden Handlungsfelder bilden den forschungspolitischen Rahmen entlang der Wertschöpfungs- und Prozessketten von der landwirtschaftlichen Produktion bis zur Nutzung für Ernährung, stofflich-industrielle Produkte und Verfahren sowie Bioenergie bzw. darauf basierenden Dienstleistungen.**

Mit den einzelnen Handlungsfeldern sind gesellschaftliche, wirtschaftliche sowie große wissenschaftliche Herausforderungen verbunden, die jeweils weit über die Grenzen eines einzigen Wis-

senschaftsgebietes, eines einzelnen Unternehmens und sogar einer ganzen Branche hinausgehen. Die dahinter liegenden komplexen Forschungsfragen bieten Ansporn für die Wissenschaft interdisziplinär zu arbeiten und sind attraktiv für die Wirtschaft. Ihre Antworten können die Lebensqualität verbessern. Der Aufbau einer wissensbasierten Bioökonomie kann allerdings nur gelingen, wenn diese Handlungsfelder zielgerichtet („top-down“) bearbeitet werden. Dabei müssen sie genug Freiraum für ungewöhnliche Wege und visionäre Ideen bieten, damit der Einzelne im Sinne eines „bottom-up“-Ansatzes kreative Eigeninitiative und Verantwortung wahrnehmen kann. Die „Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ setzt den programmatischen Rahmen für die nächsten Jahre. Die Handlungsfelder und die daraus abgeleiteten Ziele und Maßnahmen sind eine Grundlage, die gleichwohl veränderbar bleibt. Die Forschungsstrategie setzt die ressortübergreifenden Schwerpunkte

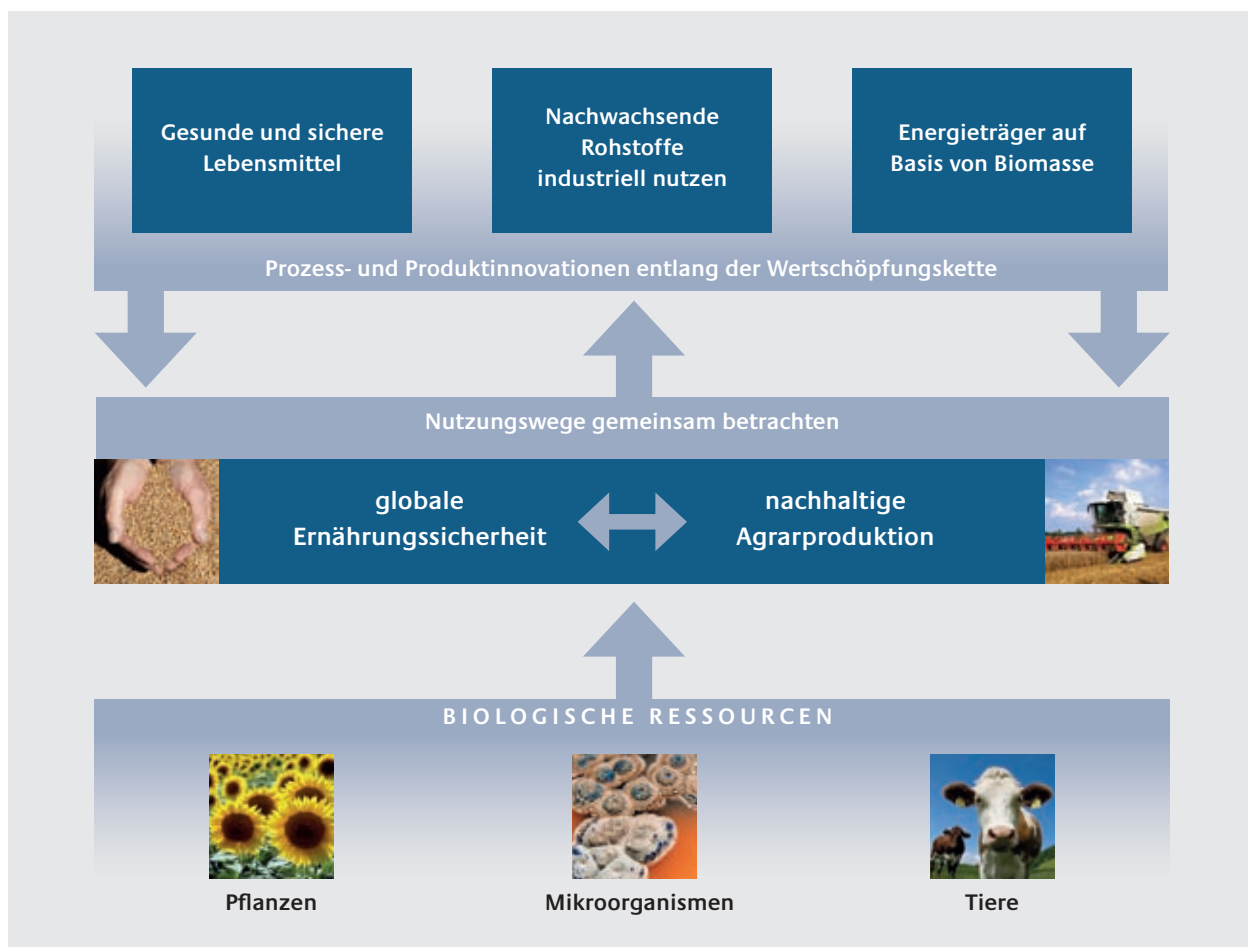


Abbildung 6: Zusammenhänge zwischen den Handlungsfeldern

für die Forschungsförderung der nächsten Jahre. Anpassungen an aktuelle Entwicklungen werden während der Laufzeit einfließen.

### Handlungsfelder ganzheitlich umsetzen

Die Handlungsfelder dürfen bei der Umsetzung nicht isoliert voneinander betrachtet werden, um mögliche Zielkonflikte zu vermeiden oder gegeneinander abwägen zu können. Die ausreichende Versorgung mit Nahrungsmitteln einerseits und mit bio-basierten, industriell genutzten Produkten sowie Bioenergie andererseits stehen bei einer begrenzten landwirtschaftlichen Fläche in einem Spannungsverhältnis. Die Produktion von Nahrungsmitteln, bio-basierten, industriell genutzten Produkten und Bioenergien

darf zugleich nicht Ziele von Klima- und Ressourcenschutz, Schutz der biologischen Vielfalt und weitere Umweltschutzziele in Frage stellen. Gefordert sind daher ganzheitliche Forschungsansätze im Sinne des Leitbilds einer nachhaltigen Entwicklung, die wirtschaftliche, ökologische und gesellschaftliche Belange gleichermaßen berücksichtigen, um diese Zielkonflikte möglichst aufzulösen oder zumindest abzufedern. Mit der Forschungsstrategie werden fünf prioritäre Handlungsfelder gesetzt: weltweite Ernährungssicherheit, nachhaltige Agrarproduktion, gesunde und sichere Lebensmittel, nachwachsende Rohstoffe industriell nutzen sowie Energieträger auf Basis von Biomasse. Folgende Leitlinien sind bei der Umsetzung der Handlungsfelder (s. auch Abbildung 6) zu beachten:

#### Leitlinien

- **Menschen nachhaltig versorgen:** Bei der Versorgung des Menschen mit Nahrung, nachwachsenden Rohstoffen und Bioenergie müssen die Auswirkungen auf Mensch, Umwelt und Natur berücksichtigt werden. Die ressourcen-, natur-, umwelt- und klimaschonende, tiergerechte sowie ethisch akzeptable Produktion muss auch für eine bio-basierte Wirtschaft Bewertungsmaßstab bleiben. Neben der ökologischen und gesellschaftlichen Komponente sind für die Nachhaltigkeit auch wirtschaftliche Faktoren entscheidend. Insbesondere Forschungsvorhaben, die eine Biomasse-Nutzung mit schonenden Auswirkungen auf Ökosysteme ermöglichen und international wettbewerbsfähig sind, sollen unterstützt werden.
- **Nutzungswege gemeinsam betrachten:** Die Nutzungswege von Biomasse (Nahrung, stofflich-industriell bzw. energetisch) sind in ihren Wechselwirkungen zu betrachten, um Konkurrenzen zu erkennen und Prioritäten auf globaler, nationaler und regionaler Ebene zu setzen. Die Ernährungssicherheit genießt dabei stets Vorrang. Zudem sind Produkte mit einem höheren Wertschöpfungspotenzial zu bevorzugen. Wo möglich und sinnvoll, ist eine Kaskaden- und Koppelnutzung von Biomasse vorzuziehen, wie sie z. B. in Bioraffinerien angelegt ist. Durch die intelligente Verknüpfung von Wertschöpfungs- bzw. Prozessketten können u. U. mögliche Konkurrenzen der Nutzungswege entschärft und Innovationspotenziale erschlossen werden.
- **Gesamte Wertschöpfungsketten in den Blick nehmen:** Die Handlungsfelder sollen mit systemorientierten Forschungsansätzen verfolgt werden, die die gesamten Wertschöpfungsketten in den Blick nehmen. Das heißt, dass eng miteinander zusammenhängende Forschungsthemen, die einzelne Aspekte des agrarischen und industriellen Produktionssystems in der Bioökonomie umfassen, in angemessener Weise bei der Forschungsförderung miteinander verknüpft werden. Durch diese Bündelung einzelner Forschungsthemen in der Förderung sollen Synergien erzielt werden. Da die Handlungsfelder von zahlreichen politischen, wirtschaftlichen und sozialen Faktoren beeinflusst werden, müssen Technik-/Naturwissenschaften und Wirtschafts-/Sozialwissenschaften enger kooperieren.

**Diese Leitlinien sind der Kompass für die Ausgestaltung der einzelnen Maßnahmen. Dabei sind auch handlungsfeldübergreifende Maßnahmen zielführend, um Fördermittel effizient einzusetzen, Synergien zwischen Handlungsfeldern zu erzielen und letztlich die oben genannten Zielkonflikte aufzulösen.**

## 4.1 Weltweite Ernährung sichern

Um die Ernährung von 9,5 Mrd. Menschen im Jahr 2050 mit geänderten Konsumansprüchen zu gewährleisten, müssen die Produktion an Nahrungsmitteln deutlich gesteigert und die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln für gefährdete Bevölkerungsgruppen deutlich verbessert werden. Die für die Produktion benötigten landwirtschaftlich nutzbaren Flächen sind jedoch begrenzt und werden vielerorts vor allem durch Bodendegradierung qualitativ und quantitativ geschädigt. Langfristig wird die Landwirtschaft außerdem in besonderem Maße von den Folgen des Klimawandels betroffen sein und mit einer Verschlechterung von Böden, Wasser-

mangel bzw. Überflutungen sowie Ausbreitung von Pflanzenschädlingen zu kämpfen haben. Bei den Rohstoffen wird künftig mit steigenden Preisen bei einer erhöhten Volatilität gerechnet. Eine globale Ernährungssicherung wird ohne stärkeres Engagement vor allem in der Agrarforschung und den Biowissenschaften nicht zu bewältigen sein. Dieses Engagement muss sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene verstärkt werden. Angesichts der Vielzahl an Jahren, die vom Start eines Forschungsprojekts bis zur Übernahme der Ergebnisse in die landwirtschaftliche Praxis vergehen, drängt die Zeit.





### Forschungsbedarf und Ziele

Für die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion unter Beachtung der regionalen Anforderungen muss die Forschung auf verschiedenen Ebenen ansetzen:

In der Pflanzenzüchtung geht es vor allem um den Ausbau des Leistungspotenzials der Kulturpflanzen sowie um die Stabilisierung der Erträge durch verbesserte Resistenzen gegenüber Pathogenen und Toleranzen, z. B. gegenüber Hitze, Trockenheit, Kälte und Versalzung sowie durch Anpassung an nachhaltige Bewirtschaftungsformen. Dafür müssen die Ursachen und Wirkungen abiotischer und biotischer Stressfaktoren (einschließlich der Untersuchungen zu Pflanzenkrankheiten) sowie die zugehörigen Reaktionsmechanismen der Pflanzen verstanden werden, um sie für Pflanzenzüchtung und -anbau nutzbar zu machen. Darüber hinaus gilt es, lokal angepasste Formen zu erhalten und gleichzeitig das Kulturpflanzenpektrum zu erweitern, wobei auch Pflanzen und Anbaubedingungen mit hoher Relevanz für Entwicklungsländer in den Blick genommen werden sollen.

In Entwicklungsländern sind auch neue Ansätze einer regional bzw. lokal angepassten Bewirtschaftung der Flächen von besonderer Relevanz, wie es insbesondere in der Forschung zum ökologischen Landbau verfolgt wird, um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und stabile Erträge bei geringem Input von Betriebsmitteln zu erzielen. Hierfür ist eine internationale Zusammenarbeit notwendig, die auch Kompetenzen vor Ort partnerschaftlich einbindet. Ebenso

sind Forschungsansätze zur Optimierung von lebensnotwendigen Nährstoffen von Bedeutung, die der Mangelernährung von Mensch und Tier vorbeugen oder sie beseitigen können. Insgesamt ist darauf zu achten, dass in ausreichendem Maße robuste Pflanzen entwickelt und die züchterischen Ertragspotenziale mit möglichst effizientem Ressourceneinsatz (Wasser, Nährstoffe) erzielt werden. Zugleich müssen die gesellschaftlichen Auswirkungen und Szenarien im Sinne von ganzheitlichen (systemischen) Ansätzen unter Einbeziehung der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften analysiert werden (hierzu s. Kapitel 4.2).

Für die technischen Lösungen dieser Anforderungen ist eine Kombination verschiedener Ansätze der Züchtung, der Pflanzenbiotechnologie sowie weiterer Disziplinen notwendig. Hierzu zählen nicht nur Methoden wie Genomanalyse einschließlich epigenetischer Untersuchungen, Proteom- bzw. Metabolom-Forschung, Bioinformatik sowie deren systembiologische Integration, sondern auch die verantwortungsvolle Nutzung der Gentechnik.

Quantitative und automatisierte Analysetechniken sowie eine optimierte Sensorik wiederum ermöglichen die systematische Aufklärung der Beziehungen zwischen Umweltfaktoren und Pflanzeigenschaften (Phänotypisierung) in ihrer räumlichen und zeitlichen Variabilität. Dies ist in Kombination mit genetischen, molekularbiologischen und (öko-) physiologischen Ansätzen eine wichtige Grundlage, um u. a. die Züchtung angepasster Pflanzensorten zu beschleunigen sowie Produktionsbedingungen zu verbessern.

#### Förderbeispiel: Reis-Fitness gegenüber salzhaltigen Böden erhöhen

Reis gehört nach Weizen zu den wichtigsten Getreidearten und stellt für einen Großteil der Weltbevölkerung ein Grundnahrungsmittel dar. Vielfach findet der Anbau in ärmeren Regionen statt, wo der Bedarf an Reis besonders groß ist, aber salzhaltige Böden für schwierige Bedingungen sorgen und Bauern nur geringe Erträge erwirtschaften. Unter Koordination des Internationalen Reisforschungsinstituts

(International Rice Research Institute, IRRI) arbeiten deutsche Forscherinnen und Forscher der Max-Planck-Gesellschaft mit Unterstützung des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) an der Entwicklung von Reissorten, die gegenüber Stressfaktoren eine höhere Fitness besitzen und damit salzhaltigen Böden trotzen können.



Innovationen sind auch im Pflanzenbau z. B. hinsichtlich regionalspezifischer Klimaveränderungen, aber auch im Zusammenhang mit der Verwendung neuartiger Sorten und neuer Agrartechniken notwendig.

Grundlage für zukünftige Züchtungen sowohl bei Pflanzen als auch bei Tieren ist das Vorhandensein entsprechender genetischer Ressourcen. Die genetische Vielfalt vor allem landwirtschaftlich genutzter Tiere und Pflanzen (Agrobiodiversität) ist damit eine wichtige Ressource für die Bioökonomie, zu deren Nutzung eine Bestandsaufnahme notwendig ist. Dies kann beispielsweise durch die Erfassung genomischer Daten in Metagenomdatenbanken erfolgen, in denen die Genome ganzer Populationen analysiert werden können. Das gilt auch für die Ermittlung der Zusammenhänge zwischen den phänotypischen Merkmalen und deren genetischen Ursachen. Ein wichtiges Element in diesem Prozess sind physische Bestände genetischen Materials von Nutzpflanzen und -tieren sowie von deren nah verwandten wilden Arten. Die Sammlung, Aufbereitung, Katalogisierung, Erhaltung sowie Bereitstellung genetischen Materials mittels Genbanken für Züchtung und Forschung ist eine zwingende Voraussetzung zur Nutzung der genetischen Vielfalt.

Die Weiterentwicklungen in der Agrartechnik – z. B. durch satellitengesteuerte Navigations- und Kartierungssysteme (Precision Farming) für

Traktoren, Dünge-, Saat- und Erntemaschinen sowie innovative Bewässerungstechniken und Wasseraufbereitungstechnologien – müssen mit den pflanzenbasierten Innovationen verknüpft werden. Aber auch die oft gravierenden Nach-Ernte-Verluste müssen verringert werden. Die technischen sowie logistischen Ansätze entlang der gesamten Wertschöpfungs- und Prozessketten sind zu erforschen.

Erhebliche Forschungsanstrengungen sind auch erforderlich, um die für die weltweit wachsende Nachfrage nach Nahrungsmitteln tierischer Herkunft notwendige Produktivitätssteigerung im Einklang mit Mensch und Tier, Natur und Umwelt zu erzielen bzw. alternative Ansätze zu entwickeln. Ein Beispiel könnten pflanzliche Proteine darstellen, die im Vergleich zum tierischen Protein eine ähnliche Zusammensetzung aufweisen.

Wichtige Grundlagen sind zudem ganzheitliche (systemische) Optimierungsansätze bei Futtermitteln, Untersuchungen der genetischen, epigenetischen und physiologischen Merkmale für Leistungssteigerungen, tiergesundheitliche Maßnahmen und effizientere Futterverwertung in der Tierproduktion bei artgerechter Haltung. Darauf aufbauend können verbesserte und neue Ansätze der Züchtung, Reproduktion, des Tiergesundheitsmanagements, der Tierhaltung bzw. Fischzucht entwickelt werden.

Unabhängig davon kann ebenso die Züchtung von Tieren, die widerstandsfähiger gegenüber Krankheiten sind, zu Leistungssteigerungen führen. Ergänzt werden müssen diese Forschungsanstrengungen durch Untersuchungen zu den Wechselwirkungen der Tierproduktion mit den Schutzgütern Mensch, Tier, Umwelt und Natur. Infolge des Klimawandels wird mit häufigeren und intensiveren Witterungsextremen und einem langfristigen Temperaturanstieg gerechnet.

Aus diesem Grund brauchen Landwirte Hilfestellung bei der Anbauplanung, für die wiederum verlässliche kurz-, mittel- und längerfristige Vorhersagemodelle auf lokaler, regionaler und globaler Ebene sowie Untersuchungen zu den Wechselwirkungen zwischen Klimasystem und der Biosphäre nötig sind.

### Maßnahmen

- Von großer Bedeutung ist die Forschung zur Züchtung von Kulturpflanzen u. a. mittels moderner Methoden der Pflanzenbiotechnologie. Dabei sind Projekte der Grundlagenforschung und des Wissenstransfers in die Züchtungspraxis zu unterstützen.
- Forschungsförderaktivitäten, die gezielt auf die Bedürfnisse und Probleme von Entwicklungsländern ausgerichtet sind, werden vorangetrieben (die in Kapitel 4.2 genannten Themen der Nachhaltigkeit sind dabei zu berücksichtigen). Hierbei sind Ansätze für eine regional bzw. lokal angepasste Bewirtschaftung der Flächen zu erforschen oder neu zu entwickeln, u. a. unter Partizipation der Landwirte und Wissenschaftler/-innen vor Ort.
- Für die Untersuchung von Umwelteinflüssen auf Pflanzeigenschaften sind geeignete Phänotypisierungstechnologien auf Basis wissenschaftlicher Konzepte aufzubauen.
- Moderne Ansätze im Pflanzenbau und in der Agrartechnik sind notwendig, um nachhaltige Effizienz- und Produktivitätssteigerungen zu erreichen. Ebenso sind die Nach-Ernte-Verluste durch neue technische und logistische Lösungen zu verringern.
- Zu entwickeln sind neue, effiziente, tiergerechte und durch die Verbraucher akzeptierte Verfahren zur Züchtung gesunder, anpassungsfähiger und leistungsstarker Nutztiere, auch unter der Berücksichtigung von Futtereffizienz, Stresstoleranz (Hitze etc.) sowie reduzierter Emission von Treibhausgasen und Luftschadstoffen.
- Forschungsbedarf besteht bei der Entwicklung von regional angepassten Klimavorhersagemodellen sowie Untersuchungen zur Interaktion zwischen Klima und Biosphäre.
- Zu verstärken sind Untersuchungen zur Agrobiodiversität bei landwirtschaftlich genutzten Organismen sowie nahen wildlebenden Verwandten zur Auffindung potenzieller wichtiger Merkmale, einschließlich der Zusammenhänge zwischen phänotypischer Merkmalsausprägung und deren genetischer Grundlage.

### Umsetzung der Maßnahmen erfolgt entlang der Leitlinien:

- Menschen nachhaltig versorgen (ökologische, soziale und wirtschaftliche Dimension, s. auch Kapitel 4.2)
- Nutzungswege gemeinsam betrachten (s. Kapitel 4.3 bis 4.5)
- Gesamte Wertschöpfungsketten in den Blick nehmen (u. a. durch Bündelung einzelner Forschungsthemen von der Züchtung bis zur Vermeidung von Nach-Ernte-Verlusten)



## 4.2 Agrarproduktion nachhaltig gestalten



**Natürliche Ressourcen sind die Produktionsmittel der Bioökonomie, deren nachhaltige Bewirtschaftung damit im ureigenen Interesse der Bioökonomie liegt. Die notwendige Steigerung der Agrarproduktion<sup>1</sup> muss mittels einer effizienten und ressourcenschonenden Bewirtschaftung erreicht werden, die mit der Bewältigung der Herausforderungen Klimawandel, Umwelt- und**

**Klimaschutz, Rohstoffversorgung, Wasserverfügbarkeit und Schutz der Biodiversität in Einklang steht. Dies erfordert Forschungsanstrengungen, die sämtliche Faktoren des agrarischen Produktionssystems – sowohl für die terrestrische als auch für aquatische Biomasseproduktion – unter den spezifischen Standortanforderungen und unter Nachhaltigkeitsaspekten betrachten.**

<sup>1</sup> Unter Agrarproduktion soll hier die gesamte Land- und Forstwirtschaft, Fischerei und der Aquakultur-Bereich verstanden werden. Dies gilt unabhängig von den gewählten Produktionsverfahren.

### Forschungsbedarf und Ziele

Die Produktionsfaktoren Boden und Wasser nehmen eine besondere Position ein, weil sie nicht vermehrbar sind und ihre regionale Verteilung vorgegeben ist. Wichtige Nährstoffe wie Phosphor und Kalium sind nur begrenzt in den heute verwendeten konzentrierten Lagerstätten verfügbar. Einer Verschlechterung bzw. Verknappung dieser Produktionsfaktoren in regionalen und globalen Maßstäben kann nur mit umweltgerechten Schutz-, Nutzungs- und Wiedergewinnungskonzepten begegnet werden. Hierfür muss die Forschung ein besseres Verständnis des komplexen agrarischen Produktionssystems erarbeiten und konkrete Lösungen liefern, z. B. zum Nährstoffrecycling oder zur Optimierung der Nährstoffnutzung.

Bei der Produktion von pflanzlicher Biomasse sind neben verbesserten Anbaupraktiken auch optimierte Pflanzen für die Nachhaltigkeit von besonderer Bedeutung (s. Kapitel 4.1). Pflanzenschutz ist gleichwohl unverzichtbarer Bestandteil der Agrarproduktion und des Schutzes von Vorräten. Um damit verbundene unvermeidbare Risiken für Mensch, Tier und Naturhaushalt zu mindern, sind insbesondere integrierte Pflanzenschutzverfahren weiterzuentwickeln. Neben biologischen und kulturtechnischen Pflanzenschutzmaßnahmen gehören hierzu auch die technische Fortentwicklung der Pflanzenschutzgeräte einschließlich moderner Verfahren zur Einsparung von Pflanzenschutzmitteln (z. B. Precision Farming, Sensorsteuerung, Robotik) sowie die Vermeidung der Ein- und Verschleppung von Schadorganismen, die vor dem Hintergrund des Klimawandels und des expandierenden internationalen Handels an Bedeutung gewinnen.

Da weltweit zunehmend die Gentechnik eingesetzt wird, ist ein verantwortungsbewusster Umgang mit gentechnisch veränderten Pflanzen erforderlich, um eine nachhaltige Agrarproduktion sicherzustellen. Hierzu ist die biologische Sicherheitsforschung unabdingbar. Sie muss in der Lage sein, mit der dynamischen Entwicklung der Gentechnik Schritt zu halten. Weiterhin können die sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Disziplinen einen wichtigen Beitrag zu Fragen der Nachhaltigkeitswirkungen leisten. Die Koexistenz landwirtschaftlicher Produktionssysteme ist ebenfalls zu untersuchen, um die berechtigten Inter-



essen der Gesellschaft sowie von Landwirten mit und ohne Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen in Einklang zu bringen.

Im Zusammenhang mit der Bioökonomie müssen auch die Ökosystemdienstleistungen erhalten werden. Das Konzept des nachhaltigen Landmanagements integriert den Erhalt der Biodiversität mit dem Schutz von Boden und Wasser. Nachhaltiges Landmanagement umfasst eine Vielzahl von Fragestellungen zur Wechselwirkung von Produktionssystemen mit Ökosystemdienstleistungen, z. B. über Zusammenhänge zwischen Flächennutzung-Ökosystemdienstleistungen-Klimawandel, Analysen zu Quellen- und Senkenfunktionen von agrarisch genutzten Systemen für Treibhausgase sowie Untersuchungen zu den sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen. Hierfür erkenntnis- und umsetzungsorientierte Forschung zu verknüpfen, erfordert neben einem hohen Grad an Inter- auch Transdisziplinarität durch das Einbeziehen von Entscheidungs- und Handlungsträgern.

Zwischen der Nutzung von biologischen Ressourcen und dem Erhalt der biologischen Vielfalt (Biodiversität) besteht häufig ein Spannungsverhältnis. Dessen Lösung bedarf noch erheblicher Forschungsarbeiten, u. a. bei der Bestimmung eines



optimalen Niveaus an Biodiversität in landwirtschaftlichen Produktionssystemen, der Quantifizierung der biologischen Vielfalt im Hinblick auf Ökosystemleistungen und der Erarbeitung von Verfahren für ein zukunftsfähiges Biodiversitäts-Management.

Ein integrierter Ansatz wird auch in der agrar- und forstwissenschaftlichen Forschung verfolgt, die zunehmend Fragestellungen zu Klima und Umwelt im Kontext der Bewirtschaftung und Wertschöpfung in den Vordergrund rückt. Diese können z. B. zur Entwicklung von energieeffizienten, bodenschonenden und treibhausgasarmen landwirtschaftlichen Produktions- und Verarbeitungssystemen beitragen sowie einen nachhaltigen Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln voranbringen. In diesem Zusammenhang ist auch die Forschung zum ökologischen Landbau weiterzuentwickeln.

Forschungsbedarf gibt es aber auch zum Spektrum der Kulturpflanzen, das Vielfalt und Leistungsfähigkeit kombiniert. Dabei sind grundsätzlich zwei Entwicklungsrichtungen voranzubringen: 1. Alle Eigenschaften, die das Pflanzenwachstum und die Ertragsbildung betreffen. 2. Qualitätseigenschaften des Produktes. Denn Merkmale, die von Anfang an vorhanden sind, erleichtern alle nachfolgenden Bearbeitungsschritte und verbessern die Effizienz (s. auch Kap. 4.3).

Weiteren Forschungsbedarf gibt es bei der Erzeugung von landwirtschaftlichen Nutztieren und in der Aquakultur. Für eine klima-, natur-, umwelt- und ressourcenschonende, tiergerechte aber auch wirtschaftliche Produktion sind innovative Konzepte der Tierzucht, -haltung und -ernährung (s. auch Kapitel 4.1) – u. a. mit einer gezielten Senkung von Emissionen – sowie Analysen und wissenschaftlich begründete Verbesserungsstrategien des Tierschutzes notwendig. Weiterhin trägt die Entwicklung tiergerechter und emissionsarmer Haltungs- und Transportsysteme zum Umwelt-, Arbeits- sowie zum Tierschutz bei. Auch der Eintrag von Tierarzneimittelrückständen in die Umwelt sollte berücksichtigt werden.

Um nachhaltige Konzepte zu verwirklichen, müssen zudem agrartechnische Innovationen vorangetrieben werden (s. auch Kapitel 4.1). Damit können entlang sämtlicher Schritte der Agrarproduktion die Emission klimaschädigender Treibhausgase und Umweltbelastungen vermindert sowie die Ressourcen- und Energieeffizienz verbessert werden. Die wirtschaftlichen und sozialen Implikationen der Agrarproduktion sind ebenfalls zu untersuchen und Handlungsstrategien daraus abzuleiten, wie z. B. die Analyse von Nutzungskonkurrenzen sowie die Entwicklung von Steuerungssystemen für einen effizienteren gesellschaftlichen Umgang mit knapper Fläche.

#### Förderbeispiel: Umweltfreundliche Aquakulturen durch integrierte Biofilter

Der Verzehr von Fisch nimmt weltweit zu. Um den Bedarf zu stillen, werden zukünftig immer mehr Fische in Aquakulturen gezüchtet. Um diese Fischproduktion umweltfreundlicher zu gestalten, hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) die Entwicklung eines neuen Verfahrens unterstützt, das eine Kreislaufanlage in die Aquakulturen integriert. Feinste Biomembranen filtern dabei das Wasser und entfernen Bakterien, Viren und Rückstände von Futterzusatzstoffen sowie Therapeutika. Einige deutsche Hersteller bieten die Membranfiltration inzwischen europaweit und im asiatischen Raum als Exporttechnik an.



## Maßnahmen

---

- International ausgerichtete Konzepte zum Schutz von Klima, Natur, Boden, Wasser, Luft und wichtigen Nährstoffen sind zu erforschen.
- Integration von Nutzpflanzen mit neuartigen Eigenschaften und Anbautechniken sind weiter zu verbessern (umzusetzen zusammen mit Maßnahmen bei 4.1).
- Integrierte Pflanzenschutzverfahren sind vor dem Hintergrund wissenschaftlicher Erkenntnisse zu optimieren oder neu zu erarbeiten.
- Die biologische Sicherheitsforschung und Koexistenzforschung sind fortzuführen.
- Benötigt werden Methoden zur Quantifizierung der biologischen Vielfalt im Hinblick auf seine Ökosystemleistungen und auf die Erarbeitung eines zukunftsfähigen Biodiversitäts-Managements auf nationaler und internationaler Ebene.
- Inter- und transdisziplinäre Forschung zum nachhaltigen Landmanagement ist auszubauen.
- Die Forschung zum ökologischen und umweltschonenden Landbau ist fortzuentwickeln (auch aufgrund der Relevanz für Entwicklungsländer, umsetzen auch im Zusammenhang mit Maßnahme bei 4.1).
- Forschung und Innovation bei der Züchtung, Fütterung, Haltung und Gesundheit von landwirtschaftlichen Nutztieren (einschl. Bienen) und Fischen unterstützt die Nachhaltigkeitsziele der Bioökonomie (umsetzen zusammen mit Maßnahmen bei 4.1).
- Innovationen in der Agrartechnik entlang der gesamten landwirtschaftlichen Wertschöpfungskette sind zu befördern (umsetzen zusammen mit Maßnahmen bei 4.1).
- Untersuchungen zur Optimierung der Nachhaltigkeitswirkungen der landwirtschaftlichen Produktionssysteme und der effizienten Ressourcennutzung im nationalen und internationalen Maßstab sind notwendig.
- Sozial-, wirtschafts-, politik- und planungswissenschaftliche Untersuchungen sollten zur Stärkung von Institutionen im ländlichen Raum gefördert werden.

## Umsetzung der Maßnahmen erfolgt entlang der Leitlinien:

---

- Menschen nachhaltig versorgen (ökologische, soziale und wirtschaftliche Dimension)
- Nutzungswege gemeinsam betrachten (s. Kapitel 4.3 bis 4.5)
- Gesamte Wertschöpfungsketten in den Blick nehmen (u. a. durch Bündelung einzelner Forschungsthemen von den Produktionsfaktoren bis zu den Produkten)

## 4.3 Gesunde und sichere Lebensmittel produzieren

Verbraucherinnen und Verbraucher erwarten gesunde, qualitativ hochwertige, sichere und zugleich preiswerte Nahrungsmittel. Demographischer Wandel, sich ändernde Lebensgewohnheiten und

-umstände verändern das Ernährungsverhalten. Eine gesunde Ernährung setzt ein entsprechendes Angebot an Lebensmitteln voraus, das den individuellen Ansprüchen genügt.





## Forschungsbedarf und Ziele

Sowohl die Prävention und positive Verlaufsbeeinflussung ernährungsassoziierter Krankheiten, wie u. a. Adipositas, Diabetes, Allergien, Herz- und Kreislauf-Erkrankungen, als auch die positive Beeinflussung von Alterungsvorgängen durch Ernährung sind wichtige gesellschaftliche und wissenschaftliche Herausforderungen. Forschungsthemen zu den Wirkweisen von Nahrungsmitteln und ihren Bestandteilen im menschlichen Körper, die zu Empfehlungen für ein gesundheitsbewusstes Ernährungsverhalten führen können, werden durch das Rahmenprogramm Gesundheitsforschung der Bundesregierung aufgegriffen. Das Ziel der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ ist es, hierzu komplementär verbraucherorientierte Produkt- sowie Prozessinnovationen für gesunde, qualitativ hochwertige, schmackhafte, preiswerte und sichere Nahrungsmitteln zu unterstützen. Da dies auf den oben genannten Forschungsergebnissen basieren muss, sollen mit übergreifenden Förderinitiativen Themen aus der Bioökonomie- und der Gesundheitsforschung miteinander verzahnt werden. Dafür sind nahrungsmittelspezifische Innovationsketten in ihrer Gesamtheit zu betrachten.

Bereits bei der landwirtschaftlichen Produktion können der ernährungsphysiologische Nutzen und die verarbeitungstechnische Qualität von pflanzlichen und tierischen Ausgangsprodukten optimiert werden (s. auch Kapitel 4.1 und 4.2). Des Weiteren sind Wirkungen von Produktions- und Umweltbedingungen auf die Nahrungsmittelqualität aufzuklären. Dank innovativer Konzepte und Methoden, die bei den landwirtschaftlichen Produkten gezielt positiv wirkende Inhaltsstoffe anreichern bzw. hinzufügen oder Substanzen mit negativem Einfluss, wie z. B. Allergene, reduzieren bzw. vermeiden, können gesundheitliche Wirkungen, Qualität und Sicherheit von Lebensmitteln entsprechend spezifischer Bedürfnisprofile optimiert werden, z. B. durch die Entwicklung geeigneter Produkte für Allergiker.

Ökologisch produzierte Lebensmittel enthalten kaum Rückstände von chemisch-synthetischen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Forschungsansätze zur Vermeidung oder Verringerung von Rückständen chemisch-synthetischer Dünge- und Pflanzenschutzmitteln auch in der übrigen Agrarproduktion sind auszubauen. Insbesondere im Bereich der Lebensmittelverarbeitung sollten

### Förderbeispiel: Biologischer Bäckerhilfe für geschmeidiges Brot

Als Klebstoff in der Backmasse geben Proteine dem Brotteig Festigkeit und Stabilität. Allerdings enthält diese Backmasse immer auch den Stoff Glutathion, der den Teig wieder weich macht. Dieser Prozess lässt sich bisher nur sehr umständlich unterbinden, eleganter geht es mit Enzymen. Im Rahmen der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Initiative BioIndustrie 2021 arbeitet das Biotech-Unternehmen Stern-Enzym an diesem Problem. Inzwischen sind passende Enzyme als nützliche Bäckerhilfen gefunden, die Glutathion deaktivieren. Nun geht es darum, diese mit biotechnologischen Verfahren in großen Mengen für die Backindustrie zur Verfügung zu stellen.

generell schonende Methoden mit einem weiter verringerten Einsatz von Zusatzstoffen und Verarbeitungshilfsstoffen weiterentwickelt werden, dies kann auch das Allergiepotezial verringern.

Gesunde Lebensmittel tierischer Herkunft sind nur mit gesunden Tieren möglich. Viele Faktoren – wie die Zunahme der Produktion tierischer Lebensmittel, der globale Handel sowie auch der Klimawandel – haben einen Einfluss darauf, dass sich Tierkrankheiten u. U. häufiger und schneller ausbreiten. Neben den Auswirkungen auf die Tiergesundheit und wirtschaftliche Schäden für die Landwirtschaft sind bestimmte Tierkrankheiten auch mit dem Risiko einer Übertragung auf den Menschen verbunden.

Ein hoher Forschungsbedarf besteht daher bei der Aufklärung der Ursachen von Tierseuchen und -krankheiten sowie bei Maßnahmen zu ihrer Vorsorge und Bekämpfung. Um das Krankheitsgeschehen zeitlich und räumlich schneller zu erfassen sowie besser vorherzusehen, und damit besser bekämpfen und künftig vermeiden zu können, sind epidemiologische Untersuchungen von hoher Bedeutung. Weiterhin sind anwendungsorientierte Forschungsarbeiten für schnelle, sensitive und spezifische Diagnostika sowie Entwicklungen für innovative Impfstoffe und Tierarzneimittel

### Förderbeispiel: Moleküle mit intensivem Salzgeschmack gesucht

Eine Prise Salz gibt dem Essen Würze, doch zuviel ist gesundheitsschädlich. Forscher am Deutschen Institut für Ernährungsforschung suchen deshalb gemeinsam mit dem Aromahersteller Symrise nach Molekülen, die wenig Salz nach viel schmecken lassen. Mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) analysieren sie dafür spezielle Verstärker-substanzen und deren Wirkung auf menschliche Geschmacksrezeptoren. Die dabei identifizierten, salzverstärkenden Kandidaten müssen geschmacksneutral, sicher und kostengünstig produzierbar sein. Am Ende, so die Vermutung, wird es auch nicht eine Substanz für alle Anwendungsbereiche geben, sondern mehrere, die gezielt eingesetzt werden müssten.



voranzubringen. Begleitend sollten Strategien zur Minimierung des Arzneimitteleinsatzes und für einen sorgfältigen Umgang mit ihm entwickelt werden. Jedoch wird eine nachhaltige Produktion von tierischen Lebensmitteln auch in Zukunft andere Herausforderungen für die Tiergesundheit bereithalten. So stellen auch neue Konzepte für tierhygienische Maßnahmen und die Steigerung der Widerstandsfähigkeit gegenüber Infektionen durch moderne Methoden der Züchtung weitere Forschungsziele dar (s. auch Kapitel 4.2).

Ein weiteres wichtiges Thema ist die Gewährleistung der Sicherheit und Qualität von Lebensmitteln tierischer und pflanzlicher Herkunft. Gefragt sind Innovationen für Analytik, Monitoring und vor allem Präventionsmaßnahmen einschließlich Qualitäts- und Risikomanagementsystemen. Neue Technologien und Methoden, z. B. aus der Nano- und Biotechnologie, sowie die Entwicklung von IT-gestützten Rückverfolgbarkeitssystemen können hygienische Qualität, Sicherheit bzw. Haltbarkeit von Lebensmitteln optimieren. Innovationspotenzial wird ebenso in verfahrenstechnischen Verbesserungen der Lebensmittelbe- und -verarbeitung einschließlich der Bioprozesstechnik gesehen, die die Stoffströme optimal nutzen. Innovative Systemlösungen sind hier nicht nur zur Verbesserung der konventionellen Konservierungsverfahren nötig, die die Frische, Natürlichkeit bzw. den Nährwert beeinflussen, sondern dienen vor allem auch zur

Verbesserung der Nachhaltigkeit und der Effizienz der Produktionsverfahren.

Die steigende Nachfrage nach Convenience-Produkten und der zunehmende Außer-Haus-Verzehr erfordern darüber hinaus effiziente und flexible Vertriebswege sowie generell optimierte Prozesse entlang der Wertschöpfungskette (Food Supply Chain Management). Hieraus ergibt sich ein Forschungsbedarf, der sowohl technischer als auch organisatorischer Natur ist. Dies wird zu Innovationen führen, z. B. in der Verpackungsindustrie, in der Transport- und Logistikbranche, im Handel sowie in lebensmittelrelevanten Dienstleistungsbranchen. Darüber hinaus gilt es, die Bedürfnisprofile und das Konsumentenverhalten kontinuierlich in begleitenden Untersuchungen zu beobachten, um Forschungsfragen danach ausrichten zu können. Innovative Produkte, Verfahren und Dienstleistungen bieten neben dem Nutzen für die Verbraucher auch Chancen für die deutsche Ernährungswirtschaft in dynamisch wachsenden Märkten. Die überwiegend mittelständisch geprägten Unternehmen, die nur in begrenztem Umfang eigene Forschungsaktivitäten betreiben, sind deshalb frühzeitig und verstärkt in Kooperationen mit der Wissenschaft einzubinden.

## Maßnahmen

---

- Gesundheitsförderliche Lebensmittel sind zu entwickeln (umsetzen zusammen mit Maßnahmen bei 4.1 und 4.2).
- Zur Verbesserung der Lebensmittelsicherheit sind die Zusammenhänge zwischen Umweltbedingungen und Produktionstechniken bei Tier und Pflanze weiter aufzuklären und zu optimieren.
- Für die ökologische und konventionelle Lebensmittelverarbeitung sollen schonende Methoden weiterentwickelt werden.
- Die Tiergesundheitsforschung muss u. a. durch Untersuchungen zu den Ursachen, zur Verbreitung sowie zum Krankheitsverlauf einschließlich der Entwicklung von geeigneten Präventions-, Bekämpfungs- und Therapiemaßnahmen unterstützt werden.
- Für die Lebensmittelsicherheit besteht Bedarf an leistungsfähiger Analytik, Monitoring- und Präventionsmaßnahmen, einschließlich Qualitäts- und Risikomanagementsystemen.
- Notwendig ist die Entwicklung nachhaltiger und qualitätserhaltender Lebensmitteltechnologien.
- Zu fördern sind technische und organisatorische Innovationen zur Optimierung der Prozesse entlang der Lebensmittelherstellungskette. Besonders wichtig ist die Entwicklung von effektiven und effizienten Zertifizierungssystemen für soziale und ökologische Standards.

### Umsetzung der Maßnahmen erfolgt entlang der Leitlinien:

---

- Menschen nachhaltig versorgen (ökologische, soziale und wirtschaftliche Dimension, siehe auch Kapitel 4.2)
- Nutzungswege gemeinsam betrachten (zusammen mit Kapitel 4.4 und 4.5)
- Gesamte Wertschöpfungsketten in den Blick nehmen (u. a. durch Bündelung einzelner Forschungsthemen von der Agrarproduktion bis zum Handel)



## 4.4 Nachwachsende Rohstoffe industriell nutzen

**Bio-basierte Produkte, zu deren Herstellung biotechnische, chemische, thermische oder mechanische Verfahren kombiniert werden, können nicht nur Natur, Umwelt und Klima schonen, sondern schaffen auch mehr Unabhängigkeit von fossilen Rohstoffen. Sie leisten einen entscheidenden Beitrag für**

**den Strukturwandel von einer erdöl- zu einer bio-basierten Industrie mit Chancen für Wachstum und Beschäftigung. Die industrielle, sog. weiße Biotechnologie ist dabei ein wichtiger Impulsgeber. Vor diesem Hintergrund genießt das Handlungsfeld für die Bundesregierung hohe Priorität.**



## Forschungsbedarf und Ziele

Für die Umstellung der industriellen, erdölbasierten Rohstoffversorgung bieten nachwachsende Rohstoffe aufgrund ihrer großen Vielfalt an Inhaltsstoffen zahlreiche Möglichkeiten für innovative Anwendungen in der Medizin, Industrie, Agrarwirtschaft und für die Umwelt (s. Abbildung 7). Biomasse kann zudem für den Zweck der nachfolgenden Verarbeitung bereits im Entstehungsprozess modifiziert werden, z. B. durch Pflanzenauswahl, Anbaumethoden oder Züchtung einschließlich moderner Methoden der Biotechnologie (s. auch Kapitel 4.1). Aufgrund ihrer Inhaltsstoffe, ihres schnellen Wachstums sowie des für Pflanzen hohen Wirkungsgrades sind auch Algen als Rohstoffquelle von wachsendem Interesse. Ebenso bildet Holz ein großes Biomasseresservoir, das über die traditionelle Verwendung in der Bau-, Papier- und Zellstoffindustrie hinaus durch nachhaltige Bewirtschaftung als regenerative Rohstoffquelle zur Verfügung steht.

Die verschiedenen Biomasserohstoffe können in Zukunft u. a. durch Koppel- und Kaskadennutzung zu hochwertigen Produkten weiterverarbeitet werden. In Analogie zur petrochemischen Raffinerie spricht man dann von einer Bioraffinerie, wenn alle Teile verschiedener Pflanzen und/oder Abfall- bzw. Reststoffe für die Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln, Chemikalien, Kraftstoffen, Strom und Wärme möglichst vollständig („zero waste“) genutzt werden können. Auf dem Weg zu einer Bioraffinerie sind zahlreiche Forschungsthemen zu Aufschluss, Aufbereitung und Konversion der Biomasse, insbesondere von Holz (Lignocellulose), sowie zur Aufreinigung der Produkte zu bearbeiten, die alle in einen Projektplan (Roadmap) für den Aufbau von Bioraffinerien einfließen müssen.

Bei der stofflich-industriellen Nutzung von Biomasse eröffnen bislang nicht verwendete Mikroorganismen und auf molekularer Grundlage optimierte Produktionssysteme noch unausgeschöpfte Möglichkeiten hinsichtlich Substratspektrum, Produktvielfalt und Produktionseffizienz. Hierbei ist besonders die Kombination von Konzepten und Methoden aus den Biowissenschaften – wie z. B. Genomforschung, Biokatalyse, System- und synthetische Biologie – mit der chemischen Verfahrenstechnik Erfolg versprechend. Der Ausbau dieser Kompetenzen bietet Chancen, sowohl für Unternehmensgründungen als auch für den Ausbau der

Technologieführerschaft im globalen Wettbewerb. Für die breitere Diffusion in traditionellen Industriegesektoren wird es darauf ankommen, hochwertige bio-basierte Plattformmoleküle zu identifizieren, die sich baukastenartig kombinieren und in Produktstammbäume integrieren lassen.

Wettbewerbsfähige bio-basierte, stofflich-industriell genutzte Produkte substituieren keineswegs nur herkömmliche erdölbasierte Produkte. Sie stellen oftmals echte Produktinnovationen mit hochspezifischem Kundennutzen dar, z. B. biologisch abbaubare Kunststoffe, und ermöglichen bedeutende Verbesserungen bei der Herstellungseffizienz. Mit ihrem hohen Wachstums- und Beschäftigungspotenzial für den Bioökonomie-Standort Deutschland gewinnen Produkte der industriellen, sog. weißen Biotechnologie zunehmend an ökonomischer Bedeutung. Dazu zählen u. a. Grund- und Feinchemikalien, Pharmaprodukte, Lebensmittelzusätze, Wasch- und Reinigungsmittel, bio-basierte Kunststoffe, Textilprodukte und Kosmetikartikel.

### Förderbeispiel:

#### Kosmetik mit Hefen herstellen

Bei den Hautcremes der gehobenen Preisklasse stehen sie oft auf der Zutatenliste: die sog. Ceramide. Die Substanzen aus der Gruppe der Fette sind ein wichtiger Bestandteil der menschlichen Haut und sorgen dafür, dass diese nicht austrocknet. Ceramide sind deshalb als Kosmetikzusätze begehrt, ihre bisherige Herstellung aber ist aufwändig und teuer. Ein vom Unternehmen Evonik angeführter Forschungsverbund will nun eine Hefe dazu bringen, eine begehrte Vorform der Ceramide zu produzieren. Das Projekt wird unter dem Dach des Clusters CLIB2021, an dem 15 Forschungseinrichtungen, 7 große und 26 kleine und mittlere Unternehmen beteiligt sind, vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

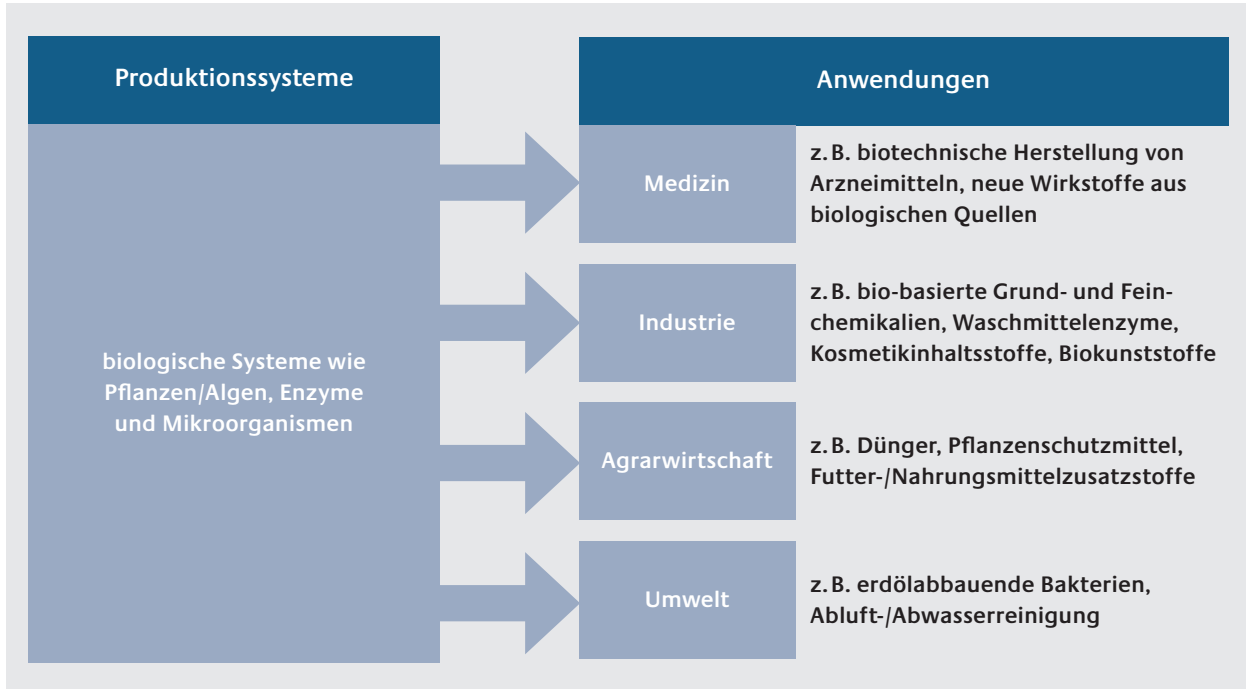


Abbildung 7: Biologische Systeme zur stofflich-industriellen Nutzung

Unter den Produkten der Bioökonomie repräsentieren Biopharmazeutika einen wirtschaftlich bedeutenden Sektor. Während im Gesundheitsforschungsprogramm der Fokus u. a. auf dem Nachweis der Wirksamkeit am Patienten liegt, stehen hier die Produktionsverfahren im Mittelpunkt. Da diese Verfahrensentwicklungen eng mit der klinischen Entwicklung verknüpft sind, sollen mit übergreifenden Förderinitiativen Themen aus der Bioökonomie und der Gesundheitsforschung miteinander verzahnt werden.

Zahlreiche Pharmaproteine, Impfstoffe und Diagnostika werden u. a. mit Bakterien, Pilzen und Säugerzellkulturen hergestellt. In Zukunft werden neuartige Produktionssysteme, z. B. pflanzliche Bioreaktoren, hinzukommen und Marktchancen für Technologieanbieter eröffnen. Viele Wirkstoffe wird man auch weiterhin durch die systematische Erforschung terrestrischer und mariner Arten (Bioprospektion) finden. Um die reiche Diversität der natürlichen Quellen zu nutzen und zu erhalten, sind innovative Verfahren zur biotechnischen Produktion dieser komplexen Wirkstoffe unverzichtbar.

#### Förderbeispiel:

#### Herstellung von Biotech-Medikamenten effizienter machen

Antikörper sind Proteine, die ganz gezielt an andere Moleküle binden können und deren Funktion beeinflussen bzw. ausschalten. Aus diesem Grund werden sie häufig als Medikamente eingesetzt. Die Herstellung dieser Antikörpermoleküle erfolgt in gentechnisch veränderten Bakterien oder Säugetierzellen. Sie müssen allerdings in äußerst hoher Reinheit und mit möglichst hoher Ausbeute isoliert werden. Dieser Prozess der Aufreinigung ist bislang noch nicht sehr effizient. Ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderter Verbund unter Koordination der Hochschule Biberach zusammen mit der Universität Karlsruhe sowie den Unternehmen Boehringer Ingelheim und Rentschler arbeitet nun daran, eine bislang nur in der Forschung benutzte Technik – die Proteinkristallisation – als Aufreinigungsmethode bei der industriellen Medikamentenproduktion zu nutzen.



Die nächste Generation biotechnischer Verfahren umfasst miniaturisierte, standardisierbare und – mit langfristiger Perspektive – möglicherweise auch zellfreie Produktionssysteme, die energieeffizient mit einer hohen Raum-/Zeitausbeute sind. Ihre Etablierung profitiert von Fortschritten in Nanotechnologie, Informatik, Material- und Ingenieurwissenschaften und wird durch die dynamischen Entwicklungen der Systembiologie und synthetischen Biologie weiter vorangetrieben. Diese Kompetenzen müssen im Rahmen eines Strategieprozesses frühzeitig und effizient in interdisziplinären Projektteams zusammengeführt werden, um die dafür notwendigen Plattformtechnologien zu entwickeln. Damit die nächste Generation von Produktionsverfahren ihre Praxistauglichkeit zeigen kann, sollen auch Pilot- und Demonstrationsanlagen etabliert werden.

Zur Optimierung der positiven Umwelt- und Klimawirkungen bio-basierter, industriell genutzter Produkte bzw. Verfahren, sollen Nachhaltigkeitsbetrachtungen während ihres gesamten Lebenszyklus weiterentwickelt werden. Einen direkten Beitrag zum Umweltschutz kann die Biotechnologie durch Verfahren leisten, bei denen Schadstoffe biologisch abgebaut werden (Abwasserreinigung, Bioremediation). Weiterhin ist die Forschung zu Umwelt- und Gesundheitswirkungen dieser Produkte zu unterstützen.



#### Förderbeispiel :

#### Innovativer Mittelstand – Vom Automobilzulieferer zum Biotech-Experten

Viele Innovationen entstehen im Mittelstand, insbesondere an der Schnittstelle von verschiedenen Branchen. So ist die Vulkan Technic Maschinen-Konstruktions GmbH beispielsweise vor allem als Automobilzulieferer bekannt. Inzwischen fertigt das inhabergeführte mittelständische Unternehmen aber auch Geräte für Kunden aus der Biotechnologie und hat dafür einen eigenen Geschäftsbereich ausgelagert. Mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) wird derzeit an neuartigen Screening- und Prozessentwicklungswerkzeugen gearbeitet, bei der mikrosystemtechnische und biotechnologische Ansätze kombiniert werden – beispielsweise bei der Konstruktion von Bioreaktoren im Chipformat.

Um das technologische Wissen wirtschaftlich zu nutzen und den Transformationsprozess hin zu einer Bioökonomie einzuleiten, sind innovative Netzwerkstrukturen entlang der Prozess- und Wertschöpfungsketten erforderlich. Dabei handelt es sich um strategische Allianzen von Forschungseinrichtungen, Hersteller- und Anwenderunternehmen sowie verbundenen Institutionen, u. a. aus dem Finanzwesen. Hierzu gehören auch ungewöhnliche Partnerschaften zwischen Unternehmen auf unterschiedlichen Positionen innerhalb der Wertschöpfungskette oder aus sehr verschiedenen Branchen, z. B. Kooperationen von Unternehmen aus der Biotechnologie und aus der Automobil- bzw. der Energiewirtschaft. Auf diese Weise ließen sich die Erfahrungen mit der Nutzung biologischer Verfahren, die in einigen Bereichen der Wirtschaft bereits etabliert sind (z. B. Pharmaindustrie), auf andere – auch ungewöhnliche – Anwendungsgebiete übertragen.

## Maßnahmen

---

- Die verschiedenen pflanzlichen Rohstoffe, die insbesondere nicht als Futter-/Nahrungsmittel eingesetzt werden, sind bereits in ihrer Entstehung zu optimieren, z. B. durch Pflanzenauswahl, Anbau und Züchtung (hierbei sollten Forschungsarbeiten aus Kapitel 4.1. und 4.2 berücksichtigt werden).
- Zur Nutzung von Biomasse aus unterschiedlichen Quellen in Zero-Waste-Bioraffinerien bedarf es intensiver Verfahrens- und Prozessentwicklungen sowie Untersuchungen zur industriellen Machbarkeit, die in einen Projektplan (Roadmap) einfließen müssen.
  - Zu untersuchen sind die technischen und ökonomischen Aspekte der Integration von bio-basierten Plattformmolekülen in industrielle Produktstammbäume.
  - Die nächste Generation biotechnischer Verfahren für neue Wertstoffe und Pharmazeutika muss im Rahmen eines Strategieprozesses vorangetrieben werden.
- Notwendig bleibt Forschung mit dem Ziel der Identifizierung neuer bio-aktiver Substanzen als Grundchemikalien und als End- bzw. Vorprodukte z. B. für Pharmaka, Lebensmittelzusätze, Wasch- und Reinigungsmittel, Textilien oder Kosmetikartikel.
  - Die wissenschaftliche Bewertung von technologischen, volkswirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Aspekten der verschiedenen Anwendungsfelder bio-basierter Produkte und Verfahren ist weiterzuentwickeln.
  - Effektive und effizientere Konversionsverfahren (thermochemisch, chemokatalytisch, biokatalytisch) für Biomasse sind entlang der gesamten Prozessketten interdisziplinär zu entwickeln.
- Strategische Allianzen von Forschungseinrichtungen, Hersteller- und Anwenderunternehmen sowie verbundenen Institutionen sind zu etablieren.
- Beitrag der energetischen und stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur CO<sub>2</sub>-Minderung sind zu untersuchen und zu bewerten.

## Umsetzung der Maßnahmen erfolgt entlang der Leitlinien:

---

- Menschen nachhaltig versorgen (ökologische, soziale und wirtschaftliche Dimension, s. auch Kapitel 4.2)
- Nutzungswege gemeinsam betrachten (zusammen mit Kapitel 4.3 und 4.5; Priorität Ernährung)
- Gesamte Wertschöpfungsketten in den Blick nehmen (u. a. durch Bündelung einzelner Forschungsthemen von der Pflanzenproduktion bis zur industriellen Nutzung/Entsorgung der Produkte)



## 4.5 Energieträger auf Basis von Biomasse ausbauen

Als Bestandteil des Energiemixes werden Energieträger aus Biomasse künftig an Bedeutung gewinnen. Sie tragen im Rahmen regionaler Versorgungskonzepte zur einheitlichen Wertschöpfung bei und können Arbeitsplätze in der Land- und Forstwirtschaft sowie in der Industrie schaffen. Damit Bioenergie international wettbewerbsfähiger, klima-, natur- und umweltfreundlicher

erzeugt und genutzt werden kann, sind weiterhin umfangreiche technologische Forschungsarbeiten sowie Nachhaltigkeitsuntersuchungen bis hin zur wissenschaftlichen Begleitung von Demonstrationsprojekten und Markteinführung notwendig. Die Verfahren sind entlang der gesamten Prozesskette effizient, nachhaltig und wirtschaftlich auszugestalten.



## Forschungsbedarf und Ziele

Ein Ziel der „Nationalen Forschungsstrategie Bio-Ökonomie 2030“ besteht darin, in Deutschland eine international wettbewerbsfähige und nachhaltige Nutzung von Biomasse zu ermöglichen, die einen Beitrag zur Eigenversorgung mit Energie leistet und hierzulande eine Technologieführerschaft aufbaut. Dabei gilt es, neue Verfahren zu entwickeln und miteinander zu verknüpfen (Kaskaden- und Koppelnutzung, s. auch Kapitel 4.4 zum Thema Bioraffinerie), um den begrenzt verfügbaren Rohstoff Biomasse effizient und nachhaltig zu verwerten, ohne dass die Nahrungsmittelversorgung eingeschränkt wird. Nachhaltigkeitsbetrachtungen legen nahe, dass die Potenziale von Rest-Biomasse sowie holz- und strohhaltiges Pflanzenmaterial sehr groß sind und

langfristig deutlich stärker als bisher ausgeschöpft werden sollten.

Biomasse kann in unterschiedlichen Bereichen zum Einsatz (stofflich, energetisch) kommen. Im energetischen Bereich kann die Biomasse zukünftig einen immer wichtigeren Beitrag zum Ausgleich fluktuierender erneuerbarer Energien zur bedarfsgerechten Strombereitstellung leisten. Hierbei wird die Forschung an der Optimierung von Kraft-Wärme-Kopplung sowie der Herstellung Biomethans aus der Vergasung von Biomasse eine Rolle spielen.

Biokraftstoffe der nächsten Generation – mit verbesserter Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit – können in bestimmten Mobilitätssparten von Bedeutung sein. Der Forschungsbedarf bei der

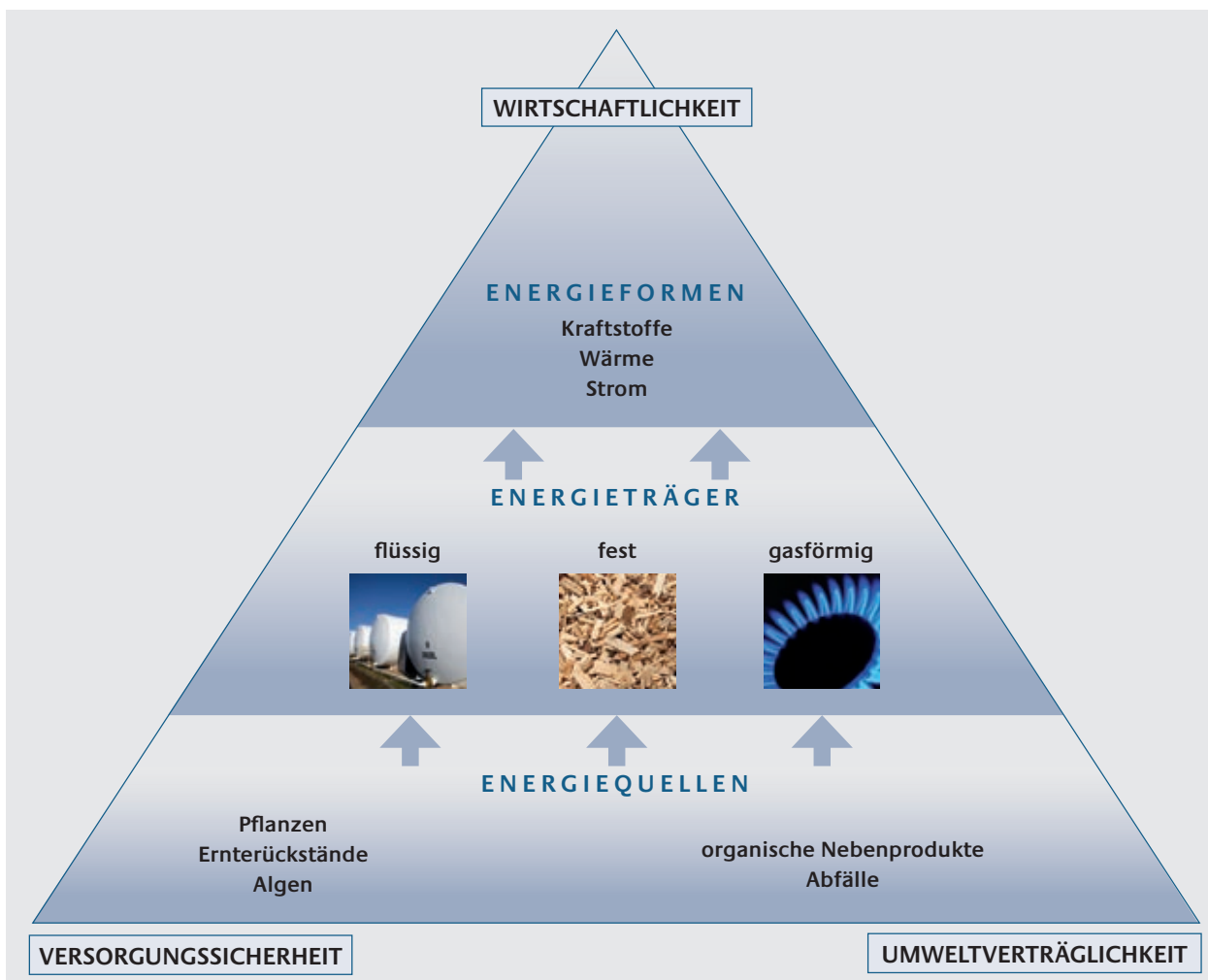


Abbildung 8: Bioenergie-Erzeugung im Rahmen des energiepolitischen Dreiecks

Bioenergie umfasst die gesamte Prozess- und Wertschöpfungskette – angefangen bei der Züchtung über Anbau und Ernte sowie Rohstoffaufbereitung bis hin zu den Konversionsverfahren. Ziel der Forschungsanstrengungen muss es sein, die Wirtschaftlichkeit der Verfahren zu ermöglichen bzw. zu verbessern sowie die Ressourceneffizienz und Umweltverträglichkeit zu steigern. Schwerpunkt der Arbeiten sollte sein, dass Ertrag und Ressourceneinsatz nachhaltig optimiert sowie der Nettoenergieertrag gesteigert wird. Das heißt, künftig sollte mit einem minimalen Nettoressourceneinsatz pro Flächeneinheit ein höchst möglicher Ertrag erzielt werden. Dazu gehören u. a. Forschungsaspekte im Bereich Steigerung der Prozesseffizienz, die beispielsweise mithilfe der Entwicklung neuer anaerober Bakterienstämme und enzymatischer Produkte in der Biogasproduktion erreicht werden könnte. Dazu beitragen könnten u. a. für Konversionsprozesse optimierte, robuste und ertragreiche Pflanzen. Ebenso sind die Potenziale von Algen zu erforschen. Bei der Prozessoptimierung sollten zudem CO<sub>2</sub>-Einsparungen gemäß den Klimaschutzzielen und ökologische Aspekte berücksichtigt werden.

Des Weiteren sollte untersucht werden, ob und wie sich die Nahrungsmittelproduktion durch eine zunehmende Flächenkonkurrenz in Deutschland verändern wird, und welche Auswirkungen dies auf den EU-Binnenmarkt bzw. den Weltmarkt haben kann. Neben der Reduzierung von Lagerungs- und Verarbeitungsverlusten, u. a. durch verbesserte

Agrar-Logistik-Systeme, sind hier Systemstudien notwendig, die die monetären und ressourcenbezogenen Kosten für unterschiedliche Anlagengrößen und Konversionstechnologien abschätzen. Hier sind entsprechende technische und technologischen Prozessprobleme zu lösen bzw. völlig neue Verfahren zu entwickeln, so dass sich diese auf Dauer am Markt etablieren können. Dazu gehören (bio-)katalytische Prozesse ebenso wie Verfahren zur Verbrennung, Pyrolyse und Vergasung, u. a. von organischen Rest- bzw. Abfallstoffen. Zusätzlich sollten Synergien von biotechnischen und chemisch-physikalischen Verfahren untersucht werden. Auch die Nachhaltigkeitswirkungen entlang der gesamten Prozessketten sollten erforscht werden. Insgesamt müssen sich die festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträger zur Kraftstoff-, Wärme- und Stromerzeugung optimal im energiepolitischen Dreieck zwischen Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit einfügen (s. Abbildung 7).

Die weltweit steigende Nachfrage nach Bioenergie wird den Bedarf an Technologien und entsprechender Prozesstechnik erhöhen. Hier kann die internationale Forschungszusammenarbeit die Basis für Exportchancen bilden und dabei die Klimaschutzbemühungen anderer Länder unterstützen. Bei der einheimischen Erzeugung von Bioenergie sollen die Chancen für Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale im ländlichen Raum untersucht und Handlungsstrategien zu deren Steigerung abgeleitet werden.

#### Förderbeispiel: Die Bio-Fabrik der Zukunft für Klimaschutz und Ressourceneffizienz

In Leuna in Sachsen-Anhalt wird unter der Leitung der Fraunhofer-Gesellschaft ein modernes Bioraffinerie-Forschungszentrum entstehen. Im traditionellen Chemiedreieck Halle-Bitterfeld-Leipzig sind Kooperationspartner aus Wirtschaft und Wissenschaft in unmittelbarer Nähe. Das Forschungszentrum soll Verfahren entwickeln, um alle Teile verschiedener Pflanzen – insbesondere solche, die nicht in der Nahrungskette gebraucht werden – für die Produktion von Chemikalien, Kraftstoffen, Strom und Wärme zu nutzen.

Die Umsetzung des Bioraffinerie-Konzeptes erfordert einen hohen Aufwand beim Nachweis der technologischen und wirtschaftlichen Machbarkeit im größeren Industriemaßstab. Das Bioraffinerie-Forschungszentrum soll allen offenstehen, die innovative biotechnologische Prozesse testen wollen. Die Kosten in Höhe von über 50 Millionen Euro tragen die Landesregierung Sachsen-Anhalt, das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz (BMELV) sowie das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).

## Maßnahmen

---

- Für Verbesserungen bei Züchtung, Anbau, Ernte und Aufbereitung der pflanzlichen Biomasse (einschließlich von Algen), die insbesondere nicht als Futter-/Nahrungsmittel eingesetzt werden, ist intensive Forschung notwendig (hierbei sollten Forschungsarbeiten aus Kapitel 4.1. und 4.2 berücksichtigt werden).
- Effiziente Konversionsverfahren für Biomasse einschließlich der Identifikation, Analyse und Entwicklung von Systemen zur Kopplung dieser Verfahren sollen verstärkt Gegenstand der Forschung sein.
- Die gesamten Prozessketten einschließlich Anbau, Verarbeitung, Prozess- und Fertigungstechnologie sind unter Effizienz- und Nachhaltigkeitsgesichtspunkten zu optimieren.
- Forschung zur Etablierung von Nachhaltigkeitsstandards und Zertifizierungssystemen sowie von Konzepten zur parallelen Entwicklung der Märkte für Nahrungs-/Futtermittel und für Biomasse zur energetischen und stofflichen Nutzung sind notwendig.
- Forschung zur Demonstration der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit von Bioenergie-Anlagen ist voranzutreiben.
- Die energetische Nutzung land- und forstwirtschaftlicher Rest- und Abfallstoffe ist zu optimieren.
- Innovative Konzepte für die effiziente und umweltverträgliche Bereitstellung der nachwachsenden Rohstoffe für unterschiedliche Anlagengrößen- und Konversionsverfahren sind auszuarbeiten.
- Technologien, die für die Speicherung und zum Ausgleich schwankender Bioenergie-Einspeisungen geeignet sind, sowie die Optimierung des Einsatzes von KWK-Konzepten sind weiterzuentwickeln.
- Die Entwicklung marktreifer Verfahren zur Steigerung der Ressourceneffizienz und weiteren Reduzierung negativer Umwelteffekte sowie zur Reduzierung von Klimagasemissionen ist auszubauen.
- Es sind verbesserte technologische und organisatorische Biogas-Konzepte erforderlich. Die wissenschaftlichen und prozesstechnischen Grundlagen für eine effiziente politische Steuerung dieses Sektors sind fortzuentwickeln (Wechselwirkungen mit dem Nahrungsmittelbereich bzw. mit regionalwirtschaftlichen Entwicklungszielen).

## Umsetzung der Maßnahmen erfolgt entlang der Leitlinien:

---

- Menschen nachhaltig versorgen (ökologische, soziale und wirtschaftliche Dimension, s. auch Kapitel 4.2)
- Nutzungswege gemeinsam betrachten (zusammen mit Kapitel 4.3 und 4.4; Priorität Ernährung)
- Gesamte Wertschöpfungsketten in den Blick nehmen (u.a. durch Bündelung einzelner Forschungsthemen von der Pflanzenproduktion bis zur energetischen Nutzung)



## 5. Querschnittsaktivitäten

**Alle Handlungsfelder erfordern eine integrative Forschung, die Disziplin- und Institutionengrenzen überschreitet, die den Bogen von der Grundlagenforschung bis zur Anwendung spannt, die international angelegt ist und ihre Ergebnisse im Dialog mit der Gesellschaft voranbringt. In diesem Sinne betreffen die nachfolgenden Querschnittsaktivitäten alle Partner in der Wissenschaft, in der Wirtschaft, im Ausland sowie die interessierte Öffentlichkeit. Für den Erfolg der „Nationalen Forschungsstrategie Bio-Ökonomie 2030“ ist es entscheidend, die Eigeninitiative und Interaktion dieser Akteure zu stärken und wesentliche Forschungslücken subsidiär zu schließen.**

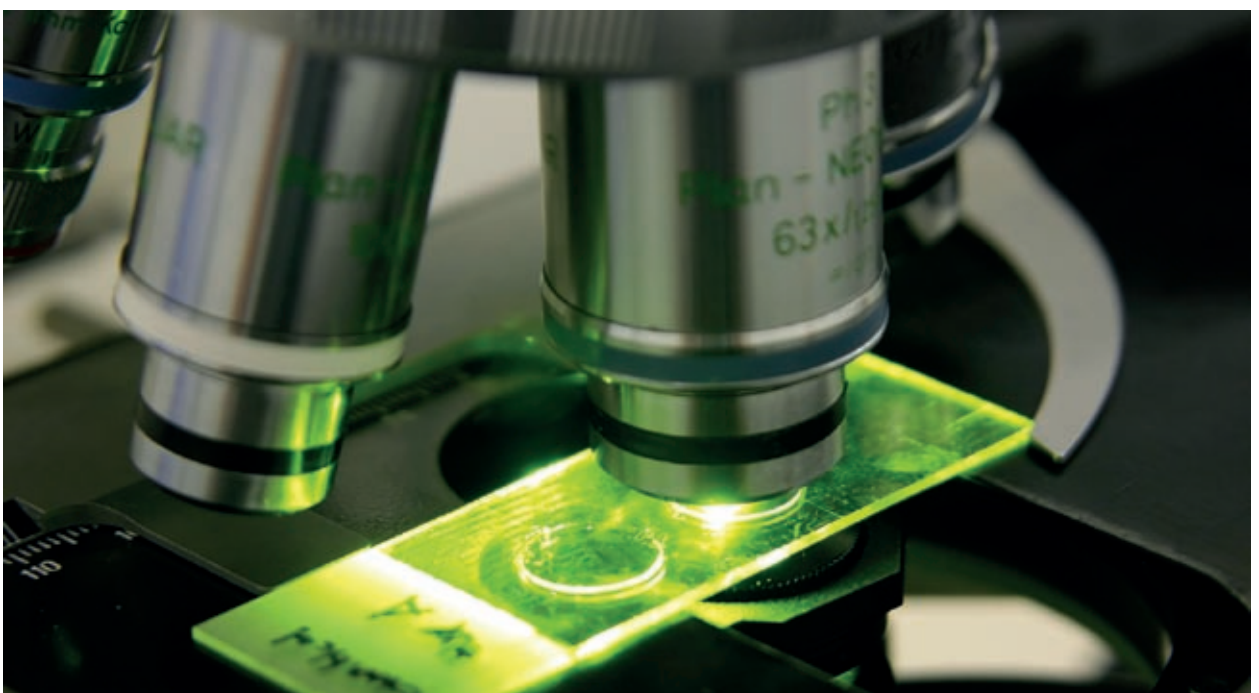
### **Kompetenzen für eine wissenschaftsbasierte Bioökonomie interdisziplinär ausbauen**

Aus dem grundlegenden Verständnis von biologischen Systemen und deren Teilkomponenten werden vielfältige Innovationen für Ernährung, Energie und industrielle Verfahren und Produkte hervorgehen. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass

zu ihrer Entwicklung moderne Technologien aus einer Vielzahl unterschiedlicher Natur- und Technikwissenschaften eingesetzt werden.

Der Aufbau einer wissenschaftsbasierten Bioökonomie bedarf der Verzahnung der Biowissenschaften mit den Agrar-, Natur-, Umwelt- und auch Klimawissenschaften sowie mit weiteren Schlüsseltechnologien wie der Informatik/Mathematik, der Nanotechnologie und den Materialwissenschaften, der Mikrosystemtechnik, der Prozess- und Verfahrenstechnik und dem Anlagenbau. Ausreichend ausgestattet sein müssen auch die Systemforschung sowie wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Forschung, um Nachhaltigkeitsaspekte einschließlich der ökonomischen und sozialen Dimension abdecken zu können. Die Integration all dieser Kompetenzen bereichert auch die Einzeldisziplinen. Durch die Förderung der Zusammenarbeit in Projekten können vorhandene Strukturen über Disziplin- und Institutionsgrenzen vernetzt und effizient genutzt werden. Dies sollte durch die Professionalisierung der Strukturen für das Wissensmanagement flankiert werden.

In der Bioökonomie spielen Plattformtechnologien eine besondere Rolle, z. B. um biologische Systeme und Vorgänge mit molekularbiologischen sowie biochemischen Methoden zu untersuchen.



### Förderbeispiel: Neue Wege in der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses

Beim „Ideenwettbewerb Bioenergie“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) können sich junge Forscherinnen und Forscher mit ihren Ideen jenseits der eingetretene Pfade bewerben. Nach einer Vorauswahl durchlaufen sie eine Serie von Trainings- und Schulungsworkshops. Neben der Diskussion über neue technologische Entwicklungen ist es das Ziel dieser Workshop-Serie, die ökonomischen und ökologischen Anforderungen bei der energetischen Nutzung von Biomasse zu vertiefen. Das BMBF zielt zusätzlich zu den fachlichen

Kompetenzen auf den Ausbau der überfachlichen Qualifikationen: Behandelt werden das Arbeiten in interdisziplinären Teams und die Entwicklung von Führungskompetenzen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem intensiven Austausch mit Praktikern. Exkursionen zu Firmen ermöglichen einen vertieften Blick in Produktionsstrukturen und Abläufe. Mit dieser Förderung konnten bereits junge Wissenschaftler von renommierten internationalen Universitäten aus Cambridge, Zürich, Stanford und Berkeley an deutsche Hochschulen zurückgeholt werden.

Hierzu zählen auch technische Verfahren wie vollautomatisierte Hochdurchsatzanalysen sowie Präzisionsanalysegeräte, bildgebende Verfahren, Datenbanken oder Bioreaktoren. Diese Plattforttechnologien können auch die Grundlage für eine kommerzielle Anwendung und Basis neuer Geschäftsmodelle sein. Die dafür notwendige Expertise und apparative Forschungsinfrastruktur, die in Deutschland häufig verstreut vorhanden ist, soll durch eine Verzahnung von Projekt- und institutioneller Förderung gebündelt und in entsprechenden Forschungszentren zur Bioökonomie ausgebaut werden. Projektförderung kann dabei im Sinne einer Anschubfinanzierung zeitlich befristet Kompetenzen aufbauen, die dann in Institutionen überführt werden.

Zudem sind entsprechende Schwerpunktsetzungen in der Ausbildung und Nachwuchsförderung unverzichtbar, um die notwendigen Qualifikationen und Kenntnisse zu vermitteln. Die wissensbasierte Bioökonomie erfordert es, Wissen über komplexe Zusammenhänge in sämtlichen Ausbildungsstufen zu erlangen und anzuwenden – hierbei sind auch Kenntnisse über sozio-ökonomische Zusammenhänge von großer Bedeutung. Um den durch den demographischen Wandel bedingten Mangel an gutausgebildeten Fachkräften entgegenzuwirken und im globalen Wettbewerb um Talente mitzuhalten, ist die Förderung des wissenschaftlichen und technischen Nachwuchses ein Schwerpunkt der „Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie 2030“.

### Maßnahmen:

- Ausreichende sozio-ökonomische und systemische Begleitforschung sind für den Aufbau einer nachhaltigen bio-basierten Wirtschaft notwendig.
- Die disziplin- und institutionenübergreifende Zusammenarbeit ist z. B. durch Verbundprojekte und den Ausbau von Forschungszentren zu fördern. Flankierend sollten die Strukturen des Wissenschaftsmanagements professionalisiert werden.
- Durch Verzahnung von Projekt- und institutioneller Förderung wird die Entwicklung von Plattforttechnologien begünstigt.
- Interdisziplinäre Schwerpunkte einschließlich überfachlicher Qualifikationen in der Nachwuchsförderung dienen zur Ausbildung von Fachkräften für die Bioökonomie.
- Der Ausbau der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses schafft Vorteile im Wettbewerb um Talente.

### Transfer in die Praxis beschleunigen

Wissenschaftliche Ergebnisse können ihren wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzen nur entfalten, wenn sie schnell in die Praxis überführt werden. Ziel der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ ist es, den Technologietransferaktivitäten aus der Wissenschaft heraus einen weit höheren Stellenwert zu geben als bisher.

Der Wissenschaft sollen förderpolitische Anreize zur frühzeitigen Ausarbeitung von Kommerzialisierungsperspektiven angeboten werden. Bewertungssysteme für die Wissenschaft sollen sowohl Publikationstätigkeiten als auch anwendungsorientierte Forschung honorieren. Nachwuchswissenschaftler und -innen aus dem In- und Ausland sollen die Möglichkeit erhalten, sich durch eigene Arbeitsgruppen sowohl für die wissenschaftliche Karriere als auch für eine Existenzgründung zu qualifizieren. Besonderen Stellenwert hat die Vermittlung von betriebswirtschaftlichen Kompetenzen, die verstärkt in die wissenschaftliche Nachwuchsförderung integriert werden sollen. Insgesamt müssen die Bedingungen und das Klima für Unternehmensgründungen verbessert werden.

Um neue wissenschaftliche Kenntnisse zu validieren und den Transfer in die Unternehmen zu unterstützen, ist die Förderung von Kooperationsprojekten zwischen Wissenschaft und Wirtschaft auszubauen. Ebenso können Industrieforscher ihr Entwicklungs- und Prozess-Know-how in die

Wissenschaft transferieren. Hierbei sollen auch neue Kooperationsformen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft sowie ungewöhnliche Allianzen zwischen Partnern aus sehr verschiedenen Bereichen erprobt werden.

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in Industrie und Landwirtschaft sind Innovations-treiber der Bioökonomie. Die Stärkung ihrer technologischen Kompetenzen und ihre erfolgreiche Kooperation mit der Wissenschaft und mit Firmenkunden sind essenziell. Die Forschungsstrategie Bioökonomie strebt daher eine möglichst hohe Unternehmensbeteiligung an z. B. in Form von Verbundprojekten zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sowie von Kooperationen von mehreren Unternehmen miteinander. Diese Unternehmenskooperationen in Forschung und Entwicklung sind zunehmend in bioökonomierelevanten Sektoren zu beobachten. Sie sind oft Basis von Erfolg versprechenden Geschäftsmodellen, die hochspezialisierte Dienstleistungen und Produkte für Kunden aus der Industrie und Landwirtschaft zum Ziel haben. Auf diese Weise wird häufig eine Marktführerschaft erreicht, die den leistungsfähigen Mittelstand für die Bioökonomie voranbringt.

#### Maßnahmen:

- Technologietransferaktivitäten müssen durch verbesserte Bedingungen für Unternehmensgründungen und auch für andere Formen der Kommerzialisierung von wissenschaftlichen Ergebnissen unterstützt werden.
- Freiräume für Nachwuchswissenschaftler/-innen sind bei der Forschungsförderung zu vergrößern.
- Personalaustausch und Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sind zu intensivieren.
- Einbindung von KMU in Forschungsprojekten und Förderung ihrer Kooperationen mit der Wissenschaft sind zu verstärken.
- Unternehmenskooperationen in Forschung und Entwicklung für den innovativen Mittelstand sind voranzubringen.

### Potenziale der internationalen Zusammenarbeit nutzen und Wissen teilen

Das für den Aufbau einer Bioökonomie notwendige Wissen ist weltweit verstreut. Es in internationalen Partnerschaften zu bündeln und in nationale Innovationsprozesse zu überführen, bedeutet, eine große Chance der Globalisierung zu nutzen. Wie bereits in den vorherigen Kapiteln entlang der thematischen Handlungsfelder beschrieben (s. auch Abbildung 8), sollen z. B. gezielt in Deutschland fehlende Kompetenzen mit Hilfe der internationalen Zusammenarbeit komplementär ergänzt und globale Verantwortung übernommen werden.

Im Sinne der Strategie der Bundesregierung zur Internationalisierung von Wissenschaft und Forschung sollen die nationalen Förderschwerpunkte durch die Zusammenarbeit mit wichtigen Partnerländern und Institutionen weltweit und im Bereich des europäischen Forschungsraumes (ERA) ausgebaut werden, um so die hiesige Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Dazu gehört auch die aktive Mitgestaltung von europäischen Maßnahmen, z. B. im Rahmen der ERA-NETs, bei der gemeinsamen Programmplanung („Joint Programming“) sowie bei der Umsetzung der EU-Strategie „Europa 2020“. Darüber hinaus unterstützt Deutschland aktiv die Europäische Kommission beim Aufbau



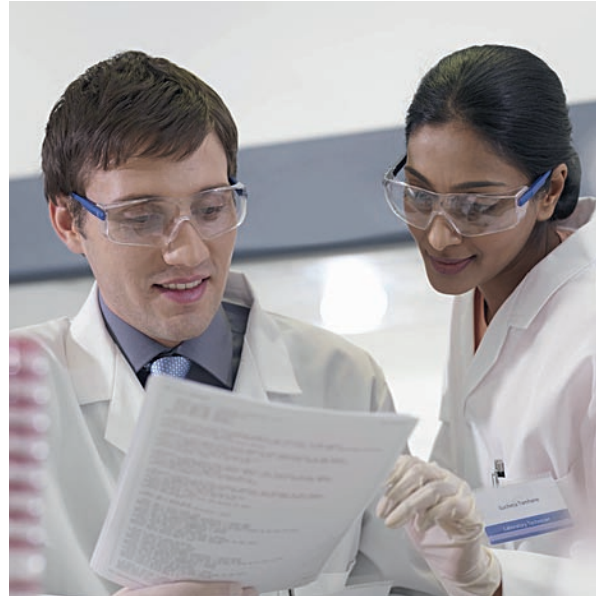
Abbildung 9: Potenziale der internationalen Zusammenarbeit



einer wissensbasierten Bioökonomie in Europa („knowledge-based bioeconomy“). Ferner sollen die Etablierung von multinationalen Forschungsinfrastrukturen sowie der Zugang zu internationalen Infrastrukturen beschleunigt werden.

Angesichts einer größeren internationalen Mobilität gibt es einen zunehmenden Wettbewerb um die besten Köpfe. Für diesen Wettbewerb werden die Potenziale und die Attraktivität des Bioökonomie-Standortes Deutschland von Bedeutung sein. Die Verbreitung von Know-how und Spitzentechnologie aus Deutschland kann die dynamische Wirtschaftsentwicklung in Schwellen- und Entwicklungsländern nachhaltig stärken. Für Welternährung, Klima-, Natur- und Umweltschutz trägt Deutschland zusammen mit weiteren Partnern aus den Industrieländern eine besondere Verantwortung.

Durch frühzeitige Einbeziehung der Kompetenzen vor Ort wird die gemeinsame Erarbeitung und Entwicklung von passgenauen wissensbasierten Lösungsstrategien sichergestellt. Auf dem Gebiet der Agrarforschung sollen daher die internationalen Forschungsinstitute im Rahmen der Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) weiterhin intensiv unterstützt werden. Darüber hinaus gilt es, durch langfristige, auch institutionelle Partnerschaften zwischen Forschungseinrichtungen in Deutschland und in den Entwicklungsländern zum forschungsbezogenen Kapazitätenaufbau in den Partnerländern und zur gemeinsamen partnerschaftlichen Forschung



beitragen. So werden auch die deutschen Kompetenzen in einem wichtigen Bereich der entwicklungsorientierten Forschung gestärkt. Deutsche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler können sich so langfristig international positionieren. Zudem wird die Zusammenarbeit mit Entwicklungsländern auf Projektebene ausgebaut und vor allem an den Bedürfnissen der Kleinbauern zur Ernährungssicherung ausgerichtet. Dieses Ziel wird in Abstimmung mit geeigneten Initiativen der Entwicklungszusammenarbeit und Forschungsk Kooperationen auf europäischer und nationaler Ebene verfolgt.

### Maßnahmen:

- Die Öffnung nationaler Fördermaßnahmen für internationale Partnerschaften soll mehr Gelegenheiten zur Zusammenarbeit mit anderen Ländern und Institutionen ermöglichen.
- Der Europäische Forschungsraum (ERA) wird aktiv mitgestaltet, z. B. bei der Umsetzung des EU-Forschungsrahmenprogramms, bei der gemeinsamen Programmplanung, der EU-Strategie „Europa 2020“, beim Aufbau einer europäischen wissensbasierten Bioökonomie sowie bei der Etablierung von internationalen Forschungsinfrastrukturen.
- Die Mitwirkung an internationalen Nachwuchsförderprogrammen soll die internationale Attraktivität des Bioökonomie-Standortes Deutschland stärken.
- Die internationale Entwicklungszusammenarbeit auf dem Gebiet der Agrarforschung ist zu erweitern.

### Im Internet in die faszinierende Welt der Agrarforschung und Biotechnologie eintauchen



**Portal Fisaonline:** Um das Themenspektrum der Agrarforschung aufzuzeigen, gibt das vom Bundeslandwirtschaftsministerium und den Länderagrarministerien finanzierte Portal Fisaonline einen Überblick darüber, welche Forschungsvorhaben vom Bund und den Ländern gefördert werden. Dies wird über das Forschungsinformationssystem Agrar/Ernährung, kurz FISA, ermöglicht. Kernstück der Webseite ist eine Datenbank, in der nach allen Forschungsprojekten und Forschungseinrichtungen in Deutschland gesucht werden kann.



**biotechnologie.de:** Komplementär hierzu berichtet biotechnologie.de allgemeinverständlich über alles Wissenswerte auf dem innovativen Forschungsfeld der Biotechnologie. Hauptbestandteil ist eine Datenbank, in der nach allen Unternehmen und Forschungseinrichtungen in der Biotechnologie gesucht werden kann. Darüber hinaus finden Besucher auf dem vom Bundesforschungsministerium finanzierten Internet-Portal einen gebündelten Überblick über rechtliche Aspekte, Ausbildungsmöglichkeiten, geförderte Projekte und Fördermaßnahmen. Regelmäßig wird über Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, ihre Forschungsergebnisse sowie ihre persönlichen Motivationen berichtet. Aktuelle Nachrichten und umfangreiche Themendossiers zeigen Trends in der Biotechnologie auf.

### Dialog mit der Gesellschaft intensivieren

Um den Herausforderungen des 21. Jahrhunderts begegnen zu können, braucht Deutschland ein innovationsfreundliches Gesellschafts- und Wirtschaftsklima. Aufgeschlossenheit für Forschung und Innovation sowie verlässliche rechtliche Rahmenbedingungen sind unverzichtbar, um die Ziele der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ zu erreichen.

Technischer Fortschritt ist aber kein Selbstzweck, er muss den Menschen dienen und diese müssen daran teilhaben können. Neue Technologieentwicklungen werfen häufig Fragen auf, die weit über die naturwissenschaftlichen Zusammenhänge hinausreichen. Sie betreffen die Menschen oft unmittelbar und berühren auch ethische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte.

Der Fortschritt wird auch in Zukunft entscheidend davon abhängen, inwieweit er von der breiten Bevölkerung mitgetragen wird. Aus diesem Grund müssen der Dialog und die Interaktion zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Öffentlichkeit weiter gestärkt werden.

Eine Meinungsbildung und Partizipation an öffentlichen Diskursen über dieses Thema setzt ausreichendes Basiswissen über die Chancen und Risiken neuer Technologien voraus. Es gilt, wissenschaftliche Zusammenhänge und ihren Nutzen für den Einzelnen und die Gesellschaft zu verdeutlichen. Die Forscherinnen und Forscher in Wissenschaft und Wirtschaft selbst müssen diese Aufgabe eigenverantwortlich wahrnehmen und sollen dabei unterstützt werden. Sie sind aufgefordert, die Öffentlichkeit über den persönlichen Dialog, Medienkontakte, Kursangebote für Interessierte und die neuen Möglichkeiten der Kommunikation über das Internet zu erreichen.



Darüber hinaus liefert die Begleitforschung im Rahmen interdisziplinärer Projekte, wissenschaftliche Grundlagen und Beiträge für Diskussionen im Bereich der ethischen, rechtlichen und sozialen Aspekte der modernen Lebenswissenschaften und

der Bioökonomie. Geistes- und Sozialwissenschaften können sowohl die Nachhaltigkeitsstrategie als auch Fragen der Akzeptanz, des Technologietransfers und der Technikfolgen kritisch beleuchten.

### Maßnahmen:

- Notwendig ist die Vermittlung eines ausreichenden Basiswissens, z. B. durch außerschulische Lernorte.
- Es bedarf eines partizipativen Dialogs auf Initiative der Wissenschaft und Wirtschaft mit der Öffentlichkeit.
- Relevante Informationen in allgemeinverständlicher Form müssen über verschiedene Kommunikationskanäle bereitgestellt werden.
- Unterstützt wird Forschung zur Klärung ethischer, rechtlicher und gesellschaftlicher Aspekte neuer Technologien in Abwägung mit Aspekten der Effizienzsteigerung, des Umwelt- und Tierschutzes.

## 6. Umsetzung der Strategie

**Die Umsetzung der Maßnahmen erfordert geeignete Instrumente der Forschungsförderung, die Kreativität und Innovationskraft von Wissenschaft und Wirtschaft stärken und sich auf die Ziele der Strategie richten.**

### 6.1 Forschungsförderung

Die Förderung von Forschung durch den Bund erfolgt zum einen durch eine mittel- und langfristig angelegte institutionelle Förderung sowie zum anderen durch eine kurz- bis mittelfristige Projektförderung. Bei der Umsetzung der Forschungsstrategie sollen Projektförderung und institutionelle Förderung noch enger als bisher auf mögliche Synergien überprüft werden.

#### Institutionelle Forschungsförderung

Die institutionelle Förderung bezieht sich auf den Betrieb und die Investitionen von Forschungseinrichtungen, die über einen längeren Zeitraum vom Bund oder gemeinsam mit den Ländern gefördert werden. Hierbei spielen Forschungsorganisationen wie die Helmholtz-Gemeinschaft, die Max-Planck-Gesellschaft, die Fraunhofer-Gesellschaft und die Leibniz-Gemeinschaft mit ihren unterschiedlichen Profilen und Schwerpunkten eine besondere Rolle.

#### Projektförderung

Die Projektförderung ist ein Instrument zur Unterstützung thematisch, zeitlich und finanziell abgegrenzter Vorhaben mit hohem wissenschaftlich-technischem Risiko und im erheblichen Interesse des Bundes. Neben Einzelprojekten können auch Verbundprojekte mit mehreren gleichrangigen Partnern finanziert werden. Der Wettbewerbscharakter fördert gleichermaßen Ideenreichtum und Qualität. Mit dem Instrument der Projektförderung kann schnell und flexibel reagiert werden. Es richtet sich an Unternehmen, Forschungsinstitute sowie Hochschulen. Insbesondere die Beteiligung kleinerer und mittlerer Unternehmen wird ausdrücklich begrüßt. Die Forschung hat immer vorwettbewerblichen Charakter.

Die Projektförderung des Bundes kommt nur in Betracht, wenn die Arbeiten nicht aus der Grundfinanzierung der Forschungsinstitute und Hochschulen oder aus eigenen Mitteln der Privatwirtschaft heraus geleistet werden können. Das heißt, die Förderung ist subsidiär angelegt, um schnell

genügend Forschungskapazitäten in bestimmte Bereiche zu lenken.

Die Projektförderung des Bundes findet innerhalb der rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen statt, die auf europäischer und nationaler Ebene gesetzt werden. Genauere Einzelheiten zu den Fördermodalitäten werden oder sind bereits in ressortspezifischen Förderprogrammen und -richtlinien veröffentlicht.

### 6.2 Ressortforschung

Die Bundesregierung kann sich im Bereich Bioökonomie auf eine moderne Ressortforschung stützen, insbesondere weil die wissensbasierte Agrar- und Ernährungspolitik in Deutschland eine lange Tradition hat. Die Ressortforschung im Bereich der Bioökonomie umfasst daher im Wesentlichen den Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV). Hier sind besonders die Bundesforschungsinstitute (Julius-Kühn-Institut {JKI} für Kulturpflanzen, das Friedrich-Loeffler-Institut {FLI} für Tiergesundheit, das Max Rubner-Institut {MRI} für Ernährung und Lebensmittel und das Johann Heinrich von Thünen-Institut {vTI} für Ländliche Räume, Wald und Fischerei) sowie das Deutsche BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ) zu erwähnen. Diese Institute haben das Ziel, wissenschaftliche Erkenntnisse für die Wahrnehmung von Fachaufgaben und die Politikberatung zu gewinnen.

### 6.3 Nationale und internationale Koordination von Forschung und Innovation

Bei der Umsetzung der Forschungsstrategie wird eine enge Koordination mit den Ländern und anderen FuE-finanzierenden Akteuren (z. B. Stiftungen) bei gemeinsam berührenden Fragen auf dem Gebiet der nationalen, europäischen und internationalen Forschungspolitik angestrebt. Dies kann gemeinsame Initiativen als auch die Unterrichtung über wesentliche eigene Planungen und Entscheidungen umfassen, die nicht Gegenstand gemeinsamer Förderung sind.

Auf internationaler Ebene wird die Bundesregierung neben den Maßnahmen im Rahmen der institutionellen und projektbezogenen Förderung an der Ausgestaltung von internationalen Akti-





vitäten mitwirken. Deutschland wird sich mit den Zielen der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ bspw. in die Entwicklung des 8. Forschungsrahmenprogramms zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit Europas aktiv einbringen. Um die Chancen der Forschungsförderung auf EU-Ebene optimal nutzen zu können, wird den deutschen Antragstellern im Bereich Bioökonomie durch die Nationale Kontaktstelle Lebenswissenschaften ein vielfältiges Beratungsangebot zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus stärkt Deutschland auf dem Gebiet der Bioökonomie multilaterale Initiativen der unterschiedlichen forschungspolitischen Akteure, z. B. im Rahmen der G8, G20 und der OECD.

#### 6.4 Qualitätssicherung

Die Bundesregierung wird bei der weiteren Umsetzung, insbesondere bei der inhaltlichen Ausgestaltung der einzelnen Maßnahmen und Instrumente, von kompetenten und unabhängigen Expertinnen und Experten beraten. Bei der Besetzung der Beratungsgremien, z. B. Gutachterkreise im Rahmen der Forschungsförderung, werden u. a. verstärkt

Frauen, wissenschaftliche Nachwuchskräfte und Personen aus dem Ausland sowie aus Nachbardisziplinen berücksichtigt.

Das laufende Monitoring der Strategieumsetzung soll gemeinsam durch die beteiligten Ressorts erfolgen. Nach frühestens vier Jahren soll eine externe Evaluation durchgeführt werden, die im Rahmen einer Wirkungsanalyse die Fortschritte der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ zusammenfassend bewertet. Sie basiert auf den Evaluationen der ressortspezifischen Maßnahmen. Die Evaluation soll eine Einschätzung der mittelbaren und unmittelbaren positiven Effekte unter Berücksichtigung der verschiedenen Wirkungsebenen ermöglichen, aber auch Defizite aufzeigen. Auf dieser Basis können dann Handlungsempfehlungen zur Weiterentwicklung der Strategie gegeben werden.

## 7. Ausblick

Mit der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ sollen Grundlagen für die Entwicklung einer wissensbasierten und international wettbewerbsfähigen Bioökonomie gelegt werden. Auf Basis der Vision wurden die prioritären Handlungsfelder für die Förderung von Forschung und Innovation festgelegt und deren jeweiligen Ziele und Maßnahmen abgeleitet.

Während der Laufzeit werden Anpassungen an aktuelle Entwicklungen im Sinne eines lernenden Programms einfließen. Aufgrund des langfristigen Vorlaufcharakters von Forschung und Innovation stellt die „Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ den ersten und notwendigen Schritt

für eine umfassende Etablierung der Bioökonomie in Deutschland dar.

Die Erschließung von Zukunftsmärkten und den gesellschaftlichen Chancen einer Bioökonomie sind Aufgaben aller Politikbereiche, die die Bedingungen für das Innovationsverhalten von Wirtschaft und Gesellschaft gestalten. Im Sinne der Hightech-Strategie erfordert die Forschungsförderung im Bereich Bioökonomie innovationsfreundliche Rahmenbedingungen.

Die nachfolgenden Beispiele verdeutlichen exemplarisch die Vernetzung zwischen Forschungsförderung und Rahmenbedingungen:

- Für weitreichende Investitionsentscheidungen brauchen Unternehmen ein günstiges Innovationsklima und Planungssicherheit. Die Bundesregierung wird daher darauf hinwirken, Rahmenbedingungen – auch auf europäischer Ebene – so zu gestalten, dass sie für den Bioökonomie-Standort genügend Raum für Kreativität und Innovation geben.
- Voraussetzung für eine erfolgreiche Innovationspolitik sind Fachkräfte mit hervorragenden Kompetenzen. Durch die Umsetzung der Qualifizierungsinitiative soll daher die Fachkräftebasis für die wissensbasierte Bioökonomie gefestigt werden.
- Aufgrund der kapital- und zeitaufwändigen Arbeiten in Forschung und Entwicklung in der Bioökonomie ist eine hinreichende Finanzierung – insbesondere für KMU und innovative Gründungen – von hoher Bedeutung. Deshalb müssen günstige Rahmenbedingungen für einen international wettbewerbsfähigen Wagnis- und Beteiligungskapitalmarkt geschaffen werden.
- Weiterhin sorgen Normen und Standards für Transparenz und Vergleichbarkeit, für hohe Qualität sowie für Sicherheit und Nachhaltigkeit der bio-basierten Produkte und Verfahren. Sie öffnen Märkte und schaffen gleiche Zugangsbedingungen, insbesondere auch für kleine und mittlere Unternehmen. Die Bundesregierung wird deshalb die Potenziale von Normung und Standardisierung durch gezielte Integration in die Forschungsförderung verstärkt nutzen.
- Moderne Bestimmungen zum Schutz geistigen Eigentums, ein wirksamer Sortenschutz bei Kulturpflanzen sowie eine öffentliche Beschaffung, die Potenziale neuer Technologien nutzt und damit Marktchancen für bio-basierte Produkte befördert, sind weitere wichtige Faktoren.

Insgesamt sieht die Bundesregierung in der vorliegenden Forschungsstrategie einen neuen, zukunftsgerichteten konzeptionellen Ansatz, ressortübergreifend verschiedene Politikbereiche und Sektoren zusammenzuführen und damit die

erwünschten Effizienzvorteile in der Forschung entlang der relevanten Wertschöpfungsketten – einschließlich deren möglicher Verknüpfung – zu erzielen.

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen/Wahlwerbern oder Wahlhelferinnen/Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin/dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

