AGRARPOLITIK IM DIALOG

Bioökonomie in Deutschland

Grundlagen, Strategien und Akteure

URS MOESENFECHTEL
SEBASTIAN ELZE

APD
DIÁLOGO AGROPOLÍTICO BRASIL · ALEMANHA
AGRARPOLITISCHER DIALOG BRASILIEN · DEUTSCHLAND

APD | DIÁLOGO AGROPOLÍTICO BRASIL · ALEMANHA
AGRARPOLITISCHER DIALOG BRASILIEN · DEUTSCHLAND

Der Agrarpolitischer Dialog Brasilien-Deutschland (APD) dient dem Austausch von Wissen und Informationen zu bilateralen und globalen Herausforderungen im Bereich der Agrarumweltpolitik. Seit über zwei Jahrzehnten entwickelt das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) ähnliche Initiativen mit etlichen Ländern.

Der APD Brasilien Deutschland gründet sich auf der vom BMEL und dem brasilianischen Ministerium für Landwirtschaft, Viehzucht und Versorgung (MAPA) unterzeichneten Memorandum of Understanding. Vertreter brasilianischer und deutscher Ministerien, der Zivilgesellschaft, der Agrar- und Ernährungswirtschaft sowie der Wissenschaft sind aktiver Teil des Dialogs.

Angesichts der wachsenden globalen Herausforderungen von Klima, Agrarwirtschaft und Umwelt ist es das Ziel des APD, ein besseres gegenseitiges Verständnis des Agrarsektors beider Länder zu erreichen. Der Austausch und die Verbreitung von Wissen erfolgt durch Webinare, Konferenzen, Veröffentlichungen und Austauschreisen.

SCN Quadra 1 Bloco C salas 1102-1104
Ed. Brasília Trade Center Brasília - DF

Tel.: +55 61 9 9964-3731
contato@apd-brasil.de
www.apdbrasil.de
APD Brasil Alemanha
APD Brasil Alemanha

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

MINISTRY OF
AGRICULTURE, LIVESTOCK
AND FOOD SUPPLY

Durchgeführt von

GFA CONSULTING GROUP
Generalbeauftragte des BMEL
Büro Berlin

IAK AGRAR CONSULTING

AGRARPOLITIK IM DIALOG

Bioökonomie in Deutschland

Grundlagen, Strategien und Akteure

URS MOESENFECHTEL
SEBASTIAN ELZE

DBFZ - Deutsches Biomasseforschungszentrum

Leipzig, Oktober 2022

ÜBER DIESE STUDIE

Diese Studie wurde vom APD | AGRARPOLITISCHEN DIALOG BRASILIEN • DEUTSCHLAND in Auftrag gegeben. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei dem Autor.

AUTOREN

Urs Moesenfechtel (Dresden), Wissenschaftsredakteur für das Deutsche Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig und als freier Journalist für die GoingPublic Media AG - Plattform Life Sciences für den Bereich Circular Bioeconomy zuständig.

Sebastian Elze (Leipzig), arbeitet am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) in den Bereichen Naturschutzforschung und Stadt- und Umweltsoziologie. Im 2021 unterstützte er die Interimskoordination des Deutschen Bioökonomierats.

REFERENZEN UND DANKSAGUNG

Der Text der vorliegenden Publikation wurde von Urs Moesenfechtel (Dresden) und Sebastian Elze (Leipzig) im Auftrag des Deutschen Biomasseforschungszentrums gemeinnützige GmbH (DBFZ) für den Agrarpolitischen Dialog Deutschland Brasilien (APD) unter Verwendung von Texten der Autorinnen und Autoren der folgenden Publikation verfasst: Thrän, Daniela, Moesenfechtel, Urs (Hrsg.) (2020): Das System Bioökonomie. Mit Beiträgen von: Beck, A.-K., Börner, J., Dahmen, N., Dietz, T., Flachowsky, G., Förster, J. J., Gawel, E., Hausmann, R., Heiden, S., Hennig, C., Hirth, T., Kircher, M., Kirchgeorg, M., Kittler, R., Klauer, B., Kruse, C., Lewandowski, I., Miletzky, F., Moesenfechtel, U., Nummert, B., Patermann, C., Pietzsch, M., Pillen, K., Rausch., T., Rübberdt, K., Schaldach, R., Schind-ler, H., Schüch, A., Schulze, J., Schurr, U., Slusarczyk, H., Szarka, N., Thrän, D., Tissier, A.-L., von Braun, J., Wackerbauer, J., Wagenführ, A., Weidtmann, A., Wessjohann, L. A., Windisch, W., Wolff, F., Zscheile, M. Springer Spektrum Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-662-60730-5. Hardcover ISBN: 978-3-662-60729-9. eBook ISBN978-3-662-60730-5.

Unser Dank gilt Dr. Sven Schaller, Leiter der Stabsstelle “Internationaler Wissens- und Technologietransfer” des DBFZ, Partnerorganisation des APD.

Inhaltsverzeichnis

1.	Grundsätzliche Erläuterungen zur Bioökonomie	6
1.1.	Der Begriff Bioökonomie	6
1.2.	Ansprüche an die Bioökonomie	7
1.3.	Anspruch und Handlungsfelder der Bioökonomie	9
1.4.	Die Ressourcenbasis der Bioökonomie	10
1.5.	Verfahrensprinzipien der Bioökonomie	12
1.6.	Bioökonomie aus systemischer Sicht	13
1.6.1.	Teilbereiche der Bioökonomie	16
2.	Bioökonomiestrategien	20
2.1.	Europäische Bioökonomiestrategie	21
2.2.	Die Deutsche Bioökonomiestrategie	22
2.3.	Sektoren der Bioökonomie	24
2.3.1.	Der Ansatz der Bundesministerien für Bildung und Forschung und Ernährung und Landwirtschaft	24
2.3.2.	Der Ansatz des deutschen Bioökonomierats	25
2.3.3.	Zusammenfassung	27
2.4.	Bausteine für eine Bioökonomie-Strategieentwicklung	27
3.	Analyse relevanter deutscher Institutionen / Partnern / Protagonisten insbesondere aus dem Privatsektor und ihre Positionen	29
4.	Mapping von Kooperationsansätzen deutsch-brasilianischer Initiativen – Erfolgsbeispiele in der Bioökonomie	36
4.1	Fraunhofer IVV	36
4.2	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)	37
4.3	Biotechnologie-Strategie Brasilien	38
4.3.1	Zahlreiche Biotreibstoff-Initiativen	39
4.3.2	Nachfrage nach Biosprit angekurbelt	40
4.3.3	Zuckerrohr-Ethanolhersteller	40
4.3.4	Bioraffinerien und grüne Chemie	42
4.3.5	Zuständige Zulassungsbehörde für die Freisetzung von Pflanzen	43
4.3.6	Viel Gentechnik-Soja angebaut	43
4.4	Unternehmenslandschaft	44
4.5	Forschungslandschaft	45
4.5.1	Zuckerrohr-Forschungszentrum	46
4.5.2	Agrarforschungsinstitut Embrapa	46
4.5.3	Wichtigste Forschungsförderer	47
4.6	Zusammenarbeit mit Deutschland	47
5.	Literatur	49
6.	Anhang	52

1. Grundsätzliche Erläuterungen zur Bioökonomie

Das immer wieder neue Entstehen von Leben, die Wechselwirkung mit der Natur und das Gleichgewicht biologischer Prozesse sind die zentrale Grundlage für das menschliche Dasein. Der Naturhaushalt hat diese über Jahrmillionen bereitgestellt. Diese Prinzipien der belebten Natur als Vorbild für menschliches Wirtschaften zu nutzen, wird als ein wichtiger Ansatz beim Umgang mit den globalen Herausforderungen gesehen (Biodiversity in Good Company 2016).

Betrachtet man die biologischen Prozesse im Detail, so hat sich in den vergangen Jahrhunderten und insbesondere in den letzten Jahrzehnten ebenfalls ein umfassend besseres Verständnis entwickelt: Genetik, Biotechnologie und Materialwissenschaften bieten heute die Möglichkeit, die natürlichen Prozesse nicht nur nachzubilden, sondern auch weiterzuentwickeln und eröffnen damit einen weite-ren Blick auf die Frage, welchen Beitrag der Naturhaushalt bei der Lösung der globalen Herausforderungen liefern kann. Die Idee der Bioökonomie befindet sich genau in diesem Spannungsfeld. Auch wenn der Begriff „Bioökonomie“ in unterschiedlicher Weise verwendet wird.

1.1. Der Begriff Bioökonomie

Bioökonomie leitet sich aus den Begriffen bios (Leben), oikos (Haus) und nomos (Gesetz) ab. Als Prinzip wurde der Begriff erstmals in den 1960er-Jahren von Zeman verwendet (Bonaiuti 2014), der damit die biologische Basis fast aller ökonomischen Aktivitäten hervorhob. Eine andere Genese des Begriffs wird im Zusammenhang mit den Entdeckungen der Genetik in den späten 1990er-Jahren und der damit verbundenen Erwartung einer umfassenden Revolution des Industriesektors beschrieben. Heute definiert der Bioökonomierat der Bundesregierung beispielsweise die Bioökonomie als die Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen (auch Wissen), um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen (Bioökonomierat 2019).

Er benennt Land- und Forstwirtschaft, Energiewirtschaft, Fischerei und Aquakultur, Chemie und Pharmazie, Nahrungsmittelindustrie, Industrielle Biotechnologie, Papier- und Textilindustrie sowie den Umweltschutz als wichtige Anwendungsfelder. In ihrer volkswirtschaftlichen Breite, der Berücksichtigung unterschiedlichster Nutzung und zukünftiger Bedarfe vertritt diese Definition einen umfassenden (systemischen) Anspruch.

Darüber hinaus gibt es viele weitere Definitionen, die sich zwischen dieser umfassenden Definition und einem deutlich schmaleren Verständnis der Weiterentwicklung der industriellen Biotechnologie aufspannen. Der Begriff der „biobasierten Wirtschaft“ wird häufig synonym verwendet. Der Begriff „biologische Transformation“ (Biologisierung) ist ein Sammelbegriff für die zunehmende Integration von Prinzipien der Natur in moderne Wirtschaftsbereiche, beziehungsweise die Entwicklung von Produkten oder Problemlösungen, angetrieben durch den Erkenntnisgewinn in den Lebenswissenschaften und insbesondere der Biotechnologie. So wird etwa von der Biologisierung der Wirtschaft, der Biologisierung der Industrie oder der Biologisierung der Technik gesprochen.

Die umfassenderen Definitionen von Bioökonomie beinhalten als wichtigstes Element immer den Anspruch des gesellschaftlichen Wandels hin zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise. Gemeinhin werden der Bioökonomie natürliche Kreisläufe zugrunde gelegt und der Anspruch formuliert, dass diese im Sinne des Umwelt- und Ressourcenschutzes erhalten werden (Berger 2018). Bioökonomie soll demnach nicht als Wirtschaftszweig verstanden werden, sondern als Zeugnis eines Umdenkprozesses zu einer „grünen Wirtschaft“, der durch weitere wichtige Elemente zu ergänzen ist (Bioökonomierat 2019).

1.2. Ansprüche an die Bioökonomie

Bei der Bandbreite der Erwartungen verwundert es nicht, dass umfassende und widersprüchliche Wechselwirkungen zwischen den Sustainable Development Goals (SDGs) und der Bioökonomie ge-sehen werden.

In Deutschland erwarten bioökonomieinteressierte Akteure aus Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilge-sellschaft vor allem Beiträge der Bioökonomie zu „Kein Hunger“ (SDG 2), „Sauberes Wasser und Sa-nitärversorgung“ (SDG 6), „Verantwortungsvolle Konsum- & Produktionsmuster“ (SDG 12), „Maßnah-men zum Klimaschutz“ (SDG 13) und „Leben unter Wasser und an Land“ (SDG 14 und 15) als ein-stimmig sehr wichtig eingeschätzt, während zum Beispiel bei „Keine Armut“ (SDG 1), „Bezahlbare und saubere Energie“ (SDG7) und „Industrie, Innovationen und Infrastruktur (SDG 9)“ die Meinungen deut-lich auseinander gehen (Zeug et al. 2019).

Die vielfältigen Wechselwirkungen mit den SDGs verweisen auch auf ein zentrales Spannungsfeld. Es sind Akteure in verschiedensten Lebensbereichen mit der Bioökonomie befasst: Bioökonomie wird im Kontext von Land- und Forstwirtschaft, Mikrobiologie, mariner Wirtschaft und ihren jeweiligen Produkten verstanden, aber auch als Teil der Abfallwirtschaft, Energiewirtschaft und der Digitalisierung. Im System wirken in den verschiedenen Wirtschaften beziehungsweise wirtschaftlichen Sektoren jeweils unterschiedliche Akteure zusammen. Sie bauen ihr Handeln auf ihre jeweiligen Errun-genschaften und Erwartungen auf – und das kann zu Spannungen führen, aber auch beflügeln: Um die Zukunftschance der Bioökonomie zu nutzen, sind es genau diese Sektoren und Akteure, die in geeigneter Weise zusammenspielen müssen.

Ziele Für die Nachhaltige Entwicklung (SDGs)

Die 17 Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals, SDGs) wurden 2015 im Rahmen der 2030-Agenda von den Vereinten Nationen formuliert. Die SDGs umfassen 169 Unterziele und bilden einen umfassenden programmatischen Rahmen um eine globale, nachhaltige Gesellschaft verwirklichen zu können (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2021).

Abb. 1.1: Übersicht der 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (Quelle: Bundesregierung 2021a).

"In Anbetracht einer global wachsenden Bevölkerung mit steigenden Wohlstandsansprüchen müssen wir unsere technologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Fähigkeiten daran ausrichten, allen auf der Welt ein gutes Leben zu ermöglichen – ohne die Belastungsgrenzen der Erde zu überschreiten. [...] Für Deutschland wird der Pfad zur Erreichung der SDGs in der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS) beschrieben. In ihr sind die Prinzipien für

das Management von Nachhaltigkeitsherausforderungen festgelegt, für jedes der 17 Ziele konkrete Unterziele und Maßnahmen aufgezeigt sowie Indikatoren zur Überprüfung des Handlungsfortschritts definiert" (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2021, Bundesregierung 2021b).

1.3. Anspruch und Handlungsfelder der Bioökonomie

Wenn ein nachhaltiger Umgang mit den natürlichen Lebensgrundlagen Wasser, Luft und Boden, der Schutz der Biodiversität sowie die Berücksichtigung sozialer Aspekte als wesentliche Bestandteile der Bioökonomie angesehen werden, dann kann Bioökonomie einen Beitrag zu Klimaschutz, Ressourcenschonung und globaler Ernährungssicherheit leisten. Die Chancen die diesem Konzept der Bioökonomie erwachsen, zielen dann auf unterschiedliche Handlungsfelder:

- Die sichere Ernährung einer wachsenden Weltbevölkerung bedarf sowohl der ständigen Weiterentwicklung der bestehenden landwirtschaftlichen Produktion als auch der Entwicklung neuer Produktionssysteme, zum Beispiel für die Bereitstellung von Proteinen aus Aquakulturen, Algen, Insekten und anderen Rohstoffen oder die Etablierung von Produktionssystemen in wachsenden Städten (urban farming).

- Die Substitution fossiler Rohstoffe ist eine zentrale Herausforderung zur Erreichung der international vereinbarten Klimaschutzziele. Biologische Baumaterialien, aber auch biobasierte Chemieprodukte, die in Bioraffinerien erzeugt werden, gelten hier als wichtige Handlungsfelder. Energie aus Biomasse kann fossile Energieträger substituieren, ist jedoch durch die verfügbare Biomasse begrenzt, sodass ein flächendeckender Einsatz nicht möglich sein wird. Eine entsprechende Nutzung von Biomasse als Energieträger sollte daher zielgerichtet erfolgen, zum Beispiel zur Schließung von Stoffkreisläufen oder von Versorgungslücken in einem nachhaltigen Energiesystem.

- Neue, intelligentere Produkte und Prozesse bieten Chancen für Innovationen und Wettbewerbsfähigkeit. In der Medizin und der Pharmazie werden mit Therapien und Wirkstoffen, die individu-ell auf die einzelne Person abgestimmt sind, höhere Heilungserfolge als mit bis dato üblichen Produkten erzielt. Jedoch liegt ein Großteil des Innovationspotenzials noch im Dunkeln: Zum Beispiel ist nur ein sehr kleiner Teil der schätzungsweise mehreren Hundert Millionen Mikroorganismenarten, die auf der Erde leben, klassifiziert (Kallmeyer et al. 2012).

- Als Baustein für „grünes Wachstum“ kann Bioökonomie dann dienen, wenn die größeren Stoff-kreisläufe entsprechend gestaltet werden. Recycling und Kreislaufwirtschaft bilden hier wichtige Elemente. Die Bioökonomie, die sich an den natürlichen Stoffhaushalten orientiert, erfordert auch die Verbrauchsreduktion und Änderung im Konsumverhalten (Grefe 2016). Dafür bedarf es die notwendigen Änderungen in den Einstellungen jedes Einzelnen.

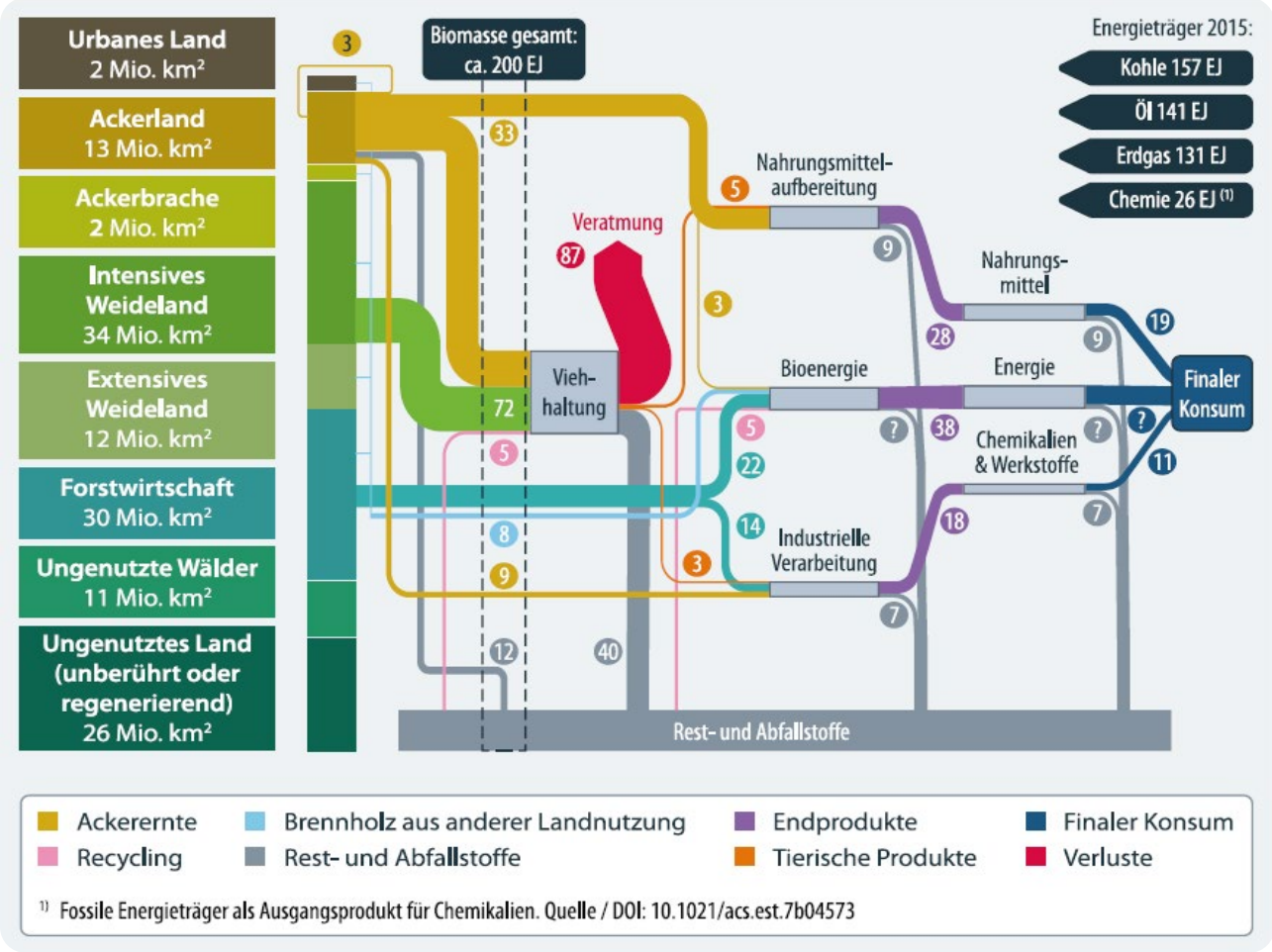
- Besondere Dynamik erhält die Bioökonomie durch ihre Entwicklungsgeschwindigkeit – aktuell im Bereich der industriellen Biotechnologie und Genetik. Dies lässt sich beispielsweise durch die Entwicklung der Kosten für die Genomsequenzierung illustrieren. Die Leistungssteigerung und Kostensenkung verläuft wesentlich rascher als beim Moore'schen Gesetz, das die Geschwindigkeit der Verdopplung der Leistungsfähigkeit in der IT-Industrie in seiner Etablierungsphase be-schrieben hat (Schaller 1997, Thrän und El-Chichakli 2017, Ropers 2018). Vielfach wird davon ausgegangen, dass mithilfe der Bio- und Informationstechnologie in den kommenden Jahren technische Entwicklungen möglich werden, „die jenseits der Vorstellungskraft früherer Generationen liegen“ (Fritsche und Rösch 2017 in Berger 2018, S. 7; Harari 2018; MPG 2019).

1.4. Die Ressourcenbasis der Bioökonomie

Landflächen, Biomasse, Mikroorganismen etc. bilden die Ressourcen der Bioökonomie. Sie werden von der Natur immer wieder neu bereitgestellt oder können durch Kreislaufschließung am Ende der Nutzung durch den Menschen, seine Technologien und sein Wissen generiert werden. Beide Elemente bilden gemeinsam die Ressourcenbasis. Vor allem Biomasse ist die zentrale Ressource der Bioökonomie. Sie wird als Rohstoff in verschiedensten Verarbeitungsstufen gehandelt und auch vielfach nach Deutschland importiert. Eine nationale Betrachtung der Rohstoffe bleibt immer unvollständig. Drei Viertel der globalen Landfläche – außer Grönland und Antarktis – werden bereits durch den Menschen genutzt (Erb et al. 2017). Die noch ungenutzten Landflächen bestehen zum einen aus unproduktiven Böden wie Wüsten, zum anderen aus den letzten unberührten Urwäldern. Zusätzliche Landflächen können und sollten daher größtenteils nicht kultiviert werden (Angerer et al. 2016).

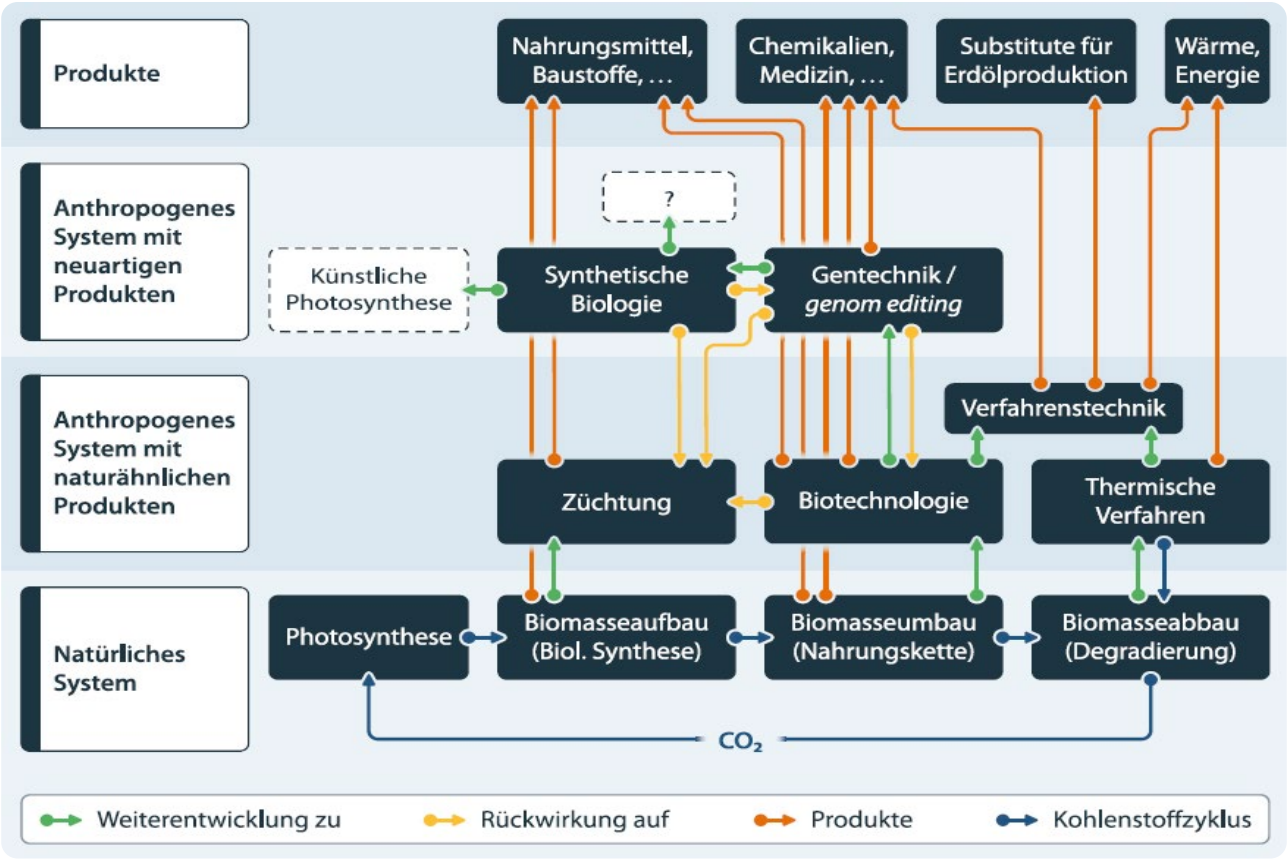
Insgesamt werden jährlich 235 EJ/Jahr Biomasse vom Menschen global geerntet (Zeddies und Schönleber 2014). Diese Menge besteht zur Hälfte aus Kulturpflanzen von Ackerland, die wiederum zur Hälfte als Viehfutter verwendet werden. Die geerntete Biomasse beinhaltet weiterhin zu einem Drittel von Nutzvieh verzehrte Gräser und zu einem Sechstel Holz. Damit werden insgesamt 135 EJ, also mehr als die Hälfte der insgesamt genutzten Biomasse, zur Fütterung von Vieh verwendet. Hiervon wiederum gelangen nur 5 EJ (4 %) in Form tierischer Produkte in die menschliche Ernährung. Der Rest wird von den Tieren veratmet oder endet als Abfallprodukt (Angerer et al. 2016).

Abb. 1.2: Überblick über die Landnutzung und die globalen, vom Menschen verwerteten Biomasseströme. Die abgebildeten Daten stammen aus dem Jahr 2000, da keine neueren konsistenten Bilanzen verfügbar sind. Die gesamte Menge der geernteten Biomasse ist seit 2000 angestiegen; das Gesamtbild, insbesondere im Hinblick auf die Landnutzung sowie die Größenordnungen und die Relationen der Flüsse zueinan-der, sollte aber im Wesentlichen nach wie vor gültig sein (Angerer et al. 2016).



1.5. Verfahrensprinzipien der Bioökonomie

Abb. 1.3: Entwicklung der wissensbasierten Bioökonomie (Quelle: Thrän & Moesenfechtel 2020).



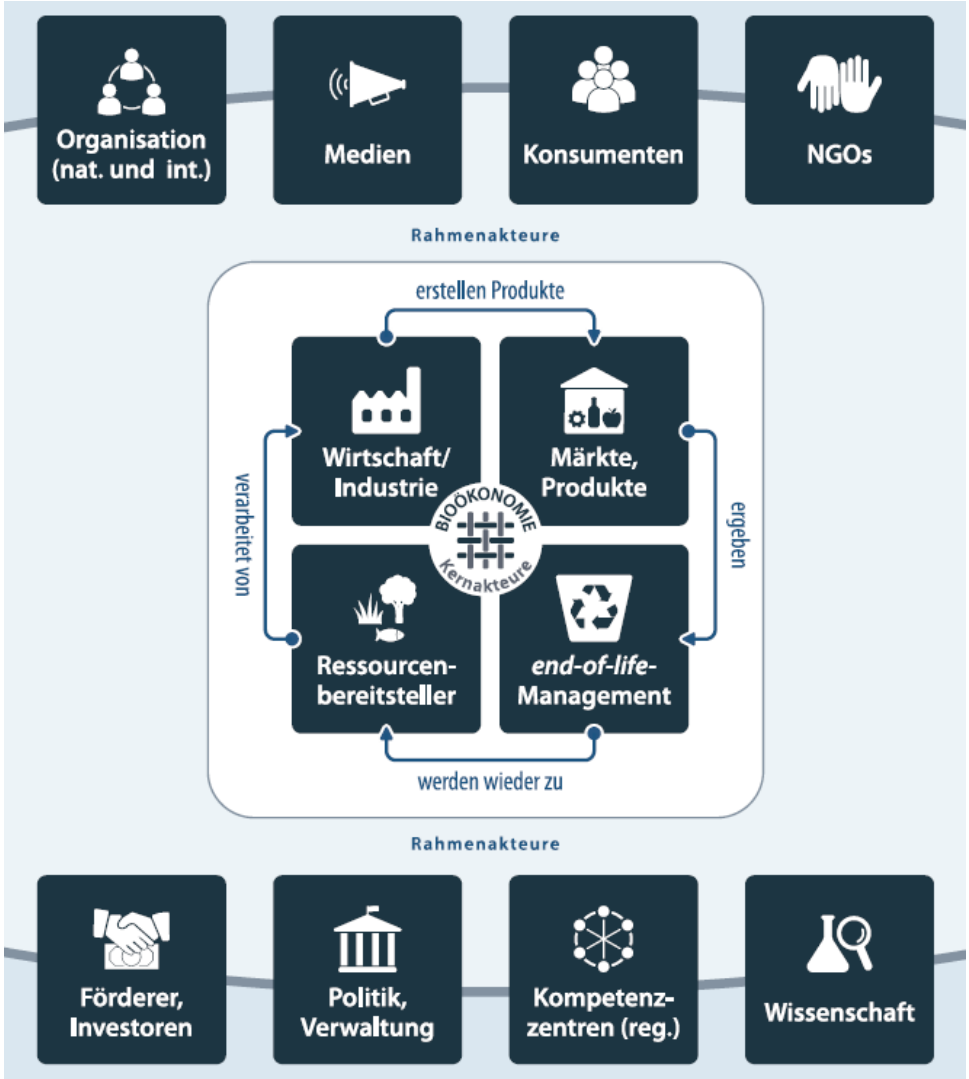
Die wissensbasierte Bioökonomie lässt sich in Komponenten einteilen (Abb. 1.3). Das natürliche System besteht aus einem Kohlenstoffzyklus, bei dem der Photosynthese der Biomasseauf-, -um- und -abbau folgt, bevor das freigewordene CO_2 wieder der Photosynthese zur Verfügung steht. Die Biomasse-Vorgänge stehen in Wechselwirkung mit den naturähnlichen Produkten des anthropogenen Systems, dienen also als Weiterentwicklungen für Züchtung, Biotechnologie und thermische Verfahren. Die naturähnlichen Produkte stehen wiederum mit der synthetischen Biologie und der Gentechnik in Verbindung. Diese beiden neuartigen Produkte wirken sowohl aufeinander, aber haben auch eine Rückwirkung auf Züchtung und Biotechnologie. Das Ergebnis sind verschiedene Endprodukte, wie beispielsweise Nahrung, die durch Biomasseaufbau und Züchtung entsteht, oder Wärme und Energie, die über Biomasseabbau und thermische Verfahren produziert werden.

1.6. Bioökonomie aus systemischer Sicht

Bioökonomie ist durch verschiedene Handlungsfelder, Akteure und Beziehungen gekennzeichnet. Sie stellt ein komplexes System dar, das Ressourcen, Techniken und Wirtschaftssektoren sowie Ver-antwortungsbereiche miteinander in Beziehung stellt (Abb. 1.4). Die wichtigsten Akteure und ihre Handlungsfelder sind beispielhaft:

- Land- und Forstwirte, Fischer oder auch Biotechnologen stellen die Biomasse bereit,
- Techniker aus verschiedensten Bereichen (Biotechniker, Lebensmitteltechniker, Holztechniker, Konstrukteure) etc. verarbeiten die Biomasse zu vielfältigen Produkten,
- die von Unternehmen in den Markt gebracht und gehandelt und von Konsumenten benutzt und verbraucht werden.
- Die Reststoffe werden in der Energiewirtschaft und der Abfallwirtschaft weiterverwendet beziehungsweise entsorgt.
- Forscher suchen nach neuen Komponenten, Verfahren und Produkten, aber auch nach Bewertungsmaßstäben, welche Nutzung, welche Effekte auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft haben. Politiker gestalten, unter dem kritischen Blick der Wähler, die Rahmenbedingungen, welche Anforderungen an Anbau, Produktion und Nutzung zu stellen sind, und versuchen die Stoffströme mit Zertifikaten, Steuern und Abgaben zu steuern.
- Zusammenschlüsse und Kooperationen (unterschiedlichster Art) wie zum Beispiel Kompetenzzentren, Verbände, nationale und internationale Organisationen und NGOs dienen dem Austausch, bündeln Interessen und wollen den jeweiligen Systembeitrag beschleunigen.

Abb. 1.4: Systembild der Elemente (Quelle: Thrän & Moesenfechtel 2020).



Eine systemische Betrachtung der Bioökonomie umfasst mehrere Systemebenen:

- Diskursfeldebene:
  Wie wird Bioökonomie definiert, worüber wird gesprochen, was wird verhandelt?
- Akteursebene:
  Wer ist aufgrund von Selbst- oder Fremdzuschreibungen (beziehungsweise durch ein definiertes Wirken innerhalb des Diskursfeldes) Teil des Diskursfeldes? Hier lässt sich unterscheiden zwischen:
  - Bioökonomie-Zirkel-Akteuren, die durch den konkreten Umgang mit Biomasse definiert werden (die relevanten Stoffströme und die diese gestaltenden Akteure).
  - Rahmenakteuren, die in dieses System hineinwirken oder durch dieses beeinflusst werden (zum Beispiel Medien, Förderer, Wissenschaft, NGOs, Politik und Verwaltung etc.)

- Handlungs-/Interaktionsebene:
  Wie agieren diese Akteure mit- und untereinander und definieren dadurch das System Bioökonomie? Was sind die Wirkprinzipien dieser Interaktion?
    - der Bioökonomiezirkel untereinander (zum Beispiel value chains, Prozessketten, Stoffströme, Koppel- und Kaskadennutzung, Kreislaufwirtschaft)
    - der Rahmen in Bezug auf den Bioökonomiezirkel (kritische Begleitung, Forschung, Rahmensetzung etc.)

- Rahmenebene: Welche Rahmen werden gesetzt oder entstehen durch diese Interaktion? (zum Beispiel Governance, Innovation, Ausbildung, Kommunikation?).

Durch diese Themen sind die Teilbereiche der Bioökonomie verbunden – beziehungsweise müssen durch diese miteinander in Bezug gesetzt werden, um Bioökonomie als Gesamtsystem zu verstehen. In der Praxis gibt es allerdings nicht "das eine System", sondern unterschiedliche Teilsysteme, basierend auf den verschiedenen Ressourcen. Es wird dabei oft zwischen den folgenden Bioökonomien unterschieden:

- Pflanzenbasierte Bioökonomie
- Holzbasierte Bioökonomie
- Marine Bioökonomie
- Tierbasierte Bioökonomie
- Bioökonomie der Mikroorganismen
- Abfall- und reststoffbasierte Bioökonomie
- Digitale Bioökonomie

Politische Akteure in Deutschland, allen voran das Land Baden-Württemberg, versuchen diese Akteure in ihren Handlungsfeldern "im System aufzustellen". Das bedeutet, dass "in einem solchen System alle relevanten Prozesse von der Produktion und Gewinnung von Biomasse auf Böden, in Gewässern und Kulturmedien über deren Verwertung und Verarbeitung bis zur Herstellung von Basisprodukten (Lebensmittel, Futtermittel, biobasierte Chemikalien, Biomaterialien und Energieträger) sowie der Rückgewinnung von Abfallstoffen in ihrer Gesamtheit betrachtet und an den zentralen Zielen ausgerichtet werden" (Land Baden-Württemberg 2013).

Das Ziel eines "Bioökonomie-Systems" ist es, diese unterschiedlichen Teilsysteme einerseits weiter zu etablieren und zu entwickeln und andererseits miteinander zu verbin-

den, zu integrierten und so systemische und innovative Lösungswege mit Blick auf die gesamten Wertschöpfungsbeziehungsweise Prozessketten zu entwickeln, um die Möglichkeiten und Potenziale der Bioökonomie optimal auszuschöpfen.

Es wird erwartet, dass sich der ökonomische Nutzen der Bioökonomie vor allem über komplexe Substitutions- und Synergieeffekte im System entfaltet kann, da nicht nur innovative einzelne Wertschöpfungsketten, sondern vor allem die Verknüpfung dieser Ketten im System einen wesentlichen Innovationsbeitrag der Bioökonomieforschung darstellen wird (Bioökonomierat 2010).

1.6.1. Teilbereiche der Bioökonomie

Pflanzenbasierte Bioökonomie

Die pflanzenbasierte Bioökonomie nutzt trans- und interdisziplinäre Ansätze zur Etablierung einer neuen, zirkulären, biobasierten Wirtschaft. Dies beginnt bei der Gewinnung der primären pflanzlichen Ressourcen und mündet in der kaskadenförmigen Entwicklung von verschiedenen biobasierten Produkten. Das oberste Ziel ist es, die Ernährung zu sichern und eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft zu etablieren. Die Grundlage der pflanzenbasierten Bioökonomie ist es, unter möglichst vollständiger Verwendung aller pflanzlichen Komponenten zu arbeiten. Die pflanzenbasierte Bioökonomie stellt dafür nachwachsende Rohstoffe (Biomasse) wie Getreide, Holz, Algen und Pflanzen bereit. Insbesondere wird Material mit spezifischen Eigenschaften erzeugt, u. a. mithilfe der Biotechnologie und der Genomeditierung. Dazu wird das Bioraffineriekonzept umgesetzt. Hier werden die pflanzlichen Stoffe wie Zucker, Stärke, Cellulose, Lignocellulose, Öl und Fasern in industriell einsetzbare niedermolekulare Stoffe für Lebens- und Futtermittel sowie Chemikalien umgewandelt. Die Nebenprodukte oder Reststoffe werden schließlich als Energiesubstrat oder zur Düngung verwendet. Heute steht die Umsetzung der pflanzenbasierten Bioökonomie vor der Herausforderung, das Wirtschaftswachstum, die ökologische Nachhaltigkeit und die Nutzungspräferenz der Ressourcen zusammenzubringen. Zusätzlich hängt ihr Erfolg von der Akzeptanz der Gesellschaft ab. Es gilt, einen nachhaltigen Konsens zwischen diesen Zielen zu erreichen (Thrän & Moesenfechtel 2020).

Holzbasierte Bioökonomie

Die holzbasierte Bioökonomie beschreibt die innovative Nutzung des Rohstoffs Holz in allen Bereichen der Bioökonomie. Insbesondere versteht sie sich als strategisch altbekannter, aber vor allem als erweiterter, neuartiger Innovationsraum einer Kreislaufwirtschaft mit der gesamten Wertschöpfungskette Holz. Diese erfolgt idealerweise in Form einer sogenannten Nutzungskaskade: vom Forst über die forstlichen Dienstleister, die Sägeindustrie, den Holzbau, die Zellstoff-/Papierindustrie, die Holzwerkstoffindustrie und in zunehmendem Maße bis hin zur chemischen Industrie sowie hinein in moderne Verbrauchs- und Investitionsgüter. Die Nutzungskaskade betrifft damit den gesamten Wirtschaftskreislauf im Kern. Anders als im bisherigen, skalenökonomisch determinierten Wirtschaftsraum muss die Bioökonomie die begrenzte Verfügbarkeit von Ressourcen in Betracht ziehen und zielführende Nachhaltigkeitskriterien beachten. Nutzungskonkurrenzen sollen demzufolge durch intelligente, wertige Verwendung der jeweiligen Holz-, Restholz- und Abfallsortimente weitgehend vermieden werden, wodurch ein tatsächlich sinnvoller Gesamtnutzen für die Gesellschaft möglich erscheint. Um die Bioökonomie umzusetzen und wirtschaftlich zu etablieren, gibt es eine Reihe eu-ropäischer, nationaler und regionaler Politikprogramme, Initiativen und Strukturen, die die Forschung und Entwicklung, die Förderung industrieller Umsetzungen und die Etablierung neuer Geschäftsmodelle zum Ziel haben. (Thrän & Moesenfechtel 2020). Eine Übersicht der Akteure findet sich im Anhang (Abb. A1).

Marine Bioökonomie

Die marine Bioökonomie verwendet nachwachsende Rohstoffe marinen Ursprungs. Dabei werden einzellige, mehrzellige als auch Mikro-Organismen aus dem Meer bzw. daraus hergestellte Zellkulturen oder Biomoleküle genutzt. Die Produktion der benötigten Biomasse kann je nach verwendeter Ressource z. B. in Aquakulturkreislaufanlagen oder in Bioreaktoren erfolgen. Sowohl bei der Rohstoffvermehrung als auch bei der Generierung verschiedener Produkte kommen häufig biotechnologische Verfahren zum Einsatz. Diese Produkte werden in unterschiedlichen Märkten angeboten, z.B. in der Medizin, im Lebensmittelbereich, als Konsumgüter oder im Bereich des Umweltschutzes. Besondere Aufmerksamkeit kommt dabei den marinen Algen zu, da diese überschüssigen Nährstoffe im Wasser als auch CO_2 binden und für die Produktion verschiedener Produkte genutzt werden können. Durch die Verbesserung der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ist es möglich, die vielen bereits vorhandenen Ansätze für marine bioökonomische Produktionsverfahren noch weiter auszubauen (Thrän & Moesenfechtel 2020). Eine Übersicht der Akteure findet sich im Anhang (Abb. A3).

Tierbasierte Bioökonomie

Nutztiere sind ein unverzichtbares Element der agrarischen Bioökonomie, indem sie nicht essbare Biomasse in hochwertige Lebensmittel transformieren und einen Großteil der darin enthaltenen Pflanzennährstoffe über Wirtschaftsdünger dem agrarischen Stoffkreislauf wieder zurückführen. Diese nicht essbare Biomasse macht den überwiegenden Anteil der gesamten agrarischen Biomasse aus und stammt von Grünland, Koppelprodukten lebensmittelliefernder Pflanzen (z. B. Stroh), Zwischenfrüchten im Zuge der Fruchtfolge sowie aus Nebenprodukten der industriellen Verarbeitung von pflanzlichen Verkaufsprodukten. Aber auch potenziell essbare Biomasse gelangt in die Nutztierfütterung. Sie ermöglicht insbesondere beim Geflügel eine hohe Effizienz der Transformation der Biomasse in hochwertiges Nahrungsprotein und ist mit einem geringeren Ressourcenverbrauch (Land, Wasser) und weniger umweltrelevanten Emissionen als bei Wiederkäuern (z. B. Rinder, Schafe) gekoppelt. Aufgrund der zunehmenden Verknappung der landwirtschaftlichen Nutzfläche wird diese Form der Nahrungskonkurrenz zwischen Menschen und Nutztiere jedoch künftig abnehmen müssen, während Wiederkäuer dank ihrer Fähigkeit zur Verwertung von nicht essbarer Biomasse trotz höherer umweltrelevanter Emission an Bedeutung gewinnen. Sofern nur die ohnehin verfügbare nicht essbare Biomasse verfüttert wird, entsteht dadurch kein nachteiliger Effekt auf den Verbrauch an Land, Wasser und anderen Ressourcen. Um die Nachteile in Bezug auf Transformationseffizienz und Emissionen zu minimieren, muss insbesondere der Futterwert der nicht essbaren agrarischen Biomasse stärker beachtet werden. Die Maßnahmen reichen von der Supplementierung limitierender Nährstoffe (z.B. Aminosäuren) über die Elimination antinutritiver Inhaltsstoffe bis zur züchterischen bzw. gentechnischen Verbesserung der Verdaulichkeit der nicht essbaren Komponenten von Nutz-pflanzen (Thrän & Moesenfechtel 2020).

Bioökonomie der Mikroorganismen

Mikroorganismen sind in der Bioökonomie an der Herstellung und Erschließung von Rohstoffen, an deren Umsetzung zu Produkten und an der Rezyklierung von Nebenprodukten und Abfällen beteiligt. Mikrobielle Verfahren spielen damit in der Bioökonomie eine zentrale Rolle. Wichtige Produkte sind Lebens- und Futtermittelzusatzstoffe, Chemikalien und Pharmaka, Treibstoffe und Bioenergie. Mit dem fortschreitenden Rohstoffwandel wird die wirtschaftliche Bedeutung von Mikroorganismen in der industriellen Produktion zunehmen. Diese Entwicklung wird auch durch das erhebliche Innovationspotenzial getrieben (Thrän & Moesenfechtel 2020). Eine Übersicht der Akteure findet sich im Anhang (Abb. A2).

Abfall- und Reststoffbasierte Bioökonomie

Für eine nachhaltige Gestaltung der Bioökonomie ist die Nutzung biogener Abfall- und Reststoffe sehr wichtig. Sie stehen nicht in Konkurrenz zur Nahrungs- oder Futtermittelproduktion. Die Kaskadennutzung, welche ein zentrales Element der Bioökonomie sein wird, setzt auf die komplette Nutzung der Biomasse, auch von biogenen Abfällen und Reststoffen. Das technische Potenzial biogener Abfall- und Reststoffe ist hoch, es könnte sehr viel mehr stofflich und/oder energetisch genutzt werden: Bewährte und innovative Verfahren sind verfügbar, um diese in wertvolle Produkte umzuwandeln. Allerdings ist der rechtliche Rahmen komplex, eine Reihe von Gesetzen und Verordnungen sind zu beachten. Viele verschiedene Akteure bestimmen das Entstehen und den Umgang mit biogenen Abfall- und Reststoffen – vom einzelnen Konsumenten, über die Landwirtschaft und verarbeitende Industrie und den Handel bis hin zu Abfallwirtschaftsbetrieben. Die Ziele dieser Akteursgruppen sind jedoch sehr unterschiedlich und manchmal gegenläufig. Neben technischen, wirtschaftlichen und ökologischen sind deshalb auch Fragen der Akzeptanz wichtig für eine künftige abfall- und reststoffbasierte Bioökonomie (Thrän & Moesenfechtel 2020). Eine Übersicht der Akteure findet sich im Anhang (Abb. A4).

Digitale Bioökonomie

Die Digitalisierung hat auf die Umsetzung und Ausgestaltung der Bioökonomie einen erheblichen Einfluss. Daten fallen in der Bioökonomie auf unterschiedlichsten Ebenen an: von der Erfassung molekularer Parameter beim Screening von Pflanzeninhaltsstoffen, Enzymen oder Mikroben über Flächendaten zum Zustand von Wäldern oder für die Bewirtschaftung von Agrarflächen mit precision farming bis zur Erfassung von Stoffströmen und der Prozessanalytik bei der biotechnologischen oder chemischen Verarbeitung von biobasierten Rohstoffen. Entsprechend groß ist das Innovationspotenzial, das sich aus der Erfassung, Verknüpfung und Analyse solcher Datenströme ergibt. Zukunftsbilder wie die dezentrale Bioökonomie oder die Maximierung von Nachhaltigkeit und Wertschöpfung aus der verfügbaren Rohstoffmenge sind undenkbar ohne integrierte Datensysteme. Doch während der Einsatz datenbasierter Methoden an diesem Punkt helfen kann, Zielkonflikte aufzulösen, erge-ben sich aus der Verknüpfung von Biologie und Daten gleichzeitig neue Zielkonflikte und weitgehende ethische Fragen (Thrän & Moesenfechtel 2020).

2. Bioökonomiestrategien

Die Bioökonomie von heute hat sich seit ihrer Einführung als wissensbasierte Bioökonomie (Knowledge-based Bioeconomy – KBBE) durch die EU im September 2005 von einer Forschungsinitiative in Vorbereitung des 7. Rahmenprogramms (siehe EU-Büro 2021) zu einer umfassenden Wirtschaftsstrategie politisch weiterentwickelt. Rund 60 Staaten und mehr und mehr Regionen weltweit haben entsprechende unterstützende und fördernde Strategien, Aktionspläne, Roadmaps etc. verabschiedet, die entweder direkt diesen Namen tragen oder inhaltlich identische Initiativen aufweisen. Einige unter ihnen, wie etwa die EU, Deutschland und Italien haben sogar schon eine zweite Version erarbeitet. Die Zahl der Einrichtungen, die das System Bioökonomie, das heißt eine im weitesten Sinn stärkere Nutzung biologischer Ressourcen und das Wissen darüber, fordern und fördern, wächst ständig weiter. Das Ziel: zur Ressourceneffizienz, Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft und Erreichen der Klimaziele beizutragen. Biologische Ressourcen und das Wissen über sie können auch Produkte und Verfahren mit neuen bisher nicht gekannten Eigenschaften schaffen oder neue innovative Ergebnisse liefern.

Der komplexe Übergang zu einer nachhaltigen Bioökonomie setzt dabei vielfältige technische, marktliche und soziale Innovationen voraus. Er wird aber vor allem nicht ohne geeignete staatliche Steuerung gelingen können. Denn bestehende Wettbewerbsverzerrungen zu Lasten biobasierter Produkte und Kreislaufführungen begünstigen das Verharren von Märkten und institutionellen Strukturen in der bisherigen fossilbasierten und durchflussorientierten Wirtschaftsform. Ein fairer Wettbewerb ist so derzeit noch nicht möglich (Thrän & Moesenfechtel 2020).

Vor diesem Hintergrund braucht es eine Governance von Bioökonomie, d. h. ein Steuerungs- und Regelungssystem (Politikinstrumente, aber auch Akteursnetzwerke). Entsprechend des Potenzials und der Herausforderungen sind daher nicht nur in Deutschland (BMBF 2010), sondern in den letzten Jahren auch in vielen Ländern Bioökonomiestrategien verabschiedet worden.

Die wichtigsten Strategien für den deutschen Kontext sind die Europäische Bioökonomiestrategie, die neue, im Jahr 2020 beschlossene Deutsche Bioökonomiestrategie und die Strategien der Bundesländer. Auf die europäische und die deutsche Strategie wird im Folgenden besonders eingegangen. Weitere Strategien der Bundesländer sind im Anhang aufgelistet.

2.1. Europäische Bioökonomiestrategie

Im Februar 2012 wurde die erste europäische Bioökonomie-Strategie veröffentlicht – damals mit den Schwerpunkten Ernährungssicherheit, nachhaltiges Ressourcenmanagement, weniger Abhängigkeit von fossilen Ressourcen, Senkung der CO_2-Emissionen, Schaffung neuer Jobs und Förderung der Wettbewerbsfähigkeit.

Die im Oktober 2018 publizierte, überarbeitete Strategie greift diese Zielsetzungen auf, geht aber darüber hinaus: Sie umfasst alle Sektoren und Systeme, die auf der Nutzung biologischer Ressourcen, ihrer Funktionen und Prinzipien beruhen. Im Mittelpunkt steht die grüne Transformation – eine ökonomisch sinnvolle und ökologisch tragfähige Neuausrichtung der Wirtschaft und Gesellschaft und ein Systemwechsel bei Produktion und Verbrauch von Ressourcen.

Übergeordnetes Ziel der neuen Strategie: einen messbaren Beitrag der Bioökonomie zu Klimaschutz und nachhaltiger Entwicklung in Europa leisten. In der neuen Strategie werden drei zentrale Hand-lungsfelder umrissen und 14 Politikmaßnahmen formuliert:

- **Biobasierte Wirtschaft in Europa ausbauen und stärken**
  - Fortsetzung öffentlich-privater Partnerschaften (PPP) mit biobasierten Industriesektoren
  - Etablierung einer mit 100 Mio. Euro ausgestattete „Circular Bioeconomy Thematic Investment Plattform“
  - Durchführung von Studien und Analysen zu Hindernissen und förderlichen Faktoren der Marktentwicklung
  - Weiterentwicklung und Förderung von Standards und Labels
  - Förderung der Entwicklung nachhaltiger Bioraffinerien
  - Substitution biobasierter statt erdölbasierter Produkte zur Bewältigung des Plastikmüll-Problems

- **Regionale und lokale Bioökonomien ausbauen**
  - Entwicklung von Umsetzungskonzepten zur Stärkung lokaler Bioökonomien („Strategic Deployment Agenda“)
  - Durchführung von Pilotprojekten im ländlichen Raum, in Küstengebieten und städtischen Gegenden zur Veranschaulichung des Potenzials der Bioökonomie
  - Einrichtung einer EU-weiten Beratungsstelle zur Unterstützung der Mitgliedstaaten
  - Entwicklung von Lehrplänen und Programmen für die Bildung und Ausbildung

- **Ökologische Grenzen der Bioökonomie erkennen**
  - Ausbau der Wissensbasis zur Bioökonomie ausbauen (Förderung des EU Knowledge Center for Bioeconomy)
  - Etablierung eines EU-weiten Monitoring
  - Entwicklung freiwilliger Leitlinien (wie die Bioökonomie gestaltet werden kann, ohne Naturschutz und Biodiversitätsschutz zu beeinträchtigen)
  - Förderung agrarökologischer Methoden oder mikrobiombasierter Lösungen.

(Bioökonomie.de 2019)

2.2. Die Deutsche Bioökonomiestrategie

Die neue Nationale Bioökonomiestrategie wurde am 15. Januar 2020 im Bundeskabinett beschlossen und legt die Bundesregierung die Leitlinien und Ziele ihrer Bioökonomie-Politik fest und benennt Maßnahmen für deren Umsetzung.

Die Strategie baut auf der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ und der „Nationalen Politikstrategie Bioökonomie“ auf und bündelt die politischen Aktivitäten in einem kohärenten Rahmen (Bioökonomie.de 2021a, Bioökonomie.de 2021b). Mit der Strategie werden die Voraussetzungen geschaffen, um Deutschlands Vorreiterrolle in der Bioökonomie zu stärken und die Technologien und Arbeitsplätze von morgen zu entwickeln. Gleichzeitig bekennt sich die Bundesregierung mit der Strategie zu ihrer globalen Verantwortung in der international vernetzten Bioökonomie.

Zwei übergeordnete Leitlinien flankieren die Ziele und Maßnahmen der Nationalen Bioökonomiestrategie.

Die erste Leitlinie verweist auf biologisches Wissen und fortschrittliche Technologien als Pfeiler eines zukunftsfähigen, nachhaltigen und klimaneutralen Wirtschaftssystems. Die zweite Leitlinie zielt auf die Rohstoffbasis der Wirtschaft, die durch biogene Ressourcen nachhaltig und kreislauforientiert ausgerichtet werden soll.

Die Bioökonomiestrategie der Bundesregierung adressiert ein breites Spektrum an Zielen auf unterschiedlichen gesellschaftlichen Ebenen und in allen wirtschaftlichen Sektoren, die sich in sechs gemeinsamen strategischen Zielen zusammenfassen lassen:

- Bioökonomische Lösungen für die Nachhaltigkeitsagenda entwickeln
- Potenziale der Bioökonomie innerhalb ökologischer Grenzen erkennen und erschließen
- Biologisches Wissen erweitern und anwenden
- Ressourcenbasis der Wirtschaft nachhaltig ausrichten
- Deutschland zum führenden Innovationsstandort der Bioökonomie ausbauen
- Gesellschaft einbinden, nationale und internationale Kooperationen intensivieren

Bei der konkreten Ausgestaltung der Nationalen Forschungsstrategie sowie der Politikstrategie wurde die Bundesregierung durch den Bioökonomierat beraten. Das im Jahr 2009 eingesetzte Gremium ist mit Experten aus diversen Fachdisziplinen in Wissenschaft und Wirtschaft besetzt, erarbeitet Empfehlungen zur Weiterentwicklung künftiger Forschungsschwerpunkte und setzt sich für den zivilgesellschaftlichen Dialog mit allen gesellschaftlichen Akteursgruppen ein. Im Dezember 2020 hat der neue Bioökonomierat seine Arbeit aufgenommen.

Für die strategischen Ziele werden konkrete Umsetzungsziele in der Forschungsförderung, der Gestaltung von Rahmenbedingungen und bei übergreifenden Instrumenten festgelegt. Forschung ist der Schlüssel, um die Potenziale der Bioökonomie zu erkennen und zu erschließen. Die Schwerpunkte der künftigen Forschungsförderung werden in den Bausteinen Biologisches Wissen als Schlüssel zur Bioökonomie, Konvergierende Technologien und disziplinübergreifende Zusammenarbeit, Grenzen und Potenziale, Transfer in die Anwendung, Bioökonomie und Gesellschaft sowie Globale Forschungskooperationen liegen.

Zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Bioökonomie werden politische Handlungsfelder beschrieben, auf denen die Bundesregierung in den kommenden Jahren konkrete Maßnahmen ergreifen wird. Das betrifft die Minderung des Flächendrucks, die Sicherstellung der nachhaltigen Erzeugung und Bereitstellung biogener Rohstoffe, den Aufbau und die Weiterentwicklung bioökonomischer Wertschöpfungsketten

und -netze, Instrumente zur Markteinführung und Etablierung biobasierter Produkte, Verfahren und Dienstleistungen, die Sicherstellung politischer Kohärenz, die Nutzung des Bioökonomie-Potenzials für die Entwicklung ländlicher Räume sowie die Nutzung der Digitalisierung für die Bioökonomie.

Um der Bioökonomie als umfassendem Ansatz gerecht zu werden, setzt die Bundesregierung übergreifende Instrumente zur Umsetzung der Strategie ein. Dazu gehören die Einrichtung eines Beratungsgremiums, die Zusammenarbeit des Bundes mit den Ländern, europäische und internationale Zusammenarbeit, Maßnahmen zur Kommunikation und für einen offenen Dialog mit gesellschaftlichen Gruppen, Maßnahmen zur Förderung von Qualifikation und Fachkräften sowie die Etablierung eines Bioökonomie-Monitorings (Bioökonomie.de 2021c).

2.3. Sektoren der Bioökonomie

Die Bioökonomie, in ihrer Eigenschaft als Wirtschaftszweig betrachtet, kann in einzelne Sektoren unterschieden werden. Dahinter steht die Vorstellung, dass man die gesamtwirtschaftliche Produktion nach verschiedenen Wirtschaftssektoren beziehungsweise Branchen aufgliedern kann, wobei der Begriff Sektor zum einen im Sinne einer hohen Aggregationsstufe (Land- und Forstwirtschaft – Industrieller Sektor – Dienstleistungssektor) oder auch auf einer niedrigen Aggregationsstufe verwendet werden kann, bei der man auch von Branchen spricht.

2.3.1. Der Ansatz der Bundesministerien für Bildung und Forschung und Ernährung und Landwirtschaft

In der Publikation „Bioökonomie in Deutschland“, herausgegeben vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) vom Mai 2014 werden zehn Wirtschaftszweige genannt, die für die Bioökonomie relevant sind, ihr aber nicht vollständig zuzurechnen sind, und zwar in dieser Reihenfolge: Automobilbranche, Bau, Chemie, Energie, Land- und Forstwirtschaft, Maschinenbau, Nahrungsmittelindustrie, Pharmazeutische Industrie, Konsumgüter sowie Textilien und Bekleidung. Für die einzelnen Wirtschaftszweige werden Beispiele für die jeweiligen Produkte angeführt, die der Bioökonomie zuzuordnen sind, wobei die in diesem Zusammenhang entstehenden Umsätze oder Beschäftigtenzahlen in den meisten Fällen nicht quantifiziert werden können.

Vielmehr wird die jeweilige Gesamtzahl der Unternehmen, der Mitarbeiter und der Gesamtumsatz in den einzelnen Wirtschaftszweigen angegeben (BMBF und BMEL 2014), die somit nur zu einem unbekannten Anteil der Bioökonomie zuzurechnen wären.

2.3.2. Der Ansatz des deutschen Bioökonomierats

EDer Bioökonomierat beschreibt in seinem Gutachten „Innovation Bioökonomie“ von 2010 die Wertschöpfungsketten von der Produktion von Biomasse in den Sektoren Land- und Forstwirtschaft, Fischerei und Aquakultur, Kulturmedien (Mikrobielle Produktion) und Abfallwirtschaft, die über die Aufbereitung und Veredelung unter Anwendung von Biotechnologie, Chemie, Verfahrenstechnik und Bioraffinerie in die Herstellung und Vermarktung in den Bereichen Lebensmittel, Futtermittel, bioba-sierte Produkte und Bioenergieträgermündet (Bioökonomierat 2010).

Diese Darstellung der Wertschöpfungsketten wird flankiert durch die Aufzählung von Branchen wie Nahrungs- und Futtermittel, Getränken, Leder, Holzwaren, Papier und pharmazeutischen Grundstoffen, welche allerdings unvollständig bleibt. Auch diese Vorgehensweise gibt daher Hinweise auf die Schwierigkeiten, die einzelnen Sektoren der Bioökonomie differenziert, aber auch vollständig zu beschreiben.

Dementsprechend weist der Bioökonomierat darauf hin, dass es sich gegenwärtig bei der Bioökonomie noch nicht um einen Wirtschaftssektor im traditionellen Sinne handelt, sondern vorerst um ein Konglomerat von Branchen auf dem Weg zu einem neuen Sektor.

Bioökonomie für die Industrienation

In einer weiteren gemeinsamen Publikation des Bioökonomierats mit dem Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) mit dem Titel „Bioökonomie für die Industrienation – Ausgangslage für biobasierte Innovationen in Deutschland verbessern“ vom Dezember 2016 (Zinke et al. 2016) wird zwischen acht Sektoren unterschieden, wobei deren Analyse auf die Bedeutung von Innovationssystemen ausgerichtet ist. Hierbei handelt es sich um die Pharmazeutische Industrie, die Chemieindustrie, die Energiewirtschaft, die Biotechnologie, den Anlagenbau, die Au-tomobilindustrie, das Baugewerbe und die Informations- und Kommunikationstechnologien. Diese Aufzählung erinnert an die sektorale Differenzierung des BMEL, wobei allerdings die Land- und Forstwirtschaft, die Nahrungsmittelindustrie sowie die Textil- und Bekleidungsindustrie fehlen. Dies ist sicherlich der Orientierung am innovativen Potenzial der beschriebenen Sektoren geschuldet. Hinzu kommen die Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK), mit denen wohl in erster Linie die Bioinformatik gemeint ist. Insgesamt erfolgt hier wiederum eine eher weite Abgrenzung im Sinne der Europäischen Kommission, allerdings wie beim BMEL ohne Einbeziehung der Dienstleistungen und des Handels. Die Studie zitiert für einzelne Wirtschaftszweige einige

empirische Branchenkennziffern: Biopharmazeutika erzielten danach 2013 mit rund 6,5 Mrd. € ein Fünftel des Umsatzes des gesamten deutschen Apothekenmarktes. Die deutsche chemische Industrie nutzte 2011 rund 19 Mio. t fossiler Rohstoffe zur stofflichen Verarbeitung und etwa 2,7 Mio. t nachwachsende Rohstoffe. Der Anteil der nachwachsenden Rohstoffe lag damit bei etwa 13 % und soll zukünftig wachsen. In der europäischen und amerikanischen Chemieindustrie sind rund 5 % der Produkte und Verfahren biobasiert. Bis 2025 wird eine Verdopplung bis Vervierfachung des biobasierten Anteils erwartet. In den Bereichen Bioenergie und Biokraftstoffe lag die Zahl der Beschäftigten gemäß Zinke et al. 2016 im Jahr 2013 bei 126.400. Aktuellere Zahlen hierzu findet man beim Bundesverband Bioenergie (BBE). Dieser meldet für 2016 rund 105.600 Beschäftigte in der deutschen Bioenergiebranche. Der gesamte Bioenergie-Branchenumsatz lag laut BBE in 2016 bei 12,05 Mrd. € – entsprechend 40 % Anteil am Gesamtumsatz aller Erneuerbaren Ener-gien von 29,6 Mrd. €. Die Investitionen in Bioenergie-Anlagen in 2016 lagen bei ca. 1,64 Mrd. €. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Investitionen in den Neubau, zu einem geringen Teil auch um die Erweiterung oder Ertüchtigung von Anlagen. Neben den Investitionen der Energieversorgungsunternehmen sind auch die Investitionen aus Industrie, Gewerbe, Handel und privaten Haushalten enthalten (Bundesverband Bioenergie 2019). Relativ umfassend und detailliert fällt bei Zinke et al. (2016) die Beschreibung der Biotechnologie aus. Diese weist einen hohen Anteil an kleinen und jungen Unternehmen auf. In Deutschland existieren nur rund 30 Unternehmen mit mehr als 100 Beschäftigten. Fast jede zweite Biotech-Firma ist dagegen ein Kleinstunternehmen mit weniger als zehn Mitarbeitern.

Das Durchschnittsalter aller 579 Firmen lag 2014 bei elf Jahren. Sie erzielten 2014 einen Umsatz von rund 3 Mrd. € bei Aufwendungen für Forschung und Entwicklung (FuE) von ca. 1 Mrd. €. Rund die Hälfte der in Deutschland ansässigen dedizierten Biotechnologie-Unternehmen konzentriert sich auf medizinische Anwendungen. Ein Drittel der deutschen Biotech- Firmen versteht sich als Dienstleister, zum Beispiel als Auftragsproduzent für andere Biotech-Unternehmen. Nur wenige Firmen in Deutschland sind auf die industrielle (10 %) oder die grüne Biotechnologie (4 %) spezialisiert. Auf das Zukunftsfeld „Bioinformatik“ haben sich bisher rund 5 % der Firmen kon-zentriert. Neben den dedizierten Biotech- Firmen sind auch Unternehmen in der Branche aktiv, deren Geschäft nur zu einem Teil auf biotechnologischen Methoden beruht. Dazu zählen vor allem Konzerne aus der Pharma-, Chemie- und Lebensmittelwirtschaft. Insgesamt lassen sich in Deutschland rund 37.000 Arbeitsplätze der Biotechnologie zuordnen (biotechnologie.de 2015). Eine aktuellere Studie mit dem Titel „The German Biotechnology Sector“ der BIOCOM AG von 2017 beziffert für 2016 den Umsatz von 615 Biotechnologie-Unternehmen auf 3,5 Mrd. € bei FuE-Aufwendungen von 1,1 Mrd. € und 42.280 Mitarbeitern. Mit einer Zeitreihe von 2008 bis 2016 handelt es sich bei der Biotechnologie damit um das am besten dokumentierte Teilsegment der biobasierten Wirtschaft in Deutschland (BIOCOM AG 2017).

2.3.3. Zusammenfassung

Die sektorale Abgrenzung erfolgt meist im Hinblick auf die jeweilige Zielsetzung der entsprechenden Untersuchung. Daher werden in den verschiedenen Ansätzen unterschiedliche Abgrenzungen der Bioökonomie vorgenommen und unterschiedliche Definitionen von Bioökonomie zugrunde gelegt. Es mangelt somit an der Eindeutigkeit, der Vollständigkeit und der Vergleichbarkeit in der Beschreibung der Bioökonomie und dort, wo das Kriterium der Vollständigkeit am weitest gehenden erfüllt ist, an der Aktualität der Ergebnisse (Stand Jahresmitte 2019). Gemeinsame Definitionen und Klassifikationen und kohärente Darstellung der Bioökonomie, die alle relevanten Wirtschaftszweige von der Erzeugung von Biomasse über deren Verarbeitung bis hin zum Handel mit biobasierten Produkten und den korrespondierenden Dienstleistungen umfasst, existieren nicht.

2.4. Bausteine für eine Bioökonomie-Strategieentwicklung

Aus den meisten Strategie lassen sich Empfehlung ableiten, wie eine Bioökonomie im System aufzustellen ist. Eine erfolgreiche Bioökonomiestrategie benötigt Koordinierungsstellen, die wiederum verschiedene Aufgaben übernehmen:

- Aktionsfelder definieren
- Sektoren priorisieren
- Potenzialanalyse forcieren
- F&E stärken
- Best-Practice-Beispiele fördern (Lead-Follow)
- Anreize schaffen
- Finanzierung sicherstellen
- Regionalität betonen
- Öffentliche Beschaffung in den Blick nehmen

Des Weiteren müssen ermöglichende und einschränkende strategische Anreize geschaffen werden, zum Beispiel:

Ermöglichende Anreize	Einschränkend Anreize
• Wettbewerb von Verfahren und Prozessen der Bioökonomie mit etablierten, petrochemischen Verfahren verringern • Kostenvorteile ermöglichen (Entwicklung und Optimierung sind kostenintensiv -> Hier Kostendruck mindern) • Verfügbarkeit von Kapital gewährleisten • Fonds schaffen • Kapitalgeber anwerben • Entwicklung von Anlagen-Infrastruktur unterstützen • Etablierung von neuen Logistikketten fördern • Regionale und ortsbezogene Sektor-Kopplung forcieren • Zahlungsbereitschaft bei Kunden erhöhen / Mehrwert herausstellen • BÖ-Ausschreibungen öffentlichkeitswirksamer bewerben	• Verbot nicht nachhaltiger Anwendungen • Besteuerung von Endprodukten auf Basis ihres ökologischen Fußabdrucks bzw. Anteils biogener Rohstoffe • Einführung einer „Einspeiseprämie“ für Produzenten nachwachsender Rohstoffe, die die-se für die stoffliche Nutzung anbieten • Entwicklung einer Informationskampagne zu nachhaltigkeitsrelevanten Eigenschaften bio-basierter Produkte. • Reduktion und Vereinfachung des „Siegel-Dschungels“ • Definition notwendiger Kriterien zur Erfassung der Nachhaltigkeit von Produkten der Bioökonomie. • Vergabe eines Auftrags nur bei Einhaltung dieser Kriterien

3. Analyse relevanter deutscher Institutionen / Partnern / Protagonisten insbesondere aus dem Privatsektor und ihre Positionen

Die Umsetzung der Bioökonomiestrategie in Deutschland erfordert netzwerkbasierte Organisationsformen, über die neue Wertschöpfungskette entstehen, um biobasierte Innovationen mit etablierten sowie neuen Unternehmensakteuren zu entwickeln und zur Marktreife zu führen. Cluster und Plattformen zählen zu den netzwerkartigen Organisationsformen, die in besonderer Weise in der Bioökonomie zum Einsatz kommen. Unterschiedliche Strategien können zur Umsetzung der verschiedenen Organisationsformen gewählt werden. Bei der Etablierung von Clusterprozessen determinieren viele Einflussfaktoren den Umsetzungserfolg. Im Rahmen des Clustermanagements können verschiedene Instrumente zum Einsatz kommen, durch die Professionalisierungspotenziale in systematischer Weise genutzt werden können. Zukünftig werden Clusterkonzepte zunehmend mit digitalen Plattformen als moderne Organisationsform verknüpft, weil sich hierüber gegenüber klassischen Clusterprozessen weiterführende Netzwerk- und Skalierungseffekte nutzen lassen (Thrän & Moesenfechtel 2020). Da in einigen Bundesländern bereits eine Clusterstruktur besteht, soll im Folgenden auf die Bestrebungen innerhalb der einzelnen Bundesländer eingegangen werden.

Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfalen will zu einem führenden europäischen Standort für Bioökonomie werden. Im Jahr 2012 hat die Landesregierung Eckpunkte einer Strategie entwickelt, die die wissensbasierte Bioökonomie voranbringen sollen. Das Land verfügt über hinreichend nachwachsende Rohstoffe und eine starke wissenschaftliche und wirtschaftliche Basis in bioökonomie-relevanten Bereichen (Bioökonomie.de 2021d).

Exkurs Cluster

Die Transformation von einer auf fossilen Rohstoffen basierten zu einer auf nachwachsenden Rohstoffen basierten Wirtschaftsweise erfordert neue Ansätze und Kooperationen in Forschung und Wirtschaft. Das Bioeconomy Science Center (BioSC) ist ein Forschungsverbund für nachhaltige Bioökonomie in Nordrhein-Westfalen, der disziplinübergreifende Forschung und Ausbildung in einem integrierten Gesamtkonzept aus Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Forschung betreibt. Die Kooperation in dem regionalen wissenschaftlichen Kompetenzverbund bietet einzigartige Voraussetzungen zur Entwicklung von biobasierten Herstellungsverfahren und bioökonomischen Konzepten, die zur Entwicklung einer nachhaltigen Bioökonomie auf regionaler Ebene z. B. bei der Entwicklung einer Modellregion BioökonomieRevier im Rheinland und darüber hinaus beitragen (Thrän & Moesenfechtel 2020).

Sachsen-Anhalt

Bioökonomie und biobasierte Wirtschaft spielen in Sachsen-Anhalt eine wichtige Rolle. Gemeinsam mit dem Nachbarn Sachsen ist Sachsen-Anhalt Schwerpunktregion des mitteldeutschen Spitzenclusters BioEconomy. Wichtige akademische Impulse liefert der Wissenschaftscampus Halle, an dem die vier Leibniz-Institute der Region mit den entsprechenden Instituten der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) interdisziplinär zusammenarbeiten. Jährlich wird vom Campus in Kooperation mit dem Spitzencluster BioEconomy eine internationale Bioeconomy Conference ausgerichtet (Bioökonomie.de 2021d).

Exkurs Cluster

Im Jahr 2012 gegründet, unterstützt das BioEconomy Cluster die nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 des Bundes und zielt auf die thematische wie räumliche Vernetzung ab mit übergreifenden Wertschöpfungsstufen. Das Land Sachsen-Anhalt fördert den BioEconomy e. V. als Innovationscluster bis ins Jahr 2026. Das Profil des Landes Sachsen-Anhalt, mit der Spezialisierung auf z. B. Agro-, Fein- und Spezialchemie, aber auch mit neuen Anwendungsfeldern wie z. B. dem automobilen Leichtbau mit Composites, wird auch durch

das BioEconomy Cluster vorangetrieben. Die Bioökonomie verbindet forschungsintensive wirtschaftliche Aktivitäten der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft mit stofflicher und energetischer Nutzung nachwachsender Roh-stoffe. Dem Wandel der erdölbasierten Chemiewirtschaft hin zu einer nachhaltigeren, ressourcen- und energieeffizienteren sowie stärker biobasierten Wirtschaft wird weltweit hohe Bedeutung beigemessen. Diesen Leitmarkt „Chemie und Bioökonomie" prägt das BioEconomy Cluster eben-falls maßgeblich mit (Thrän & Moesenfechtel 2020).

Baden-Württemberg

Bioökonomie und nachhaltiges Wirtschaften spielen in Baden-Württemberg eine große Rolle. Bereits 2013 gab es eine eigene Forschungsstrategie, im Juni 2019 wurde die Landesstrategie "Nachhaltige Bioökonomie Baden-Württemberg" beschlossen, für deren Umsetzung 50 Mio. Euro bereitgestellt werden. Zum anderen befassen sich viele Forschungseinrichtungen mit Bioökonomie und der erste deutsche Masterstudiengang Bioökonomie wurde in Baden-Württemberg eingeführt. Eine enge Verknüpfung von Forschung und Wirtschaft wird durch gemeinsame Projekte von Forschungseinrichtungen mit Unternehmen, verschiedenen – auch internationalen – Konferenzen ermöglicht (Bioökonomie.de 2021d).

Exkurs Cluster

Die Landesregierung Baden-Württemberg hat sich 2012 als eines der ersten Bundesländer in Deutschland dazu entschlossen, eine eigene Bioökonomieforschungsstrategie zu entwickeln. Das Kapitel beschreibt die Konzeption und die Zusammenarbeit innerhalb des daraus resultierenden Forschungsprogramms. Übergeordnete Ziele der vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst geförderten Aktivitäten waren die Förderung der regionalen und interdisziplinären Vernetzung, sowie die Entwicklung von Bioökonomiewertschöpfungsketten in einem systemischen Ansatz. Der durch Universitäten und Forschungsinstitute geprägte Verbund zeichnet sich darüber hinaus durch eine ausgeprägte Strategie zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und innovative Konzepte zur Bioökonomie Ausbildung aus. Im Jahr 2019 hat die Landesregierung die ressortübergreifende „Landesstrategie Nachhaltige Bioökonomie Baden-Württemberg" präsen-tiert, mit der Baden-Württemberg anstrebt, ein Beispielland der Bioökonomie zu werden (Thrän & Moesenfechtel 2020).

Bayern

Nachhaltige Wirtschaft und Bioökonomie spielen in Bayern eine immer größere Rolle. Als erstes Bundesland berief Bayern 2015 einen eigenen Bioökonomierat ein, der die Ausgangssituation und Potenziale evaluierte. Durch den im Sommer 2017 beschlossenen Ausbau des Campus Straubing als Standort der Technischen Universität München mit Forschungs- und Ausbildungsschwerpunkt Bioökonomie hat der Freistaat einen weiteren Schritt unternommen, um die Bioökonomie auszubauen. Unternehmen und Forschungspartner werden über Plattformen miteinander vernetzt. Im November 2020 stellte der Freistaat seine neue Bioökonomiestrategie vor.

Exkurs Cluster

In Bayern treibt eine Vielfalt verschiedener Akteure die Entwicklung der Bioökonomie voran. Die brancheninterne und sektorübergreifende Entwicklung von (Forschungs-) Kooperationen zur Entwicklung innovativer Anwendungen nachwachsender Rohstoffe erfolgt auf Initiative sektorspezifischer Cluster und Verbände sowie einzelner Unternehmen. Die gute Rohstoffverfügbarkeit, bedingt durch eine leistungsstarke Land- und Forstwirtschaft, der Wirtschafts- und Hochtechnologie-standort Bayern sowie die Vielfalt der angesiedelten Unternehmen bieten eine breite Basis für die Vernetzung und Optimierung innovativer Wertschöpfungsketten. Die Bayerische Staatsregierung unterstützt die wirtschaftliche Entwicklung durch Gestaltung entsprechender politischer Rahmenbedingungen (Thrän & Moesenfechtel 2020).

Berlim

Berlin verfügt bislang über keine spezifische Bioökonomie-Strategie. Allerdings macht es sich für nachhaltiges Wirtschaften im städtischen Raum stark und in Zusammenarbeit mit dem Land Brandenburg werden Forschung und Firmengründungen auch aus dem Bereich Bioökonomie gefördert. In Berlin als Hochschulstandort sind viele entsprechende Forschungsprojekte angesiedelt und es bietet diverse Studienmöglichkeiten zu bioökonomischen Kernthemen. Darüber hinaus finden in Berlin nationale und internationale Konferenzen zur Bioökonomie statt (Bioökonomie.de 2021d).

Brandenburg

Brandenburg umschließt das Bundesland Berlin. Mit Berlin und Potsdam im Zentrum und wirtschaftlich wichtigen Forschungs- und Industriestandorten im Umland haben sich länderübergreifende Fördermaßnahmen als sinnvoll erwiesen. Darüber hinaus bietet Brandenburg mit untereinander vernetzten Forschungszentren und Industriestand-

orten ideale Voraussetzungen für die Bioökonomie-Forschung. Brandenburgs Potenzial ist groß und sollte in Zukunft deshalb auch noch besser sichtbar werden (ebd.).

Exkurs Cluster

Im Cluster Kunststoffe und Chemie wird die wertschöpfende stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe und biologischer Reststoffe gefördert. Auf der Kooperationsbörse des Clusters wird aktiv und öffentlich nach spezialisierten Partnern für Projekte gesucht und die Vernetzung von Unternehmen und Forschungseinrichtungen gefördert. Kooperationsverbünde mit überregionalen Netzwerken aus Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen sind ein weiteres Teil des Clusters. Auch mit dem Cluster Ernährungswirtschaft Brandenburg wird die Bioökonomie in Brandenburg gefördert. Es sollen regionale Wertschöpfungsketten verbessert, innovative Produkte und Verfahren entwickelt und die Bevölkerung für die bewusste und gesunde Ernährung sensibilisiert werden. Das Regionalimage soll zusätzlich gestärkt werden, um dadurch regionaler Produkte noch attrak-tiver zu machen (Bioökonomie.de 2021e).

Bremen

Der zwei-Städte-Staat Bremen setzt sich aus Bremen und Bremerhaven zusammen. Die wichtigsten Branchen im Land Bremen sind Luft- und Raumfahrt, maritime Wirtschaft und Logistik, Automotive und Windenergie. Auch viele bekannte Marken der Lebens- und Genussmittelbranche stammen aus Bremen. Das Spektrum der Produktsorten ist breit, die Produkte selbst biobasiert. Um den Standort weiter auszubauen, investiert die Lebens- und Genussmittelbranche jährlich mehrere Millionen Euro. Weitere bioökonomische Aktivitäten stammen vor allem aus den Bereichen der Biotechnologie und Nutzung mariner Ressourcen. Die landeseigene Förderung konzentriert sich auf anwendungsbezogene Umwelttechnik und –forschung, regenerative Energien und Energieeffizienz (Bioökonomie.de 2021d).

Hamburg

Hamburg ist nach Berlin der zweitgrößte Stadtstaat in Deutschland und ein wichtiges Zentrum für nachhaltige Entwicklung und Innovation. Die Politik hat entsprechende Ziele und Fördermaßnahmen definiert, um den Markt für nachhaltige Produkte und die Forschung zu stärken (ebd.).

Hessen

Hessen verfügt als traditionell starker Standort der Chemie- und Pharmaindustrie, mit den ansässigen Unternehmen und Verbänden, Forschungseinrichtungen sowie einer sehr guten Infrastruktur über ideale Voraussetzungen, eine Vorreiterrolle in der Bioökonomie einzunehmen. Derzeit sind in Hessen im Bereich der Bioökonomie über 60 Unternehmen mit 16.000 Mitarbeitern tätig, die einen Umsatz von rund 8 Mrd. Euro erwirtschaften. Das Bundesland Hessen sieht in der Bioökonomie eine zentrale Aufgabe und Chance für Politik und Wirtschaft und hat die Weichen entsprechend gestellt (ebd.).

Mecklenburg-Vorpommern

In Mecklenburg-Vorpommern gibt es zwar bislang keine spezifische Bioökonomiestrategie, dennoch möchte das Land seinen Beitrag zur Umsetzung der nationalen Strategie leisten. 2013 wurde daher ein Expertengremium berufen, um die bioökonomischen Potenziale Mecklenburg-Vorpommerns zu analysieren. Das dünn besiedelte Land ist geprägt durch Ackerbau, Holzwirtschaft und Fischfang, hat aber auch großes Potential in den Life Sciences. Außerdem verfügt Mecklenburg-Vorpommern über exzellente Forschungseinrichtungen, vorwiegend im Bereich der Agrarwirtschaft (ebd.).

Niedersachsen

Eine dezidierte Bioökonomie-Strategie gibt es in Niedersachsen nicht. Die Potenziale der wissensba-sierten Bioökonomie wurden dennoch erkannt. Die Landesregierung unterstützt die Bildung von relevanten Netzwerken, und fördert die Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft, Forschung und Öffentli-cher Hand. Einen Masterplan Bioökonomie auf regionaler Ebene hat die Region Weser-Ems erstellt (ebd.).

Rheinland-Pfalz

Bekannt ist Rheinland-Pfalz vor allem für den Weinanbau. Neben der Land- und Forstwirtschaft prägen die Chemie- und die Pharmaindustrie, die Automobilindustrie sowie der Maschinenbau und die Ernährungsbranche das Land. Eine spezifische Bioökonomie-Strategie gibt es nicht. Lebenswissenschaften und Energie, Umwelttechnik und Ressourceneffizienz werden jedoch als Potenzialbereiche in der 2014 beschlossenen Regionalen Innovationsstrategie genannt (ebd.).

Saarland

Eine Bioökonomie-Strategie gibt es im Saarland nicht, an relevanten Themen wird dennoch gearbeitet. Im kleinsten Flächenland Deutschlands spielen die Metallbranche, die Fahrzeugproduktion und der Maschinenbau eine große Rolle, diese drei Sektoren erbringen fast drei Viertel des Gesamtum-satzes im verarbeitenden Gewerbe. Im Forschungsbereich hat sich die Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) zu einem profilgebenden Forschungs- und Innovationsschwerpunkt entwickelt (ebd.).

Sachsen

Nachhaltige Wirtschaft und Bioökonomie gehören in Sachsen zu den zentralen Themen. Gemeinsam mit dem Nachbarn Sachsen-Anhalt ist Sachsen Schwerpunktregion des mitteldeutschen Spitzenclusters Bioeconomy. Die Interessen der Biotechnologie und Medizintechnik im Land bündelt das Cluster biosaxony. In beiden Clustern sind namhafte Partner aus der Wissenschaft vertreten. Sie fördern Kooperationen zwischen Forschungseinrichtungen und Wirtschaftsunternehmen und organisieren Veranstaltungen (ebd.).

Schleswig-Holstein

Schleswig-Holstein, das Land zwischen Nord- und Ostsee, sieht sein bioökonomisches Potenzial gemäß der geografischen Lage, vorwiegend maritim geprägt. Ein Masterplan Bioökonomie soll entwickelt werden. Wichtige Themen sowohl für den Wirtschafts- als auch für den Wissenschaftsstandort sind nachhaltige Aquakultur, die marine Biotechnologie und eine nachhaltige Energieversorgung. Forschung und Entwicklung in den Bereichen Erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Bioökonomie sowie die Clusterbildung sollen entsprechend, auch über Landesgrenzen hinweg, gefördert werden (ebd.).

Thüringen

Eine spezifische Bioökonomiestrategie gibt es in Thüringen nicht. Das Potenzial der Bioökonomie wurde jedoch erkannt und soll entsprechend genutzt werden. Dies zeigt sich in verschiedenen rele-vanten Strategiepapieren. Bei der Umsetzung der Strategien setzt die Landesregierung in Thüringen auf die enge Zusammenarbeit von Wissenschaft, Forschung, Wirtschaft und Politik (ebd.).

4. Mapping von Kooperationsansätzen deutsch-brasilianischer Initiativen – Erfolgsbeispiele in der Bioökonomie[1-2]

Die stärkste Volkswirtschaft Südamerikas ist reich an biobasierten Rohstoffen. Das Land am Amazonas verfügt über eine unerreichte Artenvielfalt. Agrarwirtschaftlich dominiert seit Jahrzehnten die Herstellung und der Verbrauch von Zuckerrohr-Alkohol. Die Bioethanol-Branche ist zum zweitgrößten Produzenten weltweit aufgestiegen. Neben Biosprit sind Rohrzucker und Soja weitere bedeutende Exportgüter. Der Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen ist weit verbreitet: Brasilianische Agrarflächen machen ein Fünftel der globalen GV-Anbaufläche aus. Künftige Potenziale liegen in der biobasierten Chemikalien- Produktion. Auch die Holzwirtschaft gilt als Wachstumsmarkt. Zudem hat sich Brasilien verpflichtet, die illegale Rodung von Regenwald bis 2030 zu stoppen.

Wie andere Länder in Südamerika profitiert das tropische Brasilien von seinen reichlich vorhandenen Ressourcen an pflanzlicher Biomasse. Allein das macht Brasilien zu einem der führenden Akteure in der Bioökonomie. Ein Schwerpunkt in der Produktion liegt im Gebiet Biotreibstoff.

Die Initiativen im Bereich der Bioökonomie sind zahlreich und können nachfolgend lediglich angedeutet bzw. oberflächlich umrissen werden. Ähnlich dem agrar- und forstwirtschaftlichem Potenzial sowie dem Potenzial einer umfassenden Klimaanpassung Brasiliens ist auch das Potential der Bioökonomie in Brasilien vielfältig und nahezu unerschöpflich. Vor diesem Hintergrund besteht eine große Herausforderung bei der Erfassung der aktuell bestehenden bzw. der in Entstehung befindenden Kooperationen und Initiativen. Auch das Potential der Entwicklung von zukünftigen Initiativen bzw. Projekten kann für den vorliegenden Kurzbericht lediglich überblicksweise und nicht vollständig aufgelistet werden.

4.1 Fraunhofer IVV

Ziel des 2013 gegründeten Fraunhofer Projektzentrums für Innovation in der Lebensmitteltechnologie und in Erneuerbaren Ressourcen ist die Suche nach gemeinsamen Lösungen im Bereich der Bioökonomie.

[1] https://www.dwih-saopaulo.org/de/themen/biooekonomie/brasilien-und-deutschland-erfolgsbei- spiele-in-der-biooekonomie/
[2] https://www.dwih-saopaulo.org/files/2019/02/revista_no_5_dialogo_brasil-alemanha_PT_EN.pdf

Brasilien ist ein landwirtschaftliches und industrielles Schlüsselland und gleichzeitig die stärkste Wirtschaftsmacht Lateinamerikas. Das Land verfügt über verschiedene Klimazonen, große landwirtschaftlich nutzbare Flächen sowie ausreichende Wasserressourcen, die ein extrem hohes Produktivitätspotenzial für Ackerbau und Viehzucht bieten. Mit dem Ziel, angewandte Forschung im Bereich der Bioökonomie durchzuführen und neue innovationsgestützte Geschäftsgelegenheiten für den Privatsektor in Deutschland und Brasilien zu schaffen, gründeten das Fraunhofer IVV in Freising und das Institut für Lebensmitteltechnologie (ITAL) in Campinas (Brasilien) 2013 das Fraunhofer Projektzentrum für Innovation in der Lebensmitteltechnologie und in Erneuerbaren Ressourcen.

„Ziel dieses Zentrums ist, kollektive Forschungsaktivitäten durchzuführen und die Forscher dazu anzuregen, gemeinsam Lösungen auf dem Gebiet der Bioökonomie zu suchen. Außerdem will das Zentrum eine strategische regionale Forschungsplattform schaffen, die verschie-dene spezielle Zusatzkompetenzen sammelt, um multidisziplinäre Projekte aufzubauen und den Zugang zu einer großen Bandbreite brasilianischer Grundstoffe und zu nationalen industriellen Produktions- und Verfahrensketten zu ermöglichen."

Peter Eisner, stellvertretender Direktor des Fraunhofer IVV

4.2 Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Angesichts dieses positiven Umfelds für neue Gelegenheiten und mit dem Ziel, die bereits bestehende Kooperation zu stärken und zu vertiefen sowie neue Partnerschaften zu fördern, finanziert das BMBF seit 2013 im Rahmen des Programms „Internationale Bioökonomie" vier strategische Projekte in Brasilien.

Sonnenblumensamen

Eines der in Campinas realisierten Projekte befasst sich mit dem nachhaltigen Anbau und einer innovativen Verarbeitung von Sonnenblumensamen, um gleichzeitig Sonnenblumenöl, Festbrennstoff und proteinreiche Lebensmittelzusätze zu produzieren. Das Projekt wird gemeinsam von Forschern der Institutionen Fraunhofer, ITAL, IFMT, UFMT, Embrapa, Fachhochschule Südwestfalen und weiteren zehn brasilianischen und deutschen Partnern aus dem Industriebereich durchgeführt und vom BMBF sowie vom MCTIC finanziert. Die Industrie ist für die Nutzung der Produkte und für das

Aufzeigen ihres kommerziellen Wertes zuständig. Aufbauend auf den Ergebnissen des Projekts wurde ein Spin-off geschaffen, um neue Lebensmittelzusätze in Südamerika und Europa einzuführen.

ByProFood

ByProFood, ein anderes Gemeinschaftsprojekt des in Campinas ansässigen Zentrums, befasst sich mit der Entwicklung neuer Lebensmittel und Lebensmittelzusätze, die aus Nebenprodukten des Anbaus von Kaffee- und Früchten gewonnen werden. In einer Partnerschaft zwischen Fraunhofer, ITAL und verschiedenen Partnern aus der Industrie konzentriert sich ByProFood auf die Verwendung von Sekundärprodukten, die bei den Verarbeitungsketten der Kaffee-, Mango- und Bananenproduktion anfallen, um aus ihnen wertvolle Zusatzstoffe für die Lebensmittelindustrie zu gewinnen. Ziel ist, eine größtmögliche Wertschöpfung für die Landwirte zu ermöglichen und neue Geschäftsmöglichkeiten für den Privatsektor beider Län- der zu schaffen.

Acroawards

Das Projekt Acroawards konzentriert sich auf die Schaffung nachhaltiger Anbausysteme für die Macaubapalme und die Identifizierung der am besten geeigneten Prozesse zur Verarbeitung ihrer Früchte im Lebensmittelbereich und ihrer Verwendung in anderen Bereichen, um somit den wirtschaftlichen Wert dieser Palme zu erhöhen.

SeaFee

Neben der Erzeugung neuer landwirtschaftlicher Produkte richten sich die Aktivitäten des Projektzentrums in Campinas auch auf die Schaffung neuer Nahrungs- und Futterzusätze, die aus dem Meer gewonnen werden. Das Projekt SeaFood befasst sich dabei speziell auf die Verwendung von Meeresalgen. Neben verschiedenen Partnern aus der Industrie in beiden Ländern sind Forscher aus der Universität São Paulo (USP), das Botanische Institut São Paulo, das Fischereiinstitut sowie Landesuniversität São Paulo (Unesp) an diesem Projekt beteiligt.

4.3 Biotechnologie-Strategie Brasilien

Im Jahr 2007 verabschiedete das Land seine **Biotechnologie-Strategie** mit dem Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken, die künftige Nahrungsmittelsicherheit

zu gewährleisten und neue Arbeitsplätze zu schaffen. Koordiniert wird die Umsetzung durch das „National Biotechnology Committee“ und das Forum für biotechnologische Wettbewerbsfähigkeit. Langfristiges Ziel ist es, landesweit 1.000 Bioraffinerien zu bauen und bis 2025 der weltgrößte Exporteur von Bioethanol zu werden. Mit neuen Regelungen aus dem Jahr 2014 wurden komplexe Abläufe vereinfacht und Hürden abgebaut. In der Nationalen Strategie für Wissenschaft, Technologie und Innovation 2012-2015 (ENCTI) wird der Bereich Biotechnologie zudem als ein Technologiefeld benannt, dessen Innovationsfähigkeit von besonderer Wichtigkeit für die Entwicklung des Landes ist. 2011 wurde der Innovationsförderplan PAISS beschlossen, der durch die staatliche Brasilianische Entwicklungsbank (BNDES) und den Technologiefinanzierer FINEP mit einem Budget von 500 Mio. USD ausgestattet wurde und der Firmen bei der Finanzierung ihrer Projekte unterstützt. Biosprit der 2. Generation, neue Zuckerrohrbasierte Chemikalien und die Vergasung von Biomasse sowie die Skalierung der Herstellungsprozesse stehen hier im Fokus. Innovationen im Bereich der Biokraftstoffe sind zudem ein Bestandteil des ebenfalls 2011 veröffentlichten „Brasil Maior“-Plans der Regierung. Eine explizite Bioökonomie-Strategie der Regierung gibt es derzeit nicht. Im Jahr 2013 hat der brasilianische Industrieverband CNI mit dem Beratungshaus “Harvard Business Review” jedoch eine Bioökonomie- Agenda veröffentlicht. Das Papier macht sich für eine einheitliche na-tionale Bioökonomie-Politik stark (PDF-Download).

4.3.1 Zahlreiche Biotreibstoff-Initiativen

Erste Programme erlaubten bereits ab dem Jahr 1931, Bioethanol dem Benzin beizumischen. In den 1970er-Jahren steigerte die Regierung dann mit ihrer Proalcool-Initiative die Herstellung des Biosprits erheblich und schrieb seitdem kontinuierlich gestiegene Beimischungsquoten vor. 2004 wurde das Proinfa-Programm aufgelegt, das den allgemeinen Ausbau der erneuerbaren Energien vorsieht, die zu diesem Zweck mit Einspeisevergütungen gefördert wurden. 2004 verabschiedete die Regierung außerdem das Nationale Biodiesel-Programm (PNPB), mit dem das Einkommen der ländlichen Bevölkerung gesteigert und der brasilianische Energiemix künftig grüner werden sollte. Hinzukommen der „Plano Nacional de Agroenergia, 2006-2011“ und der “Plano Decenal de Expansão de Energia 2023“. Mit Blick auf die angewandte Biotechnologie war die brasilianische Gesetzgebung bis zum Jahr 2005 sehr restriktiv geprägt. Das 1995 in Brasilien ratifizierte Gesetz zur Biosicherheit, das Bestimmungen zur Grünen Gentechnik enthielt, bestand aus weitreichenden Verboten: Gesetzlich untersagt waren der Anbau von gv-Pflanzen. Durch sogenannte provisorische Maßnahmen war dieses Verbot jedoch zu Beginn des neuen Jahrtausends soweit aufgeweicht worden, dass am Schluss

nur noch der Handel mit gentechnisch verändertem Saatgut tatsächlich verboten war. Nach einer mehrjährigen Debatte insbesondere um den Anbau von Gentech-Soja trat 2005 ein neues Gesetz in Kraft (Lei de Biossegurança). Es erlaubte Forschung, Anbau, Lagerung, Verkauf und Handel mit gv-Pflanzen.

4.3.2 Nachfrage nach Biosprit angekurbelt

Seit dem Frühjahr 2015 versucht die brasilianische Regierung mit zahlreichen Maßnahmen, die zurückgegangene Nachfrage nach Biotreibstoffen wieder anzukurbeln. So gilt in Brasilien eine neue Beimischungsquote für Bioethanol. Diese wurde per Gesetz um zwei Prozentpunkte auf 27% angehoben. Biodiesel darf künftig ebenfalls in größeren Mengen zugegeben werden. Zudem hob die Regierung die Steuern für fossiles Benzin und Diesel an, so dass deren Preise an den Zapfsäulen demnächst steigen könnten. Die Steuern (PIS / PASEP und COFINS) auf Rohstoffe zur Herstellung von Biodiesel wurden vo- rübergehend ausgesetzt. Die zur Bekämpfung der Inflation gedeckelten Benzinpreise gelten als ein Hauptgrund für den sinkenden Absatz des Biosprits. Überlegungen gibt es auch zu Treibstoff auf Mais- Basis. So könnte es Subventionen hierfür geben. Aufgrund der massiv gestiegenen Ernteerträge kam es zu einem Preissturz bei Mais. Um die heimische Industrie insbesondere vor US-amerikanischen Ethanol- Importen zu schützen, trat im Sommer ein Gesetz in Kraft, das diese Einfuhren höher besteuert. Steuerliche Vorteile gewährt die Regierung beim Kauf von Flex-Fuel-Fahrzeugen, die sowohl den angebotenen Ethanolkraftstoff wie auch das normale Benzin verwenden können. Zudem fallen auf Bioethanol von der Tankstelle geringere Steuern an. Brasilien hat sich im Vorfeld der UN-Klimakonferenz COP21 in Paris 2015 ambitionierte eigene Nachhaltigkeitsziele gesteckt: Dazu gehören die Wiederauffors-tung von 12 Mio. ha Regenwald, den Stopp jeglicher illegaler Abholzung bis ins Jahr 2030 und die Neutralisierung der Carbon-Emissionen in Bezug auf die Abholzung in Amazonien.

4.3.3 Zuckerrohr-Ethanolhersteller

Zu den bedeutenden Akteuren in der brasilianischen Bioökonomie zählen die Besitzer und Betreiber von Zuckerrohrplantagen und -mühlen sowie die Biosprit- und Kunststoffhersteller. Bei der Nutzung des Bioethanols dominieren einheimische Unternehmen. **Raízen**, nach eigenen Angaben eines der größten Unternehmen Brasiliens und wichtigster Hersteller von Zuckerrohr-Ethanol im Land, produziert in seinen Fabriken jährlich 2 Mrd. Liter Ethanol und 4 Mio. Tonnen Zucker. Gegründet wurde das Unternehmen vom brasilianischen Land-, Energie- und Logistikkonzern Cosan zusammen mit

dem britischniederländischen Ölkonzern Shell als Joint Venture. Als bedeutend gilt auch die **international operierende Copersucar**, die sich zu den weltgrößten Zucker- und Bioalkoholherstellern zählt. Diesem ursprünglich als Genossenschaft gegründeten Unternehmen liefern 43 Partnermühlen aus den Bundesstaaten São Paulo, Minas Gerais, Paraná und Goiás exklusiv ihre Produkte zu. Schwache Konjunktur, ein globales Überangebot von Zucker und zu hohe Herstellungskosten führten bei den Zuckermühlen in den vergangener Jahren jedoch schon zu Anlagen-Schließungen oder zu Übernahmen. Hinzugekommen waren auch eine Dürre und die Entscheidung der Regierung aus dem vergangenen Jahr, die Benzinpreise einzufrieren. In der Folge büßte Bioethanol seine führende Position gegenüber herkömmlichem Sprit ein. Hersteller wie „Gratt Indústria de Máquinas" experimentieren auch mit alternativen Rohstoffen wie Süßkartoffeln für die Biospritherstellung.

Als weiterer Akteur in der Bioökonomie zählt der Brasilianische Chemieverband (**Brazilian Chemical Industry Association - Abiquim**). So gehört das Land zu den global führenden Chemienationen. Mit einem Umsatz von 114 Mrd. Euro im Jahr 2014 waren die Südamerikaner der sechst-größte Chemikalienher- steller der Welt. Vor allem mit Blick auf Biokunststoffe gibt es starke Aktivitäten. Ein Beispiel hierfür ist der börsennotierte Konzern Braskem, Brasiliens größter Kunststoffhersteller, und nach eigenem Bekunden weltgrößter Produzent von Biopolymeren und globaler Zulieferer für Kunden aus der Automobil-, Chemie-, Verpackungs- und Konsumgüter- und Bauindustrie. 1% seines Umsatzes bestreitet der Konzern mit Biopolymeren, die derzeit vor allem im Premiumsektor zum Einsatz kommen. In der Petrochemie verankert produziert der Konzern inzwischen biobasiertes Polyethylen, das von weltweit tätigen Konzernen etwa der deutschen Lanxess weiterverarbeitet wird. Der in der Schweiz angesiedelte Verpackungskonzern Tetra-Laval verwendet das Braskem-Bio-PE in Brasilien inzwischen in jedem seiner bekannten Tetra-Paks. Als Ausgangsmaterial dient aus Zuckerrohr gewonnener Alkohol. Der Anteil des Monomers Bio- Ethylen an der jährlichen Gesamtproduktionskapazität von 18 Mio. Tonnen beträgt bisher allerdings nur 200.000 Tonnen (1%). Bio-Polypropylen, ein zweiter nachgefragter Biokunststoff, stellte Braskem schon im Labormaßstab her. Für die Zukunft setzt der Konzern auf die synthetische Biologie und „Open innovation". Hierzu kooperieren die Brasilianer mit in- und ausländischen Biotech-Firmen wie Genomatica (USA) oder der dänischen Novozymes und akademischen Einrichtungen. Biodiesel produziert inzwischen auch der weltweit größte Fleischproduzent JBS mit Sitz in São Paulo. Flugbenzin will die zu den global größten Flugzeugherstellern zählende Embraer aus Brasilien mit dem US-Konzern Boeing in einem neuen Zentrum künftig gemeinsamen erforschen. Das

Chemieunternehmen Oxiteno setzt ebenfalls auf Nachhaltigkeit. Hierfür integriert es Zuckerrohr- oder Pflanzenöl-basierte Rohstoffe in seine Produkte. Der brasilianische Industrieverband CNI sieht die Bioökonomie als Chance und machte 2013 mit der Vorlage einer Agenda konkrete Vorschläge, um in diesem Bereich weiter nach vorn zu kommen (PDF-Download).

4.3.4 Bioraffinerien und grüne Chemie

Bioraffinerien als Anlagen für die möglichst effiziente Umwandlung und Verwertung von Biomasse sind in Brasilien ein fester Bestandteil der Unternehmenslandschaft. Rund 400 kommerzielle Anlagen produzieren Zucker, Ethanol, Tierfutter und Bioenergie. Aktiv sind hier insbesondere große Unternehmen wie Cosan oder die São Martinho Group. Das familiengeführte, 2011 gegründete Biotechunternehmen GranBio eröffnete laut eigenen Angaben im Jahr 2014 im nordöstlich gelegenen Bundesstaat Alagoas eine der weltweit größten Bioraffinerien zur Herstellung von Alkohol aus Zuckerrohrabfällen. Die erste Bioethanol-Anlage der 2. Generation eröffnete im Jahr 2007 das halbstaatliche Mineralölunternehmen Petrobras. Die Technologie hinter dem Herstellungsprozess stammt häufig von europäischen Chemieunternehmen. Biochemikalien etwa Butanol, ein Lösungsmittel, entwickelt das Unternehmen zusammen mit der französischen Solvay-Tochter Rhodia. Braskem gilt laut dem Branchendienst Biofuelsdigest als prominentester Produzent biobasierter Chemikalien. Die US-Biotechfirma Amyris produziert in seiner brasilianischen Anlage aus nachwachsenden Rohstoffen das Produkt Farnesen. Dieser langkettige Kohlenwasserstoff dient nicht nur als Ausgangsstoff in der Feinchemie, sondern lässt sich auch in die vier wichtigsten Biotreibstoffe umwandeln. Erst im vergangenen Jahr hatte die Firma von der brasilianischen Aufsichtsbehörde ANP die Zulassung für seinen Flugzeugtreibstoff aus nachwachsenden Rohstoffen erhalten. Das US-Unternehmen Bunge, einer der weltweit bedeutendsten Lieferanten der Nahrungsmittel- und Futtermittelindustrie und wichtiger Sojaexporteur und Biodieselhersteller, will zusammen mit der US-Biotechfirma Proterro in direkter Nähe zu seiner firmeneigenen Zuckermühle Photobioreaktoren installieren. In diesen sollen Cyanobakterien Zucker herstellen, der anschließend zu Bioalkohol umgesetzt werden kann. Relevant für die Bioökonomie sind zudem die Papier- und Zellstoffproduzenten, etwa Klabin oder die Suzano-Gruppe, deren Reststoffe in biobasierte Produkte umgewandelt werden könnten. So wird Suzano nach der kürzlich erteilten Freigabe als erster Konzern weltweit genetisch veränderte Eukalyptusbäume anpflanzen können, die mehr Holz produzieren und schneller wachsen.

4.3.5 Zuständige Zulassungsbehörde für die Freisetzung von Pflanzen

Die Biosicherheit in Brasilien wird von zwei Behörden reguliert. Die Politik zum Thema gestaltet der mit dem neuen Gesetz 2005 eingerichtete Rat zur biologischen Sicherheit (CNBS). CNBS ist für die Formulierung und Umsetzung der Richtlinien zur Biosicherheit verantwortlich. Hier werden die Vorgaben für die einzelnen mit Fragen der Biosicherheit befassten Bundesbehörden festgesetzt, sozioökonomische Auswirkungen und nationale Interessenlagen im Bezug auf einzelne gv-Sorten bewertet. Die Entscheidung über die Freigabe von gv-Organismen obliegt der Natio-nalen Regierungskommission für Biosicherheit (**Comissão Técnica Nacional de Biosseguranca, CTNBio**). CTNBio prüft gv-Pflanzen vor ihrer Freisetzung und erklärt sie im besten Fall für unbedenklich. Seit 2004 müssen Lebensmittel und Tierfutter, die mehr als ein Prozent gentechnisch verändertes Material enthalten, mit dem Transgen-Logo gekennzeichnet werden. Für die Zulassung von biologischen Medikamenten ist die Arzneimittelbehörde **ANVISA** verantwortlich.

4.3.6 Viel Gentechnik-Soja angebaut

In der Landwirtschaft stehen die Zeichen auf Wachstum. Laut der Bank Bradesco werde das durchschnittliche Wachstumstempo des Agrarsektors bis 2023 bei jährlich 3,3% liegen. Die wichtigsten Nutzpflanzen sind Zuckerrohr, Soja, Mais, Maniok und Orangen. Nach Angaben des Branchenverbandes ISAAA wurden im Jahr 2014 in Brasilien auf rund 42 Mio. ha gentechnisch veränderte (gv-) Pflanzen kommerziell angebaut. Es dominieren gv-Soja (29 Mio. ha), gefolgt von gv-Mais (12,5 Mio. ha) und gv-Baumwolle (0,6 Mio. ha). Beobachter rechnen damit, dass die Anbaufläche mit genetisch veränderten Pflanzen mit der Zulassung neuer Sorten weiter zunehmen wird. Bayer CropScience ist in Brasilien seit längerem aktiv und vermarktet dort mehrere gv-Baumwolle-Sorten. 2011 verkündete das Unternehmen zudem, mit dem **Zentrum für Zuckerrohr-technologie (CTC)** im brasilianischen Bundesstaat São Paulo umfassend zur Erforschung und Entwicklung „biotechnologisch optimierter“ Zuckerrohrsorten kooperieren zu wollen. Anfang 2015 erhielt Bayer die Genehmigung zur Übernahme des südbrasilianischen Saatgutproduzenten Cooperativa Central Gaúcha (CCGL). Es existieren im Land inzwischen auch eine Reihe von Firmen, die der Grünen Biotechnologie zuzurechnen sind. Allelyx und CanaVialis wurden bereits vom US-Agrarkonzern Monsanto übernommen. Brasilien gehört auch zu den global führenden Produzenten von Rund- und Schnittholz, wobei die inländische Nachfrage die Marktentwicklung erheblich antreibt. Allerdings nimmt die Waldfläche aufgrund der Umwandlung in

intensiv genutzte Agrarflächen inzwischen stark ab. Mengenmäßig ist Brasilien zusammen mit Schweden einer der größten Zellstofflieferanten für Deutschland.

4.4 Unternehmenslandschaft

Brasilien ist ein Zuckerrohr und ein Biosprit-Land: Nach den USA ist es der weltweit größte Produzent von Bioethanol. In der Saison 2012/2013 wurden 590 Mio. Tonnen Zuckerrohr in Brasilien geerntet, und daraus wurden knapp 40 Mio. Tonnen Rohrzucker und 23 Mrd. Liter Bioethanol gewonnen. 90% der in Brasilien verkauften Neuwagen fahren mittlerweile mit einem Gemisch aus Benzin und Ethanol. Die Agrarwirtschaft Brasiliens trägt mit einem Anteil von rund 22% zum Bruttoinlandsprodukt bei. Wichtigste Säulen sind zudem Sojaprodukte mit einem Exportwert von mehr als 25 Mrd. USD, gefolgt von Fleischprodukten im Wert von mehr als 15 Mrd. USD.

Brasilien ist sowohl Rohstoff- oder Zwischenproduktlieferant als auch Markt für technische Lösungen aus den Industrieländern. Dieses Potenzial haben ausländische Firmen erkannt. So lief beim deutschen Autobauer Volkswagen 2003 der erste Golf vom Band, der mit einem Flex-Fuel-Motor ausgestattet war und den brasilianischen Biosprit verwenden konnte. Der niederländische Handelskonzern Louis Dreyfus commodities stieg dagegen ab den 2000er Jahren massiv in den brasilianischen Zucker- und Bioethanolmarkt ein. Seine im großen Stil zugekauften Plantagen, Zuckermühlen und Verarbeitungsanlagen fasste er inzwischen in seiner Tochter **Biosev** zusammen. Einer der weltgrößten Rohstoffhändler, der US-Konzern Cargill, gründete im Jahr 2014 Alvean Sugar SL – als Joint Venture zusammen mit Copersucar. Die kanadische Biotech-Schmiede Iogen stellte unterdessen ihre erfolgreiche Zusammenarbeit mit Rai- zen vor. Beide Unternehmen setzen die Technologie der Kanadier zur Herstellung von Bioethanol der 2. Generation in einer neuerbauten Anlage in direkter Nachbarschaft zu einer Raízen- Zuckermühle ein. Hier wird aus Cellulosehaltigen Abfällen und Reststoffen der Zuckerrohrverarbeitung zusätzliches Bioethanol gewonnen.

Allerdings wirkt sich die schlechte Lage der brasilianischen Wirtschaft und des Bioenergiemarkts auch auf die Aktivitäten der ausländischen Firmen aus. So konzentriert sich das US-Agrobiotech-Unternehmen Ceres in Brasilien künftig auf die Zucht neuer Pflanzensorten für Nahrungs- und Futtermittel, die Forschung zu Energiepflanzen wird eingestellt. US-Züchter NexSteppe hofft, mit seiner stresstoleranten Hirse als neuem Rohstoff in Brasilien zu punkten. Das israelische Agrobiotech-Unternehmen Evogene will in Brasilien mit seiner optimierten Rizinus-Pflanze Fuß fassen und kooperiert hierfür mit einem der größten Landwirtschaftsunternehmen und Landbesitzer, der SLC Agrícola.

Die Bioökonomie im Land könnte künftig auch von einer gestärkten industriellen Biotechnologie profitieren. So plant der eigens im Jahr 2014 gegründete BranchenverbanAbbI – Associação Brasileira de Biotecnologia Industrial – diese Technologie durch unterschiedliche Initiativen voranzubringen. Unterdessen repräsentiert der in São Paulo ansässige brasilianische Fachverband BrBI-OTECH die gesamte brasilianische Biotechnologie. Ebenso von Bedeutung ist das Zentrum „Cietec", das zahlreiche Firmen aus unterschiedlichen Bereichen wie Biotechnologie und Chemie untereinander vernetzt.

4.5 Forschungslandschaft

Wichtigster Forschungsstandort in Brasilien und Heimat des größten Clusters ist der Bundesstaat São Paulo. Hier konzentrieren sich Universitäten, nationale Einrichtungen und Unternehmen. An der forschungsstarken, in den 1960er Jahren gegründeten Landesuniversität von Campinas (Unicamp) sind rund 35.000 Studenten eingeschrieben.

In der Nachbarschaft sitzt auch das CTBE, das 2010 aufgebaute nationale Exzellenzzentrum für Bioethanol. Untergliedert in fünf Forschungsabteilungen werden sowohl Grundlagen, als auch angewandte Forschung betrieben. Ausgestattet mit einer Pilotanlage (PPDP) können Prozesse für die Herstellung von Biotreibstoffen oder biobasierten Chemikalien erprobt werden. Das CTBE gehört als eines von vier Zentren zum Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), welches die Forschung zu Energie und Materialien in diesen Zentren im Auftrag des Ministeriums für Wissenschaft, Technologie und Innovation (MCTI) koordiniert. Dem CNPEM zugeordnet ist auch das Laboratório Nacional de Biociências (LNBio), das sich auf die Biowissenschaften konzentriert und einen Schwerpunkt in der industriellen Biotechnologie hat.

Die größte Ausbildungs- und Forschungseinrichtung der Biotechnologie und führende Universität des Landes ist die Universität von São Paulo (USP). Von den Instituten der Universität, die biotechnologische Forschung betreiben, sind besonders die Luiz Queiroz Hochschule für Landwirtschaft bekannt. Forschungsstark ist auch die Universität in Rio de Janeiro. Sie ist eine der ältesten Universitäten im Land und hat die biotechnologische Forschung in acht Kernbereichen organisiert. In der Pflanzenbiotechnologie beschäftigen sich die Forscher unter anderem mit dem Einsatz einheimischer Pflanzen und Bakterien in der Umwelttechnologien sowie der genetischen Modifikation einheimischer Gemüsesorten. Das biochemische Institut vereint zehn verschiedene Labore zur Forschung an Pflanzen und Tieren. In einem ernährungswissenschaftlichen Schwerpunkt

geht es unter anderem darum, alternative Herstellungsmethoden für Nährstoffe zu finden. Südlich angrenzend liegt der Bundesstaat Paraná. Dort prüften Forscher an der öffentlichen Universität Unioeste, inwieweit sich Fischabfälle aus der Tilapiazucht für die Herstellung von Biodiesel eignen. Bekannt ist auch die staatliche Universität Viçosa.

4.5.1 Zuckerrohr-Forschungszentrum

Zu den großen außeruniversitären Einrichtungen im Bundesstaat São Paulo zählt das mehrheitlich im Besitz der Unternehmen Copersucar und Raízen befindliche „Centro de Tecnologia Canavieira (CTC)“. An diesem wichtigsten Zuckerrohr- Forschungszentrum des Landes züchten die Mitarbeiter neue Sorten und arbeiten an landwirtschaftlichen und industriellen Produktionsprozessen. Ebenfalls im Bundesstaat beheimatet ist das 1887 gegründete Agronomical Institute of Campinas (IAC). Das dem Wirtschaftsministerium des Bundesstaates zugeordnete Institut kümmert sich insbesondere um neue Erkenntnisse und Fortschritte in der Agrobiotechnologie, zu Landmaschinen und Böden sowie zum Wetter. Erst kürzlich stellten IAC-Wissenschaftler ihre genetisch veränderten Zuckerrohr-Pflanzen mit deutlich gesteigertem Biomasse-Ertrag vor. Der Energiekonzern Petrobras betreibt das Forschungszentrum CENPES in Rio de Janeiro, in dem unter anderem zu Biotreibstoffen geforscht wird. Das Technologieforschungsinstitut IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) des Bundesstaates São Paulo bestreitet dagegen 30% seines Budgets durch Forschungsaufträge aus der Wirtschaft, insbesondere im Bereich Biotreibstoffe und Chemie.

4.5.2 Agrarforschungsinstitut Embrapa

Von herausragender Bedeutung ist die staatliche **Agrarforschungseinrichtung „Embrapa“**, deren Haushalt rund 400 Mio. Euro jährlich beträgt. Dem Landwirtschaftsministerium zugeordnet koordiniert dieses 1973 gegründete Forschungszentrum die Agrarforschung im Land und beschäftigt knapp 10.000 Menschen an 47 Standorten. Schwerpunkte sind Agroenergie, Agrobiologie, Agroindustrie, Ernährung sowie Bodenkunde und Fernerkundung. Zu seinen Erfolgen zählt der Aufbau einer effizienteren, einheimischen Landwirtschaft, die Brasilien von einem ehemaligen Nahrungsmittelimporteur in einen -exporteur wandelte. Mit dem deutschen Konzern BASF gab es eine Kooperation zur Entwicklung einer herbizidtoleranten Sojasorte. Seit dem Jahr 2011 wird sie unter dem Namen „Cultivance“ in Brasilien vertrieben. Eine Zweigstelle betreibt Embrapa auch in Deutschland, am Forschungszentrum in Jülich. In gemeinsamen Projekten werden Fragen zur Bioökonomie untersucht. Parallel zu

diesen Aktivitäten baut Brasilien mit Hilfe der Fraunhofer-Gesellschaft marktgetriebene Innovationszentren im Land auf. Diese forschen künftig unter anderem zu nachhaltiger Chemie, Biomasse, Biotechnologie und erneuerbaren Energien. Zudem werden thematisch spezialisierte Exzellenzzentren der angewandten Forschung (Embrapii), etwa zur Biomasseverarbeitung, aufgebaut. Zusätzlich wurde ein Fraunhofer-Projektzentrum in Campinas aufgebaut, das sich um Wertschöpfungsketten in der Landwirtschaft und Lebensmitteltechnologien kümmert.

4.5.3 Wichtigste Forschungsförderer

Auf Bundesebene fördert das Ministerium für Wissenschaft, Technologie und Innovation über zwei För derträger, die mit einem eigenen Budget agieren. Die 1967 gegründete Förderagentur für Studien und Projekte (FINEP) unterstützt Universitäten, Forschungseinrichtungen und forschende Unternehmen. Hauptaufgabe des Nationalen Forschungsrates CNPq ist es, die wissenschaftliche und technologische Forschung im Land zu fördern. Dies geschieht im Rahmen von Programmen der Forschungsförderung, die die nationale Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik umsetzen. So startete 2008 das Programm zur Einrichtung Nationaler Wissenschafts- und Technologieinstitute (INCT), die die Kompetenz eines Bereiches bündeln sollen, beispielsweise für Biotreibstoffe, Biotechnologie oder Landwirtschaft. Daneben unterstützt der Rat auch die internationale Zusammenarbeit von brasilianischen Einrichtungen und Wissenschaftlern und ist wichtiger Partner für die Zusammenarbeit Deutschlands mit dem Land. Daneben gilt die staatliche Brasilianische Entwicklungsbank (BNDES) als bedeutender nationaler Fördermittelgeber. Zusammen mit dem Nachbarn Argentinien wurde das „CABBIO - Argentinean-Brazilian Center of Biotechnology“ auf den Weg gebracht. Hier werden Kooperationen von Wissenschaftlern und Unternehmen über binationale Forschungsprojekte gefördert.

4.6 Zusammenarbeit mit Deutschland

Brasilien ist in Bildung und Forschung der wichtigste Partner Deutschlands in Lateinamerika. So forschen beide Länder gemeinsam für die innovative und nachhaltige Nutzung von Ressourcen und für den Erhalt der Umwelt. Hierfür baut die Bundesregierung die Partnerschaft mit den Südamerikanern systematisch aus und legte dies auch im „Aktionsplan der deutsch-brasilianischen strategischen Partnerschaft“ nieder. Seit 2014 fördert Deutschland über die Fördermaßnahme „Bioökonomie International“ zusammen mit der brasilianischen Regierung Kooperationsprojekte. Bisher

fließen Forschungsmittel für vier Vorhaben im Rahmen der vom BMBF mitfinanzierten Fördermaßnahme in bilaterale Projekte. In die Bekanntmachungsrunde 2015 wurde der Forschungsförderer des Bundesstaates São Paulo (FAPESP) eingebunden. Eine weitere Bekanntmachung zum Thema Bioökonomie, die zusammen mit dem Forschungsrat CNPq umgesetzt werden soll, befindet sich noch in der Vorbereitung. Zudem stehen brasilianischen Forschern Fördergelder der EU im Rahmen von Kooperationsprojekten mit deutschen oder europäischen Kollegen zur Verfügung.

5. Literatur

Angerer, G., P. Buchholz, J. Gutzmer, C. Hagelüken, P. M. Herzig, R. Littke, R. K. Thauer & F.-W. Wellmer (Hrsg.) (20162015): Rohstoffe für die Energieversorgung der Zukunft: Geologie - Märkte - Umwelteinflüsse. Analyse / acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. München: acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V.

Berger, L. (2018): Bioökonomie und Biodiversität: Workshop Dokumentation, <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript496.pdf> (Zugriff: 2021-08-29).

BIOCOM AG (2017): The german biotechnology sector: Facts & figures 2017, <https://www.iwbio.de/fileadmin/Publikationen/IWBio-Publikationen/German-Biotech-Sector_2017.pdf> (Zugriff: 2021-09-02).

Biodiversity in Good Company (2016): Biologische Vielfalt als Thema unternehmerischer Nachhaltigkeitsstrategien stärken. Erfahrungen und Empfehlungen der ‚Biodiversity in Good Company' Initiative, <https://www.business-and-biodiversity.de/fileadmin/user_upload/documents/Die_Initiative/Zentrale_Dokumente/161115_Standpunktepapier_de_doppel.pdf> (Zugriff: 2021-08-30).

Bioökonomie.de (2019): Die neue EU-Bioökonomie-Strategie, <https://biooekonomie.de/themen/dossiers/die-neue-eu-biooekonomie-strategie> (Stand: 2021-08-30) (Zugriff: 2021-08-30).

Bioökonomie.de (2021a): Bioökonomie in den Bundesländern, <https://biooekonomie.de/themen/biooekonomie-in-den-bundeslaendern> (Stand: 2021-09-02) (Zugriff: 2021-09-02).

Bioökonomie.de (2021b): Brandenburg, <https://biooekonomie.de/themen/biooekonomie-in-den-bundeslaendern/brandenburg> (Stand: 2021-09-02) (Zugriff: 2021-09-02).

Bioökonomie.de (2021c): Die Forschungsstrategie, <https://biooekonomie.de/die-forschungsstrategie> (Stand: 2021-09-02) (Zugriff: 2021-09-02).

Bioökonomie.de (2021d): Die Politikstrategie, <https://biooekonomie.de/die-politikstrategie> (Stand: 2021-09-02) (Zugriff: 2021-09-02).

Bioökonomie.de (2021e): Nationale Bioökonomiestrategie, <https://biooekonomie.de/themen/politikstrategie-deutschland> (Stand: 2021-09-02) (Zugriff: 2021-09-02).

Bioökonomierat (2010): Gutachten des Bioökonomierats 2010: Inno vation Bioökonomie, <https://biooekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/gutachten/boer_Gutachten2010_lang.pdf> (Zugriff: 2019-08-20).

Bioökonomierat (2019): Was ist Bioökonomie?, <https://biooekonomierat.de/biooekonomie/> (Zugriff: 2021-08-29).

biotechnologie.de (2015): Die deutsche Biotechnologie-Branche: Daten & Fakten 2015, <https://www.iwbio.de/fileadmin/Publikationen/IWBio-Publikationen/Biotech-Statistik-Umfrage2015.pdf> (Zugriff: 2021-09-02).

BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2010): Nationale Forschungsstrategie Bio-Ökonomie 2030. Unser Weg zu einer bio-basierten Wirtschaft., <https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Nationale_Forschungsstrategie_Biooekonomie_2030.pdf> (Zugriff: 2019-07-18).

BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) & BMEL (2014): Bioökonomie in Deutschland Chancen für eine biobasierte und nachhaltige Zukunft., <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Biooekonomie-in-Deutsch-land.pdf;jsessionid=360547F70F5A-92D831E17BB77271A19E.live921?__blob=publicationFile&v=3> (Zugriff: 2021-09-02).

Bonaiuti, M., G. D'Alisa, F. de Maria & G. Kallis (Hrsg.) (2014): Bio-economics. In: Degrowth: A vocabulary for a new era (S. 52–55). New York, NY: Routledge.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021): 17 Nachhaltig-keitsziele – SDGs, <https://www.bmu.de/WS5613> (Zugriff: 2021-08-29).

Bundesregierung (2021a): Nachhaltigkeitsstrategie neu aufgelegt, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/nachhaltigkeitsstrategie-2021-1873560> (Zugriff: 2021-08-29).

Bundesregierung (2021b): Nachhaltigkeitsziele verständlich erklärt, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-verstaendlich-erklaert-232174> (Zugriff: 2021-08-29).

Erb, K.-H., S. Luyssaert, P. Meyfroidt, J. Pongratz, A. Don, S. Kloster, T. Kuemmerle, T. Fetzel, R. Fuchs, M. Herold, H. Haberl, C. D. Jones, E. Marín-Spiotta, I. McCallum, E. Robertson, V. Seufert, S. Fritz, A. Valade, A. Wiltshire & A. J. Dolman (2017): Land management: data availability and process understanding for global change studies. – Global Change Biology 23, 2, 512–533, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.13443> (Stand: 2016-09-22).

EU-Büro des BMBF (2021): 7. EU-Forschungsrahmenprogramm (2007 - 2013), <https://www.eubuero.de/frp7.htm> (Stand: 2021-08-30) (Zugriff: 2021-08-30).

Grefe, C. (2016): Global Gardening: Bioökonomie - neuer Raubbau oder Wirtschaftsform der Zukunft? München: Verlag Antje Kunstmann.

Guy Reeves (2019): „Viren können eine gesamte Population in kurzer Zeit verändern" (2019-04-18), <https://www.mpg.de/13363910/earth-day-2019-reeves> (Zugriff: 2021-08-30).

Harari, Y. N. (20197): 21 Lektionen für das 21. Jahrhundert. München: C.H. Beck.

Kallmeyer, J., R. Pockalny, R. R. Adhikari, D. C. Smith & S. D'Hondt (2012): Global distribution of microbial abundance and biomass in subseafloor sediment. – Proceedings of the National Acade-my of Sciences of the United States of America 109, 40, 16213–16216 (Stand: 2012-08-27).

Land Baden-Württemberg (2013): Bioökonomie im System aufstellen: Konzept für eine baden-württembergische Forschungsstrategie »Bioökonomie«, <https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/dateien/PDF/Broschuere_Konzept-baden-wuerttembergische-Forschungsstrategie-Biooekonomie.pdf> (Zugriff: 2021-08-30).

Ropers, H.-H. (2018): Medizinische Genomsequenzierung: Warum Deutschland nicht länger abseits stehen darf, <https://www.kas.de/documents/252038/3346186/Analysen+&+Argumente+324+-+Medizinische+Genomsequenzierung.pdf/b24bfa86-b10a-04d5-2870-843e3f219d79?version=1.1&t=1542703614528> (Stand: 2021-07-23) (Zugriff: 2021-08-30).

Schaller, R. R. (1997): Moore's law: past, present and future. – IEEE Spectrum 34, 6, 52–59.

Thrän, D. & B. El-Chichakli (2021): Bioökonomie: Mehr als nur Ersatz für Öl, <https://www.boell.de/de/2017/09/18/mehr-als-nur-ersatz-fuer-oel> (Stand: 2021-08-30) (Zugriff: 2021-08-30).

Thrän, D. & U. Moesenfechtel (2020): Das System Bioökonomie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Zeddies, J. & N. Scbönleber (2014): Literaturstudie: Biomasse - Flächen- und Energiepotenzia-le. Universität Hohenheim, <http://www.forschungsradar.de/fileadmin/content/bilder/UHOH_Literaturstudie_Bioenergie_Dez14.pdf> (Zugriff: 2019-07-18).

Zeug, W., A. Bezama, U. Moesenfechtel, A. Jähkel & D. Thrän (2019): Stakeholders' Interests and Perceptions of Bioeconomy Monitoring Using a Sustainable Development Goal Framework. – Sustainability 11, 6, 1511, <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/6/1511>.

Zinke, H., B. El-Chichakli, P. Dieckhoff, S. Wydra & B. Hüsing (2016): Bioökonomie für die Industrienation: Ausgangslage für biobasierte Innovationen in Deutschland verbessern. Bioökono-mierat und Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, <https://biooekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/berichte/Hintergrundpapier_ISA_Vero__ffentlichung_2.pdf> (Zugriff: 2021-09-02).

6. Anhang

Abb. A1: Akteure in der holzbasierten Bioökonomie, System-Grafik (Quelle: Thrän & Moesenfechtel 2020).

Ressourcenbereitsteller
- Forstwirtschaft in staatlichem, institutionellem oder privatem Besitz. Laut Bundeswaldinventur gehören die Forsten in Deutschland zu 3,6 % dem Bund, 29 % den Ländern, 19,4 % Körperschaften und 48 % privaten Eigentümern.

Wirtschaft/Industrie
- Vollholzprodukte, Holzwerkstoffe, Fasern, Papier, Vliesstoffe, Textilien, Chemieprodukte, Energie
- Forstwirtschaft, Sägeindustrie, Plattenwerkstoffe, Möbelindustrie, Raumgestaltung, Zellstoff- und Papierindustrie, Faserindustrie und Textilindustrie, technische Textilien, Klebstoffindustrie, pharmazeutische Industrie, chemische Industrie, Automobilindustrie, Schiffbau

Märkte, Produkte
- Holz aus kaskadierender, nachhaltiger Verwendung ergibt potenziell tausende von Produkten. Je nach Desintegrationsstufe kann es sich um Endprodukte (z. B. Sägeholzprodukte, Holzwerkstoffe) oder Zwischenprodukte (Fasern, chemisch isolierte Holzkomponenten) handeln. Die Anwenderbranchen sind z. B. der Bau, Möbelindustrie, Zellstoff-und Papierindustrie, Textilindustrie, chemische Industrie, Energiewirtschaft, künftig erwartbar auch Automotive, Architektur, Gesundheitswesen u. a. Dies wird über verstärkte Forschung und Entwicklung im Werkstoffbereich sowie der Stoffwandlung möglich.

***end-of-life*-Management**
- Die Dauer des Lebenszyklus ist abhängig von den jeweiligen Produktsegmenten (diese können sehr unterschiedlich sein). Recyclingsysteme gibt es in Abhängigkeit vom Produktsegment in sehr ausgeprägter Form (Papier > 70 %) bis nicht existent (langlebige Produkte wie Möbel). In der Regel ist eine thermische Verwertung Stand der Technik. Das gilt auch für Nebenprodukte der Holzverarbeitung aus mechanischen oder chemischen Prozessen mit erheblichem positivem Klimaeffekt (z. B. Schwarzlaugenverbrennung im Zellstoffprozess).

Organisationen (nat. und int.)
- Forest based sector Technology Platform (FTP), DFWR, DHWR, Cluster Forst/Holz/Papier in diversen Bundesländern

Medien
- Internetseiten und Berichte der genannten Akteure

Konsumenten
- Bevölkerung und Spezial-Anwender wie aufgeführt

NGOs
- z. B.: FSC, PEFC, B.A.U.M., WWF, Greenpeace

Förderer, Investoren
- F&E-Förderung (EU, Bund, Länder), Stiftungen, Wirtschaftsverbände

Politik, Verwaltung
- Bundes- und Landesforschungsanstalten, Ministerien des Bundes und der Länder, Charta für Holz 2.0, Bioökonomierat

Kompetenzzentren (reg.)
- Thünen-Institut, PTS, IHD, FhG WKI, IAP

Wissenschaft
- Universitäten, Forschungseinrichtungen

Abb. A2: Akteure einer Bioökonomie der Mikroorganismen, System-Grafik (Quelle: Thrän & Moesenfechtel 2020).

Ressourcenbereitsteller
- Zuckerraffinerien, Ölpressen, Private und kommunale Abfallbetriebe

Wirtschaft/Industrie
- AB-Enzymes (Darmstadt), BRAIN AG (Zwingenberg), c-LEcta GmbH (Leipzig), CropEnergies AG (Zeitz), Covestro Deutschland AG (Leverkusen), Evonik Industries AG (Essen), EW Biotech GmbH (Leuna), Subitec (Stuttgart)

***end-of-life*-Management**
- Private und kommunale Abfallbetriebe

Organisationen (nat. und int.)
- BIO Deutschland e.V. (Berlin), BioBall e.V. (Bioökonomie im Ballungsraum e.V.) (Frankfurt am Main), BioPro Baden-Württemberg GmbH (Stuttgart), CLIB-Cluster (Cluster industrielle Biotechnologie) (Düsseldorf), IBB Netzwerk GmbH (Industrielle Biotechnologie Bayern Netzwerk GmbH) (Planegg), VAAM (Vereinigung für Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie e.V.) (Münster), EuropaBio (Brüssel), FAO

Medien
- TV, Zeitung, Radio, social media, Fachliteratur

Konsumenten
- Endverbraucher (Endprodukte), Unternehmen entlang der Produktionslieferkette (Rohstoffe, Vorprodukte), Abfallwirtschaft (Produkte nach Gebrauch)

NGOs
- Greenpeace, BUND

Förderer, Investoren
- Unternehmen, Venture Capital, Banken, Stiftungen, Ministerien des Landes und des Bundes, EU-Commission

Politik, Verwaltung
- Politik und Verwaltung auf kommunaler, Landes-, Bundes- und EU-Ebene

Kompetenzzentren (reg.)
- Cluster- und Technologietransferzentren, Einrichtungen zur Wirtschaftsförderung

Wissenschaft
- Forschungszentrum Jülich der Helmholtz-Gesellschaft (FZ-Jülich) (Jülich), Fraunhofer-Institut für Grenzflächen und Bioverfahrenstechnik IGB (Stuttgart), Leibniz-Institut DSMZ-Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen (DSMZ) (Braunschweig), Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie (Marburg), Phillips-Universität (Marburg), Technische Universität München (München und Straubing), Universität Hohenheim (Hohenheim), University of Applied Sciences Aachen (Jülich), Johann Heinrich von Thünen-Institut (Braunschweig), BioSC (Bioeconomy Science Center) (Jülich)

Abb. A3: Akteure einer marinen Bioökonomie, System-Grafik
(Quelle: Thrän & Moesenfechtel 2020).

Ressourcenbereitsteller

- Aquakulturbetreiber sind in Deutschland vor allem kleine und mittelständische Unternehmen. Diese produzieren z. B. Fische, Krustentiere, Muscheln und Algen. Weltweit zeigen sie seit Jahren Wachstumsraten von ca. 6 %.
- Bioreaktoranlagen werden von verschiedenen biotechnologischen Unternehmen betrieben, die sowohl marine als auch andere Mikroorganismen nutzen und daher nicht kategorisierbar sind.

Wirtschaft/Industrie (Beispiele)

- Nahrungsmittel (Deutsche See GmbH, Sylter Algenfarm GmbH & Co.KG, Viva Maris GmbH), Medizinprodukte (aktivmed GmbH, IVF Hartmann AG, M+W Dental, Kerecis), Kosmetika (oceanBASIS GmbH, BIOMARIS GmbH & Co. KG), Fasern (smartfiber AG), Biomoleküle (Algopack, Queisser Pharma GmbH & Co. KG)

Märkte, Produkte (Beispiele)

- Lebensmittel (Fische, Krustentiere, Muscheln, Algen), Medizin (Wundauflagen, Zahnabformmassen, Medikamente), Kosmetik (Cremes, Öle, Schäume), Konsumbedarf (Stoffe, Leder, Kunststoffe), Umweltschutz (z. B. der gezielte Anbau von Wasserpflanzen und künstlichen Riffen zum Küstenschutz und Biodiversitätserhalt)

***end-of-life*-Management**

Die Dauer des Lebenszyklus ist abhängig von den jeweiligen Produktionssystemen:

- In Aquakulturkreislaufanlagen: Besatz der Anlage → Biomassevermehrung → Abfischen, Ernte, Einsammeln → Prozessierung zum Endprodukt → Endverbraucher → Rückführung in den Kreislauf (Biogas/organische Nährstoffe)
- In Bioreaktoren: Befüllen des Reaktors → Biomassevermehrung → Aufreinigung, Konzentration → Prozessierung bis zum Endprodukt → Endverbraucher → Rückführung in den Kreislauf (s. oben)

Organisationen (nat. und int.)

- z. B.: BIO Deutschland e. V., Bundesverband Aquakultur e. V., SUBMARINER Network for Blue Growth EEIG

Medien

- Print- und Online-Veröffentlichungen der Akteure

Konsumenten

- Bevölkerung und Spezialanwender wie aufgeführt

NGOs

- z. B.: DECHEMA e. V., Life Science Nord, ScanBalt BioRegion, Umwelt- und Verbraucherschutzverbände

Förderer, Investoren

- FuE-Förderung (EU, Bund, Länder), Stiftungen

Politik, Verwaltung

- Bundes- und Landesforschungsanstalten, Ministerien des Bundes und der Länder

Kompetenzzentren (reg.)

- z. B.: Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik (FhG-EMB, Lübeck), mariCube - Kompetenzzentrum Blaue Biotechnologie

Wissenschaft

- Universitäten, Forschungseinrichtungen

Abb. A4: Akteure einer abfall- und reststoffbasierten Bioökonomie, System-Grafik (Quelle: Thrän & Moesenfechtel 2020).

Ressourcenbereitsteller
- Biomasse von Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Gartenbau, Landschaftspflege u. a., z. B. Mist und Gülle, Stroh, Waldrestholz, Landschaftspflegematerial

Wirtschaft/Industrie
- Lebensmittel- und holzverarbeitende Industrie, Biokraftstoffhersteller u. a., z. B. Unilever, Danone, Kellogg's, Ecomotion, Verbio...

Märkte, Produkte
- Lebensmittel, Biobasierte Nonfood Produkte wie z. B. Möbel, Kosmetik, Baustoffe, Energie

***end-of-life*-Management**
- Öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger (örE), Gewerbliche Abfallsammler und Verwerter u. a., findet statt z. B. in Abfallvergärungs-, Kompostierungsanlagen, Biomasseheizkraftwerken

Organisationen (nat. und int.)
- z. B. BBE, AEE, DGAW, Gütegemeinschaft Kompost, Bauernverband, Fachverband Biogas ...

Medien
- Werbung, Nachrichten und Berichte in TV, Internet, sozialen Medien, Tageszeitungen; Artikel in Fachzeitschriften

Konsumenten
- sind zugleich Verbraucher von Gütern, Abfallproduzent und z. T. -Verwerter, werden stark von Medien beeinflusst

NGOs
- z. B. Deutscher Naturschutzring (DNR) Dachverband der Deutschen Natur-, Tier- und Umweltschutzorganisationen, Umwelt- und Verbraucherschutzverbände

Förderer, Investoren
- Föderprogramme z. B. ZIM Landesförderinstitute, Banken, Projektträger z. B. FNR, PtJ

Politik, Verwaltung
- Bundesministerien wie BMU, BMWi, BMEL, BMBF und Landesminsiterien und Ämter z. B. LUNG, StÄLU

Kompetenzzentren (reg.)
- z. B. Kompetenzzentrum Bioabfall der Landesanstalt für Umwelt Baden Württenberg oder 3N Kompetenzzentrum e. V.

Wissenschaft
- Universitäten, Hochschulen, Forschungsinstitutionen, Forschungsabteilungen in Wirtschaft und Industrie

Tab. A5: Übersicht der Strategiepapiere

Art	Fokus Ort	Fokus Thema	Titel	Herausgeber/ Autoren	Jahr	Quelle
1 Strategie	Deutschland	Bioökonomie	Nationale Politikstra-tegie Bioökonomie	BMEL	2014	https://biooekonomie.de/sites/default/files/files/2016-09/npsb_0.pdf
2 Strategie	Deutschland	Bioökonomie	Politikstrategie Bioökonomie, Nachwachsende Ressourcen und biotechnologische Verfahren als Basis für Ernährung, Industrie und Energie	BMELV	2013	https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/politikstrategie-biooekonomie.pdf?__blob=publicationFile&v=3
3 Sachstands-bericht/Bericht	Deutschland	Bioökonomie	Fortschrittsbericht zur Nationalen Politikstrategie Bioökonomie	BMEL	2017	https://www.ressour-cenwende.net/wp-content/uploads/2020/04/Forts-chrittsbericht-zur-Nationa-len-Politikstrategie-Bioo-ekonomie_2016-1.pdf
4 Strategie	Deutschland	Bioökonomie	Bioökonomie in Deutschland: Chancen für eine biobasierte und nachhaltige Zukunft	BMEL, BMBF	2014	https://biooekonomie.de/sites/default/files/files/2016-08/biooekono-mie-in-deutschland.pdf
5 Strategie	Deutschland	Bioökonomie	Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030, Unser Weg zu einer biobasierten Wirtschaft	BMBF	2010	https://www.ufz.de/export/data/2/134199_nationale--forschungsstrategie-bioo-ekonomie-2030.pdf
6 Strategie	Deutschland	Bioökonomie	Wegweiser Bioökonomie. Forschung für biobasiertes und nachhaltiges Wirtschafts-wachstum	BMBF	2014	https://www.ufz.de/export/data/2/134854_wegwei-ser-biooekonomie.pdf
7 Empfehlung/ Evaluierung	Deutschland	Bioökonomie	Empfehlungen des Bioökonomierates - Weiterentwicklung der „Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie 2030“	Bioökonomierat	2016	https://research.cbs.dk/en/publications/weiteren-twicklung-der-nationa-len-forschungsstrategie--bio%C3%B6konomie-

Art	Fokus Ort	Fokus Thema	Titel	Herausgeber/ Autoren	Jahr	Quelle
8 Empfehlung/ Evaluierung	Deutschland	Bioökonomie	Bioökonomie für die Industrienation. Ausgangslage für biobasierte Innovationen in Deutschland verbessern	Bioökonomierat, Autoren: Zinke et al. (Zinke, H., El-Chichakli, B., Dieckhoff, P., Wydra, S., Hüsing, B.)	2016	https://www.biooekonomierat.de/media/pdf/archiv/hintergrundpapier--isa-veroeffentlichung.pdf
9 Strategie	Deutschland	Bioökonomie	Forschung für eine biobasierte Wirtschaft - Erfolge und Herausforderungen für die Bioökonomie in Deutschland	BMBF	2017	https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/7/31293_Forschung_fuer_eine_biobasierte_Wirtschaft.html
10 Strategie	Deutschland	Bioökonomie	Bioökonomie als Gesellschaftlicher Wandel, Konzept zur Förderung sozial- und wirtschafts-wissenschaftlicher Forschung für die Bioökonomie	BMBF	2021	https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/7/24072_Bioo-ekonomie_als_gesells-chaftlicher_Wandel.html?gclid=Cj0KCQiA_bie-BhDSARIsADU4zLdh9kjsn-tARZr5L_UeZT8pWvHKE-htmTIsVoBdA4b2jws-pvO-g1WeTUaAjh8EALw_wcB
11 Strategie	Deutschland	Weiße Biotechnologie	Weiße Biotechnologie - Chancen für eine bio-basierte Wirtschaft	BMBF	2012	https://biooekonomie.de/sites/default/files/files/2016-06/weisse-biotechnologie--2015propertypdfbereichbiooekosprachederwbtrue.pdf
12 Strategie	Deutschland	NawaRo / Bioökonomie	Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe	BMELV	2009	https://dserver.bundestag.de/btd/16/140/1614061.pdf
13 Strategie	Deutschland	Rohstoffe	Rohstoffstrategie der Bundesregierung - Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands mit nichtenergetischen mineralischen Rohstoffen	BMWi	2010	https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/rohstoffstrategie-der--bundesregierung.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Art	Fokus Ort	Fokus Thema	Titel	Herausgeber/ Autoren	Jahr	Quelle
14 Strategie	Deutschland	High Tech	Die neue Hightech-Strategie Innovationen für Deutschland	Bundesregierung	2014	https://dserver.bundestag.de/btd/18/024/1802497.pdf
15 Strategie	Deutschland	Wald	Waldstrategie 2020 - Nachhaltige Waldbewirtschaftung – eine gesellschaftliche Chance und Herausforderung	BMELV	2014	https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Waldstrategie2020.pdf?__blob=publicationFile&v=5
16 Sachstands-bericht/ Bericht	Deutschland	Wald	Waldbericht der Bundesregierung 2017 (Zusammenfassung, Kapitel Waldstrategie und Internationale Waldpolitik)	BMEL	2017	https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Waldbericht2017-Kurzfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=5
17 Empfehlung/ Evaluierung	Deutschland	Wald	Perspektiven der Forst- und Holzwirtschaft in Deutschland	Bioökonomie-rat, Autoren: Bolte et al. (Andreas Bolte (TI), Jan Börner (ZEF), Nadine Bräsicke (JKI), Bernd Degen (TI), Matthias Dieter (TI), Bodo Saake (UNI HH), Bernd Uwe Schneider (GFZ))	2016	https://www.biooekonomierat.de/media/pdf/archiv/hintergrundpapier-forstwirtschaft.pdf?m=1637834845&
18 Strategie	Deutschland	Biodiversität	Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt -Kabinettsbeschluss vom 7. November 2007	BMU	2007	https://www.bfn.de/die-nationale-strategie-2007
19 Strategie	Deutschland	Biodiversität	Agrobiodiversität erhalten, Potenziale der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft erschließen und nachhaltig nutzen	BMELV	2007	https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Landwirtschaft/Artenvielfalt/StrategiepapierAgrobiodiversitaet.pdf?__blob=publicationFile&v=2
20 Strategie	Deutschland	Biodiversität	Roadmap Bioraffinerien im Rahmen der Aktionspläne der Bundesre-gierung zur stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsen-der Rohstoffe	BMELV, BMBF, BMU, BMWI	2012	https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/roadmap--bioraffinerien.pdf?__blob=publicationFile&v=3
21 Strategie	Deutschland	Klimaschutz	Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung	BMU	2016	https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/klimaschutzplan-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Art	Fokus Ort	Fokus Thema	Titel	Herausgeber/ Autoren	Jahr	Quelle
22 Strategie	Deutschland	Mobilität/ Energie	Die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung (MKS)	BMVBS	2013	https://www.tuhh.de/iue/forschung/projekte/mks.html
23 Strategie	Deutschland	Mobilität/ Energie	Energie auf neuen Wegen - Aktuelles zur Weiterentwicklung der Mobilitäts- und Kraft-stoffstrategie der Bundesregierung	BMVI	2017	https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/energie-auf-neuen--wegen.pdf?__blob=publicationFile
24 Strategie	Europa	Bioökonomie	Fahrplan für ein res-sourcenschonendes Europa	EU Kommission	2011	https://www.euro-parl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2011)0571_/com_com(2011)0571_de.pdf
25 Strategie	Europa	Bioökonomie	Innovation für nachhaltiges Wachstum: eine Bioökonomie für Europa	EU Kommission	2011	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012AR1112&from=FR
26 Strategie	Weltweit	SDGs, Nach--haltigkeit	Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Ent-wicklung	UN Vereinte Nationen	2015	https://www.un.org/depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf
27 Strate-giekonzept	Baden-Württemberg	Bioökonomie	Bioökonomie im System aufstellen - Konzept für eine baden-württembergische Forschungsstrategie »Bioökonomie«	Baden-Württemberg	2013	https://www.baden--wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/dateien/PDF/Broschuere_Konzept-baden-wuerttembergische-Forschungsstrategie--Biooekonomie.pdf
28 Strategie	Baden-Württemberg	Bioökonomie	Landesstrategie nachhaltige bioökonomie baden-württemberg	Baden-Württem-berg - Ministerium für Ländlichen Raum Und Verbraucher-schutz; Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirt-schaft	2019	https://um.baden-wuert-temberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/6_Wirtschaft/Biooekonomie/Landesstrategie-Nachhal-tige-Biooekonomie-barrie-refrei.pdf
29 Forschungs-programm	Baden-Württemberg	Bioökonomie	Bioökonomiefors-chung Baden-Würt-temberg	Landesge-schäftsstelle Bioökonomie Forschung Baden-Württemberg		https://biooekonomie-bw.uni-hohenheim.de

Art	Fokus Ort	Fokus Thema	Titel	Herausgeber/ Autoren	Jahr	Quelle
30 Strategie	Bayern	Bioökonomie	Bioökonomiestrategie Bayern - Transformation nachhaltig und innovativ gestalten	Bayerische Staatsregierung	2020	https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwi/Publikationen/2020/2020-11-23_ZukunftBiooekonomie-Bayern-BF.pdf
31 Strategie	Berlin / Bradenburg	Innovation, Mobilität	InnoBB 2025 - Gemeinsame Innovationsstrategie der Länder Berlin und Brandenburg	Land Brandenburg & Land Berlin	2019	https://innobb.de/sites/default/files/2020-01/inno_bb_2025_a4-broschuere_final_download_0.pdf
32 Strategie	Brandenburg	Energie	Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg	Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg Referat Energiepolitik und -wirtschaft	2012	https://mwae.brandenburg.de/media/bb1.a.3814.de/Energiestrategie2030_2012.pdf
33 Strategie	Brandenburg	Biomasse Energie	Biomasse, Energie	Ministerium fir Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg	2010	https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Biomassestrategie.pdf
34 Leitfaden	Hamburg	Nachhaltig--keit, SDGs	UN-Agenda 2030: Hamburgs Fahrplan	Stadt Hamburg	2017	https://www.hamburg.de/contentblob/9095842/af96908a91c535e-31f04e656603f987d/data/d-nachhaltigkeits-ziele-un-hamburgs-fahrplan.pdf
35 Strategie	Hessen	Bioökonomie	Bioökonomie in Hessen – Positionen	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung	2017	https://www.technologieland-hessen.de/mm/Positionspapier_DIN_A4_print.pdf
36 Positionspapier	Hessen	Bioökonomie	Daten, Fakten, Zuständigkeiten: Wo steht die Bioökonomie in Hessen?	BioÖkonomieRat	2022	https://www.biooekonomierat.de/media/pdf/hintergrundpapiere/Biooekonomie-in-den-Laendern/Hessen.pdf?m=1665668914&
37 Brochura	Hessen	Ressourcen, Technologie	Biobasierte Technologien der Zukunft- für eine bessere Nutzung biogener Ressourcen	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung	2019	https://www.technologieland-hessen.de/mm/mm001/Internet_DIN_A4_Biobasierte_Technologien_der_Zukunft.pdf
38 Potential--analyse	Mecklenburg--Vorpommern	Bioökonomie	Bioeconomia Mecklenburg-Vorpommern - Pesquisa de mercado no âmbito do projeto Eco4Life	BioCon Valley	2013	http://www.eco4life.info/tl_files/downloads/Market%20Study%20LB_Potentialanalyse%20Biooekonomie.pdf

Art	Fokus Ort	Fokus Thema	Titel	Herausgeber/ Autoren	Jahr	Quelle
39 Strategie	Mecklenburg--Vorpommern	Innovation	Regionale Innovations-strategie 2020 für das Land Mecklenburg-Vorpommern	Ministerium für Wirtschaft, Bau und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern	2014	http://www.tbi-mv.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Strategiedokument_RIS_MV-WM.pdf
40 Masterplan	Niedersachsen	Bioökonomie	Masterplan Bioökonomie 2020	Strategierat Weser-Ems	2020	https://www.weser-ems.eu/export/sites/default/wissensregion/assets/dl-biooekonomie/Masterplan_Biooekonomie_Weser-Ems.pdf
41 Studie	Niedersachsen	Bioökonomie	Bioökonomie in Weser-Ems -Struktur und Entwick-lung der Landwirtschaft, des Ernährungsgewerbes und der Agrarund Ernährungsgewerbetechnik	Landkreis Osnabrück	2015	https://www.weser-ems.eu/export/sites/default/wissensregion/assets/dl--biooekonomie/Biooekonomie-Weser-Ems-2015.pdf
42 Strategie	Rheinland-Pfalz	Innovation	Innovationsstrategie Rheinland-Pfalz	Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung und Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz	2014	https://mwvlw.rlp.de/fileadmin/mwkel/Abteilung_4/8401/Innovationsstrategie_Langfassung.pdf
43 Strategie	Rheinland-Pfalz	Nachhaltig--keit	Perspektiven für Rheinland-Pfalz Nachhaltigkeitsstrategie des Landes: Fortschreibung 2015	Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz,	2016	https://mwvlw.rlp.de/fileadmin/mwkel/Broschueren/Perspektiven_fuer_RLP_Fortschreibung_2015_Nachhaltigkeitsstrategie_Bericht.pdf
44 Strategie	Saarland	Innovation	Innovation und Strategie	Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie	2022	https://www.saarland.de/mwide/DE/portale/innovationsstrategie/home/home_node.html#:~:text=Mit%20der%20Strategie%20f%C3%BCr%20Innovation,technologischen%20Fortschritt%20und%20wirtschaftliches%20Wachstum.
45 Strategie	Saarland	Nachhaltig--keit	Gemeinsam Verant--wortung tragen für heute und morgen - Nachhaltigkeitsstrategie für das Saarland	Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Saarland	2017	https://www.saarland.de/SharedDocs/Downloads/DE/mukmav/nachhaltigkeit/dl_nachhaltigkeitsstrategie_muv.pdf?__blob=publicationFile&v=5
46 Strategie	Sachsen	Innovation	Innovationsstrategie des Freistaates Sachsen	Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr	2013	https://www.innovationsstrategie.sachsen.de/download/Innovationsstrategie_des_Freistaates_Sachsen.pdf
47 Strategie	Sachsen-Anhalt	Innovation	Regionale Innovations-strategie Sachsen-Anhalt 2014-2020	Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt	2014	https://www.ib-sachsen-anhalt.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/Wissenschaft/WISSENSCHAFT_Richtlinie.pdf

Art	Fokus Ort	Fokus Thema	Titel	Herausgeber/ Autoren	Jahr	Quelle
48 Strategie	Schleswig-Holstein	Nachhaltig--keit	Nachhaltigkeitsstrategie Zukunftsfähiges Schleswig-Holstein	Die Ministerpräsidentin des Landes Schleswig-Holstein	2004	https://www.schleswig--holstein.de/DE/fachinhalte/N/nachhaltige-entwicklung/Downloads/ZukunftsfaehigesSH.pdf?__blob=publicationFile&v=1
49 Strategie	Schleswig-Holstein	Innovation	Regionale Innovationsstrategie Schleswig-Holstein	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Technologie des Landes Schleswig-Holsten	2021	https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/T/technologietransfer/Downloads/ris3SH_Fortschreibung_Kurzfssg.pdf?__blob=publicationFile&v=2
50 Masterplan	Schleswig-Holstein	Biotechnologie	Marine Biotechnologie Schleswig-Holstein	Norgenta Norddeutsche Life Science Agentur GmbH	2012	https://www.schleswig--holstein.de/DE/Fachinhalte/M/meerespolitik/Downloads/masterplan_marine_biotechn.pdf?__blob=publicationFile&v=1
51 Strategie	Thüringen	Nachhaltig--keit	Die Thüringer Nachhaltigkeitsstrategie 2011	Freistaat Thüringen	2011	https://digital.zlb.de/viewer/metadata/16321628/0/LOG_0000/
52 Strategie	Thüringen	Nachhaltig--keit	Die Thüringer Nachhaltigkeitsstrategie 2018	Freistaat Thüringen	2018	https://umwelt.thueringen.de/fileadmin/001_TMUEN/Unsere_Themen/Nachhaltigkeit/Thuer._Nachhaltigkeitsstrategie_18_09_11_TNS.pdf
53 Strategie	Thüringen	Energie, Klimaschutz	Integrierte Energie- und Klimaschutzstrategie	Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN)	2019	https://umwelt.thueringen.de/fileadmin/Publikationen/Publikationen_TMUEN/Klimaschutzstrategie_Endfassung.pdf

Editorische Hinweise

Autoren
Urs Moesenfechtel und Sebastian Elze

Grafische Gestaltung,
Cover, Satz und Grafik
Contexto Gráfico und Túlio Ricelle

Titelbild
Romolo Tavani @shutterstock

Veröffentlichung
Agrarpolitischer Dialog
Brasilien - Deutschland | APD

Redaktionelle Koordination
Gleice Mere, Ingo Melchers und
Carlos Alberto dos Santos

Fotografische Bearbeitung
Túlio Ricelle