

Die Zukunft im Sektor Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit

Empfehlungen des BioÖkonomieRats

Die Zukunft im Sektor Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit

Empfehlungen des BioÖkonomieRats

Inhalt

Zusammenfassung	6
1. Einleitung	7
2. Forschungsbedarfe und Prioritäten im Sektor Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit	9
2.1 Lebensmittelproduktion im Kontext des Wettbewerbs um Biomasse	9
2.1.1 Der Umgang mit der Konkurrenz zwischen den unterschiedlichen Verwendungszwecken von Biomasse in Deutschland	10
2.1.2 Anpassung der Produktion pflanzlicher Rohstoffe	11
2.1.3 Die Zukunft tierischer Lebensmittel	12
2.2 Nachhaltigkeit in der Herstellung und Verarbeitung	13
2.2.1 Wege zu einer nachhaltigeren Lebensmittelherstellung und -verarbeitung	13
2.2.2 Minderung von Lebensmittelverlusten in Produktion und Haushalten	14
2.3 Verbraucherverhalten	15
2.3.1 Verbraucherverhalten verstehen	16
3. Erforderliche Rahmenbedingungen für die Forschung in Deutschland	17
3.1 Forschungsstrukturen	17
3.2 Stärkung des Mittelstands als Triebkraft für Innovation	18
Literatur	19

Zusammenfassung¹

Der Sektor Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit stellt aus gesellschaftlicher wie auch aus ökonomischer Sicht den bedeutendsten Bereich innerhalb der Bioökonomie dar. Um der Nahrungskette für bereits bestehende und in naher Zukunft absehbare Herausforderungen – etwa die wachsende Konkurrenz um Biomasse für die Lebensmittelproduktion und als Rohstoff in der energetischen und stofflichen Nutzung oder die Folgen von Unter-, Fehl- oder Überernährung – optimal zu rüsten, besteht erhöhter Forschungsbedarf entlang der gesamten Wertschöpfungskette, von der Produktion über die Be- und Verarbeitung bis zum Konsumverhalten. Gleichmaßen bedarf es in diesem viele Disziplingrenzen überschreitenden Sektor besser koordinierter und strukturierter Ansätze.

In Zusammenarbeit mit relevanten Akteuren aus Forschung und Wirtschaft hat der Bio-ÖkonomieRat im Rahmen eines Workshops Forschungsempfehlungen erarbeitet, um dem steigenden Wettbewerb um die Biomasse zu begegnen, Wege zu einer stärkeren Nachhaltigkeit in Produktion, Verarbeitung und Konsumverhalten zu eröffnen und gesundheitliche Aspekte von Nahrungsmittelkonsum und Ernährungsverhalten zu adressieren. Im Rahmen des systemischen Ansatzes der Bioökonomie wurden dazu folgende drei als prioritär erachteten Themenfelder identifiziert: 1.) die Lebensmittelproduktion im Kontext des Wettbewerbs um Biomasse, 2.) die Nachhaltigkeit in der Herstellung und Verarbeitung der Lebensmittel und 3.) das Verbraucherverhalten. Die Themenfelder bauen vertikal aufeinander auf, sind aber auch horizontal verzahnt. So können z.B. die Erforschung und das bessere Verständnis des Verbraucherverhaltens auch dazu beitragen, die notwendige Akzeptanz für die in anderen Themenfeldern zum Einsatz kommenden Technologien beim Konsumenten zu schaffen.

Ein wesentlicher Aspekt für die Wirkkraft der erarbeiteten Forschungsempfehlungen besteht in der Anpassung der bestehenden Rahmenbedingungen. Die Breite und Komplexität der hier angesprochenen Themen macht ein Disziplinenübergreifendes Denken und Arbeiten notwendig. Das gilt gleichermaßen für die Akteure in der Wissenschaft wie auch die Trägereinrichtungen der öffentlichen Forschung. Eine stärkere Vernetzung der bestehenden Forschungseinrichtungen, die intensivere Förderung interdisziplinärer Forschungsstrukturen, insbesondere auch unter Unterstützung und Einbindung forschender Unternehmen, sind daher dringend erforderlich. Eine bessere Einbindung der nationalen Großforschungseinrichtungen in das Themenfeld „Lebensmittel, Ernährung, Gesundheit“ wäre ebenfalls anzustreben.

¹ Der BioÖkonomieRat dankt allen Teilnehmern des Workshops „Zukunft im Sektor Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit“, die mit ihren Impulsen und Diskussionsbeiträgen maßgeblich zu der Erarbeitung der vorliegenden Empfehlungen beigetragen haben.

1. Einleitung

In der Bioökonomie nimmt der Sektor Lebensmittel mit seinen Produktions-, Verarbeitungs- und Nutzungsstufen eine herausragende Stellung ein. Eine beständig wachsende Weltbevölkerung lässt die Nachfrage sowohl bei pflanzlichen Produkten als auch insbesondere bei tierischen Lebensmitteln steigen. Dies erfordert künftig nicht nur die Erhöhung der Lebensmittelproduktion per se, sondern gleichermaßen auch Maßnahmen zur Reduzierung von Nachernteverlusten durch Anpassungen der Methoden zur Lagerung, Konservierung und des Transports.

In vielen Industrienationen stellt der Lebensmittelsektor mit den verschiedenen Teilgebieten der Erzeugung, Verarbeitung, Verteilung und Vermarktung die bedeutendste Wertschöpfungskette innerhalb der Bioökonomie dar; so auch in Deutschland. Gewerbliche und industrielle Verarbeitung und Vermarktung von Lebensmitteln sichern in Deutschland ca. 535.000 Arbeitsplätze in 5.800 Unternehmen und etwa 290.000 Arbeitsplätze in rund 26.000 Handwerksbetrieben. Lebensmittelproduktion und -handel erweisen sich als krisenresistent und erwirtschaften mittlerweile einen Exportanteil von 26,3 % mit einem mittleren Wachstum von etwa 10 % per annum (IVV et al., 2010).

Lebensmittelmärkte gliedern sich zum einen in Angebote der Grundversorgung und zum anderen in Spezialangebote mit beträchtlichem Maß an Diversifizierung. Veränderte Ernährungsgewohnheiten bestimmen die gegenwärtigen Markttrends und Innovationen. Dies zeigt sich in der Zunahme der Außer-Haus-Verpflegung sowie den Produktspektren, bei denen Convenience, Genusswert und gesundheitsförderliche Eigenschaften den Mehrwert darstellen. Änderungen der Ernährungsgewohnheiten aber auch der Lebensmittelqualität wirken sich direkt auf die menschliche Gesundheit aus. Neben Bewegungsmangel ist die hochkalorische Ernährung an der Entwicklung der Adipositas und ihrer assoziierten Erkrankungen (Diabetes, Herz-/Kreislaufkrankungen, Tumorerkrankungen) maßgeblich beteiligt (Micha et al., 2010; IARC, 2008). Die aus den ernährungs(mit)bedingten Erkrankungen erwachsenden Kosten belasten die öffentlichen Gesundheitssysteme bis an ihre Grenzen und beeinflussen die Lebensqualität und Arbeitsproduktivität. Es sei hier betont, dass die Gesundheit nicht ein intrinsisches Gebiet der Bioökonomie ist und diesen Sektor nur im Zusammenhang mit dem Konsum- und Ernährungsverhalten berührt. Dennoch müssen die Anstrengungen der Bioökonomie-Forschung auch diesen Aspekt berücksichtigen und eine engere Verknüpfung der Forschungsfelder der Lebensmittel-, Ernährungs- und Gesundheitswissenschaften, die bislang noch nicht in ausreichendem Maße vorhanden ist, herbeiführen. Lebensmittel von morgen müssen dem Konsumenten in seinen Erwartungen und Gewohnheiten gerecht werden, ihm aber auch eine gesündere Lebensführung und Ernährung im Kontext eines nachhaltigeren Wirtschaftens und Konsums ermöglichen.

Die Anforderungen, die sich daraus für die relevanten Bereiche der Lebensmittelproduktion, Be- und Verarbeitung und Vermarktung stellen, sind:

- die für die Lebensmittelproduktion verfügbaren biologischen Ressourcen nachhaltig zu sichern und dem Bedarf angepasst zu steigern,
- die verschiedenen Glieder der Wertschöpfungsketten, welche die Biomasse bis zum Verzehr der Lebensmittel durchläuft, im Sinne der Nachhaltigkeit und des Verbraucherinteresses zu optimieren und
- den Bedürfnissen verschiedener Konsumenten- und Zielgruppen auch im Hinblick an die gesundheitlichen Anforderungen an die Produkte gerecht zu werden.

Um dies zu erreichen, ist eine intensiviertere und stärker verschränkte Forschung in den verschiedenen Sektoren Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit unerlässlich.

Der BioÖkonomieRat hat bereits in seinem Gutachten „Innovation Bioökonomie“ (BÖR, 2010) den Bereich der Ernährung als einen wesentlichen Sektor der Bioökonomie identifiziert und dies in seiner Empfehlung „Prioritäten in der Bioökonomie-Forschung“ noch einmal bekräftigt. Aufgrund dieser Einschätzung führte der BioÖkonomieRat im Januar 2012 einen Workshop zur „Zukunft im Sektor Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit“ durch, in dem er wesentliche Akteure entlang der gesamten lebensmittelwirtschaftlichen Wertschöpfungskette und der Ernährungs- und Gesundheitsforschung zusammenführte, um gemeinsam die prioritären Forschungsthemen zu identifizieren und die notwendigen Bedingungen zu deren Realisation zu beschreiben; dies auch im Hinblick auf die künftigen Arbeitsschwerpunkte des Bioökonomierates.

2. Forschungsbedarfe und Prioritäten im Sektor Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit

2.1 Lebensmittelproduktion im Kontext des Wettbewerbs um Biomasse

Eines der drängendsten Probleme der zukünftigen Lebensmittelproduktion wird aus globaler Sicht die Bereitstellung einer ausreichenden Menge an Biomasse sein, um die stetig wachsende Weltbevölkerung mit Lebensmitteln zu versorgen. Es ist abzusehen, dass die Bevölkerungszahl von heute 7 Mrd. bis 2030 auf rund 8 Mrd. und bis 2050 wahrscheinlich auf ca. 9 Mrd. ansteigen wird (UN, 2008). Die Nachfrage nach Nahrungsmitteln wird sich im gleichen Zeitraum um ca. 60 bis 70 % erhöhen. Zeitgleich wird der Lebensstandard einer Vielzahl dieser Menschen wachsen, so dass sich der Bedarf an hoch veredelten Lebensmitteln erhöht, die in ihrer Erzeugung gleichzeitig einen höheren Input an Biomasse und anderer Ressourcen (u. a. Wasser, Energie) erfordern. Diesem Anstieg des Bedarfs an Biomasse für die Lebensmittelproduktion stehen auf der Produktionsseite jedoch voraussichtlich einige Engpässe entgegen. Die Konkurrenz um die Nutzung von Land, Wasser, Rohstoffen und Energie wird sich zwischen den verschiedenen Formen der Lebensmittelproduktion², anderen Formen der Biomassenutzung³ und dritten Interessen⁴ verschärfen, insbesondere da die landwirtschaftlich nutzbaren Flächen u. a. durch Bodenerosion, nichtnachhaltige Landnutzung und Auswirkungen des Klimawandels vermutlich nicht gesteigert werden können oder gar abnehmen (FAO, 2011a; Foresight, 2011; IFPRI, 2010).

Um diesen globalen Problemen wirksam zu begegnen, werden lokale Strategien benötigt. Die konkreten Herausforderungen an die verschiedenen Staaten werden – ausgehend von den regionalen Begebenheiten – sehr unterschiedlich sein müssen. So wird Deutschlands Beitrag zur Sicherung der Welternährung sicherlich nicht in der Steigerung seiner regionalen Biomasseproduktion zur Lebensmittelproduktion liegen können, wenngleich es durch Forschungsprojekte zur Steigerung der Produktivität im Anbau in anderen Regionen der Welt hierzu durchaus viel beitragen kann. Die folgenden Forschungsempfehlungen zielen daher auf die spezifische Situation der Biomasseproduktion Deutschlands unter Berücksichtigung seiner globalen Verantwortung in der Sicherung der Nahrungsserven der Welt.

² Von den in Deutschland verfügbaren ca. 19 Mio ha landwirtschaftlicher Nutzfläche, wurden im Jahr 2006 ca. 11 Mio ha für den Futtermittelanbau und ca. 6 Mio ha für den Anbau von Lebensmitteln genutzt (IÖW, 2008; BMELV, 2010).

³ Von den insgesamt ca. 12 Mio ha Ackerland wurden in Deutschland 2010 ca. 1,9 Mio ha für den Energiepflanzenanbau und ca. 0,3 Mio ha für den Anbau sonstiger nachwachsender Rohstoffe genutzt (BMELV, 2010).

⁴ Der Flächenverbrauch durch Siedlungs- und Verkehrsmaßnahmen beträgt nach Angaben des Statistischen Bundesamtes derzeit 87 Hektar pro Tag (Durchschnitt der Jahre 2007–2010). Die für Siedlung und Verkehr genutzte Fläche ist seit 1992 um über 710.800 Hektar auf knapp 4,8 Millionen Hektar angewachsen (DBV, 2011).

2.1.1 Der Umgang mit der Konkurrenz zwischen den unterschiedlichen Verwendungszwecken von Biomasse in Deutschland

In den vergangenen Jahren war in Deutschland ein Anstieg des Anbaus von Energiepflanzen zu verzeichnen. So wurden 2011 bereits 2 Mio ha und damit 16,5% der in Deutschland insgesamt zur Verfügung stehenden Ackerfläche für den Anbau von Energiepflanzen genutzt (FNR, 2011). Dieser Anstieg spiegelt die steigende Bedeutung der Energiegewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen und dokumentiert gleichzeitig eindrücklich die Wirkung marktsteuernder Agrarsubventionen (BÖR, 2012). Dies scheint im Hinblick auf die global notwendige Steigerung der Lebensmittelproduktion diskussionswürdig und in jedem Fall zu überprüfen.

Forschungsempfehlungen:

a) Minimierung der Konkurrenz von „Teller und Tank“

Die bestehende Konkurrenzsituation in der Belegung der Ackerflächen für die Lebensmittel- und zur Energieproduktion kann zum Teil durch eine Erhöhung der Biomasseproduktion und Steigerung der Ernteerträge entschärft werden. Die **Forschung zur Erhöhung der Produktivität von Pflanzen für regionale wie globale Bedarfe** ist somit ein wichtiges Forschungsziel. Daneben sind jene **Möglichkeiten der Bioenergieerzeugung** prioritär weiterzuentwickeln, die nicht in Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion stehen:

– Land- und forstwirtschaftliche Abfallstoffe

Dies betrifft vor allem die **Nutzungsmöglichkeiten von Holz, Holzabfällen, landwirtschaftlichen und sonstigen Abfällen** als auch die Möglichkeiten der **Koppelnutzung von Biomasse** (siehe auch: BÖR, 2010; BÖR, 2012).

– Land- und forstwirtschaftliche biogene Reststoffe

Bei der land- und forstwirtschaftlichen Produktion anfallende **Ernterückstände (Stroh, Rübenblatt, Waldrestholz, Gülle)** und bei der Primärraffination anfallende **biogene Reststoffe (Rübenpressschnitzel, Rapspresskuchen, Kartoffelpülpe, Maisspindeln, Schwarzlauge, Algenrestbiomasse)**.

– Industrielle biogene Reststoffe

Verarbeitungs- und Produktionsrückstände, die bei der **Fermentation (Schlempe, Gärreste)** oder der **Lebensmittelproduktion (Molke, Treber, Fruchtschalen)** anfallen.

– Biogene Abfallstoffe

Fertigprodukte, die nach der Nutzungsphase anfallen (**Speisealtfette, Abfälle des Lebensmittelkonsums, biobasierte Altöle, biobasierte Verpackungskunststoffe, Gebrauchtholz**).

b) Kontrolle der globalen Folgen lokaler Marktregulationsmechanismen

Regionale Marktregulierungsmechanismen, wie z.B. die Subventionierung des Energiepflanzenanbaus im Rahmen des „Erneuerbare-Energien-Gesetzes“ in Deutschland verzerren die Angebot- und Nachfrageseiten und können zu unerwünschten globalen Entwicklungen wie einem Anstieg der Lebensmittelpreise beitragen (FAO et al., 2011). Um solche Auswirkungen zu minimieren/zu vermeiden, ist es notwendig, die **Folgen von gezielten Eingriffen zur Marktsteuerung landwirtschaftlicher Produktionszweige** auf Faktoren wie

Entwicklung der Lebensmittelpreise, Nachhaltigkeit oder Verfügbarkeit von Biomasse **besser zu verstehen und prädiktive Modelle zu entwickeln**. Unnötige oder sogar schädliche Subventionen wären auf der Basis so gewonnener Erkenntnisse einzustellen (BÖR 2012).

2.1.2 Anpassung der Produktion pflanzlicher Rohstoffe

Die pflanzliche Biomasse kann Grundnahrungsmittel sein, dient als Futtermittel für die Tierproduktion und liefert viele Ausgangsstoffe für weite Teile der Lebensmittelproduktion. Über den Weg einer Optimierung der Pflanzenproduktion ließe sich sowohl die Quantität der zur Verfügung stehenden Biomasse steigern als auch eine bessere Anpassung an die ernährungsphysiologischen Erfordernisse von Tier und Mensch erreichen.

Forschungsempfehlungen:

a) Quantitative Steigerung pflanzlicher Produktionssysteme

Ziel der Forschung muss es sein, eine **Steigerung des Ertrags der pflanzlichen Produktion** bei gleichzeitiger Gewährleistung anspruchsvoller Produktqualität (u. a. Geschmack, Haltbarkeit, Sicherheit und Funktionalität) und einem wettbewerbsfähigen Preis zu erreichen (Müller-Röber et al., 2010). Da der Ertrag in der Pflanzenproduktion von einer ganzen Reihe von miteinander in Wechselwirkung stehenden Faktoren abhängig ist, ist es erforderlich, dass verschiedene Forschungsbereiche enge Kooperationen eingehen. Von der Bodenkunde über die Pflanzenphysiologie und -genetik bis hin zum Agromaschinenbau bedarf es der Zusammenarbeit in gemeinsamen Forschungsprojekten, um ein optimales Zusammenwirken von Pflanzeigenschaften, Standortfaktoren, Quantität und Qualität des Ertrags zu erreichen.

b) Optimierung des Nährstoffprofils und der Energiedichte von Pflanzen für Tier und Mensch

Sowohl in der Futtermittelherstellung als auch bei der Erzeugung primärer pflanzlicher Lebensmittel ist es erstrebenswert, das **Nährstoffprofil und die Energiedichte von Pflanzen an den Bedarf des Nutztieres und des Konsumenten anzupassen**. So gilt die sog. „Biofortification“, d.h. die Züchtung von nährstoffreichen (Vitamine, Mengen- und Spurenelemente) Pflanzensorten für die menschliche Ernährung als ein vielversprechendes Mittel einer Mangelernährung und ihren Folgen entgegenzuwirken und damit das Spektrum der Methoden zur Anreicherung von Lebensmitteln mit kritischen Nährstoffen zu ergänzen (CC, 2008; CGD et al., 2010). Dies gilt insbesondere für Entwicklungsländer und hier kann auch die deutsche Forschung ihren Beitrag leisten. Darüber hinaus fordert auch dieser Bereich die horizontale Bearbeitung und damit einen die Disziplingrenzen überschreitenden Ansatz in der Ernährungsforschung.

In entwickelten Ländern stellt nicht der Nährstoffmangel, sondern die Überernährung das Problem dar. Hier werden daher Produkte mit geringer Energiedichte, höherem Ballaststoffgehalt und höherem Sättigungsgrad benötigt. Welche **Wirkung die Makronährstoffzusammensetzung und die Textur der Lebensmittel bei der Sättigungskontrolle und damit bei der Vorbeugung vor Überernährung haben**, ist bisher weitgehend unerforscht und bedarf daher besonderer Forschungsanstrengungen.

Um in der Tierproduktion eine Reduktion des Futtermitelesinsatzes zu erreichen, ist es notwendig, **die Futtermittel optimal an den tierischen Stoffwechsel anzupassen**. Dies ist von besonderer Bedeutung, da der Fleischkonsum mit steigenden Lebensstandards weltweit ansteigt, die Fleischproduktion jedoch ein vielfaches an Biomasse und weiterer Ressourcen erfordert als dies für die Deckung des Kalorienbedarfs durch pflanzliche Lebensmittel notwendig wäre (Flachowsky et al., 2008). Zum anderen ließen sich insbesondere in der Rinderzucht und bei der Milchproduktion auf diese Weise auch die CO²- und Methan-Emissionen senken (Schwerin et al., 2010).

Eine der notwendigen Voraussetzungen ist eine gute, stärkere Vernetzung der Ernährungsforschung mit der Pflanzenforschung bzw. landwirtschaftlichen Forschung, sowie zwischen Nutztier- und Pflanzenphysiologie, und zwar nicht nur aus Sicht der Forschung, sondern auch der Forschungsförderung.

2.1.3 Die Zukunft tierischer Lebensmittel

Die Produktion tierischer Lebensmittel sieht sich derzeit einer Vielzahl von Herausforderungen gegenüber. Zwar steigt weltweit der Konsum tierischer Produkte infolge der Veränderung der Ernährungsgewohnheiten, doch wird zunehmend deutlich, dass dies eine Reihe von negativen Auswirkungen hat. So häufen sich die Befunde, dass ein hoher Fleischkonsum ein eigenständiger gesundheitlicher Risikofaktor, z. B. für die Entwicklung von Diabetes, Herz-/Kreislaufkrankungen sowie Tumorerkrankungen (Aune et al., 2009; IARC, 2008; Micha et al., 2010; Salas-Salvadó et al., 2011) darstellt. Der für die Produktion tierischer Lebensmittel notwendige Einsatz von großen Mengen an pflanzlicher Biomasse erhöht die Konkurrenzsituation; gleichzeitig sind der hohe erforderliche Einsatz an Wasser und Energie neben den Emissionen nicht nachhaltig und umweltverträglich (Schwerin et al., 2010). Darüber hinaus wird die intensivierete Tierhaltung für die Bereitstellung der vom Konsumenten nachgefragten größeren Fleischmengen von vielen Verbrauchern als wenig tiergerecht und damit ethisch fragwürdig empfunden.

Forschungsempfehlungen:

a) Möglichkeiten, Chancen und Folgen einer Anpassung des Konsums tierischer Produkte zur Sicherung einer ausgewogenen Ernährung

Es besteht zwischen Experten des Agrar-, Ernährungs- und Gesundheitssektors sowie der Ökologie weitgehende Einigkeit darüber, dass eine Optimierung des Konsums von tierischen Produkten in Industrie- und Schwellenländern sowohl aus gesundheitlicher als auch ökologischer Sicht und im Sinne der globalen Ernährungssicherung erstrebenswert wäre (BÖR, 2010). Eine solche Optimierung, die einen tiefgreifenden Bewusstseinswandel auf Seiten des Konsumenten voraussetzt, kann nur zusammen mit den Erzeugern tierischer Produkte erreicht werden. Hier bedarf es Forschungsanstrengungen, um Modelle zu entwickeln, die eine Optimierung des Konsums mit höherer Qualität der Produkte und tiergerechter Produktionsweise verbinden und gleichzeitig für die Erzeuger daseins- und ertragssichernd sind. Zwar sind auch verschiedene pflanzliche Proteinquellen geeignet in ihrer Qualität und ernährungsphysiologischen Eigenschaften tierische Proteine in der Humanernährung zu ersetzen, jedoch sind die sensorischen und technologischen Eigen-

schaften meist nicht adäquat. Hier sind Forschungsanstrengungen zur Verbesserung der Textur sowie der technologischen und organoleptischen Eigenschaften dieser pflanzlichen Substitute zu initiieren.

b) Optimierung der tierischen Produktion

Die Tierproduktion ist heute zu einem großen Teil darauf ausgerichtet, hochwertiges Fleisch zu sehr geringen Preisen zu produzieren. Allerdings gilt die hierfür notwendige Form der Massentierhaltung vielen Konsumenten als nicht tier- und umweltgerecht und steht daher unter Kritik. Zukünftige Forschungsanstrengungen zur **Optimierung der Haltingsbedingungen im Sinne einer tiergerechten Umwelt erfordern das stärkere Zusammenwirken von Bereichen** der Tierzucht, der Verhaltenswissenschaften und der Automatisierungs- und Regelungstechnik (BÖR, 2010).

2.2 Nachhaltigkeit in der Herstellung und Verarbeitung

Da die für die Lebensmittelerzeugung zu Verfügung stehende Biomasse quantitativ begrenzt ist, wird es die Zukunft erfordern, die zur Verfügung stehenden Ressourcen so effizient wie möglich zu nutzen. Durch neue Konzepte und Verfahren im Bereich der Produktion, der Herstellung und Verarbeitung von Lebensmitteln und im Handel lässt sich eine Minderung des Ressourceneinsatzes erreichen.

2.2.1 Wege zu einer nachhaltigeren Lebensmittelherstellung und -verarbeitung

Neben der Steigerung der Biomasseproduktion ist die Steigerung in der Effizienz ihrer Nutzung ein wesentlicher Faktor zur Erhöhung der insgesamt zur Verfügung stehenden Ressourcen. Dies ließe sich im Lebensmittelsektor durch ein Erschließen alternativer Proteinquellen sowie durch eine verbesserte Aufbereitung der genutzten Biomasse erreichen.

Forschungsempfehlungen:

a) Programme zur Optimierung von Materialnutzung

Durch die Verzahnung verschiedener Nutzungsarten durch **Koppelnutzung** bzw. durch **Bioraffinerien** lassen sich pflanzliche Rohstoffe effizienter nutzen, indem alle Teile der Pflanze einer Verwertung zugeführt werden (BMELV, 2009). Neue Energie- und Produktionskonzepte in vielen Bereichen verfolgen bereits das Ziel einer **Zero Waste – Zero Emission** Produktion. Durch die **Verschränkung verschiedener Produktionsbetriebe** an einem Standort, die sich z. B. in der Aufbereitung ihrer anfallenden Reststoffe ergänzen, können ebenfalls signifikante Verbesserungen erzielt werden. Bereits bestehende Forschungsinitiativen in diesem Bereich sind zu erweitern und auf neue Produktionswege und -prozesse zu übertragen.

b) Entwicklung neuer Instrumente zur Bewertung von Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit in der Produktion ist eine wesentliche Bedingung für den langfristigen Erhalt natürlicher Ressourcen und ihrer Nutzungsmöglichkeiten. Aufgrund der zum Teil hohen Komplexität von Lebensmittelproduktions- und Distributionsketten ist es nicht immer offensichtlich, welche Systeme im Vergleich als nachhaltiger gelten können. Viele Unternehmen haben bereits Werkzeuge zur Bewertung der Nachhaltigkeit in Produktion und Vertrieb entwickelt, denen unterschiedlich viele Kriterien zugrunde liegen. Meist sind diese jedoch nur in sich aussagekräftig und erlauben keinen direkten Vergleich über Produkte oder Produktgruppen hinweg. Für eine unabhängige und nachvollziehbare Bewertung der Nachhaltigkeit verschiedener Produktionssysteme ist daher die **Entwicklung neuer Instrumente zur Bewertung von Nachhaltigkeit** notwendig. Hierfür bedarf es eines einheitlichen Katalogs der zugrunde gelegten Nachhaltigkeitskriterien, standardisierter Berechnungs- und Bewertungsverfahren auf der Grundlage vergleichbarer und standardisierter Daten.

c) Nachvollziehbare Nachhaltigkeitsstandards zur Orientierung der Verbraucher

Verbraucher treffen ihre Kaufentscheidungen aufgrund einer Vielzahl von kulturell und individuell geprägten Präferenzen. Zwar gilt der Preis von Lebensmitteln in Deutschland noch immer als ein wesentliches Entscheidungskriterium der Kunden, doch spielen Faktoren wie Inhaltsstoffe aber auch ethische Aspekte, wie beispielsweise Fragen der nachhaltigen, regionalen oder fairen Produktion, hier zunehmend eine Rolle. Die **Entwicklung von nachvollziehbaren Standards und Zertifizierungssystemen**, wie beispielsweise für die Nachhaltigkeit (siehe Themenfeld 2), können maßgeblich dazu beitragen, das Vertrauen der Kunden in die Lebensmittelproduktion und die von Industrie und Handel eingesetzten Technologien zu festigen.

2.2.2 Minderung von Lebensmittelverlusten in Produktion und Haushalten

Weltweit gehen jährlich ca. 1,3 Mrd. Tonnen Lebensmittel verloren (FAO, 2011b; s. auch ISWA 2012). Dies entspricht mehr als der Hälfte der weltweiten Getreideernte (2,3 Mrd. Tonnen 2009/2010). Während Lebensmittelverluste in den Entwicklungsländern am Beginn der Wertschöpfungskette entstehen und auf mangelnde Infrastruktur für Transport (u. a. Kühlung) zurückzuführen sind, entstehen Lebensmittelverluste von ca. 222 Mio t in den entwickelten Ländern zum größten Teil durch Wegwerfen im Handel oder in den Haushalten (FAO, 2011b). Eine Reduktion der Verluste an Lebensmitteln kann somit einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung der Welternährung und zum nachhaltigen Umgang mit den Ressourcen Wasser, Boden, Energie, Arbeit und Kapital leisten.

Forschungsempfehlung:

Optimierung von Verpackungs- und Logistiksystemen

Ein beträchtlicher Anteil von Lebensmitteln wird im Handel und in den Privathaushalten weggeworfen, weil sie als nicht mehr hinreichend frisch, vermeintlich verdorben oder tatsächlich nicht mehr verzehrfähig sind (EC, 2011)⁵. Die **Entwicklung von neuen Verpackungssystemen** kann dem entgegen wirken. So kann beispielsweise durch Einsatz neuer Verpackungsmaterialien die **Haltbarkeit der Produkte verlängert** werden. „Intelligente

⁵ Aktuelle Schätzungen für Deutschland gehen von jährlich weggeworfenen Lebensmittelmengen in Höhe von 11 Mio. Tonnen aus (ISWA, 2012).

Verpackungen“ könnten anstelle eines „Mindesthaltbarkeitsdatums“ mit **Sensoren bzw. Indikatoren** den aktuellen Frischzustand und die Verzehrbarkeit einer verpackten Ware anzeigen. Auch Ergebnisse soziodemographischer Studien zur Entwicklung der Größe von Privathaushalten sollten in die Gestaltung von Packungsgrößen einbezogen werden.

2.3 Verbraucherverhalten

In vielen Teilgebieten der Bioökonomie kommt dem Verbraucherverhalten zukünftig eine noch größere Bedeutung zu. Dies gilt gleichermaßen für die Minderung der Lebensmittelverluste, den Konsum nachhaltig produzierter Lebensmittel und einer insgesamt gesundheitsförderlichen Ernährungsweise.

Die Ziele, gesunde, an den Lebensstil und die Erwartungen der Konsumenten angepasste sowie nachhaltig und dabei günstige Lebensmittel zu produzieren, lässt sich nur durch den Einsatz modernster Technologien auf allen Ebenen der Wertschöpfungskette erreichen. Doch gerade im Lebensmittelbereich steht der Verbraucher neuen Technologien mit besonders großer Skepsis gegenüber. Ein Bewusstsein dafür, dass moderne Methoden der Lebensmittelproduktion auch zum Nutzen des Konsumenten sind, ist kaum vorhanden. Hier kontrastiert der Wunsch des Konsumenten nach „Natur pur“ und die Illusion einer traditionellen Lebensmittelproduktion „im ländlichen Stil“ – wie sie vielfach durch die Werbung vermittelt wird – mit unzureichenden Kenntnissen moderner Verfahren und Techniken der Lebensmittelproduktion. Darüber hinaus wird die Lebensmittelauswahl durch viele emotionale Faktoren und Prägungen bestimmt. Rationale Entscheidungsprozesse auf der Grundlage wissenschaftlich basierter Informationen spielen hier oftmals nur eine untergeordnete Rolle. Das Konsumverhalten dahingehend zu beeinflussen, nicht nur nachhaltiger und umweltverträglicher sondern auch gesundheitsförderlicher zu wirken, ist daher eine der größten Herausforderungen.

Das Lebensmittelangebot in Deutschland war noch nie so vielfältig, sicher und preiswert wie heute. Jedoch führt die ubiquitäre Verfügbarkeit aller Arten von Lebensmitteln und Getränken in Verbindung mit einem oftmals bewegungsarmen Lebensstil zu kalorischer Überernährung mit z.T. gravierenden negativen gesundheitlichen Folgen. Diese zeigen sich im Formenkreis der Adipositas und den mit ihr verbundenen Folgeerkrankungen wie Typ 2 Diabetes, Herz- Kreislauferkrankungen sowie Tumorerkrankungen. Gesundheitsförderliche Lebensführung und Ernährungsweise zeigen dabei auch enge Bezüge zum Bildungsstandard (IW, 2009). Um ein besseres Verständnis jener Mechanismen zu erhalten, die Verbraucherentscheidungen wesentlich prägen, ist die Konsum- und Verhaltensforschung mit ihren sozioökonomischen und kulturwissenschaftlichen Ansätzen zu intensivieren.

2.3.1 Verbraucherverhalten verstehen

Wissen über eine gesunde Lebensführung zu vermitteln, über moderne Produktionsmethoden und ihren Nutzen aufzuklären und den Wert von Lebensmitteln den Verbrauchern wieder ins Bewusstsein zu rufen, sind entscheidende Ziele für die Entwicklung der Lebensmittelmärkte von morgen und die Förderung der Gesundheit. Um diese zu erreichen, muss das Verbraucherverhalten zielgruppenspezifisch angesprochen und verändert werden. Dazu bedarf es langfristig wirksamer Kommunikations- und Aufklärungskampagnen und neuer medialer Konzepte.

Forschungsempfehlungen:

a) Etablierung einer leistungsfähigen öffentlichen Konsum- und Verhaltensforschung

Konsumenten sind vielfältigen Einflüssen ausgesetzt, um gezielt ihr Einkaufs- und Ernährungsverhalten zu beeinflussen. Während im kommerziellen Sektor sehr anspruchsvolle und weitreichende Forschungsansätze entwickelt wurden, ist die öffentliche Konsum- und Verhaltensforschung in Deutschland bisher nur unzureichend präsent. Hier besteht dringender Bedarf zu einem Ausbau einer **leistungsfähigen öffentlichen Konsum- und Verhaltensforschung**, die u.a. auch Längsschnittstudien zum Verbraucherverhalten durchführt und Szenarien entwickelt, wie im Sinne öffentlicher Gesundheitsvorsorge das Konsumverhalten günstig beeinflusst werden kann. Dies betrifft auch die Förderung der Forschung zur Effektivität von Maßnahmen des „nudging“ (kleiner Rippenstoß) auf das Einkaufs- und Konsumverhalten (z.B. zur Positionierung und Präsentation von Produkten in Märkten und Kantinen).

b) Natural Experiments

Unter „Natural Experiments“ werden jene Arten der Feldforschung verstanden, in denen die Wirkung übergeordneter Ereignisse auf die Lebensumwelten des Menschen erforscht werden können. Durch die **Implementierung und Promotion von Forschung im Setting von „Natural Experiments“** als Teil der Konsum- und Gesundheitsforschung lassen sich Maßnahmen und Instrumente identifizieren und in ihrer Wirksamkeit prüfen, die zu nachhaltigen und günstigen Veränderung der Konsumgewohnheiten und Lebensstile beitragen können (Ramanathan et al., 2008). Hier können beispielsweise Effekte von Belohnungssystemen oder von staatlichen Lenkungsmaßnahmen wissenschaftlich geprüft werden. So wird in verschiedenen Ländern u.a. die Wirksamkeit der Besteuerung von hochkalorischen Lebensmitteln und Getränken in solchen Ansätzen geprüft (Duffey et al., 2010). Entsprechende Forschungsanstrengungen sollten auch in Deutschland verstärkt etabliert werden.

3. Erforderliche Rahmenbedingungen für die Forschung in Deutschland

3.1 Forschungsstrukturen

Eine im Rahmen der Innovationssektor-Studie im Auftrag des BMBF durchgeführte Befragung von ca. 200 Experten aus Akademia und Industrie zu Stärken und Schwächen des Forschungsfeldes „Lebensmittel, Ernährung, Gesundheit“ in Deutschland (IVV et al., 2010) identifizierte die thematische Vielfalt der Forschungsansätze und die guten Forschungsbedingungen als Stärken, die institutionelle Zersplitterung und selten realisierte Interdisziplinarität als primäre Schwächen.

Das Themenfeld Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit ist in eine Vielzahl von Handlungsbereichen eingebettet und in vielen verschiedenen Forschungsdisziplinen verortet. Die akademische Forschung findet vorwiegend an den Universitäten und im begrenzten Maße an Fachhochschulen in den Bereichen der Agrar-, Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften sowie in schwacher Ausprägung in den Konsum- sowie Sozial- und Kulturwissenschaften statt. Darüber hinaus sind es Forschungseinrichtungen der Ministerien (Länder und Bund), die weite Teile der öffentlichen Forschung tragen. Großforschungseinrichtungen, vergleichbar den Max-Planck-Instituten oder den Großforschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft, gibt es im Sektor nicht. Nur wenige Unternehmen des an sich recht großen Lebensmittelsektors haben jedoch bedeutende F&E Aktivitäten. Allerdings gibt es eine durchaus beachtliche KMU-Förderung für den Ernährungssektor im Rahmen der AiF, deren Aktivitäten aber auch eine stärkere Vernetzung mit anderen Bereichen der Forschungsförderung und Themen wünschenswert werden lässt.

Forschung und Entwicklung müssen entsprechend dem Leitbild der Bioökonomie und insbesondere im Themenfeld Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit neue interdisziplinäre Ansätze verfolgen. Dieser Bedarf steht jedoch häufig im Gegensatz zur Disziplinarität akademischer Forschung. Hier lassen sich durch die zunehmend spezialisierten Teildisziplinen und der darin geforderten wissenschaftlichen Tiefe die systemischen Ansätze nur noch unzureichend berücksichtigen. Es stellt sich daher die Frage, inwieweit die Forschungsziele der Bio-ökonomie im Sektor Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit nicht neue Konzepte der grenzüberschreitenden und an der Nahrungskette in ihrer Gesamtheit ausgerichtete Ausbildungs- und Forschungskonzepte sowie Strukturen erfordern. So sollten Universitäten aber auch die anwendungsnäher arbeitenden Fachhochschulen motiviert werden, im Verbund mit anderen Forschungseinrichtungen (regional und/oder überregional) Forschung und Lehre stärker auf die Bedarfe der Bioökonomie in systemischer Betrachtung auszurichten. Dies bedarf jedoch auch einer verstärkten Kooperation und Koordination der Träger der öffentlichen Forschung. Hierzu könnten themenspezifische interministerielle Arbeitsgruppen unter Beteiligung der anderen Träger der Forschungsförderung (DFG, AIF) dienlich sein. Ihr Ziel sollte es sein, die Forschung über Disziplinengrenzen sowie die Verwaltungs- und Verantwortungsbereiche besser zu koordinieren und inhaltlich und strukturell besser an die Bedarfe der Bioökonomie anzupassen. Dies erfordert jedoch auch, das forschungspolitische Bewusstsein aller Akteure zu schärfen.

3.2 Stärkung des Mittelstands als Triebkraft für Innovation

Die Ernährungsindustrie ist ein umsatzstarker und stabiler Wirtschaftszweig mit einem hohen Anteil mittelständischer Unternehmen und überproportional vielen Beschäftigten. Sie zeigt erfolgreich Präsenz auf internationalen Märkten mit einem hohen Ansehen der Produkte. Die F&E Aufwendungen aller KMUs liegen im Schnitt jedoch bei nur 330 Mio. € per annum entsprechend 0,21% des Umsatzes. Sowohl die Beteiligung an als auch die Kenntnis von Programmen der Forschungsförderung sind im Vergleich zu anderen Branchen als nicht hinreichend einzuschätzen. Auch die starke Zersplitterung des Verbandswesens wirkt hier nicht förderlich (IVV et al., 2010).

Um die Innovationskraft des Mittelstandes in der Bioökonomie und vor allem im Sektor Lebensmittel und Ernährung zu fördern, ist ein Bündel von Maßnahmen notwendig. So muss zunächst die Bedeutung von F&E für die Zukunftsfähigkeit der Branche, und zwar sowohl intern als auch außerhalb, stärker herausgestellt werden. Das gilt insbesondere für die im Rahmen der Bioökonomie auf die Verfahrenstechnik und Prozesse ausgerichteten Fragestellungen in der Lebensmittelproduktion, die in Deutschland eine besondere Stärke der Ingenieurwissenschaften ist. Hier kommt den Interessensverbänden der Industrie und des Handwerks eine Schlüsselrolle als Multiplikator zu. Daneben könnten weitere Kompetenzzentren und regionale Forschungsverbände als Kontakt- und Informationsstelle für Unternehmen geschaffen werden, in denen aktiv der Dialog mit Unternehmen der Region erfolgt. Im Mittelpunkt müssen hier die Verbesserung des Informationsflusses sowie die Beratung von KMUs in Fragen der Forschungsförderung, bei der Vermittlung von Partnern sowie die Unterstützung bei der Beantragung von Fördergeldern stehen. Ziel ist es, die Unternehmen zu motivieren sich an aktuellen Forschungsprojekten zu beteiligen und darauf aufbauend eigene F&E-Aktivitäten zu etablieren und/oder zu vertiefen. Als weiterer Baustein könnte ein Akademie-System hilfreich sein, das die kontinuierliche Fort- und Weiterbildung von Wissenschaftlern, Entwicklern und Verantwortlichen in den KMUs ermöglicht.

Nur im gut abgestimmten Zusammenspiel aller Akteure kann es gelingen, Deutschland zu einem auch international führenden Forschungsstandort des Sektors Lebensmittel und Ernährung im Rahmen der Bioökonomie zu entwickeln. Eine stringente Verfolgung dieser Zielvorgabe kann dazu beitragen, die konservativ geprägte Ernährungsindustrie in Deutschland in einen innovativeren und zukunftsfähigen Wirtschaftszweig zu überführen, der langfristig international wettbewerbsfähig bleibt und damit zukünftig krisensichere Arbeitsplätze schafft.

Literatur

Aune, D. et al. (2009): Meat consumption and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and metaanalysis of cohort studies. *Diabetologia*, 52(11), S. 2277–87.

BMELV (2009): Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

BMELV (2010): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

BÖR (2010): Innovation Bioökonomie. BioÖkonomieRat.

BÖR (2012): Nachhaltige Nutzung von Bioenergie. BioÖkonomieRat.

CC (2008): Copenhagen Consensus 2008. Copenhagen Consensus Center.

CGD et al. (2010): Scaling Up Nutrition: A Framework for Action. SUN Framework.

DBV (2011): Situationsbericht 2011 / 12. Trends und Fakten zur Landwirtschaft. Deutscher Bauernverband.

Duffey, K.J. et al. (2010): Food Price and Diet and Health Outcomes: 20 Years of the CARDIA Study. *Arch Intern Med*, 170(5), S. 420–26.

EC (2011): Entwurf eines Berichts über das Thema „Schluss mit der Verschwendung von Lebensmitteln – Strategien für eine effizientere Lebensmittelversorgungskette in der EU“. EC – Ausschuss für Landwirtschaft und ländliche Entwicklung.

FAO (2011a): Food Outlook. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO (2011b): Global food losses and food waste. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO et al. (2011): Price Volatility in Food and Agricultural Markets: Policy Responses.

Flachowsky, G. et al. (2008): Mehr Milch und Fleisch für die Welt ... ForschungsReport, 02 / 2008, S. 14–17.

FNR (2011): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: http://mediathek.fnr.de/downloadable/download/sample/sample_id/39/.

Literatur

Foresight (2011): The Future of Food and Farming. The Government Office for Science.

IARC (2008): World Cancer Report. International Agency for Research on Cancer.

IFPRI (2010): Food Security, Farming, and Climate Change to 2050: Scenarios, Results, Policy Options. International Food Policy Research Institute..

IÖW (2008): The Impact of German Agriculture on the Climate. Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung.

ISWA (2012): Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland. Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft, Universität Stuttgart.

IVV und WZW (2010): Studie zum Innovationssektor Lebensmittel und Ernährung. Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, Technische Universität München Wissenschaftszentrum Weihenstephan.

Micha, R. et al. (2010): Red and Processed Meat Consumption and Risk of Incident Coronary Heart Disease, Stroke, and Diabetes Mellitus. *Circulation*, S. 2271–83.

Müller-Röber, B. et al. (2010): Pflanzenforschung für eine nachhaltige Bioökonomie. BioÖkonomieRat: www.biooekonomierat.de.

Ramanathan, S. et al. (2008): Challenges in assessing the implementation and effectiveness of physical activity and nutrition policy interventions as natural experiments. *Health Promotion International*, 23(3), S. 290–97.

Salas-Salvadó, J. et al. (2011): The role of diet in the prevention of type 2 diabetes. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 21, Supplement 2(o), S. B32–B48.

Schwerin, M. et al. (2010): Herausforderungen für eine zukunftsfähige Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft. BioÖkonomieRat: www.biooekonomierat.de.

UN (2008): World population prospects: the 2008 revision population database. <http://esa.un.org/unpp>.

Mitglieder des Forschungs- und Technologierats Bioökonomie

Prof. Dr. Dr. h.c. Reinhard F. Hüttl

(Vorsitzender)

Wissenschaftlicher Vorstand des Helmholtz-Zentrums Potsdam Deutsches Geo-Forschungszentrum, Präsident acatech, Professor für Bodenschutz und Rekultivierung an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus

Dr. Dr. h.c. mult. Andreas J. Büchting

(stellv. Vorsitzender)

Vorsitzender des Aufsichtsrats KWS SAAT AG

Prof. Dr. Bernd Müller-Röber

(stellv. Vorsitzender)

Professor für Molekularbiologie, Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie und Universität Potsdam

Prof. Dr. Dr. h.c. Joachim von Braun

(stellv. Vorsitzender)

Direktor am Zentrum für Entwicklungsforschung (ZEF), Universität Bonn

Prof. Dr. Achim Bachem

Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich GmbH

Dr. Helmut Born

Generalsekretär des Deutschen Bauernverbands e.V.

Prof. Dr. Hannelore Daniel

Technische Universität München, Lehrstuhl für Ernährungsphysiologie

Prof. Dr. Utz-Hellmuth Felcht

Managing Director, One Equity Partners Europe, München,
Mitglied des acatech Präsidiums

Prof. Dr. Thomas Hirth

Leiter des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik und des Instituts für Grenzflächenverfahrenstechnik, Universität Stuttgart

Prof. Dr. Folkhard Isermeyer

Präsident des Johann Heinrich von Thünen-Instituts Braunschweig, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei

Dr. Stefan Marcinowski

Mitglied des Vorstands BASF SE

Vorsitzender des Vorstands der Deutschen Industrievereinigung Biotechnologie (DIB)

Prof. Dr. Dr. h.c. Thomas C. Mettenleiter

Präsident des Friedrich-Loeffler-Instituts Insel Riems, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit

Dr. Dr. h.c. Christian Patermann

Berater für die wissensbasierte Bioökonomie des Landes Nordrhein-Westfalen

Prof. Dr. Alfred Pühler

Centrum für Biotechnologie, Universität Bielefeld

Prof. Dr. Manfred Schwerin

Professor für Tierzucht, Universität Rostock und Vorstand des Leibniz-Instituts für Nutztierbiologie, Dummerstorf

Prof. Dr. Wiltrud Treffenfeldt

Direktorin für Forschung und Entwicklung Europa, Mittlerer Osten und Afrika, Dow Europe, Horgen, Schweiz

Prof. Dr. Fritz Vahrenholt

Vorsitzender der Geschäftsführung RWE Innogy GmbH

Dr. Holger Zinke

Vorstandsvorsitzender BRAIN AG

Prof. Dr. Alexander Zehnder

(ständiger Gast)

Direktor des Water Research Institute der Universität Alberta, Edmonton, Kanada

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

Besonderer Dank gilt den externen Gutachtern für ihre wertvollen Hinweise zu dem vorliegenden Papier. Die Inhalte der Empfehlungen liegen in der alleinigen Verantwortung des BioÖkonomieRats.

Die Arbeit des BioÖkonomieRats wurde durch eine Geschäftsstelle unterstützt:

Dr. Claus Gerhard Bannick (Leiter Geschäftsstelle)

Dr. Andrea George (wiss. Mitarbeiterin)

Dr. Katja Leicht (wiss. Mitarbeiterin)

Petra Ortiz Arrebato (Assistenz)

Ulrike von Schlippenbach (wiss. Mitarbeiterin)

Dr. Elke Witt (wiss. Mitarbeiterin)

Dr. Eva Wendt (wiss. Mitarbeiterin)

Julian Braun, Martin Schmidt (studentische Mitarbeiter)

IMPRESSUM

Herausgeber

Forschungs- und Technologierat Bioökonomie (BÖR)

© BÖR, Berlin (2012)

Konzept und Gestaltung

Oswald + Martin Werbeagentur, Berlin

Druck

Brandenburgische Universitätsdruckerei

ISSN 1869-1404, ISBN 978-3-942044-68-4 (Druckausgabe), ISBN 978-3-942044-69-1 (Online-Version)

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



Herausgeber
Forschungs- und Technologierat Bioökonomie (BÖR)
© BÖR, Berlin (2012)

Kontakt
Geschäftsstelle des BioÖkonomieRats
Charlottenstraße 35–36
10117 Berlin
Tel.: 030 767718911
Fax: 030 767718912
E-Mail: info@biooekonomierat.de
Internet: www.biooekonomierat.de