

Themenfelder und Einrichtungen der Bioökonomieforschung in Deutschland – Wer macht was?

Bericht von Alexandra Purkus und Anne Jähkel
(Departments ÖKON und BEN)

Februar 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Forschungsprogramme und Forschungsinstitute mit Bioökonomie-relevanten thematischen Schwerpunkten: Tabellarische Übersichten	4
1.2	Bioökonomie-Themen in der Forschungs- und Entwicklungsförderung des Bundes: Übersicht zu Bundesausgaben und zentralen Forschungsprogrammen	16
2	Strategische Themenfelder der Bioökonomieforschung	22
2.1	Themenfelder der Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030	22
2.2	Förderschwerpunkte der Forschungsstrategie BioÖkonomie	25
2.3	Thematische Weiterentwicklung der Forschungsstrategie BioÖkonomie	28
2.4	Bioökonomiebezüge weiterer Ressortforschungs-Programme	31
2.4.1	<i>BMBF</i>	31
2.4.2	<i>BMEL</i>	33
2.4.3	<i>BMWi</i>	35
2.4.4	<i>BMUB</i>	36
3	Vorstellung der nationalen Bioökonomie-Forschungslandschaft	37
3.1	Bioökonomieforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft	37
3.2	Bioökonomieforschung in der Fraunhofer-Gesellschaft	57
3.3	Weitere Institute der Bioökonomie- Forschungslandschaft	74
4	Fazit: Verortung innovativer Bioökonomiethemen	92
5	Literaturverzeichnis	98
6	Anhang	101

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Ausgaben des Bundes für Forschung und Entwicklung (FuE) nach Förderbereichen (Soll 2017 in Mio. €).....	16
Abb. 2: Entwicklung der FuE-Ausgaben des Bundes im Förderbereich Bioökonomie, 2009-2017 (2009-2015: Ist-Werte, 2016 und 2017: Soll-Werte, in Mio. €).....	16
Abb. 3: Aufteilung der Haushaltsausgaben des BMBF für Bioökonomieforschung nach Themenschwerpunkten (in Prozent, Soll 2012-2018).....	18
Abb. 4: Aufteilung des Mittelabflusses der Projektförderung im Bereich Energieumwandlung im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms (unter Beteiligung verschiedener Ministerien, ohne Berücksichtigung anderer Förderprogramme, in Prozent, 2012-2016).....	20

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Übersicht relevanter Forschungsprogramme und -Strategien.....	4
Tab. 2: Helmholtz-Zentren mit Bioökonomiebezug.....	6
Tab. 3: Fraunhofer-Institute mit Bioökonomiebezug.....	8
Tab. 4: Weitere Forschungsinstitute mit Bioökonomiebezug.....	12
Tab. 5: Entwicklung der Haushaltsausgaben des BMBF für Bioökonomieforschung nach Themenschwerpunkten (Soll 2012-2018).....	17
Tab. 6: Mittelabfluss der Projektförderung im Bereich Energieumwandlung, im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms und anderer Förderprogramme (unter Beteiligung verschiedener Ministerien, in Mio. €).....	19
Tab. 7: Anzahl laufender Projekte im BMEL-Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“ und Aufteilung der Fördermittel auf die Förderbereiche (inkl. aus dem „Energie- und Klimafonds“ (EKF) geförderter Projekte), zum Stand 30.06.2017.....	21
Tab. 8: Maßnahmen zur Umsetzung der Handlungsfelder der Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030.....	23
Tab. 9: Maßnahmen zur Umsetzung der Querschnittsaktivitäten der Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030.....	25
Tab. 10: Verteilung der BMBF-Fördermittel nach Handlungsfeldern und Querschnittsaktivitäten.....	27
Tab. 11: Weiterentwicklungsempfehlungen der Evaluation der Forschungsstrategie BioÖkonomie.....	30
Tab. 12: Empfehlungen des Bioökonomierats zur Weiterentwicklung der Themenfelder in der Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie 2030.....	31
Tab. 13 Thematische Übersicht zu Helmholtz-Zentren, Fraunhofer-Instituten und weiteren Einrichtungen mit Bioökonomie-relevanten Forschungsschwerpunkten.....	93
Tab. 14 Schwerpunktmäßige Verortung der vom Bioökonomierat vorgeschlagenen Themenfelder für eine weiterentwickelte Forschungsstrategie BioÖkonomie sowie weiterer innovativer Forschungsfelder.....	95

1 Einleitung

Die Bioökonomie-Forschungslandschaft in Deutschland hat im letzten Jahrzehnt eine dynamische Entwicklung durchlaufen, nicht zuletzt aufgrund der Impulse, die in der 2010 veröffentlichten „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ gesetzt wurden (BMBF 2010). Unter dem Dach der Bioökonomie werden vielfältige Forschungsthemen und Disziplinen vereint, was sich auch in der Vielzahl aktiver Forschungseinrichtungen widerspiegelt – der vom BMBF initiierte Forschungsatlas Bioökonomie zählt aktuell 754 Einrichtungen der außeruniversitären Forschung und Ressortforschung sowie an Fachhochschulen und Universitäten, die im Feld aktiv sind (bioökonomie.de 2018, Stand: Jan. 2018). Der vorliegende Bericht hat daher zum Ziel, einen strukturierten Überblick über Themenfelder der Bioökonomieforschung und deren Verortung an Forschungseinrichtungen zu geben.

Um eine Abgrenzung einzelner Themenfelder vornehmen zu können, wird zunächst im Kapitel 2 untersucht, welche Forschungsfelder vom BMBF und anderen Ministerien als strategisch bedeutsam definiert werden. Kapitel 3 stellt die Bioökonomieforschung an ausgewählten Instituten mit relevanten inhaltlichen Forschungsschwerpunkten in Übersichtssteckbriefen dar. Der Fokus soll hierbei auf Einrichtungen liegen, deren Forschung vergleichsweise anwendungsnah ausgerichtet ist, insbesondere solchen der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren HGF und der Fraunhofer-Gesellschaft. Dies wird ergänzt durch eine Kurzübersicht weiterer Forschungsinstitute mit thematischen Schwerpunkten in der anwendungsorientierten Bioökonomieforschung. Institute der Max-Planck-Gesellschaft mit einer stärkeren Grundlagenforschungsorientierung sowie die Forschung an Universitäten und Fachhochschulen werden vorerst vernachlässigt. Abschließend wird in Kapitel 4 auf dieser Grundlage die Frage diskutiert, ob besonders innovative Felder der Bioökonomieforschung – etwa in den Bereichen Digitalisierung, Genome Editing, synthetische Biologie oder neue Biomaterialien – bereits erkennbar verortet sind.

Der folgende Abschnitt 1.1 gibt zusammenfassend eine Übersicht über Forschungsprogramme auf Bundesebene, welche für die Bioökonomieforschung von Bedeutung sind (Tab. 1). Zudem werden die in Kapitel 3 eingehender behandelten Institute anhand von inhaltlichen Schlagworten charakterisiert, ergänzt um Kurzbeschreibungen weiterer ausgewählter Einrichtungen (Tab. 2 – Tab. 4). Abschnitt 1.2 liefert tabellarische und grafische Übersichten zur Höhe und Entwicklung der Bundesforschungsmittel für Bioökonomievorhaben (Abb. 1, Abb. 2) und zur Aufteilung von Fördermitteln auf thematische Schwerpunkte in drei zentralen Förderprogrammen:

- BMBF-Haushaltsausgaben im Rahmen der Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 (Tab. 5, Abb. 3);
- Fördermittel für die Projektförderung im Bereich Energieumwandlung, welche das 6. Energieforschungsprogramm (unter Beteiligung verschiedener Ministerien), das BMWi-Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“ und weitere Förderprogramme umfasst (Tab. 6, Abb. 4);

- BMEL-Fördermittel im Rahmen des Förderprogramms „Nachwachsende Rohstoffe“ und des „Energie- und Klimafonds“ (Tab. 7).

Darüber hinaus liefert Tabelle A1 im Anhang eine detaillierte Übersicht der für Forschungsthemen mit Bioökonomiebezug vorgesehenen Ausgabenpositionen im Rahmen der Ressortforschung von BMWi, BMEL, BMBF und BMUB auf Basis des Haushaltsplans 2017 und des Haushaltsplanentwurfs für 2018.

1.1 Forschungsprogramme und Forschungsinstitute mit Bioökonomie-relevanten thematischen Schwerpunkten: Tabellarische Übersichten

Tab. 1: Übersicht relevanter Forschungsprogramme und -Strategien

Forschungsprogramme und federführende Ministerien	Bioökonomie-relevante Förderschwerpunkte	Laufzeit
Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 (BMBF)	BMBF: Pflanzenzüchtung, Agrarforschung, Tiergesundheit, Lebensmittelindustrie, industrielle Biotechnologie, Bioraffinerien, Bioenergie, KMU- und Gründungsförderung, Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel BMEL: industrielle Nutzung von Biomasse, nachhaltige Weiterentwicklung von Landwirtschaft, Nutztierhaltung, Forstwirtschaft und Fischerei, effizienz- und nachhaltigkeitsverbessernde Innovationen in Ernährung und Landwirtschaft, Optimierung von Bioenergie-Prozessen und –Verfahren BMWi: Energetische Biomassenutzung BMZ: Internationale Agrarforschung Schwerpunkte für Weiterentwicklung: Stärkerer Beitrag der Bioökonomie zu den UN Sustainable Development Goals, durch intensivere Vernetzung der Bioökonomie-Forschungspolitik mit anderen nachhaltigkeitspolitischen Aktivitäten; Stärkere Verzahnung der Bereiche Bioökonomie und Digitalisierung; „Biologisierung der Wirtschaft“ als Schlüsseltechnologie für zukünftige technologische Revolutionen	2010-2018, bislang 7 Förderinitiativen mit Einreichungsfrist in 2018
Forschung für nachhaltige Entwicklung – FONA³ (BMBF)	Klimaforschung, Biodiversität und globalisierte Lebensräume, Energietechnologien und effiziente Energienutzung, Umwelttechnologien und Ressourcen, Gesellschaftswissenschaften für Nachhaltigkeit Leitinitiativen: Green Economy, Zukunftsstadt, Energiewende	Laufzeit: 2016-2020 mit laufenden Förderbekanntmachungen

BMBF: Rahmenprogramm Gesundheitsforschung der Bundesregierung (BMBF)	Grundlagenforschung in den Lebenswissenschaften (z. B. Genomforschung, Systembiologie, Computational Neuroscience, Stammzellforschung), innovative Behandlungsverfahren (z. B. Individualisierte Medizin), Gesundheitswirtschaft	Veröffentlichung 2016 als Nachdruck von 2010, laufende Förderbekanntmachungen
Internationalisierung von Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBF)	Internationale Kooperation u. a. in den Bereichen Biotechnologie, Nutzungskonkurrenzen bei der landwirtschaftlichen Biomasseproduktion, Ernährungssicherung	Veröffentlicht 2016 als Aktualisierung der 2008er Strategie zur Internationalisierung von Wissenschaft und Forschung; Umsetzung von Fördermaßnahmen durch zuständige Ressorts
Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe (BMEL)	Pflanzenzüchtung, nachhaltiges Stoffstrom-Management, nachhaltige Erzeugungs- und Verwertungskonzepte für nachwachsende Rohstoffe, Stärkung der nachhaltigen Forstwirtschaft, innovativer Konversionsverfahren auf Basis nachwachsender Rohstoffe, dezentrale Wertstoffherzeugung in aquatischen Systemen, Optimierung biogener Reststoffnutzungen, nachhaltige und effiziente Wärmeversorgungskonzepte sowie biobasierte Bau- und Dämmstoffe für Gebäude, Verarbeitung biogener Rohstoffe zu Zwischen- und Endprodukten, Informationen und gesellschaftlicher Dialog Schwerpunkte der Förderung aus dem „Energie- und Klimafonds“: Verbesserung von Treibhausgasbilanzen, Integration der Bioenergie in Energiesysteme (Wärme, Strom, Mobilität)	Keine Angabe zur Laufzeit; Förderbekanntmachungen, Ausschreibungen und Aufrufe werden laufend veröffentlicht (erste Aufrufe für 2018 liegen vor)
Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BMEL)	Pflanzenbau, Tierhaltung, Wertschöpfung, Lebensmittelwirtschaft, Wissenstransfer, Beratung, Information und Weiterbildung	Soll laut Koalitionsvertrag der letzten Bundesregierung langfristig erhalten bleiben; Bekanntmachungen werden laufend veröffentlicht
Programm zur Innovationsförderung (BMEL)	Verbesserungen der Rahmenbedingungen für Innovationen, Pflanzenzüchtung und Pflanzenschutz, Tierzucht, Tierschutz und Tiergesundheit, Technik und umweltgerechte Landbewirtschaftung, Sicherheit und Qualität von Lebensmitteln, sonstiger gesundheitlicher Verbraucherschutz	Keine Angabe zur Laufzeit; Bekanntmachungen werden laufend veröffentlicht.

6. Energieforschungsprogramm (BMWi)	<p>BMEL: Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“; institutionelle Forschungsförderung für das DBFZ</p> <p>BMWi: Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“</p> <p>BMBF: Grundlagenforschung, Fokus für Bioenergie: Netzdienstleistungen, Produktion chemischer Energieträger und Basischemikalien</p> <p>Voraussichtliche inhaltliche Schwerpunkte des 7. Energieforschungsprogramms: Optimierung des Gesamtsystems der Energieversorgung, intelligente Sektorkopplung, Praxistransfer von Forschungsergebnissen, Integration von KMUs. Förderstrategischer Schwerpunkt: thematisch übergreifende und systemorientierte Forschungsansätze</p>	7. Energieforschungsprogramm: Aktuell in Vorbereitung (Stand Anfang 2018).
Energetische Biomassenutzung (BMWi)	Effiziente Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse, Systemintegration, Einsatz von Biomasserest- und Abfallstoffen, neue und fortschrittliche KWK-Technologien, Marktpotenzial von Forschungsergebnissen, Konzepte für die zukünftige Bioenergieerzeugung	31. Dezember 2021. Nächster Einreichungstermin: 27. September 2018
Ressortforschungsplan (BMUB)	Ressourceneffizienz/Kreislauf- und Abfallwirtschaft, Umweltaspekte der Energiewende, Naturschutzbegleitforschung zur Energiewende, nachhaltiges Bauen	Jährliche Aktualisierung

Quellen: BMBF 2010; BMBF 2016a; BMBF 2016b; BMBF 2016c; BMEL 2015a; FNR 2018; BMEL 2015b; BLE 2015; BMWi 2011; BMWi 2017a, b; BMWi 2015; BMUB 2017a, b; PTJ 2018

Tab. 2: Helmholtz-Zentren mit Bioökonomiebezug

Helmholtz-Zentren	Bioökonomie-Themenfelder
Mitglieder im Querschnittsverbund „Sustainable Bioeconomy“	
Forschungszentrum Jülich	<ul style="list-style-type: none"> - Ressourceneffiziente und nachhaltige Bioprozesse und -produkte - Intensivierung und Nachhaltigkeitssicherung der Pflanzenproduktion - Agrosphärenforschung zu Zuständen und Stoffflüssen in terrestrischen Systemen - Eigenschaften lebender Zellen und makromolekularer Funktionssysteme, Herstellung funktioneller Nanokomposit-Materialien - Analyse von Energie- und Nexus-basierten Systemen
Bioeconomy Science Center (BioSC) (Kooperationspartner: Forschungszentrum Jülich, RWTH Aachen, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf)	<ul style="list-style-type: none"> - Nachhaltige Pflanzenproduktion und Ressourcenschutz - Mikrobielle und molekulare Stoffumwandlung - Verfahrenstechnik für nachwachsende Rohstoffe - Wirtschaftliche Umsetzbarkeit der Bioökonomie und gesellschaftliche Implikationen - Vertiefung von Querschnittsthemen: Systems Engineering; Bioinformatik und Wissensmanagement; Strukturbiologie

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	<ul style="list-style-type: none"> - Energie-, material- und ressourceneffiziente Technologien (Kraftwerkstechnik, Prozesse, Materialentwicklung) - Grundlagen- bis Anwendungsforschung zur zukunftsorientierten Energieversorgung, u. a. zu Bioenergie - Innovative Dienste und Strukturen im Bereich Supercomputing und Big Data - Funktionalitäten von Materialien auf atomaren, molekularen bis hin zu makroskopischen Ebenen - Neue Ansätze zur Beeinflussung lebender Systeme, innovative polymerbasierter Materialien - Sozial- und systemwissenschaftliche Forschung zu Innovationsprozessen, Nutzbarmachung von Forschungsergebnissen für Entscheidungsprozesse
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ	<ul style="list-style-type: none"> - Modelle, Szenarien und Monitoringansätze für die systematische Analyse aktueller und künftiger Bioökonomiesysteme auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen - Designprinzipien und adaptive Steuerungsansätze für eine nachhaltige Ausgestaltung von Bioökonomiesystemen - Innovative (Bio)Technologien für die ökoeffiziente Produktion von Wertstoffen und Energieträgern aus Sonnenlicht und CO₂, Strom und Rest- oder Abfallstoffen
Helmholtz Zentrum München	<ul style="list-style-type: none"> - Rolle von Genfaktoren und Umweltwirkungen bei der Entstehung von Volkskrankheiten - Neue Diagnoseverfahren und individuelle Therapieansätze - Verhinderung von Zelldegeneration und Förderung von Regenerationsvorgängen - Nachhaltige pflanzliche Produktionsmethoden vor dem Hintergrund globaler Klima- und Umweltveränderungen, mit Schwerpunkt auf der pflanzlichen Abwehr und Stressresistenz und mikrobieller Wachstumsförderung
Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum	<ul style="list-style-type: none"> - Reaktion der Erdoberfläche auf natürliche und anthropogene Veränderungen, u. a. Monitoring von Bodendegradationsprozessen, Unterstützung von Precision Farming - Nachhaltige Nutzung von Georessourcen und des geologischen Untergrunds, inkl. Aufbau eines Verständnisses der „Tiefen Biosphäre“
Weitere Helmholtz-Zentren	
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)	<ul style="list-style-type: none"> - Technologiebewertung und Energiesystemanalysen, u. a. zu Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit der Energieversorgung - Effiziente und ressourcenschonende Energiespeicher und Energiewandlungstechnologien - Neue Werkstofflösungen und Prozesstechniken für Luft- und Raumfahrt, Energie und Automobilsektor (z. B. Biopolymer-basierte Aerocele) - Entwicklung von Robotern zur Unterstützung der menschlichen Interaktion mit der Umwelt (u. a. mithilfe von „Bionics“-Ansätzen)
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie	<ul style="list-style-type: none"> - Verständnis von makroskopischen Materialeigenschaften und verantwortlichen mikroskopischen Strukturen und Prozessen, als Voraussetzung für zukünftige maßgeschneiderte Materialien und Medikamente

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)	<ul style="list-style-type: none"> - Ressourcenschonende Gestaltung industrieller Prozesse - Neue Technologien für die Nutzbarmachung mineralischer und metallhaltiger Rohstoffe und ressourcen- und energieeffiziente Ressourcengewinnung und –verwendung (u. a. im Rahmen von Kreislaufwirtschaftskonzepten und durch Einsatz von Bakterien)
Helmholtz-Institut für Meereswissenschaften an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (IFM-GEOMAR)	<ul style="list-style-type: none"> - Entwicklung von Konzepten für eine nachhaltige Nutzung biologischer, mineralischer und energetischer mariner Rohstoffe, inkl. mariner Biotechnologie
Helmholtz-Zentrum Geesthacht - Zentrum für Material- und Küstenforschung	<ul style="list-style-type: none"> - Technologiegetriebene Ansätze in Gesundheitsforschung, medizinischer Diagnostik und Therapie - Ultraleichte Werkstoffe und innovative Prozesstechnologien für die Anwendungsfelder Verkehr, Implantologie und regenerative Medizin, Energiespeicherung und –umwandlung

Quelle: eigene Zusammenstellung auf Basis von Zentren- und Institutswebseiten, siehe Kap. 3.1

Tab. 3: Fraunhofer-Institute mit Bioökonomiebezug

Fraunhofer-Institute	Bioökonomie-Themenfelder
Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT (Sulzbach-Rosenberg)	<ul style="list-style-type: none"> - Innovative Biotechnologien, Bioenergie, Biokunststoffe/Polymerchemie, Bioraffinerie, Aufarbeitung von Wertstoffen mittels Biotechnologie, Energiespeicher, Energiesysteme
Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB (Stuttgart)	<ul style="list-style-type: none"> - Weiße Biotechnologie (Biokatalysatoren), Bioenergie/Biogas, Bioraffineriekonzepte (bes. Lignozellulose, Algen und Abfall/Reststoffe), Molekulare Biotechnologie, Synthetische Biologie, biobasierte und Nano-Materialien, Bioinformatik, Genomanalysen, Medizintechnik und personalisierte Medizin, Aufbereitung und Recycling, Wassermanagement
Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP (Leuna)	<ul style="list-style-type: none"> - Lückenschluss zwischen Labor und Industrie - Biotechnologie, Bioraffinerie, Lignozellulose, Mikroalgen, Feinchemikalien (Enzymgewinnung), Prozessoptimierung, Skalierung
Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT (Pfinztal)	<ul style="list-style-type: none"> - Faserverbundteile, Automobilbranche, Energiespeicher/ Redox Flow Batterien, Energiesysteme, Biopolymere, Biokunststoffe, Bioraffinerie, Biobasierte Schaumstoffe, biobasierte und Nano-Materialien, Kreislaufwirtschaft, CO₂ als Rohstoff - Großer Fokus auch Energetische Materialien (Treib- und Sprengstoffe) – Wehrforschung und zivile Sicherheitsforschung
Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI (Karlsruhe)	<ul style="list-style-type: none"> - Energiesysteme und –technologien, Strommarkt, Bioökonomie, Industrielle Technologien, Innovationssysteme, Innovations-Roadmapping, Nachhaltigkeit, Zukunftsentwürfe und Strategieentwicklung

Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik EMB (Lübeck)	<ul style="list-style-type: none"> - Marine Biotechnologie, Lebens-, Futter- und Nahrungsergänzungsmittel, Polykultur-Systeme und Aquakultur; Zelltechnologie, Zellkultur, Biobanken, Veterinärmedizin, Impfstoffentwicklung; Translationale Medizin, Biologisierte Implantate, Zellbasierte Therapien, In-vitro-Diagnostik, Biobasierte Zellanalyse, Kosmetik-, Chemie-, Pharmaindustrie; 3D-Prototyping
Kurzbeschreibung weiterer Fraunhofer-Einrichtungen mit Bioökonomiebezug (ohne Steckbrief)	
Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE (Kaiserslautern)	<ul style="list-style-type: none"> - Embedded Systems: eingebettete Systeme als Träger für Mikroprozessoren, Systems and Software Engineering, Qualitätssicherung - Process Management: Softwarebasierte Systeme, wie in Autonomes Fahren, Industrie 4.0, Internet der Dinge oder Big Data, Data and Process Engineering - Information Systems: ERP-, CRM-Systeme, Online-Portale, interaktive Systeme im Banken- und Versicherungssektor oder in Bereichen medizinischer IT-Systeme, der öffentlichen Hand und des Verteidigungsbereichs sowie Software entwickelnder Unternehmen - Innovationsthemen: Verbindung von Embedded und Informationssystemen: Smart Ecosystems, Smart Rural Areas (Mobile Ecosystems, Profi Apps), Industrie 4.0, Big Data - Think Tank „Product Innovation Workshop“
Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie IME (Aachen) <i>Geschäftsfeld Bioressourcen</i>	<p>„angewandte Lebenswissenschaften vom Molekül bis zum Ökosystem“¹:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Molekulare Biotechnologie, Angewandte Ökologie und Bioressourcen (landwirtschaftliche Stoffproduktion, Bioressourcen für Medizin/Pflanzenschutz/Biotechnologie –Forschungszentrum in Gießen ab 2019), Translationale Medizin - Fraunhofer-Verbund „Life Sciences“, Fraunhofer-Allianzen Food Chain Management und Big Data, Kooperation mit Fraunhofer-Netzwerk Nachhaltigkeit - enge Zusammenarbeit: Institut für Molekulare Biotechnologie RWTH Aachen, Institut für Biologie und Biotechnologie der Pflanzen Universität Münster, LOEWE Zentrum „Insektenbiotechnologie“
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML (Düsseldorf)	<ul style="list-style-type: none"> - Umwelt und Ressourcenlogistik (Rohstoff-, Bereitstellungslogistik, Green Logistics und Ressourceneffizienz, Entsorgung und Kreislaufwirtschaft, Health Care Logistics) - Big Data in der Logistik, Industrie 4.0, E-Business
Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS (Halle)	<p>„Beitrag zu Materialeffizienz, Ressourcenschonung und Wirtschaftlichkeit, [...] Nachhaltigkeit aller Lebensbereiche und [...] effizienten Umgang mit begrenzten Rohstoffen“²:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Bio-Materialien, Photovoltaik, Kunststofftechnik, chemische Industrie, Energietechnik, Automobil- und Flugzeugbau - Teil des Spitzencluster BioEconomy e.V.

¹ Von IME-Website, Über das Institut https://www.ime.fraunhofer.de/de/ueber_das_institut.html

² IMWS Leitbild <https://www.imws.fraunhofer.de/de/institut/organisation/leitbild.html>

Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Experimentelle Medizin ITEM (Hannover)	<ul style="list-style-type: none"> - Arzneimittelentwicklung, Chemikalienbewertung, translationale Medizintechnik (mit Leistungszentrum), BMBF Projekt: Phage4Cure
Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie IZI (Leipzig)	<ul style="list-style-type: none"> - Biotechnologie, Pharma- und Medizinische Forschung
Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT (Sulzbach)	<ul style="list-style-type: none"> - Medizinische Biotechnologie (Stammzellforschung, Nanobiotechnologie) - Biomedizintechnik (Biomedizinische Mikrosysteme, Medizintechnik & Neuroprothetik, Gesundheitsinformationssysteme)
Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie IMW (Leipzig)	<p>„Forschen und Entwickeln: Sozioökonomisch – wissenschaftlich fundiert“³</p> <ul style="list-style-type: none"> - Internationalisierte Wertschöpfungsprozesse, Wissensgesellschaft/-wirtschaft und Wissenstransfer, wirtschaftliche Nachhaltigkeitsstrategien - Offene Werkstatt Leipzig des Mittelstand 4.0 - Kompetenzzentrum eStandards, EU Plus, Big Data Center - Leitprojekt: „E³-Produktion. Innovationen für die Produktion der Zukunft“, Verbundprojekt: „C³ – Carbon Concrete Composite“ - Beispiele relevanter Arbeitsgruppen: Regionale Positionierung u. Standortentwicklung, Professionalisierung von Transferprozessen, Innovationsfinanzierung, Wettbewerbs- und Technologieanalyse, Innovationspolitik und Transferdesign, Stakeholderdialoge u. gesellschaftliche Akzeptanz
Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF (Darmstadt)	<p>Mobilität auf höchstem, innovativen Niveau mit Kompetenzen in Betriebsfestigkeit, Systemzuverlässigkeit, Adaptronik und Kunststoffen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elektromechanik, Leichtbau, Schwingungstechnik, Polymer-technik für vorrangig Automobilbranche, Prototypenfertigung - Polymeranalytik, -synthese und Additivenentwicklung - Kunststoffe, Biokunststoffe, Kunststoffverarbeitung, Nutzbar-machung von Biomasse durch chemische Modifizierung (biobasierter Flamm-schutz für Kunststoffe), Biopolymere - Projektbeispiele: BastFix (biobasiert, naturfaserverstärkte Kunststoffe), Well2Battery2Wheel, Kritikalität Seltener Erden, „GaßnerWind“ - Enge Kooperation mit Fachgebiet Systemzuverlässigkeit, Adaptronik und Maschinenakustik SAM der Technischen Universität Darmstadt
Fraunhofer-Institut für Holzforschung / Wilhelm Klauditz Institut WKI (Braunschweig)	<ul style="list-style-type: none"> - Hybrid-Werkstoffe aus Nawaros, Wood-Plastic Composites (WPC), Recycling Altholz und ReWoBioRef (Lignocellulose-Bioraffinerien) - GreenTecAward 2015 (Schaumstoffe aus Holz)

³ Von IMW-Website <https://www.imw.fraunhofer.de/de/institut.html>

Weitere Fraunhofer-Einrichtungen nach Bioökonomiethemenfeld (nur Nennung)	
BIOTECHNOLOGIE/ERNÄHRUNG/PHARMA	
Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung ⁴	IAP
Fraunhofer-Institut für Silicatforschung	ISC
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme	IKTS
Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und Polymerverarbeitung	PAZ
ENERGIE UND NAWARO	
Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik	IEE
Fraunhofer-Institut für Silicatforschung	ISC
Institut für Solare Energiesysteme	ISE
Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik	IWES
Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung	IFAM
INFORMATION	
Außenstelle Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme	ENAS
Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik	FIT
Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme	IAIS
PROZESS/VERFAHRENSTECHNIK/MATERIAL	
Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik	FEP
Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung	IFAM
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung	IFF
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme	IKTS
Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen	IIS
Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme	IMS
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung	IPA
Fraunhofer-Institut für Bauphysik	IBP
Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik	IPK
Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik	IPM
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie	IPT
Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik	ITWM
Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung	IVV
Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik	IWM
Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren	IZFP
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration	IZM
SOZIALES/POLITIK	
Fraunhofer Zentrum für Responsible Research and Innovation	IAO, Cerri
Fraunhofer Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen	INT

Anm.: Die Darstellung ist nicht abschließend.

Quelle: eigene Zusammenstellung auf Basis von Zentren- und Institutswebseiten, siehe Kap. 3.2

⁴ Projektbeispiel: Farben und Lacke auf Basis von Kartoffelstärke

Tab. 4: Weitere Forschungsinstitute mit Bioökonomiebezug

Institute	Bioökonomie-Themenfelder
<p>Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. – ATB (Potsdam)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Precision Farming, Automatisierung/Robotik, Landwirtschaft 4.0, Lebens- und Futtermittelqualität sowie Tierwohl, stoffliche und energetische Nutzung Biomasse (Fokus stoffl.), Betrachtung sämtlicher Biomasserohstoffe für Bioraffinerien mit gesamter Verfahrenskette (Anbau bis Umsatz in Bioraffinerie), Milchsäuregewinnung, Biogas, Biokohle - Entwicklung und Modellierung
<p>Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH DBFZ (Leipzig)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Stoffliche und energetische Nutzung von Biomasse (Lignozellulose, Rest- und Abfallstoffe), Bioenergie, Biochemische und thermo-chemische Konversion von Biomasse, Bioraffinerien - Machbarkeitsstudien, Strategieentwicklung, Monitoring, Modellierung
<p>nova-Institut für politische und ökologische Innovation GmbH (Hürth)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Systemische Betrachtungen Bioökonomie, Zertifizierung, Rechtliche Rahmenbedingungen, Innovationssuche und -bewertung in allen Bereichen der BÖ - Marktanalysen, Innovations-Roadmapping
<p>Thünen-Institute: Dossier Bioökonomie</p>	<ul style="list-style-type: none"> - NawaRo, Fokus Holz und Wald, Precision Farming, Ökologischer Landbau, Landnutzung, Nahrungsmittelproduktion, Bioenergie, Bioraffinerien, LCA - Monitoring, Strategieentwicklung
<p>IFEU - Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Biotechnologie, Bioenergie, Bioraffinerien (Algen), Lebensmittel, Landnutzungskonzepte, Kreislaufwirtschaft, Ökobilanzen, ILCSA und LC-EI-A, UVU - Gesellschaftsbeteiligung, Stakeholdereinbindung
<p>IfW – Institut für Weltwirtschaft (Kiel)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Wirtschafts- und Sozialpolitik in globalisierter Welt, Makroökonomie und Finanzmärkte, Gesundheitsökonomie - Aspekte: Umwelt und natürliche Ressourcen (Land, Ozean, Klima), Ökosystemleistungen, Climate-Engineering/CO₂ Reduzierung, SDGs, Sozial- u. verhaltensökonomische Ansätze - Politikberatung zu Monitoringprozessen, Politikmaßnahmen, Schwerpunktanalysen, Subventionsberichterstattung, Ausbildung
<p><i>Beispiele universitärer Forschung:</i></p> <p>Universität Hohenheim - Forschungszentrum für Bioökonomie</p> <p>TU München - BioCampus Straubing</p> <p>WissenschaftsCampus Halle – Pflanzenbasierte Bioökonomie (WCH)</p>	<p>Bioökonomie-Kompetenz in Bildung sowie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stoffliche (Lignozellulose, Mikroalgen) und energetische Nutzung Biomasse (Biogas), Modellierung Bioökonomie, Biotechnologie - Biotechnologie, NawaRo, stoffliche und energetische Nutzung Biomasse - Pflanzliche Agrarwissenschaft, Biologie, Biochemie und Biotechnologie sowie deren sozioökonomische Rahmenbedingungen

<p><i>Nachwuchsgruppen „Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel“:</i> STRIVE</p> <p>TRAFÖBIT</p> <p>Bioeconomy & Inequalities</p> <p>CIRCULUS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Bioökonomie-Politiken, regulatorische Rahmenbedingungen, biobasierte Transformation und ihre Auswirkungen (nach SDGs) - Nachhaltigkeitsimplikationen für Biomassehandel, technologische Innovation, Innovationstransfer - Ökonomische Modellierung, LCA, Fallstudien, Management - Analyse von Bioclustern und ihrer Rolle (wirtschaftlich, technologische Strukturen) - Innovationsprozesse, Gesellschaftsinteraktion, Einbettung in regionales Umfeld, Synthese von Soziologie und ökologischer Ökonomie - Soziale Netzwerkanalyse, statistische Netzwerkmodelle - Soziale Ungleichheiten im Bioenergiesektor, Sozioökologie, National und Global – Transnationaler Sektor - Arbeitsbeziehungen, kommerzielle Strukturen, Wissens- und Technologieproduktion - Analyse von Interdependenzen und Verschränkungen, Empirie - Europäische Kreislaufwirtschaft, Transformationspfade, Governance-Entwicklungspfade, sozio-ökonomische Auswirkungen - Stoffströme, Wertschöpfungsketten in Agrar und Forst - Systemperspektive, Consequential LCA, Delphi-Studien, Interviews
<p><i>Clusterbeispiele:</i> BioEconomy Spitzencluster e.V. Mitteldeutschland (Halle)</p> <p>Industrielle Biotechnologie Bayern Netzwerk GmbH (IBB)</p> <p>BIO.NRW Cluster der Biotechnologie Nordrhein-Westfalen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Modellregion, Verknüpfung Holz- und Chemie/Kunststoffindustrie - Non-Food-Biomasse, Lignozellulose, Bioraffinerien, Biokunststoffe - Etablierung industrieller Biotechnologie in Kunststoff-, Textil-, Schmier- und Klebstoffindustrie, Kosmetik und Nahrungsmittelindustrie - Biotechnologie, Biokraftstoffe, Bioraffinerie, Abwasseraufbereitung, Downstream, Enzym-Recycling, Zellfreie Bioproduktion - Industrielle Biotechnologie (weiß und rot) als Querschnittstechnologie für Pharmazeutische-, Chemische-, Stahl-, Kosmetik-, Nahrungs- und Futtermittelindustrie - Modellregion für innovative und nachhaltige Stoffstromnutzung Rheinland (RIN Stoffströme) - Biokatalysatoren, Metagenomanalyse, Marine Enzyme, Biomaterialien, Synthetische Biologie, Gentherapie, Abwasseraufbereitung, Downstream, Pharma

Kurzbeschreibung weiterer Institute mit Bioökonomiebezug (ohne Steckbrief)	
Ecologic Institute	<ul style="list-style-type: none"> - Wissenschaft und Forschung für eine nachhaltige Welt, umweltpolitische, sozial-ökologische Forschung, Analyse und Beratung, Fokus auf EU und internationaler Dimension - Bereiche: Umwelt- und Ressourcenökonomie, Bioökonomie, Bioenergie, Biotechnologien, Energie- und Landwirtschaft, Klima, Boden
IAMO - Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien	<ul style="list-style-type: none"> - Regionaler Fokus: EU-Erweiterungsregionen, Transformationsregionen Mittel-, Ost- und Südosteuropas, Zentral- und Ostasiens - Forschungsfokus: wirtschaftliche, soziale und politische Veränderungsprozesse in der Agrar- und Ernährungswirtschaft sowie in ländlichen Räumen - Nachwuchsforschungsgruppe TRAFÖBIT (Leitung Dr. Ir. Frans Hermans, siehe Steckbrief zur Nachwuchsgruppenförderung im Förderschwerpunkt „Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel“) - Nachwuchsforschungsgruppe Bioeconomy – Economics and Institutions of the Bioeconomy (Leitung: Dr. Lioudmila Chatalova) zu ökonomischen und institutionellen Herausforderungen der pflanzenbasierten Bioökonomie (gefördert vom WissenschaftsCampus Halle – Pflanzenbasierte Bioökonomie WCH)
IASS - Institute for Advanced Sustainability Studies / Institut für Transformative Nachhaltigkeitsforschung	<ul style="list-style-type: none"> - Zentrale Fragestellungen: Was sind Bedingungen für gelingende Nachhaltigkeitstransformationen? Wie können und wie sollten Transformationsprozesse gestaltet und unterstützt werden? - Bereiche: Energie (CO₂ als Wertstoff, Energiewende), Digitalisierung, Böden, Klima, zeitgemäße Politikberatung
IINAS - Institute für Internationale Nachhaltigkeitsanalysen und –strategien	<ul style="list-style-type: none"> - Betonung auf Netzwerke und transdisziplinäre Arbeit durch Forschung mit Entscheidungsträgern aus privaten und öffentlichen Sektoren, integrierte Analysen, partizipatives Modellieren und Strategieentwicklung zu Schlüsselproblemen der Nachhaltigkeit - Bereiche: Biomasse in stofflicher und energetischer Nutzung (Bioökonomie unter Aspekt der Nachhaltigkeit), Energie, Ernährung, Konsum, Landnutzung, Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz
IZES - Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme gGmbH	<ul style="list-style-type: none"> - Konzept- und Instrumentenentwicklung zur Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz im Rahmen der Energiewende, systemische Analyse von Stoffströmen und Flächennutzungen im Rahmen von ganzheitlichen Ressourcennutzungsstrategien - Bereiche: Energiemärkte, Infrastruktur und Kommunalentwicklung, Stoffströme, Technische Innovation, Umweltpsychologie

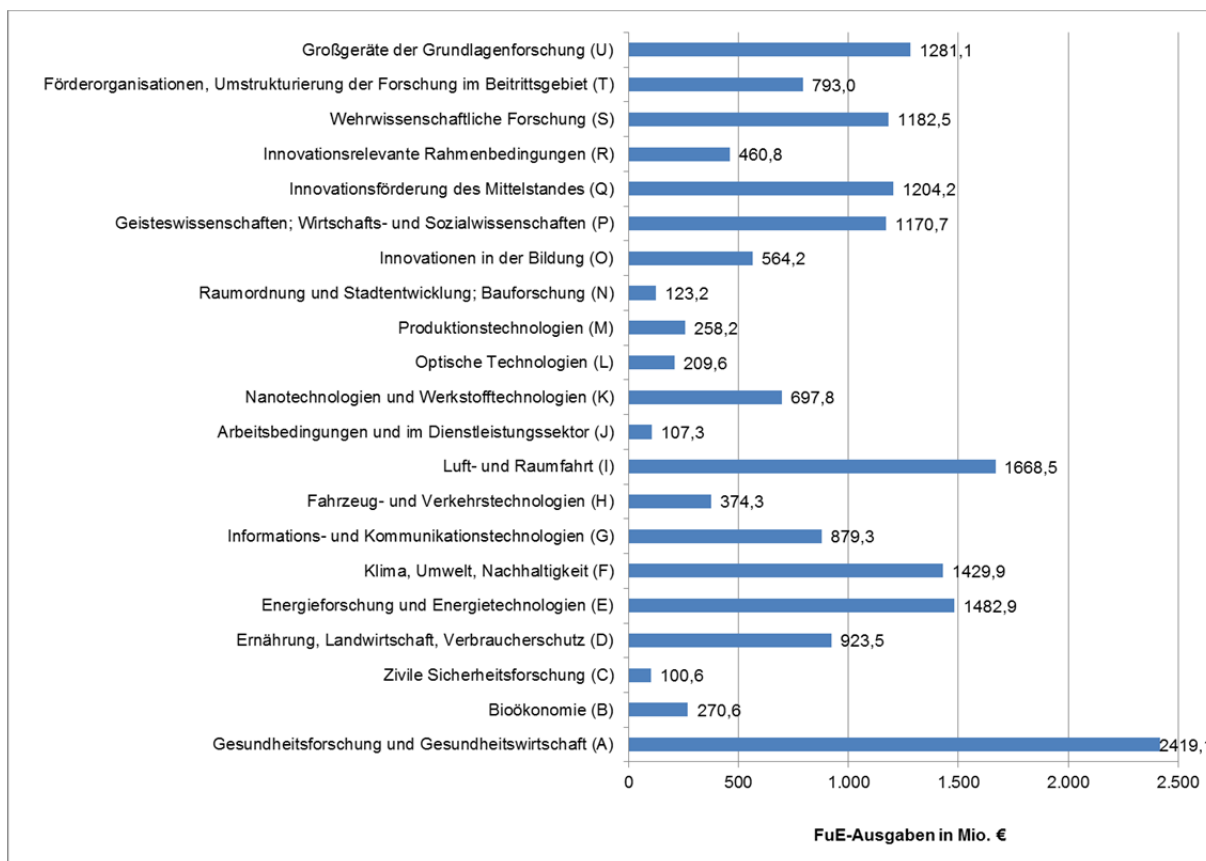
<p>Öko-Institut e.V.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vor allem Beratungsfokus, mit Ziel Natur und Umwelt dauerhaft zu schützen und die Lebensgrundlagen aller Menschen einschließlich der nachfolgenden Generationen zu sichern - Bereiche: Chemikalien-Management und Technologiebewertung, Energie und Klima, Nachhaltiger Konsum, Nachhaltiger Verkehr, Nachhaltige Ressourcenwirtschaft, Nachhaltige Unternehmen, Recht, Politik und Governance
<p>WI - Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Entwicklung von Leitbildern, Strategien und Instrumenten für Übergänge zu einer nachhaltigen Entwicklung auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene, mit Fokus auf Ressourcen-, Klima- und Energieherausforderungen in Wechselwirkungen mit Wirtschaft und Gesellschaft - Bereiche: Klima, Energie, Ressourcen, Kreislaufwirtschaft, Wohlstand, Stadtwandel, Wirtschaft, Mobilität, Wissen, Forschungsgruppen: Zukünftige Energie- und Mobilitätsstrukturen, Energie-, Verkehrs- und Klimapolitik, Nachhaltiges Produzieren und Konsumieren

Anm.: Die Darstellung ist nicht abschließend.

Quelle: eigene Zusammenstellung auf Basis von Zentren- und Institutswebseiten, siehe Kap. 3.3

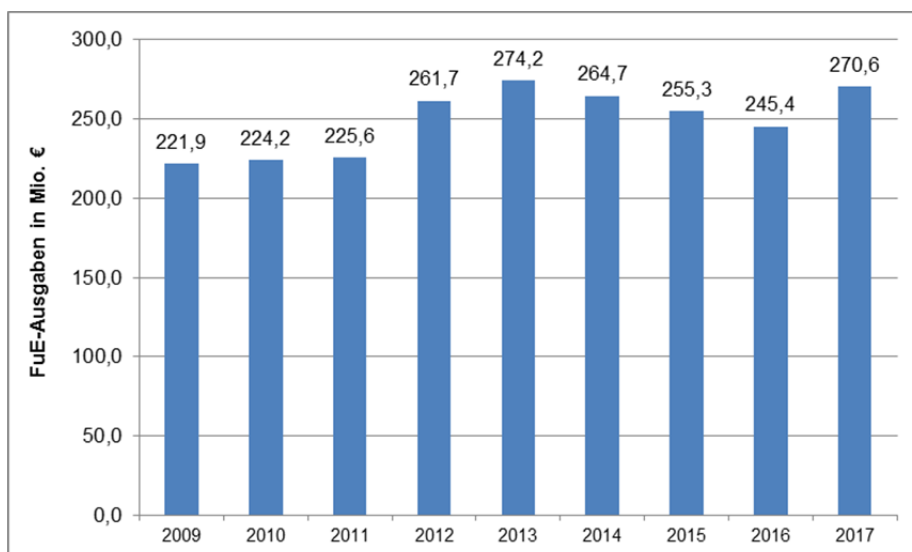
1.2 Bioökonomie-Themen in der Forschungs- und Entwicklungsförderung des Bundes: Übersicht zu Bundesaussgaben und zentralen Forschungsprogrammen

Abb. 1: Ausgaben des Bundes für Forschung und Entwicklung (FuE) nach Förderbereichen (Soll 2017 in Mio. €)



Quelle: eigene Darstellung nach BMBF 2017a; BMBF 2016d, S. 13

Abb. 2: Entwicklung der FuE-Ausgaben des Bundes im Förderbereich Bioökonomie, 2009-2017 (2009-2015: Ist-Werte, 2016 und 2017: Soll-Werte, in Mio. €)



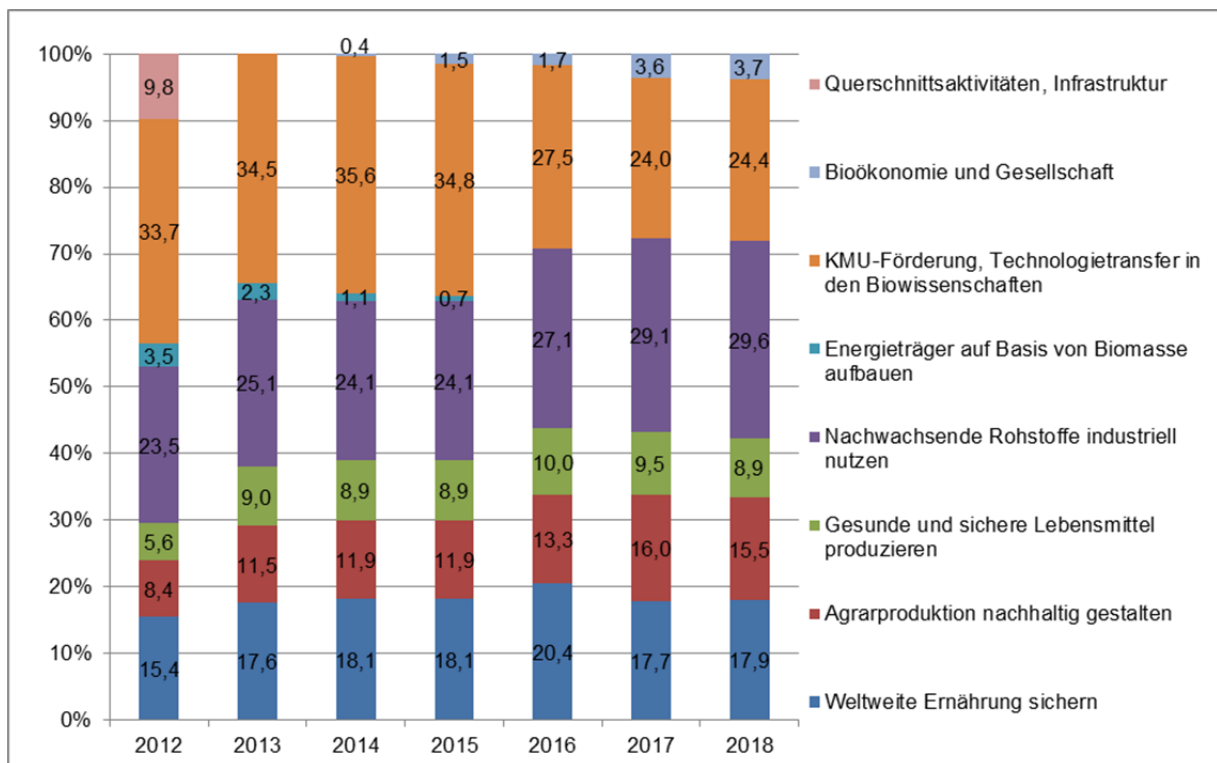
Quelle: eigene Darstellung nach BMBF 2017a

Tab. 5: Entwicklung der Haushaltsausgaben des BMBF für Bioökonomieforschung nach Themenschwerpunkten (Soll 2012-2018)

Bioökonomie (Ausgaben-Titel 683 30)	Haushalt Soll in 1000 €						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Weltweite Ernährung sichern	22.000	24.500	24.500	24.500	24.500	24.369	24.213
Agrarproduktion nachhaltig gestalten	12.000	16.000	16.000	16.000	16.000	22.000	21.000
Gesunde und sichere Lebensmittel produzieren	8.000	12.500	12.000	12.000	12.000	13.000	12.000
Nachwachsende Rohstoffe industriell nutzen	33.500	35.000	32.500	32.500	32.500	40.000	40.000
Energieträger auf Basis von Biomasse aufbauen	5.000	3.252	1.500	1.000	-	-	-
KMU-Förderung, Technologietransfer in den Biowissenschaften	48.000	48.100	48.000	47.000	33.000	33.000	33.000
Bioökonomie und Gesellschaft	-	-	500	2.000	2.000	5.000	5.000
Querschnittsaktivitäten, Infrastruktur	14.000	-	-	-	-	-	-
Summe Titel 683 30	142.500	139.352	135.000	135.000	120.000	137.369	135.213

Quellen: Haushaltspläne 2012-2017, Einzelplan 30 „Bundesministerium für Bildung und Forschung“, Kapitel 3004 „Forschung für Innovationen, Hightech-Strategie“, Ausgaben-Titelgruppe 30 „Innovation durch Lebenswissenschaften“ (BMF 2017); Haushaltsplan-Entwurf 2018 (Angaben vorläufig, siehe Haushaltsgesetz 2018)

Abb. 3: Aufteilung der Haushaltsausgaben des BMBF für Bioökonomieforschung nach Themenschwerpunkten (in Prozent, Soll 2012-2018)



Anm.: Eine Auswertung der bewilligten BMBF-Fördermittel nach Themenfeldern wurde von Hüsing et al. 2017 vorgenommen; Ergebnisse sind überblicksartig in Kap. 2.2 und Tab. 10 dargestellt. Es ist zu beachten, dass Überschneidungen zwischen den Themenfeldern auftreten können. Querschnittsaktivitäten werden in Haushaltsplänen nur für 2012 gesondert aufgeführt (sowie als Teil der Rubrik „KMU-Förderung, Technologietransfer in den Biowissenschaften“)

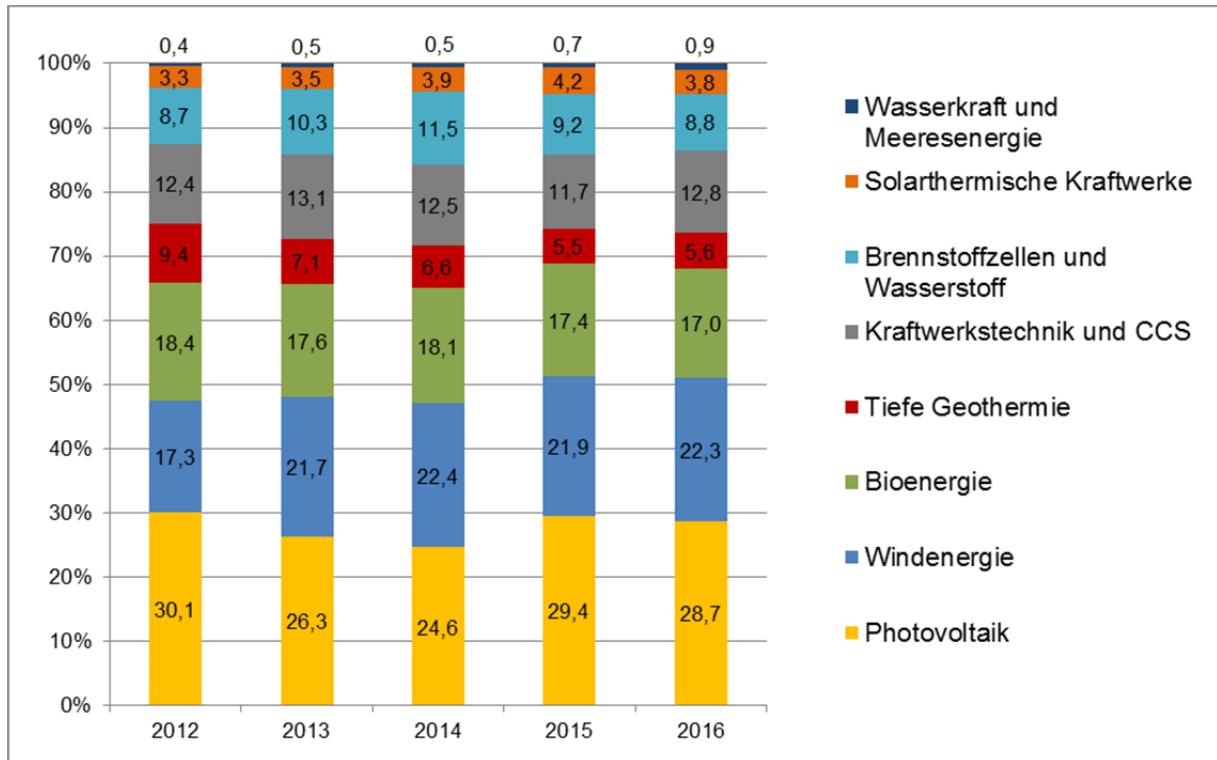
Quellen: eigene Darstellung auf Grundlage der Haushaltspläne 2012-2017, Einzelplan 30 „Bundesministerium für Bildung und Forschung“, Kapitel 3004 „Forschung für Innovationen, Hightech-Strategie“, Ausgaben-Titelgruppe 30 „Innovation durch Lebenswissenschaften“ (BMF 2017); Haushaltsplan-Entwurf 2018 (Angaben vorläufig, siehe Haushaltsgesetz 2018)

Tab. 6: Mittelabfluss der Projektförderung im Bereich Energiewandlung, im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms und anderer Förderprogramme (unter Beteiligung verschiedener Ministerien, in Mio. €)

Förderthema	Mittelabfluss in Mio. €					Anzahl Projekte		Förder- summe in Mio. €
	2012	2013	2014	2015	2016	laufend in 2016	neu bewilligt in 2016	neu bewilligt in 2016
Photovoltaik (inkl. andere Programme)	67,08 (85,69)	63,59 (81,16)	58,34 (64,92)	71,26 (73,60)	63,99 (65,66)	397	166	116,57
Windenergie	38,42	52,57	53,06	53,04	49,69	322	93	86,24
Bioenergie (inkl. andere Programme)	40,86 (48,59)	42,61 (48,68)	42,97 (44,11)	42,10 (43,92)	37,88 (37,88)	468	146	30,43
Erzeugung – Anbau	6,91	6,31	5,98	4,43	4,69	44	32	8,02
Erzeugung – Züchtung	4,43	5,25	4,77	4,92	4,49	55	7	2,00
Konversion – Allgemein	-	-	-	0,53	5,22	43	41	9,52
Konversion – Gasförmig	4,61	4,87	5,27	6,84	4,92	53	-	-
Konversion – Flüssig	4,11	6,12	6,19	5,92	3,97	31	-	-
Konversion – Fest	2,78	0,94	0,73	1,92	2,23	36	13	2,18
Querschnitt	1,86	3,22	2,85	2,97	2,53	44	16	2,73
Grundlagen- forschung (inkl. andere Programme)	8,81 (16,53)	9,99 (16,06)	12,16 (13,30)	9,89 (11,72)	6,17 (6,17)	62	-	-
Energetische Biomassennutzung	7,36	5,91	5,03	4,69	3,66	100	37	5,98
Tiefe Geothermie	20,82	17,1	15,55	13,38	12,54	83	22	19,55
Kraftwerks- technik und CCS (inkl. andere Programme)	27,54 (28,58)	31,62 (35,09)	29,60 (30,96)	28,20 (28,20)	28,52 (28,52)	312	73	29,03
Brennstoffzellen und Wasserstoff	19,47	24,88	27,16	22,32	19,69	147	28	18,48
Solarthermische Kraftwerke	7,45	8,41	9,25	10,09	8,58	76	13	8,90
Wasserkraft und Meeresenergie	0,98	1,25	1,21	1,68	2,01	17	4	3,51
Gesamt (inkl. andere Programme)	222,62 (249,99)	242,02 (269,15)	237,14 (246,23)	242,06 (246,22)	222,90 (224,57)	1822	545	312,72

Anm.: Die Projektförderung im Bereich Bioenergie umfasst Beiträge verschiedener Ministerien, insbesondere des BMEL im Rahmen des Förderprogramms „Nachwachsende Rohstoffe“ (siehe auch Tab. 7). Ausgaben im Rahmen des BMWi-Förderprogramms „Energetische Biomassennutzung“ sind gesondert ausgewiesen.
Quelle: BMWi 2017a, S. 49-51

Abb. 4: Aufteilung des Mittelabflusses der Projektförderung im Bereich Energieumwandlung im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms (unter Beteiligung verschiedener Ministerien, ohne Berücksichtigung anderer Förderprogramme, in Prozent, 2012-2016)



Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage von BMWi 2017a, S. 49-51

Tab. 7: Anzahl laufender Projekte im BMEL-Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“ und Aufteilung der Fördermittel auf die Förderbereiche (inkl. aus dem „Energie- und Klimafonds“ (EKF) geförderter Projekte), zum Stand 30.06.2017

Förderbereiche im Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“	Zuwendung in Mio. €	Anzahl	Anteil des Förderbereichs an Gesamtzuwendungs- summe (in %)
Nachhaltige Erzeugung und Bereitstellung	44,91	168	24,7
Rohstoff- und Reststoffaufbereitung und -verarbeitung	0,22	2	0,1
Biobasierte Produkte und Bioenergieträger, unterteilt in:			
stoffliche Nutzung/biobasierte Produkte	69,00	267	37,9
energetische Nutzung/Bioenergieträger	25,57	101	14,0
Übergreifende Themen	7,71	16	4,2
Gesellschaftlicher Dialog	4,71	17	2,6
Sonstiges	29,86	21	16,4
Summe	181,97	592	100,0
Projekte im EKF			
EKF-Schwerpunkte bis 2015	8,22	40	28,2
Verbesserung von Treibhausgasbilanzen	10,89	43	37,3
Integration der Bioenergie in Energiesysteme	7,74	32	26,5
Sonstiges	2,34	1	8,0
Summe	29,19	116	100,0

Quelle: FNR 2017, S. 22 u. 25

2 Strategische Themenfelder der Bioökonomieforschung

In der Definition von Bioökonomie-Forschungsfeldern kommt der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ eine zentrale Bedeutung zu. Die Strategie wurde 2010 unter Leitung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) in einem ressortübergreifenden Prozess erarbeitet, an dem sechs weitere Bundesministerien beteiligt waren (Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; Wirtschaft und Technologie; Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; wirtschaftliche Zusammenarbeit; Gesundheit; Inneres) (BMBF 2014a). Im Jahr 2014 wurde die Forschungsstrategie BioÖkonomie in der Neufassung der Hightech Strategie der Bundesregierung verankert. Gemeinsam mit dem 6. Energieforschungsprogramm und dem Rahmenprogramm „Forschung für Nachhaltige Entwicklung – FONA“ soll sie schwerpunktmäßig dazu beitragen, den Wandel zu einer nachhaltigen Energieversorgung und Wirtschaft umzusetzen – eine der sechs „prioritären Zukunftsaufgaben“, die in der Hightech-Strategie identifiziert werden (Bundesregierung 2014). Dabei wird insbesondere der potenzielle Beitrag neuer biowissenschaftlicher Verfahren und Technologien zu einem Strukturwandel in Richtung Nachhaltigkeit hervorgehoben, sowie die Rolle der Biotechnologie als Schlüsseltechnologie mit besonderer Bedeutung für die Innovationsdynamik und internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft (Bundesregierung 2014). Gleichzeitig weisen auch das Energieforschungsprogramm und FONA sowie weitere Ressortforschungsprogramme inhaltliche Bezüge zur Bioökonomie auf. Der folgende Abschnitt gibt zunächst einen Überblick über die in der Forschungsstrategie BioÖkonomie definierten Forschungsfelder sowie Umsetzungsschwerpunkte der einzelnen Ministerien. Im Anschluss werden für die Bioökonomieforschung relevante inhaltliche Schwerpunkte aus weiteren Ressortforschungsprogrammen identifiziert.

2.1 Themenfelder der Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030

Die Forschungsstrategie BioÖkonomie verfolgt zwei übergeordnete strategische Ziele (BMBF 2010; Hüsing et al. 2017): Deutschland soll international wettbewerbsfähiger Forschungs- und Innovationsstandort für die Bioökonomie werden und gleichzeitig Beiträge zur Lösung globaler Herausforderungen wie Welternährung, Klima-, Ressourcen- und Umweltschutz leisten. Damit wird ein stärkerer Fokus auf eine problem- und anwendungsorientierte Förderung gelegt als es im technologieorientierten Vorläufer „Rahmenprogramm Biotechnologie – Chancen nutzen und gestalten“ der Fall war (Hüsing et al. 2017; BMBF 2017b). Zur Umsetzung der Ziele wurden insgesamt Forschungsmittel in Höhe von ca. 2,4 Mrd. € zur Verfügung gestellt (BMBF 2017b).

Relevante Felder der Bioökonomieforschung ergeben sich aus den fünf „Prioritären Handlungsfeldern“ der Forschungsstrategie (BMBF 2010, S. 16ff.):

- 1) Weltweite Ernährung sichern;
- 2) Agrarproduktion nachhaltig gestalten;
- 3) Gesunde und sichere Lebensmittel produzieren;
- 4) Nachwachsende Rohstoffe industriell nutzen;
- 5) Energieträger auf Basis von Biomasse ausbauen.

Daneben nennt die Strategie vier Querschnittsaktivitäten (BMBF 2010, S. 39ff.):

- 1) Transfer in die Praxis beschleunigen⁵;
- 2) Potenzial der internationalen Zusammenarbeit nutzen;
- 3) Kompetenzen interdisziplinär ausbauen;
- 4) Dialog mit der Gesellschaft intensivieren.

Bei der Umsetzung von Handlungsfeldern und Querschnittsaktivitäten sind zudem drei Leitlinien zu beachten (BMBF 2010). Erstens muss sich eine biobasierte Wirtschaft am Bewertungsmaßstab einer „ressourcen-, natur-, umwelt- und klimaschonende[n], tiergerechte[n] sowie ethisch akzeptable[n] Produktion“ ausrichten (BMBF 2010, S. 17). Zweitens sollen verschiedene Biomasse-Nutzungswege gemeinsam betrachtet werden um Nutzungskonkurrenzen vorzubeugen, wobei Produkte mit vergleichsweise hohem Wertschöpfungspotenzial und Kaskaden- und Koppelnutzung bevorzugt werden sollen (sofern möglich und sinnvoll). Gleichzeitig soll der Grundsatz gelten, dass Ernährungssicherheit stets Vorrang vor anderen Biomassenutzungsarten hat. Drittens sollen Forschungsansätze systemorientiert sein und den Blick auf gesamte Wertschöpfungsketten richten, um Synergien zwischen einzelnen Forschungsthemen zu erschließen.

Um eine Einordnung laufender Forschungsaktivitäten zu den Handlungsfeldern zu erleichtern, fassen die nachfolgenden Tabellen (Tab. 8, Tab. 9) zentrale Maßnahmen zur Umsetzung der Handlungsfelder und Querschnittsaktivitäten zusammen.

Tab. 8: Maßnahmen zur Umsetzung der Handlungsfelder der Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030

<p><u>Handlungsfeld 1: Weltweite Ernährung sichern</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Grundlagenforschung und Wissenstransfer zur Züchtung von Kulturpflanzen (u. a. biotechnologisch)• Regional bzw. lokal angepasste Flächenbewirtschaftung in Entwicklungsländern• Phänotypisierungstechnologien zur Untersuchung von Umwelteinflüssen auf Pflanzeigenschaften• Effizienz- und Produktivitätssteigerungen in Pflanzenbau, Agrartechnik, und Wertschöpfungsketten• Tierzüchtung (erhöhte Effizienz und Toleranz, verringerte Emissionen)• Regional angepasste Klimavorhersagemodelle, Interaktion Klima-Biosphäre• Untersuchungen zur Agrobiodiversität
<p><u>Handlungsfeld 2: Agrarproduktion nachhaltig gestalten</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Int. ausgerichtete Konzepte zum Schutz von Klima, Natur, Boden, Wasser, Luft und wichtigen Nährstoffen• Integration von Nutzpflanzen mit neuartigen Eigenschaften, Verbesserung von Anbautechniken• Integrierte Pflanzenschutzverfahren• Biologische Sicherheitsforschung und Koexistenzforschung• Methoden zur Quantifizierung der biologischen Vielfalt u. a. im Hinblick auf Ökosystemleistungen• Inter- und transdisziplinäre Forschung zum nachhaltigen Landmanagement• Ökologischer und umweltschonender Landbau• Züchtung, Fütterung, Haltung und Gesundheit von landwirtschaftlichen Nutztieren und Fischen• Innovationen in der Agrartechnik entlang der gesamten landwirtschaftlichen Wertschöpfungskette• Optimierung von Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz landwirtschaftlicher Produktionssysteme• Stärkung von Institutionen im ländlichen Raum

⁵ Die Hightech-Strategie hebt dabei hervor, dass insbesondere KMU und mittelständische Unternehmen bei der Nutzung von Biotechnologie als Schlüsseltechnologie unterstützt werden sollen, wie z. B. durch die Start-up-Gründungsoffensive Biotechnologie (Go-Bio) (Bundesregierung 2014).

Handlungsfeld 3: Gesunde und sichere Lebensmittel produzieren

- Entwicklung gesundheitsförderlicher Lebensmittel
- Aufklärung und Optimierung der Zusammenhänge zwischen Umweltbedingungen und Produktionstechniken bei Tier und Pflanze, zur Verbesserung der Lebensmittelsicherheit
- Schonende Methoden für ökologische und konventionelle Lebensmittelverarbeitung
- Tiergesundheitsforschung
- Weiterentwicklung von Analytik, Monitoring- und Präventionsmaßnahmen
- Entwicklung nachhaltiger und qualitätserhaltender Lebensmitteltechnologien
- Prozessoptimierung entlang der Lebensmittelherstellungskette und Entwicklung von effektiven und effizienten Zertifizierungssystemen für soziale und ökologische Standards

Handlungsfeld 4: Nachwachsende Rohstoffe industriell nutzen

- Optimierung pflanzlicher Rohstoffe (insbesondere solcher, die nicht als Futter-/Nahrungsmittel eingesetzt werden), z. B. durch Pflanzenauswahl, Anbau und Züchtung
- Verfahrens- und Prozessentwicklungen sowie Untersuchungen zur industriellen Machbarkeit von Zero-Waste-Bioraffinerien (Fokusthemen: Integration von biobasierten Plattformmolekülen in industrielle Produktstambäume, nächste Generation biotechnischer Verfahren für neue Wertstoffe und Pharmazeutika)
- Identifizierung neuer bio-aktiver Substanzen als Grundchemikalien und als End- bzw. Vorprodukte (Fokusthemen: wissenschaftliche Bewertung von technologischen, volkswirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Aspekten verschiedener Anwendungsfelder, effektive und effizientere Biomasse-Konversionsverfahren entlang der gesamten Prozessketten)
- Etablierung strategischer Allianzen (z. B. Forschungseinrichtungen, Hersteller- und Anwenderunternehmen)
- Untersuchung und Bewertung des Beitrags der energetischen und stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur CO₂-Minderung

Handlungsfeld 5: Energieträger auf Basis von Biomasse ausbauen

- Verbesserungen bei Züchtung, Anbau, Ernte und Aufbereitung der pflanzlichen Biomasse
- Effiziente Konversionsverfahren für Biomasse (einschließlich Systemen zur Verfahrenskopplung)
- Optimierung von Prozessketten unter Effizienz- und Nachhaltigkeitsgesichtspunkten
- Forschung zu Nachhaltigkeitsstandards und Zertifizierungssystemen sowie zur parallelen Marktentwicklung für verschiedene Biomassenutzungen
- Demonstration der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit von Bioenergie-Anlagen
- Optimierung der energetischen Nutzung land- und forstwirtschaftlicher Rest- und Abfallstoffe
- Effiziente und umweltverträgliche Bereitstellung der nachwachsenden Rohstoffe
- Techn. Weiterentwicklung von Speicherung, Ausgleich von Einspeiseschwankungen, KWK
- Marktreife Verfahren zur Steigerung der Ressourceneffizienz und Reduzierung negativer Umwelteffekte
- Verbesserung technologischer und organisatorischer Biogas-Konzepte, Fortentwicklung der wissenschaftlichen und prozesstechnischen Grundlagen für eine effiziente politische Steuerung des Sektors

Quelle: nach BMBF 2010, S. 16-38

Tab. 9: Maßnahmen zur Umsetzung der Querschnittsaktivitäten der Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030

<p><u>Querschnittsaktivität 1: Kompetenzen interdisziplinär ausbauen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sozio-ökonomische und systemische Begleitforschung für den Aufbau einer nachhaltigen Bioökonomie • Förderung der Disziplin- und institutionenübergreifende Zusammenarbeit, Professionalisierung von Wissenschaftsmanagement-Strukturen • Verzahnung von Projekt- und institutioneller Förderung, zur Begünstigung der Entwicklung von Plattformtechnologien • Interdisziplinäre Schwerpunkte einschließlich überfachlicher Qualifikationen in der Nachwuchsförderung • Ausbau der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses
<p><u>Querschnittsaktivität 2: Transfer in die Praxis beschleunigen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung von Technologietransferaktivitäten durch verbesserte Bedingungen für Unternehmensgründungen und andere Formen der Kommerzialisierung von wissenschaftlichen Ergebnissen • Freiräume für Nachwuchswissenschaftler/-innen bei der Forschungsförderung • Intensivierter Personalaustausch und Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft • Verstärkte Einbindung von KMU in Forschungsprojekten und Förderung von Wissenschaftskooperationen • Unternehmenskooperationen in Forschung und Entwicklung für den innovativen Mittelstand
<p><u>Querschnittsaktivität 3: Potenzial der internationalen Zusammenarbeit nutzen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Öffnung nationaler Fördermaßnahmen für internationale Partnerschaften • Aktive Mitgestaltung des Europäischen Forschungsraums (ERA) • Mitwirkung an internationalen Nachwuchsförderprogrammen • Erweiterung der internationalen Entwicklungszusammenarbeit auf dem Gebiet der Agrarforschung
<p><u>Querschnittsaktivität 4: Dialog mit der Gesellschaft intensivieren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vermittlung eines ausreichenden Basiswissens, z. B. durch außerschulische Lernorte • Partizipativer Dialog mit der Öffentlichkeit auf Initiative der Wissenschaft und Wirtschaft • Aufbereitung relevanter Informationen über verschiedene Kommunikationskanäle • Forschung zur Klärung ethischer, rechtlicher und gesellschaftlicher Aspekte neuer Technologien

Quelle: nach BMBF 2010, S. 39-45

2.2 Förderschwerpunkte der Forschungsstrategie BioÖkonomie

Bei der Umsetzung der Forschungsstrategie setzen verschiedene Ministerien inhaltliche Schwerpunkte (BMBF 2014a; BMBF und BMEL 2014). Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) legt einen Fokus auf Forschungen zur industriellen Nutzung von Biomasse, insbesondere solche die zur nachhaltigen Weiterentwicklung von Landwirtschaft, Nutztierhaltung, Forstwirtschaft und Fischerei beitragen. Ein weiterer Schwerpunkt sind effizienz- und nachhaltigkeitsverbessernde Innovationen entlang von Wertschöpfungsketten in den Bereichen Ernährung und Landwirtschaft. Für die Forschungsförderung im Bereich der energetischen Biomassenutzung ist seit der Bundestagswahl 2013 das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) zuständig. Ergänzend fördert aber auch das BMEL Forschung zur Optimierung von Bioenergie-Prozessen und -Verfahren. Das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) unterstützt Beiträge zur internationalen Agrarforschung.

Zu den Förderschwerpunkten der BMBF-Forschungsförderung liegt eine detaillierte Auswertung des Fraunhofer ISI vor, die im Zuge der Evaluierung der Forschungsstrategie Bioökonomie durchgeführt wurde (Hüsing et al. 2017). Hierbei wurden vom BMBF-Referat Bioökonomie geförderte Projekte berücksichtigt (mit Förderbeginn ab 01.05.2009 und Bewilligung bis 06.01.2016), nicht aber Fördermaßnahmen anderer Ministerien und BMBF-Referate. Demnach wurden bis Anfang 2016 unter der Forschungsstrategie BioÖkonomie 24 bekannt-gegebene Fördermaßnahmen gefördert sowie 12 weitere Maßnahmen aus dem Vorläuferprogramm, mit insgesamt ca. 1800 Projekten und 876 Mio. € bewilligten Fördermitteln (zusätzlich 281 Mio. € Eigenmitteln bei Geförderten). 60% der Projekte wurden von Forschungseinrichtungen ausgeführt, die restlichen 40% überwiegend von KMU (Hüsing et al. 2017).

Tab. 10 gibt einen Überblick über die Verteilung der BMBF-Fördermittel. Dabei ist zu beachten, dass bei Fördermaßnahmen sowie geförderten Projekten Überschneidungen zwischen einzelnen Handlungsfeldern und Querschnittsaktivitäten auftraten. Bei einer thematischen (statt handlungsfeldbezogenen) Gruppierung von Fördermaßnahmen stellte die Evaluation inhaltliche Schwerpunkte in den Bereichen Pflanzenzüchtung und Agrarforschung, industrielle Biotechnologie und KMU- und Gründungsförderung fest (Hüsing et al. 2017; BMBF 2017b). Nach Handlungsfeldern sortiert entfiel der höchste Fördermittelanteil auf Handlungsfeld 4 „Nachwachsende Rohstoffe industriell nutzen“, gefolgt von den Förderbereichen „Plattformtechnologien/Analyseverfahren“ und „KMU- und Gründungsförderung“, welche den Querschnittsaktivitäten zugerechnet werden können (siehe Hüsing et al. 2017; BMBF 2017b). Plattformtechnologien und Analyseverfahren weisen dabei oftmals einen breiten potenziellen Anwendungsbereich in verschiedenen Handlungsfeldern auf. Einen weiteren Förderschwerpunkt bilden die inhaltlich verschränkten Handlungsfelder 1-3, die insgesamt 268,1 Mio. € bzw. 31,1% der Fördermittel auf sich vereinten. Zwischen den Bereichen Agrarproduktion und der industriellen Nutzung nachwachsender Rohstoffe bestand hingegen nur eine geringe Vernetzung. Handlungsfeld 5 „Energieträger auf Basis von Biomasse ausbauen“ war mit 2,6% Fördermittelanteil nur in geringem Umfang vertreten. Weitere 1,1% entfielen auf den Überschneidungsbereich der Handlungsfelder 4 und 5 (z. B. energetisch-stoffliche Koppel- und Kaskadennutzung). Allerdings ist zu beachten, dass auch BMWi und BMEL Aktivitäten in diesem Bereich fördern.

Tab. 10: Verteilung der BMBF-Fördermittel nach Handlungsfeldern und Querschnittsaktivitäten

Handlungsfelder	Bewilligte Fördermittel	Anteil an insgesamt bewilligten Fördermitteln
1) Weltweite Ernährung sichern	84,5 Mio. €	9,8%
2) Agrarproduktion nachhaltig gestalten	68,2 Mio. €	7,9%
3) Gesunde und sichere Lebensmittel produzieren	45,4 Mio. €	5,3%
Kombination aus Handlungsfeldern 1, 2, 3	70,0 Mio. €	8,1%
4) Nachwachsende Rohstoffe industriell nutzen	204,6 Mio. €	23,7%
5) Energieträger auf Basis von Biomasse ausbauen	22,0 Mio. €	2,6%
Kombination aus Handlungsfeldern 4, 5	9,3 Mio. €	1,1%
Andere Kombinationen/keine Zuordnung	89,3 Mio. €	10,4%
Querschnittsaktivitäten		
Plattformtechnologien/Analyseverfahren	156,5 Mio. €	18,1%
KMU- und Gründungsförderung	112,8 Mio. €	13,1%

Quelle: BMBF 2017b, S. 14; Hüsing et al. 2017. Anmerkung: die Auswertung basiert auf bewilligten Fördermitteln aus 28 BMBF-Fördermaßnahmen im Zeitraum Mai 2009 bis Januar 2016.

Hinsichtlich der Querschnittsaktivitäten lässt sich eine hohe Bedeutung der Aktivitäten 1 „Kompetenzen interdisziplinär ausbauen“ und 2 „Transfer in die Praxis beschleunigen“ feststellen. Besonderes Augenmerk legten Fördermaßnahmen auf den Aufbau einer interdisziplinären Wissensbasis für Bioökonomie-Innovationen, Wissenstransfer zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen und die Förderung der Forschungs- und Innovationstätigkeit von KMU (Hüsing et al. 2017). Im Rahmen der Querschnittsaktivität 3 „Potenzial der internationalen Zusammenarbeit nutzen“ wurden Verbundprojekte mit internationaler Beteiligung in Höhe von 135,2 Mio. € für die deutschen Projektpartner (13,8 % Fördermittelanteil) gefördert, mit 52,7 Mio. € für entwicklungsländerrelevante Projekte. Hingegen hält die Evaluation fest, dass Querschnittsaktivität 4 „Dialog mit der Gesellschaft intensivieren“ bislang nur eine untergeordnete Rolle gespielt hat. Allerdings konnte die im September 2016 veröffentlichte Richtlinie zur Förderung eines Ideenwettbewerbs „Neue Formate der Kommunikation und Partizipation in der Bioökonomie“ nicht mehr bei der Auswertung berücksichtigt werden.

Der Fördermittelanteil des Förderschwerpunkts „Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel“, welcher die sozial-, politik- und wirtschaftswissenschaftliche, aber auch kultur- und geisteswissenschaftliche Untersuchung des gesellschaftlichen Transformationsprozesses zu einer Bioökonomie ins Zentrum stellt, war im Evaluationszeitraum ebenfalls gering – bis Oktober 2016 umfassten Förderbekanntmachungen 22 Mio. € bzw. 2-3% der Fördermittel (Hüsing et al. 2017). Hervorzuheben ist die Nachwuchsgruppenförderung im Förderschwerpunkt, für die im April 2015 sowie im September 2017 Bekanntmachungen erfolgten (PTJ 2017). In der

ersten Runde wurden vier Nachwuchsgruppen gefördert, die im Jahr 2016 die Arbeit aufnahmen: Circulus, STRIVE, TRAFÖBIT und BIOINEQUALITIES. Nähere Informationen sind steckbriefartig in Kapitel 3.3 zusammengestellt. Als Teil der thematischen Projektförderung des Förderschwerpunkts „Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel“ wurden zum Stand November 2017 13 Vorhaben mit 22 (Teil-)Projekten unterstützt. Eine weitere Bekanntmachung ist für 2018 geplant (PTJ 2017). Des Weiteren werden Begleitforschung zu technologieorientierten Fördermaßnahmen und der Aufbau eines umfassenden Bioökonomie-Monitorings gefördert.

2.3 Thematische Weiterentwicklung der Forschungsstrategie BioÖkonomie

Für die zweite Halbzeit der Forschungsstrategie wurden ab 2014 ausgewählte Themenfelder gestärkt (BMBF 2014a, S 10f.). Insbesondere sollten Forschungsaktivitäten die Einbettung der Bioökonomie in einen gesamtgesellschaftlichen Transformationsprozess stärker berücksichtigen, mit der Kreislaufwirtschaft als Leitprinzip. Zudem wurde eine stärkere Interdisziplinarität und systemische Ausrichtung der Bioökonomieforschung in den Vordergrund gerückt. Hierfür entstand 2014 der Förderschwerpunkt „Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel“, über welchen u. a. Kooperationen zwischen sozial- und wirtschaftswissenschaftlicher Forschung und Technik- und Naturwissenschaften gefördert werden (BMBF 2014b). Als weitere, zu stärkende Bereiche identifizierte das BMBF die Verankerung der Bioökonomie in der Industrie, die Etablierung eines partizipativen Diskurses zur Rolle der Bioökonomie im gesellschaftlichen Transformationsprozess, sowie die Erarbeitung von Anregungen zur Deckung des künftigen Fachkräftebedarfs (BMBF 2014a).

Die Evaluation der Forschungsstrategie zieht insgesamt ein sehr positives Fazit und empfiehlt, den bislang gewählten Weg einer missionsorientierten, an der Bewältigung großer gesellschaftlicher Herausforderungen ausgerichteten Forschungsförderung fortzusetzen (Hüsing et al. 2017). Zentrale Weiterentwicklungsvorschläge werden in Tab. 11 zusammengefasst. Des Weiteren hebt das BMBF in der 2017 veröffentlichten Druckschrift „Forschung für eine biobasierte Wirtschaft“ insbesondere zwei Themen für die Weiterentwicklung der Bioökonomie-Forschungsagenda hervor (BMBF 2017b). Zum einen soll der Beitrag der Bioökonomie zu den 2015 verabschiedeten Nachhaltigkeitszielen der Agenda 2030 der Vereinten Nationen („Sustainable Development Goals“) gestärkt werden. Dies beinhaltet eine intensivere Vernetzung der Bioökonomie-Forschungspolitik mit anderen nachhaltigkeitspolitischen Aktivitäten. Als Ansatzpunkte zur Umsetzung dieses Ziels werden die „Nationale Nachhaltigkeitsstrategie, die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt, die Forschungsagenda Green Economy, das dritte Rahmenprogramm zur Nachhaltigkeitsforschung sowie das Deutsche Ressourceneffizienzprogramm“ genannt (BMBF 2017b, S. 11). Zum anderen sollen die Bereiche Bioökonomie und Digitalisierung zunehmend verzahnt werden, da innovativen Schlüsseltechnologien etwa aus dem Bereich „Industrie 4.0“ für den Strukturwandel der Wirtschaft und damit auch der Weiterentwicklung der Bioökonomie eine hohe Bedeutung zugemessen wird.

Darüber hinaus zeichnet sich ab, dass die Bioökonomie eine wichtige Rolle bei der Fortentwicklung der Hightech-Strategie der Bundesregierung einnehmen wird. In seinem 2017er

Eckpunktepapier zur Forschungs- und Innovationsstrategie hebt das BMBF Quantentechnologien sowie die Biologisierung der Wirtschaft als zwei zentrale technologische Konzepte hervor, welche „an der Spitze der nächsten technologischen Revolutionen“ stehen könnten (BMBF 2017c, S. 3). Hierbei geht es nicht ausschließlich um auf biologischen Ressourcen basierende Prozesse und Produkte, sondern um die „Anwendung biologischer Prinzipien für neue Materialien, Produktionsprozesse und im Gesundheits- und Ernährungssektor“ (BMBF 2017c, S. 3).

Auch der Bioökonomierat empfiehlt, der Bioökonomie im Rahmen einer weiterentwickelten Hightech-Strategie eine bedeutende Position zu verleihen (Bioökonomierat 2016). Dabei sollte sich die Forschungsförderung noch stärker als bislang an „langfristigen gesellschaftspolitischen Leitbildern orientieren“, zu denen insbesondere „nachhaltiger Konsum, gutes Leben in einer sich rasch wandelnden Arbeitswelt, nachhaltige Produktion und globale Verantwortung gegenüber Umwelt und Lebensbedingungen in Deutschland und in anderen Ländern, die durch Innovationen aus Deutschland positiv beeinflusst werden können“ gezählt werden (Bioökonomierat 2016, S. 17). Konkret schlägt der Bioökonomierat vor, die bisherigen Handlungsfelder Nachhaltige Agrarsysteme und Ernährung (vgl. Tab. 8) um neue Handlungsfelder zu ergänzen, und zwar zu den Themenbereichen Stadt sowie Ressourcenschutz und biobasierte Kreislaufwirtschaft mit einem Fokus auf Innovationen bei der stofflichen Nutzung biobasierter Ressourcen; dem Thema nachhaltiger, biobasierter Konsum, zur Förderung der Bioökonomie auf Nachfrageseite; sowie die Förderung technologische Durchbrüche und Folgeentwicklungen im Bereich der Speicherung von Sonnenenergie und künstlicher Photosynthese. Zudem werden drei weiterentwickelte Querschnittsthemen vorgeschlagen und eine Reihe übergreifender Empfehlungen gegeben, etwa hinsichtlich der weiteren Vertiefung der Zusammenarbeit von Forschung und Anwendung, der Förderung von Ausbildung und Nachwuchsförderung, internationale Kooperation, sowie einer verbesserten Bund-Länder-Koordination (beispielsweise im Rahmen der Schaffung einer nationalen Bioökonomieplattform). Tab. 12 gibt einen Überblick über die empfohlenen Handlungsfelder und Querschnittsthemen.

Tab. 11: Weiterentwicklungsempfehlungen der Evaluation der Forschungsstrategie BioÖkonomie

<p><u>Erhalt und Ausbau der internationalen Wettbewerbsfähigkeit</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Verstärkter Fokus auf biobasierte Produkte mit hoher Wertschöpfung und solche, die sich von fossil-basierten Konkurrenzprodukten qualitativ oder funktional abheben • Spezifische Ausrichtung von Querschnittskompetenzen und Plattformtechnologien auf die Bioökonomie und Nutzung von Synergien mit Forschung und Entwicklung im Medizin-/Pharmabereich • Verstärkte Erschließung von Reststoffen zur Schließung von Stoffkreisläufen und zum Aufbau regionaler Wertschöpfungsketten • Schwerpunktsetzung auf angewandter und industrieller Forschung und Integration von Forschungsakteuren entlang von Wertschöpfungsketten sollte beibehalten und wie bislang durch anwendungsorientierte Grundlagenforschung ergänzt werden • Erschließung der Potenziale von Industrie 4.0, Landwirtschaft 4.0, Bioinformatik und Digitalisierung für die Bioökonomie • Stärkere Vernetzung der Sektoren Agrarproduktion und industrielle Biomassekonversion • Prüfung des bisher geringen Stellenwerts von Fördermaßnahmen zur Lebensmittelproduktion
<p><u>Beiträge zur Bewältigung globaler Herausforderungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme von Fördermaßnahmen, die explizit auf SDGs und Klima- und Umweltziele in nationalen Aktionsplänen ausgerichtet sind • Förderung der konzeptionell-methodischen Weiterentwicklung von Nachhaltigkeitsbewertungen und ihrer Nutzbarkeit für Zertifizierungssysteme und strategische Entscheidungen • Etablierung von sozialen Innovationen und Veränderungen sozialer Praktiken in der Bioökonomie als Fördergegenstand sollte geprüft werden, ebenso wie stärkere Adressierung der sozialen Nachhaltigkeit • Stärkere Ansprache von Forschenden der Nachhaltigkeits-, Energiewende- und Agrarwendeforschung
<p><u>Förderbedingungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Beibehaltung der guten Passfähigkeit der Förderbedingungen zur Forschungstätigkeit • Stärkung der Verwertung von FuE-Ergebnissen durch Projektverlängerungs- und Aufstockungsmöglichkeiten für die Prüfung von Verwertungsoptionen • Themenoffene Fördermaßnahme mit regelmäßigen Einreichungsmöglichkeiten zur Adressierung kurzfristig entstehenden Förderbedarfs
<p><u>Künftige strategische Schwerpunktsetzungen und Gewichtungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stärkere und systematischere Nutzung des erarbeiteten Wissens für strategische und inhaltliche förderpolitische Schwerpunktsetzungen und Entscheidungen • Klarere Darstellung der Gewichtung strategischer Ziele, Handlungsfelder und Querschnittsaktivitäten, und Operationalisierung des Primats der Ernährungssicherung für die Forschungsförderung • Verständigung zwischen BMBF und heterogener Bioökonomie-Fachcommunity zu Zielen, Schwerpunkten und Zielerreichungspfaden (z. B. Roadmap-Prozess)

Quelle: nach Hüsing et al. 2017, S. 301-304

Tab. 12: Empfehlungen des Bioökonomierats zur Weiterentwicklung der Themenfelder in der Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie 2030

<p><u>Handlungsfeld 1: Bioökonomie für eine hohe Lebensqualität in Städten</u> Begrünung, Architektur und Bauwesen, Verkehr, urbaner Lebensmittelanbau, Kreislaufsysteme für biobasierte Materialien und Energie</p>
<p><u>Handlungsfeld 2: Gesundes und nachhaltiges Ernährungssystem</u> Züchtungsforschung, biologische und biotechnische Pflanzenschutzsysteme, nachhaltige Verfahren der Nährstoffversorgung, Präzisionslandwirtschaft, nachhaltige Tierhaltung, nachhaltige Aufzucht von Meeresorganismen, Forschung zu Degradation und Schutz fruchtbarer Böden, Entwicklung von nachhaltig erzeugten, gesunden Lebensmitteln (auch auf Basis neuer Proteinquellen), nachhaltiges und gesundes Ernährungsverhalten, Verbraucherkommunikation und Verbraucherbeforschung</p>
<p><u>Handlungsfeld 3: Ressourcenschutz & biobasierte Kreislaufwirtschaft</u> Schließung von Stoffkreisläufen, Bioraffineriekonzepte, Prozess- und Produktinnovationen, Nutzung von CO₂-Emissionen für die biotechnologische Gewinnung von Rohstoffen, Verringerung des Ressourcenfußabdrucks gegenüber etablierten Produkten und Methoden, Schutz und Verständnis der genetischen Diversität</p>
<p><u>Handlungsfeld 4: Nachhaltiger biobasierter Konsum</u> Förderung von Einfluss- und Gestaltungsmöglichkeiten der Gesellschaft bei der Entwicklung einer nachhaltigen Bioökonomie; Messung und Kommunikation der Nachhaltigkeit und Klimarelevanz des Verbraucherverhaltens</p>
<p><u>Handlungsfeld 5: Umwandlung und Speicherung von Sonnenenergie, hybride Energiesysteme</u> Grundlagenforschung und angewandte Forschung zur Umwandlung und biologischen Speicherung von Sonnenenergie, hybriden Energiesysteme, künstlicher Fotosynthese</p>
<p><u>Querschnittsthema: Einbindung der Gesellschaft und der Akteure des Innovationssystems</u> Verstärkte Einbindung von Gesellschaft und wichtigen Akteuren des Innovationssystems, inklusive Investoren und Finanzinstituten; gemeinsame Definition von Entwicklungspfaden und deren Verdeutlichung anhand von Szenarien und Leitbildern; Folgenabschätzung der Chancen und Risiken von verschiedenen technologischen Entwicklungspfaden</p>
<p><u>Querschnittsthema: Digitalisierung</u> Verbindung der Biowissenschaften und der Biotechnologie mit den Informations- und Kommunikationstechnologien (Beispiele: Robotik, Präzisionslandwirtschaft, Kunststoffverarbeitung, Medizintechnik, Pharmazie, Pflanzenzüchtung, Navigationssysteme, Prozess- und Computertechnik)</p>
<p><u>Querschnittsthema: Begleitmaßnahmen und Forschung zur Umsetzung</u> Begleitmaßnahmen, Dialogprozesse und Forschung zur Umsetzung in allen Handlungsfeldern, um sicherzustellen dass sich technologische, organisatorische und soziale Innovationen ergänzen; laufende Weiterentwicklung von Programmen auf Basis erzielter Erkenntnisse; Forschung zum Ordnungsrahmen und Anreizsystemen für die Umsetzung von Innovationen, als Basis für rechtliche Änderungen</p>

Quelle: nach Bioökonomierat 2016, S. 10-17

2.4 Bioökonomiebezüge weiterer Ressortforschungs-Programme

2.4.1 BMBF

An weiteren aktuellen BMBF-Ressortforschungsprogrammen mit klaren Bezügen zur Bioökonomie-Forschung sind das Rahmenprogramm „Forschung für nachhaltige Entwicklung – FONA³“ (BMBF 2016a) zu nennen sowie das Rahmenprogramm „Gesundheitsforschung der Bundesregierung“ (BMBF 2016b). Zudem ist die Strategie der Bundesregierung

„Internationalisierung von Bildung, Wissenschaft und Forschung“ (BMBF 2016c) relevant. Darüber hinaus ist das BMBF am vom BMWi koordinierten 6. Energieforschungsprogramm beteiligt. Schwerpunkte hierbei liegen auf der Bereitstellung von Netzdienstleistungen durch bioenergetische Stromerzeugung sowie der Produktion chemischer Energieträger und Basisschemikalien, etwa im Rahmen der Förderinitiative „BioProFi – Bioenergie – Prozessorientiert Forschung und Innovation“ (BMW 2017a). Außerdem werden Forschungsvorhaben zur industriellen Biomasseerzeugung auf Algenbasis gefördert.

„FONA³“ behandelt den Übergang zu einer Green Economy als eine von drei Leitinitiativen für Nachhaltigkeit (neben den Themen Zukunftsstadt und Energiewende). Als Ziel der Green Economy sieht „FONA³“ einen „Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise, die natürliche Ressourcen schont, negative Umweltauswirkungen minimiert und so ein qualitatives Wachstum ermöglicht“ (BMBF 2016a, S. 10). Zentrale Forschungsaufgaben, die das Programm definiert, sind auch für die Bioökonomieforschung von hoher Relevanz. Dazu gehören die auf systemischen Analysen basierende Bereitstellung von Entscheidungswissen, die Entwicklung grüner Innovationen unter Einbezug von Nutzern, und die „Moderation von Umsetzungsprozessen gemeinsam mit Beteiligten und Betroffenen“ (BMBF 2016a, S. 10). Beiträge der Bioökonomie zur Green Economy werden von „FONA³“ explizit herausgestellt, allerdings werden sie als Forschungsgegenstand arbeitsteilig der Forschungsstrategie Bioökonomie überlassen (BMBF 2016a). Weitere, indirekte Bezüge zur Bioökonomieforschung finden sich unter der Leitinitiative Energiewende, die u. a. Forschung zur Weiterentwicklung von erneuerbaren Energien-Technologien (inkl. Bioenergie) und ihrer Systemintegration beinhaltet. Als drittes Rahmenprogramm für die Forschung für Nachhaltige Entwicklung wurde „FONA³“ 2016 für fünf Jahre neu aufgelegt und mit rund 2 Milliarden Euro unterlegt (BMBF 2016a). Davon sind ca. 0,5 Mrd. € in die Erneuerung der Forschungsflotte sowie Großgeräte für die Klimaforschung vorgesehen und ca. 1,5 Mrd. € für die Projektförderung (BMW 2018).

Anknüpfungspunkte der Bioökonomie zum BMBF-Rahmenprogramm Gesundheitsforschung ergeben sich insbesondere aus der Bedeutung von Biotechnologie für die Entwicklung innovativer Behandlungsverfahren. Ein Beispiel ist der Bereich der individualisierten Medizin. Diagnose und Behandlung von Erkrankungen bauen hier auf einer gezielten Nutzung von relevanten Genen, Proteinen und Molekülen auf. Die hierfür notwendige Grundlagenforschung in den Lebenswissenschaften (z. B. in den Bereichen Genomforschung, Systembiologie, Computational Neuroscience, Stammzellforschung) weist Synergiepotenzial zu anderen Anwendungsfeldern der Bioökonomieforschung auf. Dies gilt insbesondere auch für den Bereich Tiergesundheit, der unter dem Dach der Forschungsstrategie Bioökonomie gefördert wird. Das Rahmenprogramm wird durch Projektförderung und Ressortforschung konkretisiert, sowie durch die institutionelle Förderung außeruniversitärer Forschungsinstitute der Helmholtz-Gemeinschaft, Fraunhofer-Gesellschaft, Max-Planck-Gesellschaft und Leibniz-Gemeinschaft.

Die Strategie der Bundesregierung „Internationalisierung von Bildung, Wissenschaft und Forschung“ (BMBF 2016c) enthält ebenfalls klare Bezüge zur Bioökonomieforschung. Biotech-

nologie sowie der Umgang mit Nutzungskonkurrenzen bei der landwirtschaftlichen Biomasseproduktion werden als wichtige internationale Kooperationsthemen genannt. Es werden verschiedene Synergieprojekte mit dem Schwerpunkt Ernährungssicherung hervorgehoben – dazu gehört die von BMZ und BMBF unter dem Dach der der Forschungsstrategie BioÖkonomie angesiedelte Förderinitiative „Globale Ernährungssicherung (GlobE)“. Die Umsetzung von Maßnahmen liegt in der Verantwortung der thematisch zuständigen Ressorts (BMBF 2016c).

2.4.2 *BMEL*

Von Seiten des BMEL werden bioökonomierelevante Forschungen zur industriellen Biomassenutzung sowie zu Innovationen in den Bereichen Ernährung und Landwirtschaft insbesondere durch drei Programme gefördert: das „Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe“, welches 2015 neu gefasst wurde (BMEL 2015a), das „Bundesprogramm ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN)“ (BLE 2017) und das „Programm zur Innovationsförderung“ (BMEL 2015b).

Das Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“ wird von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) betreut und mit jährlich ca. 60 Mio. € aus dem Bundeshaushalt unterstützt (BMEL 2017; BMBF und BMEL 2014). Der Fokus der Förderung liegt auf angewandter „Forschung und Entwicklung im Bereich der nachhaltigen Erzeugung und der Nutzung nachwachsender Ressourcen“ (BMEL 2015a, S. 1). Das Programm soll die Weiterentwicklung einer nachhaltigen Bioökonomie unterstützen, weshalb nicht nur die Entwicklung innovativer biobasierter Produkte, Verfahren und Technologien, sondern auch die Erarbeitung von Konzepten zur Sicherung der Nachhaltigkeit und Berücksichtigung gesellschaftlicher Erwartungen gefördert wird. Inhaltliche Schwerpunkte des Förderprogramms liegen auf den Themenbereichen (BMEL 2015a, S. 3ff.):

- Nachhaltige Erzeugung und Bereitstellung nachwachsender Ressourcen;
- Rohstoff- und Reststoffaufbereitung und -verarbeitung;
- Biobasierte Produkte und Bioenergieträger (Bioraffineriekonzepte eingeschlossen);
- Übergreifende Themen: u. a. Politik- und Technikfolgenabschätzungen zu gesellschaftlichen Handlungsoptionen, Intensivierung der internationalen Zusammenarbeit, harmonisierte Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung, projektübergreifende Analysen für komplette Wertschöpfungsketten;
- Gesellschaftlicher Dialog.

Daneben werden enger gefasste, aktuelle Förderschwerpunkte gesetzt, die derzeit auf den folgenden zehn Themen liegen (zitiert nach FNR 2018):

- Züchtung zur Verbesserung der Ertrags- und Qualitätseigenschaften von Rohstoffpflanzen aus landwirtschaftlicher Produktion
- Nachhaltiges Stoffstrom-Management zur optimalen Versorgung von Produktions- und Verarbeitungsanlagen mit biogenen Ressourcen

- Entwicklung von Konzepten für eine nachhaltige Erzeugung und Verwertung nachwachsender Rohstoffe unter besonderer Berücksichtigung der Ressource Wasser
- Stärkung der nachhaltigen Forstwirtschaft zur Sicherung der Waldfunktionen
- Entwicklung innovativer Konversionsverfahren auf der Basis nachwachsender Rohstoffe
- Dezentrale Erzeugung von Wertstoffen in aquatischen Systemen
- Optimierung biogener Reststoffnutzungen und Erschließung von Recycling-Potenzialen
- Entwicklung nachhaltiger, umweltschonender und effizienter Wärmeversorgungskonzepte sowie von Bau- und Dämmstoffen für Gebäude unter Verwertung biogener Rohstoffe
- Verarbeitung biogener Rohstoffe zu Zwischen- und insbesondere Endprodukten
- Informationen und gesellschaftlicher Dialog zu Bioökonomie und Nachhaltigkeit.

Ferner kann das BMEL auf Fördermittel des Sondervermögens „Energie- und Klimafonds (EKF)“ zugreifen, um FuE-Vorhaben auf Basis des Förderprogramms „Nachwachsende Rohstoffe“ zu finanzieren (FNR 2017). Aktuelle Schwerpunkte liegen hier auf zwei Themen (FNR 2018):

- Bestimmung und Entwicklung von Technologien und Systemen zur Bioenergiegewinnung und -nutzung mit dem Ziel der weiteren Verbesserung von Treibhausgasbilanzen in den Haupteinsatzgebieten Strom, Wärme und Kraftstoffe
- Optimierung der Integration der Bioenergie in regionale und überregionale Energie- (infrastruktur-)systeme (Wärme, Strom, Mobilität) mit dem Ziel der Verbesserung der Systemstabilität und der Energieeffizienz.

Das Bundesprogramm „Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft“ (BÖLN) wird von der Geschäftsstelle BÖLN bei der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) koordiniert, mit einem Etat von 20 Mio. € im Jahr 2017 (BLE 2017). Ziel des Programms ist die „Stärkung und Ausdehnung der ökologischen und nachhaltigen Land- und Lebensmittelwirtschaft in Deutschland“ (BLE 2017). Neben FuE-Vorhaben und Wissenstransfer werden dabei auch verschiedene Beratungs-, Informations- und Weiterbildungsmaßnahmen für landwirtschaftliche Akteure und Verbraucher gefördert. Unterstützte FuE-Vorhaben stammen insbesondere aus den Bereichen Pflanzenbau (z. B. Pflanzenschutzkonzepte, Züchtungsansätze), Tierhaltung (z. B. Fütterung und Tiergesundheit unter Berücksichtigung von Erfordernissen des Tierschutzes und der artgerechten Haltung) und Ökonomie (Ermöglichung einer hohen Wertschöpfung im Agrarsektor) (BLE 2015). Dies wird ergänzt durch Forschung im Lebensmittelbereich (z. B. Qualität von Biolebensmitteln, Kundenerwartungen) und Wissenstransferaktivitäten. Dabei nimmt die Bedeutung von interdisziplinären Projekten, welche Wertschöpfungsketten in den Blick nehmen, zu, ebenso wie transdisziplinäre Forschungsansätze mit einer stärkeren Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis (BLE 2015).

Das „Programm zur Innovationsförderung“ schließlich zielt auf die „Unterstützung von technischen und nicht-technischen Innovationen in Deutschland in den Bereichen Ernährung, Landwirtschaft und gesundheitlicher Verbraucherschutz“ (BMEL 2015b, S. 3) ab. Jährlich stehen etwa 36 Mio. € zur Durchführung des Programms zur Verfügung (BMEL 2015b). Neben FuE- und Demonstrationsvorhaben, welche innovative Produkte beim Erreichen der Marktfähigkeit unterstützen, werden Vorhaben zur Steigerung der Innovationsfähigkeit gefördert (inkl. Wissenstransferaktivitäten, u. a. durch die Unterstützung von Netzwerkaufbau, Forschungsallianzen, Innovationspartnerschaften und Informationsplattformen). Gleichmaßen werden Untersuchungen gefördert, die auf eine Verbesserung der gesellschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen für Innovationen und die Identifizierung zukünftiger Innovationsfelder abzielen (BMEL 2015b). Weitere inhaltliche Schwerpunkte liegen auf den Bereichen Pflanzenzüchtung und Pflanzenschutz, Tierzucht, Tierschutz und Tiergesundheit, Technik und umweltgerechte Landbewirtschaftung, Sicherheit und Qualität von Lebensmitteln sowie sonstiger gesundheitlicher Verbraucherschutz.

2.4.3 BMWi

Das BMWi fördert Forschung im Bereich Bioenergie insbesondere im Rahmen des Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“ (BMWi 2015). Das Programms „Energetische Biomassenutzung“ wurde 2015 neu aufgelegt und dient der Förderung von „innovativen Technologien, welche die effiziente, versorgungssichere, wirtschaftliche und nachhaltige Nutzung von Bioenergie ermöglichen“ (BMWi 2015, S. 1). Hierdurch soll insbesondere das Handlungsfeld 2 „Energieträger auf Basis von Biomasse ausbauen“ der Forschungsstrategie BioÖkonomie umgesetzt werden. Das 2015er Programm legt einen Schwerpunkt auf Untersuchungen und Pilot- und Demonstrationsvorhaben, welche dazu beitragen, die Kosten- und Energieeffizienz der energetischen Biomassenutzung im Strom- und Wärmemarkt zu erhöhen. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Vernetzung von KMU mit Forschungseinrichtungen. Der inhaltliche Fokus der Förderung liegt auf den folgenden Bereichen (BMWi 2015, S. 2f.):

- Entwicklung von Technologien zur effizienten Erzeugung von Wärme aus Biomasse;
- Forschung, Entwicklung und Innovation zur effizienten Erzeugung von Strom aus Biomasse und dessen Integration ins Stromsystem;
- Erschließung kostengünstiger Biomasserest- und Abfallstoffe außerhalb der Forst- und Landwirtschaft für die energetische Nutzung im Wärme- und Strombereich;
- Entwicklung und Demonstration neuer und fortschrittlicher Technologien zur effizienten Nutzung von Biomasse in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen;
- Validierung des Marktpotenzials von Forschungsergebnissen;
- Studien und Konzepte für die Energieerzeugung aus Biomasse (u. a. zur Rolle der Bioenergie in zukünftigen Energiemärkten).

Die Bekanntmachung des Förderprogramms ist bis zum 31. Dezember 2021 gültig. Der nächste Einreichungstermin für Skizzen ist der 27. September 2018 (BMWi 2016).

Für die Förderung von Forschungen im Bereich der energetischen Biomassenutzung ist auch das 6. Energieforschungsprogramm relevant, das unter Federführung des BMWi unter Mitwirkung der damaligen Ministerien für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und des BMBF erstellt wurde (BMW 2011). Forschungsaktivitäten zu Bioenergie fallen allerdings in die Schwerpunktbereiche des BMEL bzw. des BMBF im Bereich der Grundlagenforschung. Die BMEL-Förderung findet wiederum im Rahmen des Förderprogramms „Nachwachsende Rohstoffe“ statt, sowie über institutionelle Forschungsförderung für das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) (BMW 2011). Aktuell befindet sich das 7. Energieforschungsprogramm in Vorbereitung, abermals unter Federführung des BMWi (BMW 2017b). Der inhaltliche Fokus soll auf „der Optimierung des aus verschiedenen Energietechnologien bestehenden Gesamtsystems der Energieversorgung und der intelligenten Sektorkopplung“ liegen (BMW 2017b), um die zentralen Trends der Dekarbonisierung, Dezentralisierung und Digitalisierung im Energiesektor abzubilden. Auch der Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis und die Integration von KMUs werden als wichtige Themen für die zukünftige Ausrichtung der Förderung genannt. Zudem sollen thematisch übergreifende und systemorientierte Forschungsansätze weiter ausgebaut werden, wie sie bislang in Initiativen zu den Themen „Energiespeicher“, „Zukunftsfähige Stromnetze“, „Solares Bauen / Energieeffiziente Stadt“ und „Energiewende im Verkehr: Sektorkopplung durch die Nutzung strombasierter Kraftstoffe“ verfolgt wurden (BMW 2017b). Positionspapiere und Empfehlungen zum Forschungsbedarf wurden bis Ende 2017 u. a. in den Forschungsnetzwerken Energie des BMWi entwickelt.

2.4.4 *BMUB*

Forschungsrahmen und Ressortforschungspläne des BMUB von 2017 (BMUB 2017a) und 2018 (BMUB 2017b) gehen nicht explizit auf das Thema Bioökonomie ein (wenngleich ein Umweltbundesamt-Vorhaben zum Thema „Nachhaltige Ressourcennutzung durch Umsetzung der SDGs in der Bioökonomie“ Teil des Forschungsplans 2017 ist). Thematisch Bezüge ergeben sich jedoch aus verschiedenen Forschungsrahmen-Themen, insbesondere beim Thema „Ressourceneffizienz/Kreislauf- und Abfallwirtschaft“. Im Hinblick auf Bioenergie sind weiterhin die Themenbereiche „Umweltaspekte der Energiewende“ und „Naturschutzbegleitforschung zur Energiewende“ relevant. Das Forschungsthema Nachhaltiges Bauen im Themenbereich „Forschung und Untersuchungen im Baubereich“ ist für das Bioökonomie-Thema Bauen mit Holz von Bedeutung. Die Ressortforschungspläne für 2017 und 2018 enthalten zum Beispiel ein Vorhaben zur „Substitution von Baumineralien durch nachwachsende Rohstoffe“, mit dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) als Vergabebehörde. Erscheinungsweise der BMUB-Ressortforschungspläne ist jährlich.

3 Vorstellung der nationalen Bioökonomie-Forschungslandschaft

3.1 Bioökonomieforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft

Die Helmholtz-Gemeinschaft umfasst 18 Helmholtz-Zentren mit über 38.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und verfolgt die Mission, wesentliche Lösungsbeiträge zu großen gesellschaftlichen Herausforderungen zu erarbeiten und hierdurch zum Erhalt und der Verbesserung der menschlichen Lebensgrundlagen beizutragen (Helmholtz-Gemeinschaft 2017a). Als größte Wissenschaftsorganisation in Deutschland forscht die Helmholtz-Gemeinschaft im Auftrag des Staates mit einem Jahresbudget von mehr als 4 Milliarden Euro. Die Forschung ist in sechs strategisch-programmatische Bereiche gegliedert: Energie; Erde und Umwelt; Gesundheit; Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr; Materie; sowie Schlüsseltechnologien. Daneben treten Querschnittsverbände und -themen, welche programmübergreifende Forschungsaktivitäten an verschiedenen Zentren bündeln.

Hierzu gehört der von 2015 – 2020 angelegte Querschnittsverbund (QV) Sustainable Bioeconomy, welcher an das Portfolio Thema “Sustainable Bioeconomy” von 2012 – 2015 und der gleichnamigen Helmholtz Allianz von 2007 – 2012 anschließt. Der QV Sustainable Bioeconomy verfolgt das Ziel, „wissenschaftlich fundierte Lösungsoptionen für eine nachhaltige Bioökonomie zu entwerfen und in Pilotsystemen und Studien zu testen“, wobei die Sicherung einer gesunden weltweiten Nahrungsmittelversorgung sowie die Herstellung qualitativ hochwertiger biobasierter Produkte als integrierte Zielstellungen betrachtet werden (Helmholtz-Gemeinschaft 2017b). Am QV sind fünf Helmholtz-Zentren beteiligt, die in Tab. 2 in Kapitel 1.1 aufgeführt sind: das Forschungszentrum Jülich, das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, das Helmholtz Zentrum München sowie das Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum. Beteiligte Wissenschaftler stammen aus den Forschungsbereichen Schlüsseltechnologien, Energie und Erde und Umwelt, und hier aus fünf Forschungsprogrammen: „Key Technologies for the Bioeconomy“, „Terrestrial Environment“, „Atmosphere and Climate“, „Renewable Energy“ sowie „Technologie, Innovation und Gesellschaft“.

Für die Erstellung eines Überblicks über Helmholtz-Forschungsaktivitäten zur Bioökonomie wurde der Fokus auf die fünf am QV Sustainable Bioeconomy beteiligten Helmholtz-Zentren gelegt, ergänzt durch das mit dem Forschungszentrum Jülich verknüpfte Bioeconomy Science Center (BioSC). Für die Identifizierung der an der Bioökonomieforschung beteiligten Abteilungen wurde, sofern vorhanden, auf Zentren-spezifische Webseiten zum QV zurückgegriffen, sowie auf Informationen aus dem Forschungsatlas Bioökonomie (bioökonomie.de 2017). Zudem fand eine inhaltliche Recherche im Forschungsportfolio der Helmholtz-Zentren statt, um festzustellen, ob weitere Abteilungen Forschungsaktivitäten aufweisen, die sich den thematischen Handlungsfeldern der Bioökonomie-Forschungsstrategie zuordnen lassen. Hierbei wird nicht notwendigerweise vorausgesetzt, dass sich entsprechende Abteilungen dem Selbstverständnis nach als der Bioökonomieforschung zugeordnet betrachten – ihre Berücksichtigung ist durch ihre Anschlussfähigkeit an die Forschungsstrategie-Handlungsfelder jedoch aufschlussreich. Insbesondere Aktivitäten im Bereich der Grundlagenforschung, beispielswei-

se zur Systembiologie, verwenden selten den Begriff Bioökonomie, können für die zukünftige Entwicklung innovativer Schlüsseltechnologien jedoch von hoher Bedeutung sein.

Der Überblick über die am QV Sustainable Bioeconomy beteiligten Zentren wird ergänzt durch fünf weitere Zentren, die im Forschungsatlas Bioökonomie geführt werden (siehe Tab. 2 in Kapitel 1.1): das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie, das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR), das Helmholtz-Institut für Meereswissenschaften an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (IFM-GEOMAR) sowie das Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Zentrum für Material- und Küstenforschung. Im Forschungsatlas Bioökonomie genannte Abteilungen wurden wiederum mit inhaltlichen Recherchen auf den Zentren-Webseiten abgeglichen.

Inhaltliche Angaben zu Zielen, Themenfeldern, technischer Ausstattung, Wissenstransfer und der Verortung von Aktivitäten in der Helmholtz-Programmstruktur basieren jeweils auf den Zentren- und Abteilungswebseiten. Eine tiefergehende Recherche in einzelnen Projektberichten war vorerst nicht Teil der Auswertung.

Forschungszentrum Jülich

Institut für Bio- und Geowissenschaften (IBG): Institutsbereiche Biotechnologie (IBG-1), Pflanzenwissenschaften (IBG-2), Agrosphere (IBG-3)
Institute for Complex Systems (ICS)

Institut für Energie- und Klimaforschung: Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEK-STE)

Verortung der Bioökonomieforschung in Helmholtz-Programmen:

- Forschungsbereich Schlüsseltechnologien: Programm “Key technologies for the Bioeconomy” (IBG-1, IBG-2), Programm “Biosoft – Fundamentals for Future Technologies in the Fields of Soft Matter and Life Sciences” (ICS)
- Forschungsbereich Erde und Umwelt, Programm „Terrestrial Environment“ (IBG-3)
- Forschungsbereich Energie, Programm „Technologie, Innovation, Gesellschaft“ (TIG)
- Verankerung im Zentrums-Leitbild: Information, Energie und Bioökonomie als drei zentrale Forschungsthemen

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Ansatzpunkt: Natur- und ingenieurwissenschaftliche Expertise in Biotechnologie, Pflanzenwissenschaften und Agrosphären-Forschung wird gebündelt, um komplexe, langfristige Fragestellungen einer nachhaltigen Bioökonomie und des Klima- und Ressourcenschutzes zu erforschen
- Key technologies for the Bioeconomy:
 - Entwicklung neuer ressourcen-effizienter und nachhaltiger Bioprozesse und -produkte, basierend auf einem detaillierten Verständnis von eingesetzten Mikroorganismen und Enzymen (IBG-1)
 - Entwicklung integrierter Konzepte zur Intensivierung und Nachhaltigkeitssicherung der Pflanzenproduktion, basierend auf molekularer, physiologischer und ökologischer Expertise (IBG-2)
- Terrestrial Environment: Verbesserung des Systemverständnisses und der Vorhersagefähigkeit von Zuständen und Stoffflüssen in terrestrischen Systemen auf relevanten Skalen, zur Verbesserung von Management- und Anpassungsstrategien zur nachhaltigen Nutzung von Boden, Wasser, und Atmosphäre (IBG-3)
- Biosoft: Verbesserung des Verständnisses von Eigenschaften lebender Zellen und makromolekularer Funktionssysteme sowie Herstellung funktioneller Nanokomposit-Materialien, mit Beiträgen zu innovativen Anwendungen in Medizin, Biotechnologie und chemischer Technologie (ICS)
- TIG: Systemforschung zu neuen Technologien im Energiesystem und Bewertung von Transformationsstrategien (IEK-STE)

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- Biosoft: in den Bereichen weiche Materie, Strukturbiochemie und Zellbiophysik (ICS)

Methoden und Werkzeuge:

- Biosoft: z. B. Entwicklung von Neutronenstreuungsinstrumenten zur Untersuchung weicher Materie, Weiterentwicklung biophysikalischer Methoden zur molekularen Untersuchung von Proteinen, Verfahren zur Früherkennung und zur Therapie neurodegenerativer Erkrankungen, Entwicklung bioelektronischer Anwendungen (ICS)
- Key technologies for the Bioeconomy:
 - Weiterentwicklung von Methoden der systemischen Mikrobiologie, Systembiotechnologie, bioorganischen Chemie und molekularen Enzymtechnologie, u. a. Entwicklung von Werkzeugen zur Einzelzellanalyse, Entwicklung von Enzymtoolboxen für die Biosynthese (IBG-1)
 - Entwicklung von Phänotypisierungsmethoden und -infrastrukturen in Kombination mit Bioinformatik (IBG-2)
- Terrestrial Environment: Entwicklung und Verbesserung von Messmethoden zur Analyse terrestrischer Systeme auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen (z. B. Umweltanalytik, Isotopenanalyse, Simulationsmodelle, Umweltmonitoringtechnologien, terrestrische Beobachtungsplattformen (IBG-3))
- TIG: quantitative Energiesystemmodelle, leitbildorientierte Entwicklung von Ziel- und Indikatorsystemen und modellgestützte Szenarienebewertung, Screening von Innovationen (Lernkurven, Lebenszyklusanalyse) (IEK-STE)

Politik und Gesellschaft:

- Key technologies for the Bioeconomy: Beteiligung am Bioeconomy Science Center (BioSC) (IBG-1, IBG-2)
- Terrestrial Environment: Wissenschaftliche Politikberatung zu Managementoptionen für terrestrische Systeme, Beteiligung am BioSC (IBG-3)
- TIG: Analyse technischer, wirtschaftlicher, ökologischer und gesellschaftlicher Aspekte der Transformation von Energiesystemen sowie des Energy–Water–Food-Nexus

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- Key technologies for the Bioeconomy:
 - Entwicklung von Verfahren auf Basis der Systembiologie, synthetischen Biologie, bioorganischen Chemie und molekularen Enzymtechnologie, z. B. zur Umsetzung von nachwachsenden Rohstoffen in industrielle oder pharmazeutische Wertstoffe, Synthese von Schlüsselintermediaten (IBG-1)
 - Pflanzenforschung zur Verbesserung von Erträgen, Biomassequalität und Ressourceneffizienz; Integration von Pflanzenwissenschaften in Bioökonomie-Wertschöpfungsketten, z. B. durch Forschung zu alternativen Biomasseressourcen und Produktionssystemen, Substratoptimierung für integrierte Bioraffineriekonzepte und die Schließung von Nährstoffkreisläufen (IBG-2)

Technische Ausstattung:

- Großforschungs-Technologieplattformen, z. B. Jülich Microbial Phenotyping Center (JMPC, mit Mikroben-Kultivierungsanlagen, omics-Plattformen, Einzelzellanalytik, Software Tools), TERENO und weitere terrestrische Beobachtungsplattformen
- Forschungs-Gewächshäuser und -felder, Bioreaktoren im Algae Science Center (ASC)
- Zugang zu Spektrometern, Synchrotronstrahlungsquellen, Nanotechnologie, Neutronenstreuung

- Helmholtz Innovation Lab „Microbial Bioprocess Lab“ zur Phänotypisierung von Mikroorganismen für die industrielle Biotechnologie

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Beteiligung am BioSC zur Stärkung des Wissenstransfers
- Microbial Bioprocess Lab: Fokus auf Beschleunigung des Technologietransfers in die Anwendung, Zusammenarbeit mit Stakeholdern der industriellen Biotechnologie
- Wissenstransferaktivitäten zur Pflanzen-Phänotypisierung auf der Ebene von Experten, Politik und Industrie, Technologietransfer durch Ausgründungen
- Zugang zu Forschungsinfrastrukturen (z. B. Phänotypisierung, Forschungstreibhäuser) für akademische und industrielle Partner
- 5-jährige Forschungsk Kooperation mit Bayer (Phenotyping for Products P4P)
- Politikberatung zur Transformation von Energiesystemen

Ansprechpartner:

- Prof. Dr. Ulrich Schurr, Programmsprecher „Key Technologies for the Bioeconomy“, Institutsleiter IBG-2 und Wissenschaftlicher Koordinator des QV Sustainable Bioeconomy
- Prof. Dr. Gerhard Gompper, Programmsprecher „Biosoft“, Institutsleiter „Theoretical Soft Matter and Biophysics“ am Institute of Complex Systems/Institute for Advanced Simulation

URL: http://www.fz-juelich.de/portal/DE/Forschung/EnergieUmwelt/BioOekonomie/_node.html

Bioeconomy Science Center (BioSC)

Kooperation des Forschungszentrums Jülich mit der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen, der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn und der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Mission:

- Integration relevanter Wissenschaftszweige zur Bereitstellung von Biomasse und biobasierten Produkten und Prozessen im Wertschöpfungsnetzwerk Bioökonomie in der Region Nordrhein-Westfalen in einem Kompetenzzentrum

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Nachhaltige pflanzliche Bioproduktion und Ressourcenschutz
- Entwicklung neuer Methoden zur mikrobiellen und molekularen Stoffumwandlung (z. B. zur Herstellung von Feinchemikalien, Proteinen, Enzymen, Biopolymeren, Biokraftstoffen)
- Weiterentwicklung der Verfahrenstechnik für nachwachsende Rohstoffe, zur Optimierung von Biomasse für verschiedene Nutzungen (Biotechnologie, Energie, Nahrung)
- Analyse der wirtschaftlichen Umsetzbarkeit der Bioökonomie und gesellschaftlicher Implikationen
- Vertiefung von Querschnittsthemen: Systems Engineering; Bioinformatik und Wissensmanagement; Strukturbioogie
- Interdisziplinäre Lehre und Ausbildung in verschiedenen Bioökonomie-Themenfeldern
- Industriekooperationen zur Förderung des Technologietransfers

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Methoden und Werkzeuge:

- Optimierung der Nutzung von Technologieplattformen, z. B. in den Bereichen Phänotypisierung, Bioanalytik, Boden- und Grundwassercharakterisierung, Feldversuche, Verfahrenstechnik, Supercomputing
- Umweltrisiken- und Umweltfolgenbewertung, Integrative Landnutzungswandelbewertung
- Systems Engineering: Modellierung biologischer und technischer Wechselwirkungsnetzwerke, biotechnologische Produkt- und Prozessentwicklung, Optimierung der Biomasseproduktion, Wirtschaftlichkeitsabschätzungen
- Bioinformatik und Wissensmanagement: Fragestellungen des Daten- und Wissensmanagements, der Modellierung und Datenanalyse sowie Entwicklung von algorithmischen Lösungsansätzen
- Strukturbioogie: Weiterentwicklung von Verfahren zur Analyse von Struktur und Dynamik von Proteinen, als Basis zur Optimierung von Biomolekülen

Politik und Gesellschaft:

- Sozioökonomische Rahmenbedingungen der Bioökonomie und globale und regionale Einflüsse
- Produktionswirtschaftliche Fragen entlang von Bioökonomie-Wertschöpfungsketten
- Umwelt- und ressourcenökonomische Analysen zu Externalitäten und Nachhaltigkeit
- Organisation und Management von Prozessketten, insb. Umgang mit Informationsasymmetrien
- Verbrauchereinstellungen und Verbraucherakzeptanz

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- Steigerung der Pflanzenproduktion und Biomassequalität bei gleichzeitiger Nachhaltigkeitssicherung (z. B. Bodenfruchtbarkeit, Nährstoffmanagement, Wasserschutz) und Verbesserung der Ressourcennutzungseffizienz
- Mikrobielle und molekulare Stoffumwandlung: Verfahrensentwicklung zur Produktion von Wertstoffen, Plattformchemikalien, Proteinen und Enzymen auf Basis nachwachsender Rohstoffe (u.a. unter Einsatz von Mikroorganismen; Design neuer Stoffwechselwege mittels Synthetischer Biologie)
- Verfahrenstechnik nachwachsender Rohstoffe: Entwicklung schonender Biomasseverarbeitungsverfahren, die eine Erhaltung hoch funktionalisierter molekularer Strukturen ermöglichen, unter Berücksichtigung verschiedener Wertschöpfungsstufen von Anbau bis Produktgestaltung (Schwerpunkte: Rohstoffaufschluss, Stoffumwandlung, Produktgestaltung)

Technische Ausstattung:

- Bündelt Kompetenz von über 1000 Mitarbeitern an Partnerinstituten
- Technologieplattformen:
 - Forschungscampus Klein-Altendorf (Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn)
 - Center for Next Generation Processes and Products mit Bioraffinerieanlage im Technikumsmaßstab (RWTH Aachen)
 - Algae Science Center (FZ Jülich)
 - Jülich Phenotyping Center (FZ Jülich)
 - Centrum für Chemische Polymertechnologie (DWI Leibniz-Institut für Interaktive Materialien an der RWTH Aachen)

- Biomolekulares NMR-Zentrum (FZ Jülich und HHU Düsseldorf)
- Biotechnikum (FZ Jülich)
- Kompetenzzentrum für organische Massenspektrometrie (FZ Jülich)
- Jülich Supercomputing Center (FZ Jülich)

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Zusammenarbeit mit Industrie wichtiger Fokus (Mittelstand, global agierende Unternehmen), etwa in und industriellen Verbundprojekten und Industrieprojekten
- Kooperationen mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie in Industrie- und Schwellenländern
- Engagement in verschiedenen nationalen und internationalen Netzwerken (z. B. Helmholtz-

Querschnittsverbund „Sustainable Bioeconomy“, Cluster für Industrielle Biotechnologie (CLiB 2021), Pflanzengenomforschung (GABI), mikrobiologische Genomforschung (GenoMI)

- Durchführung von inter- und transdisziplinären Workshops und Innovationsforen, Technology & Cluster Days, Symposien

Ansprechpartner:

- Geschäftsführende Direktoren: Prof. Dr. Ulrich Schurr (FZ Jülich), Prof. Dr. Ulrich Schwaneberg (RWTH Aachen), Prof. Dr. Andreas Meyer (Universität Bonn), Prof. Dr. Michael Feldbrügge (HHU Düsseldorf)

URL: <https://www.biosc.de>

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Institut für Angewandte Biowissenschaften (IAB)
Institut für Angewandte Informatik (IAI)
Institut für Angewandte Materialien (IAM)
Institut für Bio- und Lebensmitteltechnik (BLT)
Institut für Biologische Grenzflächen (IBG)
Institut für Funktionelle Grenzflächen (IFG)
Institut für Hochleistungsimpuls- und Mikrowellentechnik (IHM)
Institut für Katalyseforschung und -technologie (IKFT)

Institut für Mikroverfahrenstechnik (IMVT)
Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik (MWM)
Institut für Nanotechnologie (INT)
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Institut für Technische Chemie (ITC)
Institut für Thermische Strömungsmaschinen (ITS)
Institut für Toxikologie und Genetik (ITG)

Verortung der Bioökonomieforschung in Helmholtz-Programmen:

- Forschungsbereich Energie, Programme „Energieeffizienz, Materialien und Ressourcen“, „Erneuerbare Energien“, „Technologie, Innovation, Gesellschaft“
- Forschungsbereich Schlüsseltechnologien, Programme „Science and Technology of Nanosystems“, „BioGrenzflächen in Technologie und Medizin“, „Technologie, Innovation und Gesellschaft“, „Supercomputing & Big Data“

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Energieeffizienz, Materialien und Ressourcen: Beitrag zum Umbau der Energieversorgung durch Forschung zu effizienter und flexibler Kraftwerkstechnik, energieeffizienten Prozessen, Methoden und Konzepten zur Materialentwicklung, der effizienten Verwendung von Brennstoffressourcen und energie- und materialeffizienten Ressourcentechnologien (ITC, IAI, IMVT, ITS, MWM, IFG, IHM, weitere)
- Erneuerbare Energien: Forschung zur zukunftsorientierten Energieversorgung mit den Schwerpunkten Bioenergie (Grundlagen- bis Anwendungsforschung), Geothermie und konzentrierende Solarthermie (Bioenergie: IKFT, IAI, IHM, BLT)
- Supercomputing und Big Data: Verknüpfung von innovativen Diensten und forschungsgetriebenen Aufgaben sowie Ableitung allgemeiner, nachhaltig verfügbarer IT-Strukturen (IAI und weitere)
- Science and Technology of Nanosystems: neuartige Funktionalitäten von Materialien auf atomarer, molekularer bis makroskopischer Ebene (INT, IAI, IAM, IBG, IKFT, IFG, IMVT und weitere)
- BioGrenzflächen: Entwicklung neuer Ansätze zur Beeinflussung lebender Systeme (insb. des Zellverhaltens), um Wirksamkeit von Methoden in Medizin, Biotechnologie und Industrie zu verbessern (ITG, IFG, IBG, IAI, ITC, IAM, INT, BLT, IAB und weitere)

- Technologie, Innovation und Gesellschaft (TIG): Beitrag zu zielgerichteten und verantwortlichen Innovationsprozessen und Nutzbarmachung von Forschungsergebnissen für wissenschaftliche, wirtschaftliche, politische und gesellschaftliche Entscheidungsprozesse (ITAS, IAI und weitere)

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- Science and Technology of Nanosystems: FuE in den Bereichen Quanteneffekte und molekulare Bausteine, neuartige funktionale Materialien, neue optische und photonische Systeme
- BioGrenzflächen: Steuerung von Organ- und Gewebebildung und Regenerierung

Methoden und Werkzeuge:

- BioGrenzflächen: Entwicklung von analytischer Technologie zur Untersuchung lebender Systeme auf verschiedenen Skalen
- TIG: Szenarienanalysen, Methodikentwicklung und Anwendung lebenszyklusorientierter Nachhaltigkeitsanalysen auf Systemebene (u. a. in Helmholtz-Initiative Energie System 2050)
- Energieeffizienz, Materialien und Ressourcen: Entwicklung von Sensoren und in-situ-Messtechniken zur Prozessanalyse, Verbesserung von Berechnungs- und Vorhersagemodellen; Modellierungs-, Simulations- und Verifikationsmethoden für die Materialentwicklung
- Erneuerbare Energien: Entwicklung eines Simulationstools für Flugstromvergaser, für verschiedene Substrate und Produkte (Kollaboration im Helmholtz Virtual Institute for Gasification Technology)

Politik und Gesellschaft:

- Fokus von TIG
- Reflexive Technikfolgenforschung zur Bewertung von Schlüsseltechnologien und Innovations- und Implementierungsprozessen
- Strategieentwicklung für den Transitionsprozess zur energetischen und stofflichen Nutzung von

- erneuerbaren Ressourcen und Analyse von Auswirkungen
- Analyse des Bioökonomiekonzepts (Umgang mit Zielkonflikten, Gestaltung politischer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen) und von Stakeholder-Partizipationsansätzen in Bioökonomieregionen
- Zusammenführung von Systemanalyse, Technikfolgenabschätzung und wissenschaftlicher Politikberatung in den Bereichen Energie und Schlüsseltechnologien (sozial- und systemanalytischer Ansatz mit Einbezug natur- und ingenieurwissenschaftlicher Forschung)

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- Energieeffizienz, Materialien und Ressourcen:
 - Erhöhung der Brennstoff- und Lastflexibilität bei zentralen und dezentralen Kraftwerken sowie Effizienzverbesserungen
 - Energetische Optimierung von Prozessketten (Fokus: chemisch-verfahrenstechnische Industrie, Metallindustrie)
 - Analyse und Weiterentwicklung von Materialsystemen, Bauelementen und Großkomponenten für industrielle und Energiewandlungsprozesse
 - Entwicklung und Optimierung von Brennstoffumwandlungs- und Kraft- und Wärmeerzeugungsverfahren, zur Energiesystemstabilisierung bei hohen Anteilen fluktuierender Erneuerbarer (in Vernetzung mit HGF-Programmen „Erneuerbare Energien“, „Speicher und vernetzte Infrastrukturen“)
 - Entwicklung effizienterer Technologien und verbesserter Materialeigenschaften, um Energieverbrauch und Ressourcenintensität des Bausektors zu senken
- Erneuerbare Energien:
 - Entwicklung und Optimierung von Vorbehandlungs-, Konvertierungs- und Veredelungsprozessen für Biomasse (z. B. thermochemische Prozesse zur Umwandlung lignozellulosehaltiger Biomasse)
 - Einsatz mikrobiologischer Verfahren z. B. zur Herstellung von Plattformmolekülen aus Synthesegas; Wertschöpfungsübergreifende Untersuchung neuer Biomassen (z. B. Mikroalgen)
- BioGrenzflächen: Entwicklung von Biotechnologie der 3. Generation zur Beeinflussung von Zellen in künstlichen Umgebungen; Entwicklung innovativer polymerbasierter Materialien für medizinische Anwendungen

Technische Ausstattung:

- Karlsruhe Nano Micro Facility mit offenem Zugang zu Mikro- und Nanobereichstechnologien
- Pilotanlagen zur Skalierung von thermochemi-

- schen Biomasseumwandlungsprozessen (z. B. bioliq zur Synthesekraftstoffherstellung)
- Simulation Laboratories (Energie, NanoMikro, Klima und Umwelt)
- Versuchsanlagen für Verbrennungstechnologien (z. B. BRENDA Kraftwerkspilotbrennkammer)
- Materialprüfungs- und Forschungsanstalt als anerkannte Bauprodukt-Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle
- BioGrenzflächen-Technologieplattformen, z. B. Bioinformatik-Plattform, Soft Matter Synthesis Lab, Structure Analysis and Modelling Plattform, OMICS Plattform, Sequencing Core Facility; Technology Hubs werden etabliert für Imaging, Screening, Microengineering & Polymers, microBioprocessing

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Technische Dienstleistungen für Wissenschaft und Industrie, z. B. im Rahmen von BioGrenzflächen-Technologieplattformen oder der Karlsruhe Nano Micro Facility
- Beratung öffentlicher und privater Auftraggeber durch Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
- Parlamentarische Politikberatung des Deutschen Bundestags und Europäischen Parlaments durch das ITAS (insb. Betrieb des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), Beteiligung an der „European Technology Assessment Group“)
- Zusammenarbeit mit Industrie u. a. im Rahmen von Auftragsforschung, Forschungsk Kooperationen, KIT-Transfer-Projekten; Plattform „Research To Business“ unterstützt Transfer von Forschungsergebnissen an Interessenten aus Großindustrie und Mittelstand
- Unterstützung für Ausgründungen durch KIT-Gründerschmiede; Entrepreneurship-Förderung durch KIT Innovation gGmbH

Ansprechpartner:

- Dr.-Ing. Karl-Friedrich Ziegahn, Bereichsleiter „Natürliche und gebaute Umwelt“, Sprecher für den Forschungsbereich Energie im QV Sustainable Bioeconomy
- Prof. Dr. Thomas Kolb, Programmsprecher „Energieeffizienz, Materialien und Ressourcen“
- Prof. Dr. Jörg Sauer, Programmsprecher „Erneuerbare Energien“
- Prof. Dr. Horst Hahn und Prof. Dr. Jan Korvink, Programmsprecher „Science and Technology of Nanosystems“
- Prof. Dr. Christof Wöll, Programmsprecher „BioGrenzflächen“
- Prof. Dr. Armin Grunwald, Programmsprecher „Technologie, Innovation und Gesellschaft“

URL: <https://www.kit.edu>

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

Department Bioenergie (BEN)
Department Bodensystemforschung (BOPHY)
Department Naturschutzforschung (NSF)
Department Ökologische Systemanalyse (ÖSA)
Department Ökonomie (ÖKON)
Department Solare Materialien (SOMA)

Department Stadt- und Umweltsoziologie (SUSOZ)
Department Umwelt- und Biotechnologisches Zentrum (UBZ)
Department Umwelt und Planungsrecht (UPR)
Department Umweltmikrobiologie (UMB)*

Verortung der Bioökonomieforschung in Helmholtz-Programmen:

- Forschungsbereich Erde und Umwelt, Programm „Terrestrische Umwelt“
- Forschungsbereich Energie, Programme „Erneuerbare Energien“, „Technologie, Innovation und Gesellschaft (TIG)“

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Ansatz: Erforschung der komplexen Veränderungen, die mit einer Transformation des Wirtschaftssystems zu einer kreislauforientierten, nachhaltigen Bioökonomie einhergehen
- IP EnergyLandUse (Programme Terrestrische Umwelt, TIG): Verbesserung des Verständnisses von Auswirkungen und Trade-offs der Energiewende und der stofflichen Nutzung erneuerbarer Ressourcen auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen, sowie Entwicklung von Monitoringsystemen und Steuerungskonzepten
- IP Nachhaltige Biotechnologie und Bioökonomie (SusBioTech) (Programme Terrestrische Umwelt, Erneuerbare Energien): Entwicklung innovativer (Bio)Technologien für eine ökoefiziente Produktion von Wertstoffen und Energieträgern, unter Berücksichtigung gesamter Wertschöpfungsketten
- IP Vom Modell zur Vorhersage (Programm Terrestrische Umwelt): Verbesserung von Vorhersagen und Aussagen von Modellen auf der regionalen Skala sowie deren Vergleichbarkeit, durch Entwicklung eines systematischen Modellierungsprotokoll

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Methoden und Werkzeuge:

- Prozessanalysen: Analyse des Wettbewerbs biobasierter Energieträger und Technologieoptionen im Marktmodell BENSIM (BEN)
- System- und/oder Umweltwirkungsanalysen:
 - Entwicklung von Simulationsmodellen zur sozial-ökologischen Bewertung des Anbaus bio-basierter Rohstoffe (ÖSA)
 - Forschung zur Sicherung und Steigerung der Leistungs- und Ertragsfähigkeit des Bodens in der BMBF-Fördermaßnahme „Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie (BonaRes)“ (Koordination: BOPHY, weitere UFZ-Partner: ÖKON, UPR)

- Modellgestützte Untersuchung der integrierten Bioenergienutzung in Energiesystemen, insb. zum Ausgleich fluktuierender Erneuerbarer im Stromsystem (BEN)
- Monitoring der Auswirkungen erneuerbarer Ressourcennutzung auf Ziele des Naturschutzes (BEN, NSF, UPR)
- Entwicklung von Entscheidungsunterstützungstools für Bioökonomieregionen:
 - Social Life Cycle Assessment (LCA); regional aufgelöste LCA-Ansätze; Multikriterielle Bewertung von Bioökonomie-Strategien und Regionen (BEN)
 - Analyse der räumlichen Verteilung von erneuerbarer Stromerzeugung und Nachfrage; Beitrag zur Energiesystemanalyse in der Helmholtz-Initiative „Energie System 2050“ (BEN)
 - Entwicklung integrierter Biomassennutzungs-Konzepte für die Bioenergie (BEN)
 - Wissenschaftliche Begleitforschung zum Spitzencluster BioEconomy in Mitteldeutschland (BEN, ÖKON, UPR)

Politik und Gesellschaft:

- Soziologische Forschung zu sozialen und kulturellen Aspekten der Entwicklung neuer Technologien im gesellschaftlichen Anwendungskontext (SUSOZ)
- Volkswirtschaftliche und juristische Forschung zu rechtlichen, marktlichen und politischen Rahmenbedingungen für biobasiertes Wirtschaften in Deutschland (ÖKON, UPR)
- Energieökonomische Forschung zur Weiterentwicklung des Förder- und Strommarktregimes für Bioenergie und weitere erneuerbare Energien (ÖKON)
- Sozio-ökologische und agentenbasierte Modellierung zur Untersuchung der Auswirkungen globaler Politikmaßnahmen zur Ernährungssicherheit auf lokale Landnutzungsstrategien in Afrika (ÖSA)

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- Neue Rohstoffe:
 - Analyse der Zumischungsmöglichkeiten spurenelementakkumulierender Energiepflanzen in Biogasprozessen (UMB)
 - Untersuchung von biokatalytischen Umwandlungsprozessen von Lignocellulose-

- haltigen Reststoffen zur Wertstoff- und Energieträgergewinnung (UMB)
- **Prozessentwicklung:**
 - Entwicklung effizienter Konversionspfade für Biokraftstoffe der 2. Generation; Analyse von mikrobieller Bioelektroanalyse und Bioelektrotechnologien zur Umwandlung von elektrischer Energie in chemische Energieträger und Plattformchemikalien; Untersuchung von Herstellung, Aufreinigung und Vermarktungsstrategien für biobasierte Capron- und Caprylsäure im Kontext neuer Biogasanlagen-Nutzungskonzepte (UMB)
 - Entwicklung neuer und effizienterer Synthesewege in der industriellen Biotechnologie durch Einsatz von Mikroorganismen und eines integrierten Analyse-Synthese-Design-Ansatzes (SOMA)
 - Entwicklung und Demonstration innovativer Eco-Technologien für die Abwasserbehandlung und Ressourcenwiederverwertung (UBZ)
 - Entwicklung von Bioverfahren zur Co-Kultivierung von Algen und Hefen für die Herstellung von Biokraftstoffen und hochwertigen Biochemikalien (UBZ)
- **Prozesssteuerung:**
 - Weiterentwicklung der Modellierung, Überwachung und Steuerung von Vergärungsprozessen in der Biogasproduktion (UMB)

Technische Ausstattung:

- Labor-Bioreaktorsysteme (u. a. in Kooperation mit dem DBFZ), analytische und omics-Plattformen
- Umwelt- und Biotechnologisches Zentrum (UBZ) für die ingenieurwissenschaftliche Entwicklung zukunftsfähiger Technologien und Verfahren, mit verschiedenen Technika, Pilot- und Demonstrationsanlagen
- Experimentellen Plattformen für die Untersuchung von Landnutzungs- und Klimaauswirkungen auf ökologische Prozesse in terrestrischen und aquatischen Systemen
- Initiator des Mitteldeutschen Katalysezentrum MIKAT als strategisches Netzwerk für Bioverfahrenstechnik, Photoreaktoren und alternative Rohstoffe.
- Beteiligung an Observatorien zur Erfassung von Umweltparametern und ökologischen Gemeinschaften (z. B. Helmholtz-Beobachtungsplattform TERENO)

- Visualisierungszentrum VISLab zur dreidimensionalen Veranschaulichung technischer oder ökologischer Prozesse

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Politikberatung und Förderung des gesellschaftlichen Dialogs durch Engagement im Bioökonomierat (D. Thrän)
- Partner im Konsortium des Büros für Technfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), u. a. zu den Themen Weiße Biotechnologie, Biokraftstoffe der 3. Generation
- Engagement bei IEA bioenergy Task 40 – bioenergy trade, welcher nationale und internationale Handlungsempfehlungen erarbeitet und Informationsaustausch unterstützt
- Politikberatung; Handlungsempfehlungen für Planungsträger, Anlagenbetreiber und weitere Akteure aus dem Erneuerbare-Energien- und Bioökonomiesektor (u. a. im Rahmen von Kooperationsprojekten mit Praxispartnern)
- Einbindung von Industriepartnern in FuE-Projekte
- Koordination von BonaRes, in Koop. mit dem Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), als Kommunikationsplattform für Wissenschaftler verschiedener Disziplinen, Bodennutzer und Entscheidungsträger
- Enge Zusammenarbeit mit dem Unternehmensnetzwerk des Spitzenclusters BioEconomy (Nachhaltigkeitsbewertung geplanter Produkte, Analyse volkswirtschaftlicher und rechtswissenschaftlicher Rahmenbedingungen)
- Technologietransfereinheit zur Unterstützung von Forschungsk Kooperationen mit der Industrie, Dienstleistungen und Auftragsarbeiten sowie Ausgründungen

Ansprechpartner:

- Prof. Dr.-Ing. Daniela Thrän, Sprecherin für den Forschungsbereich „Erde und Umwelt“ im Querschnittsverbund „Sustainable Bioeconomy“, Sprecherin IP EnergyLandUse, Department Bioenergie
- Prof. Dr. Erik Gawel, Sprecher IP EnergyLandUse, Department Ökonomie
- Prof. Dr. Bruno Bühler, Sprecher IP Nachhaltige Biotechnologie und Bioökonomie (SusBio-Tech), Department Solare Materialien
- Prof. Dr. Karin Frank, Sprecherin IP Vom Modell zur Vorhersage, Department Ökologische Systemanalyse

URL: <https://www.ufz.de/index.php?de=41627>

* Anm.: Die Aufstellung richtet sich nach der Webseite „Bioökonomie-Forschung am UFZ“ (<https://www.ufz.de/index.php?de=41627>). Darüber hinausgehend ist inhaltlich das IP Landnutzungskonflikte relevant (als Beitrag zum Programm Terrestrische Umwelt), sowie Forschung an den Departments Isotopenbiogeochemie, Umweltbiotechnologie und Landschaftsökologie.

Helmholtz Zentrum München

Institut für Biochemische Pflanzenpathologie (BIOP)
Abteilung für Vergleichende Mikrobiomanalysen (COMI)
Abt. für Genomik und Systembiologie Pflanzlicher Genome (PGSB)
Institut für Netzwerkbiologie (INET)
Institut für Bioinformatik und Systembiologie (IBIS)
Institut für Biologische und Medizinische Bildgebung (IBMI)

Verortung der Bioökonomieforschung in Helmholtz-Programmen:

- Forschungsbereich Gesundheit, Programm „GEnCoDe (Genes and Environment in Common Diseases)“
- Forschungsbereich Erde und Umwelt, Programm „Terrestrial Environment“

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Übergeordnetes Ziel: Erforschung des Entstehens von Volkskrankheiten und des Einflusses von Umweltfaktoren, Lebensstil und genetischer Disposition und Entwicklung neuer Ansätze für Prävention, Diagnose und Therapie
- GEnCoDe: Aufklärung der Rolle von Genfaktoren und Umweltwirkungen bei der Entstehung von Volkskrankheiten und Entwicklung neuer Diagnoseverfahren und individueller Therapieansätze auf dieser Basis; Entwicklung neuer Ansätze zur Verhinderung von Zelldegeneration und Förderung von Regenerationsvorgängen, aufbauend auf der Analyse molekularer Mechanismen; sowie Entwicklung neuer Verfahren für die Verbesserung analytischer, diagnostischer und therapeutischer Ansätze (IBIS, IBMI und weitere)
- Terrestrische Umwelt: Entwicklung nachhaltiger pflanzlicher Produktionsmethoden vor dem Hintergrund globaler Klima- und Umweltveränderungen, mit Schwerpunkt auf der pflanzlichen Abwehr und Stressresistenz und mikrobieller Wachstumsförderung; Verbessertes Verständnis und Prognostizierbarkeit von Auswirkungen natürlicher Veränderungen und nutzungsbedingter Eingriffe (BIOP, COMI, PGSB, INET und weitere)

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- Terrestrische Umwelt
 - Analyse von Struktur und Funktion mikrobieller Gemeinschaften im Boden mit dem Ziel, die Nutzbarkeit genetischer Ressourcen der Bodenmikroflora für eine nachhaltige Bioökonomie zu erhöhen (COMI)
 - Systembiologische Analyse von Veränderungen in Protein-Netzwerken durch Umwelteinflüsse, Botenstoffe und evolutionäre Prozesse (INET)

Methoden und Werkzeuge:

- GEnCoDe:
 - Analyse und Interpretation biologischer Daten (inkl. High Throughput) zur Verbesserung des Verständnisses von Krankheitsursachen und -verlauf, Entwicklung und Anwendung von Bioinformatik-Methoden, etwa im Bereich der Analyse von Genominformationen (IBIS)
 - Entwicklung innovativer Methoden zur Visualisierung von inneren Strukturen und Organen in lebenden Organismen (IBMI)
- Terrestrische Umwelt:
 - Pflanzengenomanalyse und Weiterentwicklung der Datenbank PlantsDB (PGSB)
 - Experimentelle Umweltsimulation zur Verbesserung des Verständnisses von Einflussfaktoren auf ressourceneffizientes Pflanzenwachstum und Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen, mit Kurzumtriebsplantagen als Anwendungsbeispiel; Pflanzenphänotypisierung zur Verbesserung pflanzlicher Leistungen (BIOP)

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- Terrestrische Umwelt: Analyse der Auswirkungen von Umwelteinflüssen auf Abwehrmechanismen, Wachstum und Fitness von Pflanzen, zur Entwicklung neuer Verfahren für nachhaltige Landwirtschaft, biotechnologische Pflanzennutzung und Ernährungs- und Gesundheitssicherung (BIOP)

Technische Ausstattung:

- Munich Information Center for Protein Sequences (MIPS) mit Schwerpunkt auf genomorientierter Bioinformatik
- PlantsDB als Plattform für Pflanzengenomforschung
- Portfolio an Pflanzenphänotypisierungseinrichtungen mit Fokus auf Pflanzen-Pathogen-Interaktionen
- Umweltsimulationseinrichtungen (Expositionskammern, Sonnensimulatoren, Forschungstreibhaus)
- Core Facility Metagenomics für Gensequenzierung und Genomanalyse

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Translationale Forschung mit Translationszentren und klinischen Kooperationen
- Mitglied im Trainbiodiverse Netzwerk Europäischer Forschungsinstitutionen und unabhängiger Repräsentanten des privaten Sektors zur interdisziplinären Ausbildung von Nachwuchsforschern (finanziert durch EU FP7-Marie Curie Initial Training Networks)
- Bioinformatik-Datenbanken, Webservices und Plattformen

Ansprechpartner:

- Prof. Dr. Jörg Durner, Sprecher des Department of Environmental Sciences, Direktor des Instituts für Biochemische Pflanzenpathologie, Ansprechpartner für den QV Sustainable Bioeconomy

URL: <https://www.helmholtz-muenchen.de>

Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum

Department Geoarchive, Sektion Geomikrobiologie
Department Geodäsie, Sektion Fernerkundung

Verortung der Bioökonomieforschung in Helmholtz-Programmen:

- -Forschungsbereich Erde und Umwelt, Programm Geosystem: Die Erde im Wandel

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Programmziel: Erfassung, Verständnis und Prognose von relevanten physikalisch-chemisch-biologischen Prozessen und Veränderungen in der Geosphäre
- Thema Globale Prozesse: Reaktion der Erdoberfläche auf natürliche und anthropogene Veränderungen, umfasst u. a. Monitoring von Bodendegradationsprozessen und Veränderungen der Landoberfläche sowie Forschung zu deren Ursachen (Sektion Fernerkundung)
- Thema Georessourcen: Nachhaltige Nutzung von Georessourcen und des geologischen Untergrunds, umfasst u. a. Untersuchungen zu physikalischen, chemischen und biologischen Wechselwirkungen bei der Nutzung von Georessourcen (Sektion Geomikrobiologie)

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- Georessourcen: Aufbau eines grundlegendes Verständnisses der „Tiefen Biosphäre“ hinsichtlich ihrer Stoffdynamik und beteiligter Mikroorganismengemeinschaften, zur Einschätzung der Bedeutung für globale Stoffkreisläufe

Methoden und Werkzeuge:

- Globale Prozesse:
 - Entwicklung und Nutzung von Fernerkundungsmethoden zur Beobachtung von Landoberflächen, inkl. Methodikentwicklung für die Informationsgewinnung, der Definition zukünftiger Satellitenmissionen sowie anwendungsorientierte Forschung zur Beobachtung bio- und geophysikalischer Parameter (z. B. Bodendegradation, Precision Farming, Wechselwirkungen zwischen Landoberfläche und Atmosphäre)
 - Integration von bodengestützten in-situ Daten und Fernerkundungsdaten als Teil von

TERENO, mit Fokus auf Langzeitmonitoring

- Bodenmusteranalyse und Bestimmung der organischen Bodensubstanz in landwirtschaftlichen Nutzflächen, zur Entwicklung eines nachhaltigeren Landmanagements durch teilflächenspezifisches Precision Farming (Schwerpunkt der Bioökonomie-Aktivitäten)
- Georessourcen: In-situ-Experimente, Simulationsstudien und Modellierungen zu Prozessen in tiefen terrestrischen Ökosystemen

Technische Ausstattung:

- GFZ-Observatorium TERENO-Nord-Ost (Erweiterung des DLR-Klima-Messnetzwerks um 20 Klimamessstationen, 63 Bodenfeuchtemessstation unter Feldern und einen Versuchskran im Wald)
- Helmholtz-Labor für integrierte geobiowissenschaftliche Forschung (GeoBioLab)

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Technologietransferstelle zur Unterstützung der kommerziellen Verwertung und Vermarktung von Forschungsergebnissen, Ausgründungen und der Koordination von Netzwerken mit Wirtschaftspartnern
- Service für Technologietransfer und Innovationsmanagement für innovative Geotechnologien, Nutzung der GFZ-Infrastrukturen (Geotechnologien, Dienste, Daten) für Wirtschafts- und Kooperationspartner möglich

Ansprechpartner:

- Dr. Bernd Uwe Schneider, Wissenschaftlicher Vorstandsbereich des GFZ, Ansprechpartner für den QV Sustainable Bioeconomy
- Prof. Dr. Dirk Wagner, Sektionsleiter Geomikrobiologie
- Dr. Sibylle Itzerott, Sektion Fernerkundung, leitende Wissenschaftlerin im Themenfeld Angewandte Fernerkundung von Vegetation und Böden

URL: <https://www.gfz-potsdam.de>

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Institut für Technische Thermodynamik
Institut für Werkstoff-Forschung
Institut für Robotik und Mechatronik

Verortung der Bioökonomieforschung in Helmholtz-Programmen:

- Forschungsbereich Energie, Programme „Technologie, Innovation, Gesellschaft“ (TIG), „Speichersysteme und vernetzte Infrastrukturen“
- Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

Ziele der Bioökonomieforschung:

- TIG: Technologiebewertung und Energiesystemanalyse mit nachhaltiger Entwicklung als normative Grundlage, im Rahmen des Themas „Erneuerbare Energie und Materialressourcen für eine nachhaltige Zukunft – Integration auf verschiedenen Skalen“ (Institut für Technische Thermodynamik, Abteilung Systemanalyse & Technikbewertung)
- Speichersysteme und vernetzte Infrastrukturen: Forschung zu effizienten und ressourcenschonenden Energiespeichern und Energiewandlungstechnologien der nächsten Generation, u. a. zum Ausbau ökonomisch effizienter Systeme für Industrie und Kraftwerke, als Beitrag zum Thema „Thermische Energiespeicherung“ (Institut für Technische Thermodynamik, Abteilung Thermische Prozesstechnik)
- Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr: Entwicklung neuer Werkstofflösungen und Prozesstechniken für Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt, in der Energie und im Automobilsektor (Institut für Werkstoff-Forschung); Entwicklung von Robotern zur Unterstützung der menschlichen Interaktion mit der Umwelt (Institut für Robotik und Mechatronik)

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr:
 - Forschung und Entwicklung zu Aerogelen und Aerogelverbundwerkstoffen, u. a. auf Basis von Biopolymeren (Institut für Werkstoff-Forschung)
 - Verbesserung des Verständnisses menschlicher Fähigkeiten, u. a. durch Erfassung von Bio-Daten zur Interaktion zwischen Mensch und Umwelt und Nutzung von Erkenntnissen zur Verbesserung von Robotersystemen („Bionics“) (Institut für Robotik und Mechatronik)

Methoden und Werkzeuge:

- TIG: Kombination energiewirtschaftlicher Top-down Analysen regionaler, nationaler und europäischer Energiesysteme mit technologieorientierten Bottom-up Ansätzen (z. B. Lebenszyklusbilanzen, Potenzial- und Wirtschaftlichkeitsanalysen) (Institut für Technische Thermodynamik, Abt. Systemanalyse und Technikbewertung)
- Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr: Entwicklung von Sensorsystemen zur Signalerfassung z. B. von Muskelaktivität und Bewegungen (Institut für Robotik und Mechatronik)

Politik und Gesellschaft:

- TIG: Konzeptionelle sowie szenarienbasierte Untersuchungen zur Nachhaltigkeit der Energieversorgung, technischem Lernen oder Markteinführungsstrategien (Institut für Technische Thermodynamik, Abt. Systemanalyse und Technikbewertung)

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- Speichersysteme und vernetzte Infrastrukturen: Fragen der Energiespeicherung, des Wärmemanagements und der Wärmeübertragung, u. a. Entwicklung von energieeffizienten Hochtemperatur-Wärmespeichern und Wärmeübertragern, Untersuchung von Prozessen zur Wasserstoffherzeugung aus biogenen Primärenergieträgern (Institut für Technische Thermodynamik, Abt. Thermische Prozesstechnik)
- Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr:
 - Forschung zu wirtschaftlichen Herstellungsverfahren für Aerogele und Aerogelverbundwerkstoffe (Institut für Werkstoff-Forschung)
 - Entwicklung von leistungsfähigen Robotersystemen und Steuerungsansätzen für technische Systeme zur Unterstützung von Menschen mit körperlichen Behinderungen (Institut für Robotik und Mechatronik)

Technische Ausstattung:

- Forschungseinrichtungen für thermische Energiespeicher und Hochtemperatur-Wärmeübertrager, Anlagen zur Brenngasverarbeitung (Fuel Processing)
- Anlagen zur Material-Analytik und Charakterisierung von Funktionsmaterialien, Messplätze, Versuchshalle für Werkstoffmechanische Prüfung

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Bereitstellung von Wissen für Entscheidungsträger aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik als Orientierung für die Entwicklung von Forschungsschwerpunkten und energie-, umwelt- und forschungspolitischen Rahmenbedingungen
- Ausgründungen zu innovativen Technologien und Verfahren
- Erprobung von Robotiksystemen in Kooperation mit Praxispartnern, MIRO Innovation Lab als kooperatives Open Innovation Lab mit Industrie-, Forschungs- und klinischen Partnern

Ansprechpartner:

- Dr. Antje Seitz, Institut für Technische Thermodynamik, Abteilungsleitung Thermische Prozesstechnik
- Dr. Christoph Schillings und Dipl.-Phys. Carsten Hoyer-Klick, Institut für Technische Thermodynamik, Kommissarische Abteilungsleitung Systemanalyse und Technikbewertung
- Dr. Barbara Milow, Institut für Werkstoff-Forschung, Kommissarische Abteilungsleitung Aerogele und Aerogelverbundwerkstoffe
- Prof. Dr. Alin Albu-Schäffer, Institutsleiter Institut für Robotik und Mechatronik

URL: <http://www.dlr.de>

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)

Institut für Weiche Materie und funktionelle Materialien

Verortung der Bioökonomieforschung in Helmholtz-Programmen:

- Forschungsbereich Materie, Programme „From Matter to Materials and Life“ (MML), „Matter and Technologies“

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Verbesserung des Verständnisses der Entstehung makroskopischer Materialeigenschaften und hierfür verantwortlicher mikroskopischer Strukturen und Prozesse, als Voraussetzung für zukünftige maßgeschneiderte Materialien und Medikamente (z. B. Materialien für die Energieversorgung)

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- Grundlegendes Verständnis und Untersuchung möglicher Wechselwirkungen von nanoskopischen und kolloidalen Systemen
- Biophysics-Forschung zur Struktur und Dynamik biologischer Makromoleküle und Membranen mittels Neutronenstreuungs-Methoden
- Forschung zur Struktur und Funktionalität von komplexen Grenzflächen, mit Fokus auf Biolubrication, Fest-Flüssig-Grenzflächen sowie biomimetische Systeme und deren Interaktionen mit zellulären Komponenten

Methoden und Werkzeuge:

- Weiterentwicklung von Beamlines, Versuchsaufbauten (u. a. Neutronen, Photonen) und speziell auf Weiche Materie, Material-, Lebenswissenschaften zugeschnittene Labore

Technische Ausstattung:

- Neutronenquelle BER II, Synchrotronstrahlungsquelle BESSY II

- BioLab für die Vorbereitung und Charakterisierung von biologischen Samples bei Neutronen- und Röntgenstreuungsexperimenten sowie die Unterstützung von Kristallisationsexperimenten, mit biophysikalischen, biochemischen und Zelllaboratorien
- Entwicklung des Energy Materials In-situ Laboratory Berlin (EMIL) an der BESSY II Synchrotronstrahlungsquelle, zur Untersuchung von Materialien für die Energieumwandlung, Speicherung und Verbesserung der Energieeffizienz (u. a. energieumwandelnde Biomaterialien)

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Bündelung von Geräteparks in virtueller „Helmholtz Energy Materials Characterization Platform (HEMCP)“ mit sechs weiteren Helmholtz-Zentren, um Nutzern aus Wissenschaft und Industrie Zugang zu einem breiten Portfolio an Untersuchungsmethoden für Materialien für die Energietechnik zu bieten, Wissenstransfer aus der Grundlagenforschung zu ermöglichen und Innovation zu beschleunigen
- Zugang zu Forschungsinfrastrukturen (inkl. BioLab) offen für Anwender aus Wissenschaft und Industrie, Technologietransfer-Einheit unterstützt Anbahnung von Kooperationen

Ansprechpartner:

- Prof. Dr. Matthias Ballauff, Leitung des Instituts für Weiche Materie und funktionelle Materialien

URL: <http://www.helmholtz-berlin.de/>

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)

Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF), in Kooperation mit TU Bergakademie Freiberg
Institut für Fluidodynamik

Verortung der Bioökonomieforschung in Helmholtz-Programmen:

- Forschungsbereich Energie, Programm „Energieeffizienz, Materialien und Ressourcen“, Themen „Energieeffiziente Prozesse“ und „Ressourcentechnologie“

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Energieeffiziente Prozesse: Effizientere ressourcenschonendere Gestaltung industrieller Prozesse (Institut für Fluidodynamik)
- Ressourcentechnologie: Entwicklung neuer Technologien für die Nutzbarmachung mineralischer und metallhaltiger Rohstoffe aus komplex zusammengesetzten, heimischen und internationalen Lagerstätten sowie für die ressourcen- und energieeffiziente Ressourcengewinnung und -Verwendung (Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie)

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- Energieeffiziente Prozesse: Grundlagenforschung zur Thermo- und Fluidodynamik und Magneto hydrodynamik, zur Verbesserung der Nachhaltigkeit, Energie-Effizienz und Sicherheit industrieller Prozesse

Methoden und Werkzeuge:

- Energieeffiziente Prozesse: Entwicklung praxisnaher Computational Fluid Dynamics-Modelle zur Charakterisierung und Simulation von Mehrphasen-Strömungsvorgängen, als Basis für die effizientere Gestaltung industrieller Prozesse; Entwicklung von Mehrphasensensoren als Messtechnik für Experimente und industrielle Prozesse und Anlagen

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- Energieeffiziente Prozesse: Anwendung von Simulationsmethoden und Messverfahren zur Optimierung von Strömungsvorgängen, z. B. zur Verbesserung von Vermischungs- und Belüftungsstrategien in Kläranlagen
- Ressourcentechnologie:
 - Entwicklung innovativer Technologien für die effizientere Nutzung von Rohstoffen im Wirtschaftskreislauf (Circular Economy)
 - Quantifizierung der Material- und Energieeffizienz von Prozessen entlang der Wertschöpfungskette zur Entwicklung von neuen energie- und ressourceneffizienten Lösungen

- Entwicklung umweltverträglicher Verfahren zur Analytik und Aufbereitung komplexer polymetallischer Rohstoffe, u. a. unter Einsatz von Bakterien (Biolaugung und Biosorption zur selektiven Abtrennung von Metallen)

Technische Ausstattung:

- Experimentelle Einrichtungen für die Thermo fluiddynamik, Thermohydraulik-Versuchsanlage TOPFLOW (Transient Two Phase Flow Test Facility) zur Untersuchung komplexer Strömungsphänomene
- Labore zur chemischen und physikalischen Charakterisierung von Roh- und Wertstoffen

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Core-Partner im EIT RawMaterials Konsortium mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie aus 20 EU-Ländern (Ziel: Verbesserungen im Rohstoffsektor entlang von Wertschöpfungsketten, durch Wissenstransfer sowie die Förderung von Entrepreneuren, Start-ups und SMEs (initiiert vom European Institute of Innovation and Technology (EIT) und gefördert von der Europäischen Kommission)
- Etablierung eines „EIT RawMaterials - Regional Center Freiberg“ zur regionalen Förderung von Wissenschaft und Forschung, Volks- und Berufsbildung und Umweltschutz an der TU Bergakademie Freiberg
- HIF als Partner des Netzwerks Ressourceneffizienz (NeRes) (BMUB-Initiative mit Ziel der gegenseitigen Information und Vernetzung unterschiedlicher Akteure)
- Technologietransfer durch strategische Kooperationen mit Forschungs- und Industriepartnern, Auftragsforschung, Lizenzierung und Ausgründungen sowie durch gemeinschaftliche Nutzung von High-Tech-Geräten und Anlagen
- Gemeinsames Pilotprojekt von HZDR und KIT zur Einbindung von in der Wirtschaft tätigen Alumnis in die Arbeit von Technologietransfer-Büros in Wissenschaftseinrichtungen
- InnovationsWerkstatt Dresden als Verbundvorhaben zur Stärkung der Zusammenarbeit grundlagenorientierter Wissenschaftseinrichtungen mit KMU

Ansprechpartner:

- Energieeffiziente Prozesse: Dr. Gunter Gerbeth, Direktor Institut für Fluidodynamik, sowie Prof. Dr. Uwe Hampel, Leiter der Experimentellen Thermofluidynamik
- Ressourcentechnologie: Prof. Jens Gutzmer, Direktor Helmholtz-Institut Freiberg für Res-

sourcentechnologie und Leiter der Analytik, sowie Prof. Dr. Dr. h.c. Markus Reuter, Direktor Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie

URL: <https://www.hzdr.de/db/Cms?pNid=269>

Helmholtz-Institut für Meereswissenschaften an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (IFM-GEOMAR)

Forschungsbereich Marine Ökologie

Verortung der Bioökonomieforschung in Helmholtz-Programmen:

- Forschungsbereich Erde und Umwelt, Programm „OCEANS“

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Untersuchung der physikalischen, chemischen, biologischen und geologischen Prozesse in den Ozeanen und ihrer Wechselwirkungen mit dem Meeresboden und der Atmosphäre; umfasst die Entwicklung von Konzepten für eine nachhaltige Nutzung biologischer, mineralischer und energetischer mariner Rohstoffe

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- Verbesserung des Verständnisses der biologischen Diversität von Ozeanen, hiermit zusammenhängenden Prozessen und Reaktionen auf Umwelt-Störungen, um zukünftige Veränderungen zu prognostizieren und die nachhaltige Nutzung biologischer Ressourcen anzuleiten
- Identifizierung neuer genetischer und Genomressourcen und mariner Organismen und Substanzen, die für menschliche Anwendungen genutzt werden können

Methoden und Werkzeuge:

- Entwicklung von wissenschaftlichen Methoden zur Verbesserung von Fischereimanagement und Naturschutz in Europa und darüber hinaus

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- Forschung zu mariner Biotechnologie und marinen Bioentdeckungen, Nutzung der Biodiversität mariner Mikro- und Makroorganismen zur Kultivierung, Extrahierung, Aufreinigung und chemischen Charakterisierung neuartiger bioaktiver Moleküle, die z. B. zur Entwicklung neuer Medikamente und Pflanzenschutzmittel genutzt werden können

Technische Ausstattung:

- GEOMAR Biobank, als eine der größten Kollektionen mariner Mikroorganismen
- Vier Forschungsschiffe, chemische, mikrobiologische und biotechnologische Einrichtungen, biologische Testverfahren

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Mitglied des FishBase Consortiums, eines internationalen Zusammenschlusses von zehn Museen und Instituten, die Projekte wie FishBase, die SeaLifeBase Datenbank oder AquaMaps-Vorhersagen zur Verbreitung mariner Arten wissenschaftlich beraten
- Leitung der Interreg BSR Project Baltic Blue Biotechnology Alliance (ALLIANCE), die verschiedene Akteure für die Entwicklung innovativer und nachhaltiger mariner bio-basierter Produkte zusammenbringt; u. a. Unterstützung von Demonstrationsprojekten für die transnationale Entwicklung kommerzieller „Blue Biotechnology“ Produkte in der Baltic Sea Region (BSR)
- Technologietransfer-Einheit zur Unterstützung bei Identifizierung, Sicherung und wirtschaftlichen Verwertung möglicher Innovationen; Unterstützung der Wirtschaft beim Zugang zu neuen Forschungserkenntnissen und Anbahnung von Kooperationen
- GEOMAR Centre for Marine Biotechnology zur Unterstützung des Ergebnistransfers aus mariner Biotechnologieforschung in die Anwendung, u. a. in Zusammenarbeit mit industriellen Stakeholdern

Ansprechpartner:

- Prof. Dr. Deniz Tasdemir, Leiter von GEOMAR-Biotech und der Forschungseinheit Marine Naturstoffchemie im Forschungsbereich Marine Ökologie

URL: <https://www.geomar.de/>

Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Zentrum für Material- und Küstenforschung

Institut für Polymerforschung, Institut für Werkstoffforschung, Institut für Biomaterialforschung

Verortung der Bioökonomieforschung in Helmholtz-Programmen:

- Forschungsbereich Schlüsseltechnologien, Programm „Funktionale Werkstoffsysteme“
- Beteiligung am Helmholtz Portfoliothema „Technologie und Medizin“

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Portfoliothema „Technologie und Medizin“: Erforschung der Zusammenhänge technologiegetriebener Ansätze in der Gesundheitsforschung und deren Anwendung in medizinischer Diagnostik und Therapie (Institut für Biomaterialforschung)
- Funktionale Werkstoffsysteme: Entwicklung ultraleichter Werkstoffe und innovativer Prozesstechnologien für die Anwendungsfelder Luft- und bodengebundener Verkehr, Implantologie und regenerative Medizin, und Energiespeicherung und -umwandlung, mit dem übergeordneten Ziel der Schonung von Rohstoff- und Energieressourcen (Institut für Werkstoffforschung, Institut für Polymerforschung)

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- Funktionale Werkstoffsysteme: Grundlagenforschung zur Entwicklung „schaltbarer“ Membranen sowie selbstorganisierender Membranen (mit Anwendungen in Medizin- und Umwelttechnik) (Institut für Polymerforschung)

Methoden und Werkzeuge:

- Funktionale Werkstoffsysteme: Entwicklung von Methoden zur Synthese, Charakterisierung und Verarbeitung von Polymeren und zur Membranherstellung, sowie Modulentwicklung, Pilotierung von Verfahren und Trennprozess-Modellierung (Institut für Polymerforschung)

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- Funktionale Werkstoffsysteme:
 - Entwicklung und Anwendung neuartiger Leichtbau-Werkstoffe und funktionalisierbarer Materialien (u. a. für nachhaltige Energietechnik, metallische Biomaterialien), sowie Charakterisierung und Prüfung entwickelter Werkstoffe (Institut für Werkstoffforschung)
 - Entwicklung und Charakterisierung multi-

funktionaler Polymerwerkstoffe für Membranen (mit Anwendungen z. B. in Gasphasenseparation, Brennstoffzellen und Biogasaufbereitung) (Institut für Polymerforschung)

- Technologie und Medizin: Entwicklung multifunktionaler, polymerbasierter Biomaterialien für Anwendungen in der Regenerativen Medizin (als Schlüsseltechnologie für die Induktion von Autoregeneration, Tissue Engineering oder als Zelltherapie-Trägersysteme) (Institut für Biomaterialforschung)

Technische Ausstattung:

- Forschungsplattformen zur Unterstützung der Hochskalierung von Werkstoffentwicklung und -produktion, dem Leichtbaustruktur- und Fertigungsprozessdesign
- Membrananlagen bis zum Pilotmaßstab
- Reaktoren für die Polymersynthese, Methoden und Equipment für die Charakterisierung von Polymeren

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Beschleunigung der industriellen Anwendung von Forschungsergebnissen durch Engagement in nationalen und internationalen Netzwerken mit Wissenschaftlern und Anwenderindustrie entlang von Wertschöpfungsketten sowie Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen, Lizenznehmern, industriellen Nutzern (z. B. im Rahmen von Drittmittelprojekten), Umweltämtern und Genehmigungsbehörden
- Strategische Allianz mit dem klinischen Translationszentrum Berlin-Brandenburg Center for Regenerative Therapies (BCRT), als Kooperation der Charité Universitätsmedizin Berlin und dem Institut für Biomaterialforschung des HZG

Ansprechpartner:

- Univ.-Prof. Dr. sc. nat. Andreas Lendlein, Leiter des Instituts für Biomaterialforschung
- Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Volker Abetz, Leiter des Instituts für Polymerforschung
- Prof. Dr. Regine Willumeit-Römer, Leiterin des Geschäftsbereichs „Metallische Biomaterialien“ am Institut für Werkstoffforschung

URL: <https://www.hzg.de>

3.2 Bioökonomieforschung in der Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland 72 Institute und Forschungseinrichtungen⁶, welche sich in Fraunhofer-Verbänden und Fraunhofer-Allianzen vernetzen. Dies ermöglicht ihnen einen starken, gemeinsamen Auftritt am FuE-Markt sowie, durch die Bündelung unterschiedlicher Kompetenzen, die bessere Bearbeitung und Vermarktung eines Themenfeldes. Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die größte Forschungsorganisation für anwendungsorientierte Forschung in Europa. Dies spiegelt sich beispielsweise auch in ihren Leistungszentren wider, welche als „Instrument der innovations- und verwertungsorientierten Exzellenzsicherung“⁷ eingerichtet wurden, um sich der Kooperation mit KMUs und anderen Forschungseinrichtungen zu widmen. Außerdem existieren verschiedene für die Bioökonomie-Forschung bedeutende Innovationscluster, wie der Innovationscluster Bioenergie (UMSICHT). Mehr als 25 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erzielen jährlich etwa 2,3 Milliarden Euro Forschungsvolumen, wobei 2 Milliarden Euro unter Vertragsforschung fallen. Rund 70 Prozent hiervon werden mit Aufträgen aus Industrie und Öffentlicher Hand erwirtschaftet. Die internationale Zusammenarbeit wird durch weltweite Niederlassungen gewährleistet.

Die Fraunhofer-Gesellschaft wirbt mit den Worten „Wir erfinden Zukunft“ und orientiert sich in ihrer Forschung „an den Bedürfnissen der Menschen“⁸. Die sechs Forschungsfelder, alle Teil der Bioökonomie, lauten Gesundheit und Umwelt, Schutz und Sicherheit, Mobilität und Transport, Produktion und Dienstleistung, Kommunikation und Wissen sowie Energie und Rohstoffe. Ein besonderer Fokus im Fraunhofer-Leitbild von 2016 wurde auf Digitalisierung gelegt, welcher zum Beispiel die Gründung des „Industrial Data Space e.V.“ zur Folge hatte – ein wichtiger Schritt zur digital vernetzten Industrie.⁹

Auch wenn im Folgenden eine Auswahl (

Tab. 3) zur Vorstellung der Bioökonomie-relevanten Einrichtungen erfolgt ist, sei gesagt, dass alle Institute der Fraunhofer-Gesellschaft über die Verbände und Allianzen mit Themenbereichen der Bioökonomie verknüpft sind. Eine Übersicht der verschiedenen Organisationsstrukturen der Fraunhofer-Institute kann über die Standortkarte der Fraunhofer Internetpräsenz gefunden werden¹⁰. Den Steckbriefen vorangestellt werden je zwei Beispiele von Fraunhofer-Allianzen, Fraunhofer-Verbänden und Leistungszentren beleuchtet. Die in der Bioökonomie momentan aktivsten und mit Steckbrief aufgeführten Fraunhofer-Einrichtungen lauten:

- Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT,
- Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB,

⁶ Alle Informationen von Fraunhofer-Internetpräsenz: (Stand Januar 2018) <https://www.fraunhofer.de/de/ueber-fraunhofer/profil-struktur/zahlen-und-fakten.html>

⁷ Siehe Politische Empfehlungen der Fraunhofer-Gesell.: https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/ueber-fraunhofer/wissenschaftspolitik/Politische-empfehlungen_20171205_.pdf

⁸ <https://www.fraunhofer.de/de/ueber-fraunhofer/profil-struktur.html>

⁹ <https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/publikationen/Jahresbericht/jb2016/Fraunhofer-Jahresbericht-2016.pdf>

¹⁰ <http://www.standortkarte.fraunhofer.de/>

- Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP,
- Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT,
- Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI und
- Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik EMB.

Die Erarbeitung der für die nationale Bioökonomie-Forschungslandschaft bedeutendsten Fraunhofer-Einrichtungen erfolgte zunächst anhand einer Sichtung von gesammelten Informationen aus dem Bioökonomie-Forschungsatlas (biooekonomie.de, Stand Jan. 2018). Daraus ergab sich eine Liste von fast zwei Dritteln aller, sprich 45 Einrichtungen, welche an Bioökonomie-Themen forschen. Über eine Volltextsuche auf der Internetseite der Fraunhofer-Gesellschaft mit verschiedenen Begriffen in Bezug auf Bioökonomie konnten besonders relevante Institute herausgearbeitet werden. Die Auswahl der sechs Institute in Steckbriefform begründet sich auf einer überdurchschnittlich hohen Aktivität im Bereich oder gar einer Nennung von Bioökonomie in ihrem Profil. In Tab. 3 sind außerdem die restlichen der 45 Fraunhofer-Institute gelistet, neun von ihnen mit einer Kurzbeschreibung, da sie in ihren Aktivitäten den ersteren nur unwesentlich nachstehen.

Die inhaltliche Recherche befasste sich mit der Analyse der Angaben auf den jeweiligen Webseiten der Institute, welche in ihrer Detailtiefe sehr unterschiedlich sind. Auf die genauere Betrachtung von Einzelprojekten konnte nicht eingegangen werden. Auch ist mit Nachdruck zu erwähnen, dass die Analyse nicht als abschließend zu betrachten ist und weitere Aktivitäten anderer Fraunhofer-Institute mit Sicherheit in einem weiterführenden Rahmen erwähnenswert sind. Für die in Abschnitt 3.3 genannten weiteren Institute der Bioökonomieforschung wurde methodisch analog verfahren.

Fraunhofer-Verbünde

„Life Sciences“

- Bündelt die biologischen, biomedizinischen, pharmakologischen, toxikologischen und lebensmitteltechnologischen Kompetenzen der Fraunhofer-Gesellschaft
- 169 Mio. Euro Etat (2014), 1.276 Mitarbeiter / 600 Wissenschaftler
- Geschäftsfelder:
 - Medizinische Translationsforschung und Biomedizintechnik
 - Regenerative Medizin, z.B. qualifiziertes Biobanking, kontrollierte Selbstheilung
 - Gesunde Lebensmittel, z.B. hohe Verbraucherakzeptanz und Krankheitsprävention
 - Biotechnologie: Herausforderung von der Natur lernen für die industrielle Nutzung – Nawaro, Bioraffinerien (Leuna), Biotechnologische Prozesse
 - Sicherheit bei Prozessen, Chemikalien und Pflanzenschutzmitteln: Herausforderung Umwelt- und Verbraucherschutz
- 7 Mitglieder: Biomedizinische Technik **IBMT**, Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik **IGB**, Marine Biotechnologie und Zelltechnik **EMB**, Molekularbiologie und Angewandte Oekologie **IME**, Toxikologie und Experimentelle Medizin **ITEM**, Verfahrenstechnik und Verpackung **IVV**, Zelltherapie und Immunologie **IZI**
- Leitung: Prof. Dr. Horst-Christian Langowski

„Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS“

- Bündelt die Fraunhofer-Kompetenzen in Material- und Technologieentwicklung (z.B. Werkstoffentwicklung aus biobasierten Materialien und Recyclaten), Bewertung des Einsatzverhaltens (und LCA), Werkstoffmodellierung und Simulation
- Geschäftsfelder:
 - Sicherheit
 - Energie und Umwelt (Kreislaufwirtschaft, Recycling, Kohlekraftwerke, Biodiesel, Solarzellen, Wasserstoff für Energiewende)
 - Mobilität (Hybridwerkstoffe, Solare Wasserstoff Tankstelle, Reifenwerkstoffe)
 - Gesundheit (Biomaterialien, Biotechnologie)
 - Maschinen und Anlagenbau (innovative Werkstoffe)
 - Bauen und Wohnen (innovative Werkstoffe wie Holzschäum)
 - Mikrosystemtechnik (Mikroelektronik)
- 20 Mitglieder: **EMI, IAP, IBP, ICT, IMM, IFAM, IKTS, IMWS, ISC, ISE, IEE, IWES, IWM, IZFP, LBF, WKI**, sowie Gastinstitute: **IGB, IIS, ISI, ITWM**
- Leitung: Dr. phil. nat. Ursula Eul

Fraunhofer-Allianzen

Big Data

- Bündelt die Kompetenzen zu: Verarbeitung sowie Analyse enormer Datenmengen zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit, des Umsatzes und der Produktivität unter Maßgabe der Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit genauso wie Datenschutz und Sicherheit
- Angebot von Strategien, Lösungen und Training für „Data-Driven Enterprises“, hochleistungsfähige IT Infrastruktur und Kerntechnologien in Datenmanagement und Echtzeitverarbeitung, Visual Computing, Datenschutz/-sicherheit
- Geschäftsfelder:
 - Produktion und Industrie 4.0
 - Energie und Umwelt
 - Logistik und Mobilität
 - Sicherheit
 - Life Sciences und Healthcare
 - Business und Finance
- 30 Mitglieder, Geschäftsführer: Dr. Dirk Hecker
- Beispielprojekte:
 - Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen: z.B. XplOit im Rahmen der BMBF-Initiative „i:DSem – Integrative Datensemantik“
 - Additive Fertigungsverfahren im Rahmen des BMBF-Forschungsprogramms „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“
- Transferleistungen: Angebote zur Fortbildung für Führungskräfte, Projektverantwortliche, Fachkräfte – Wissenschaft/Wirtschaft, Start-Up Tage, Smart Data Forum

Energie

- Bündelt die Kompetenzen für eine nachhaltige, sichere, wirtschaftliche und sozial gerechte Energieversorgung
- Geschäftsfelder:
 - Erneuerbare Energien
 - Energiespeicher
 - Effiziente, Digitale und Urban Energie
 - Energie Systeme
- 18 Mitglieder, Geschäftsführer: Prof. Dr. Hans-Martin Henning
- Beispielprojekte:
 - Roadmap „Hochenergie-Batterien 2030+ und Perspektiven zukünftiger Batterietechnologien“ (Fraunhofer ISI), Update der Energiespeicher-Roadmap
 - Mit Fraunhofer-Allianz Batterie: Studie der Entwicklungsperspektiven für die in Elektrofahrzeugen eingesetzten Lithium-Ionen-Batterie-Zellformate
 - „hyPowerRange“ BMWi: Entwicklung neuartiger Batteriekonzepte
- Transferleistungen: Energiewende-Plattform Forschung und Innovation: Dialog über die strategische Ausrichtung der Energieforschung mit den nationalen Akteuren in Bund, Wirtschaft und Wissenschaft (BMWi)

Fraunhofer-Leistungszentren

Transferleistungen der Fraunhofer-Gesellschaft sind vor allem in diesen Zentren zu finden, welche an Orten mit hoher Dichte von Fraunhofer-Instituten angesiedelt sind. Durch zusätzliche Kooperation mit Wirtschaft und Wissenschaft entstehen Profilregionen und bedeutende Clusterstandorte. Eine Übersicht zu allen 16 Zentren findet sich online¹¹. Beispielhaft werden die für die regionale Bioökonomie bedeutenden Zentren in Halle (siehe auch Steckbrief BioEconomy Spitzencluster e.V.) und das biotechnologisch orientierte Dynaflex in Oberhausen kurz beschrieben.

Leistungszentrum Chemie und Biosystemtechnik, Halle

- *Ansprechpartner:* Prof. Dr. Andreas Heilmann
- *Partner*
 - Forschung:* MLU Halle-Wittenberg, Universität Leipzig
 - Fraunhofer:* IMWS, IZI, IZI-MWT, CBP, PAZ
 - Unternehmen:* Mittelständische Unternehmen aus der Region Halle/Leipzig, Verbindung zu BioÖkonomieCluster
- *Kompetenz:* Zusammenführung von Grundlagen-, anwendungsorientierter und industrieller Forschung zur Stimulation der Wertschöpfung regionaler Unternehmen
- *Thematische Schwerpunkte:* Erforschung und Optimierung verfahrenstechnischer Prozessketten der Kunststoffverarbeitenden, chemischen, biotechnologischen und biomedizinischen Industrie vom Rohstoff bis zum Produkt basierend auf fossilen und erneuerbaren Rohstoffen

Leistungszentrum „DYNAFLEX“, Oberhausen

- *Ansprechpartner:* Prof. Dr.-Ing. Gorge Deerberg
- *Partner*
 - Forschung:* Ruhr-Universität Bochum (RUB), Technische Universität Dortmund (TUDO), Universität Duisburg-Essen (UDE)
 - Fraunhofer:* UMSICHT
 - Unternehmen:* Chemische Industrie, Biotechnologie, Stadtwerke, Anlagenbau, Wasserwirtschaft, Exzellenzcluster Resolv (RUB)
- *Kompetenz:* Schaffung eines regionalen Themenclusters (Uni, Fraunhofer, Wirtschaft), Stakeholder-Dialoge und Roadmapping-Prozesse mit regionalen Akteuren
- *Thematische Schwerpunkte:* Energie- und Rohstoffwende, „Dynamische Prozesse vom Molekül bis zum System“: Methodenentwicklung und –management, Sektorkopplung: Systemkopplung Energie und verfahrenstechnische Prozesse, Skalenübergreifende Simulationskonzepte für Energiespeichertechnologien und -systeme

¹¹ <https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/institute-einrichtungen/Leistungszentren/Leistungszentren.pdf>

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT

Geschäftsfelder: Polymerwerkstoffe, Chemie, Umwelt, Biomasse, Energie

Bereich Energie: Abteilungen Energieanlagen, -systeme, Chemische Energiespeicher, Thermische Speicher und Systeme

Bereich Prozesse: Abteilungen Bioraffinerie und Biokraftstoffe, Informationstechnik, Verfahrenstechnik (NawaRo, Lebensmittel, Kraftstoffe etc.) und Ideenfabrik (neue Technologieansätze)

Bereich Produkte: Abteilungen Biobasierte Kunststoffe und Nachhaltigkeits- und Ressourcenmanagement

Außenstelle Willich (Kunststoffe und Recyclingtechnik)

Institutsteil Sulzbach-Rosenberg (mit Centrum für Energiespeicherung)

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Voranbringen von nachhaltigem Wirtschaften, umweltschonenden Technologien und innovativem Verhalten, um die Lebensqualität der Menschen zu verbessern und die Innovationsfähigkeit der heimischen Wirtschaft zu fördern
- Angebot des verfahrenstechnischen Know-hows für angewandte Forschung und Entwicklung

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- Insbesondere in Bereichen Polymerchemie und Energie

Methoden und Werkzeuge:

- Energie: Systemanalyse und -konzeption, Technische Entwicklung (Energiespeichertechnologien wie Redox Flow Batterien, CrossEnergyTechnologien wie Power2Gas/ Chemicals), Pilotanlagenbau (Bioenergie, Abwärmeverstromung, innovative Kälteanlagen): z.B.
 - Fraunhofer-Leitprojekt „Strom als Rohstoff“ Verfahrensentwicklung und -optimierung für CO₂-arme Stromnutzung zum Erdöl-unabhängigen Synthetisieren wichtiger Basischemikalien
 - „Carbon2Chem“: mit MPI CEC und thyssenkrupp AG - aus Hüttengasen der Stahlproduktion Chemikalien produzieren und CO₂-Ausstoß nachhaltig vermindern
- Polymerwerkstoffe: Materialentwicklungen biobasierter und rezyklatbasierter Kunststoffe, Komponenten- und Anlagenentwicklung, Bioabbaubarkeit von Materialien, Beschichtungsentwicklung
- Nachhaltigkeits- und Ressourcenmanagement: passgenaue Nachhaltigkeitsstrategien, Nachhaltigkeitsbewertungen von Produkten, Prozessen und Dienstleistungen, z.B. AG Nachhaltigkeit
- Chemie/Biotechnologie: Syntheserouten aus fossilen und biogenen Roh- und Reststoffen, Katalysatorenentwicklung (bis kg Maßstab)
- Umwelt: Ökobilanzen, Konzepte, Verfahren und Produkte für Recycling, Rückstands- und Reststoffverwertung, (Rück-)Gewinnung von

Wertstoffen und kritischen Rohstoffen, Schadstoffentfernung und Wertstoffrückgewinnung aus (Ab-)Wasser, Schadstoffentfernung aus Abgasen

- Biomasse: Konzepte und Bau von Anlagen in Bioenergie- und Biogasbereitstellung, Reststoffnutzung, Nährstoffmanagement und -rückgewinnung sowie dezentrale Erzeugung und Vermarktung biobasierter Konversionsprodukte (Biokohle, Synthesegas und Pyrolysekondensat), thermochemische und biologische Konversions- und Distributionsprozesse, Anlagentechnik

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- Biobasierte Kunststoffe/Polymerchemie: Entwicklung von Compounds und Kompositen mit spezifischem, oft auch neuartigem Eigenschaftsprofil, das dem fossil basierter Polymerwerkstoffe entspricht oder es übertrifft
- Verfahrenstechnik: z.B. Elektrobiotechnologie, Aufarbeitung von Wertstoffen aus chemischen oder biotechnologischen Synthesen, Downstream Processing, Systemlösungen für die Membran- und Lebensmitteltechnik
- TO-SYN-FUEL: Synthetic Fuels und Green Hydrogen aus organischer Abfall-Biomasse, v. a. Klärschlamm

Technische Ausstattung:

- 465 Mitarbeiter, 38,8 Mio. € Umsatz (Stand 2016)
- Technika (3100 m²)
 - Kunststofftechnikum: Standort Willich Kunststoff & Recyclingtechnik (Werkstofflabor, Compoundiertechnik, Prüflabor)
 - Membrantechnikum: Membranverfahren für Reinigungs- und Aufbereitungsverfahren (Labor – Pilotanlagengröße)
 - Partikeltechnikum mit Sinterstation und Sinterversuchsstand
 - Hochdrucktechnikum mit halbindustrieller Forschungs- und Produktionsanlage zur Partikelerzeugung (nach dem PGSS®- und CPF-Verfahren)

- Biomasseteknikum: Flashpyrolyseanlage, Drehrohröfen, Schneidmühlen, Laborhäcksler, Brikettier- und Pelletpresse
- Versuchsstände, z.B. zur Charakterisierung von Brennstoffen oder zur Ermittlung von Gleit- und Verschleißigenschaften von Werkstoffen
- Laboratorien (1400 m²)
 - chemisches Analysenlabor,
 - biotechnologisches Labor (z.B. Entwicklung biotechnologischer Produktionsverfahren, Untersuchungen zur biologischen Abbaubarkeit unter aeroben und anaeroben Bedingungen),
 - physikalisches und chemisches Labor (z.B. Biofuels: Kleintechnische Anlagen zur Herstellung und Aufreinigung von Biotreibstoffen (Miniplant zur Herstellung von Biodiesel, Kurzwegdestillation)),
 - Hochdrucklabor (z.B. einer Anlage zur chemischen Konversion biogener Synthesegase),
 - Katalyselabor (Produktion auch in Größen von kg und l: Präparation „BigBatch“) und
 - Energiespeicherlabors (z.B. Teststand für Lithium-Batterien)

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

Institutsteil Sulzbach-Rosenberg:

- Bildet Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft für Bereiche Umwelt-, Werkstoff-, Prozess- und Energietechnik
- Intention: Stärkung wirtschaftlicher Wandlungsfähigkeit
- Mobile und stationäre Wärmespeichertechnologien, Feuerungstechnik, Online-Gasanalytik, Emissionsminderung
- Recyclingtechnologien für Verbundmaterialien, Abfallwirtschaftspläne und -konzepte, z.B. Demontagefabrik im urbanen Raum
- Biomassekonversion mittels TCR® (Biobatterie, Karbonisat), Katalytische Syntheseverfahren (CO₂ Nutzung), Effizienz in Industrie und Kraftwerken, Energiesystemforschung, Industrielle Kraft-Wärme-Kopplung, Thermochemische Vergasung
- Centrum für Energiespeicherung, Technikum in Straubing (BioCampus und BioCat IGB)

Industrieprojekte/Pilotanlagen:

- BioSX® Biologische Entschwefelung von Biogas ohne Lufteintrag
- ORC-ANLAGEN (20-120 KWEL): Abwärme-Verstromung bei Biogasmotoren
- „SmartRegion Pellworm“: Stromerzeugung und -verbrauch vor Ort energetisch zusammengebracht auf Insel Pellworm
- Carbon2Chem

- Strom als Rohstoff
- To-Syn-Fuel

Beispiele Ausgründungen/Spin-offs:

- FKUR Kunststoff GmbH (Willich): „Kunststoffe – aber natürlich!“ Entwicklung großer Bandbreite an biobasierten Kunststoffen aus biobasierten Rohstoffen, z.B. Bio-Flex®, Biograde® und Fibrolon®
- Susteen Technologies GmbH (Sulzbach-Rosenberg): Umwandlung von Biomassereststoffen mittels thermo-katalytischer Reformierung in hochwertige Energieträger wie Bioöl, Biokohle und Synthesegas, Nutzung >70% Energiepotenzial von Abfallprodukten
- Volterion GmbH (Dortmund): kleinformatige Redox-Flow-Batterien fürs Eigenheim, Stromnutzung aus fluktuierenden erneuerbaren Energien auch nachts und während sonnenarmer Stunden

Öffentlichkeitsarbeit/Netzwerke:

- Kongressreihe „BIO-raffiniert“ seit 2003, Organisation mit EnergieAgentur.NRW und CLIB2021
- „Carbon2Chem“: projekteigene Konferenzreihe zur nachhaltigen chemischen Konversion in der Industrie
- Mitglied der Deutschen Phosphor Plattform: Phosphorrecyclingtechnologien, Vertriebs- und Absatzkonzepte für Sekundärphosphate in der Düngemittelindustrie und Landwirtschaft
- Kartenatlas Maps4Use: frei verfügbare Karten zu Themen der Energie- und Rohstoffwende für die nicht-kommerzielle Nutzung
- Nationale Informationsstelle Nachhaltige Kunststoffe (im Rahmen PLASTiCE und dem Aufbau des „Globalen Netzwerks Nachhaltige Rohstoffe“ seit 2014)

Lehre:

- Kooperation mit Lehrstuhl „Verfahrenstechnische Transportprozesse“ der Ruhr-Universität Bochum (RUB): Verknüpfung universitärer Grundlagenforschung mit angewandter Auftragsforschung für neue produkt- und umweltschonende Veredlungsverfahren
- Fraunhofer Talent School (Schülerförderung)

Ansprechpartner:

- Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner, Institutsleitung UMSICHT
- Prof. Dr.-Ing. Görgo Deerberg, stellv. Institutsleitung UMSICHT
- Prof. Dr. rer. nat. Andreas Hornung, Leiter Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
- Simon Meidenbauer, Leiter Centrum für Energiespeicherung

URL: <https://www.umsicht.fraunhofer.de/>

Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB

Geschäftsfelder: Gesundheit, Chemie und Prozessindustrie, Umwelt und Energie

Abteilungen/Kompetenzen:

- Grenzflächen-Technologie und Materialwissenschaft
- Molekulare Biotechnologie
- Physikalische Prozesstechnik
- Umweltbiotechnologie und Bioverfahrenstechnik
- Zell- und Tissue Engineering
- Institutsteile:
 - Fraunhofer-Zentrum Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP Leuna,
 - Bio-, Elektro- und Chemokatalyse - BioCat Straubing und
 - Translationszentrum Regenerative Therapien, Würzburg

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Neue Ansätze durch Verknüpfung der Felder Medizintechnik, Nano-, industrieller Bio- und Umwelttechnologie schaffen
- Umsetzung von FuE in industrielle Praxis - Komplettlösungen von Labor- bis Pilotmaßstab
- Gesundheit: schnellere und genauere Diagnostik mittels molekularbiologischer Ansätze, medizinische Versorgung verbessern und Kosten im Gesundheitswesen senken
- Chemie und Prozessindustrie: Erforschung und Produktion neuer Materialien, Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz, Erschließung neuer Rohstoff- und Energiequellen, fossile Ressourcen besser nutzen oder substituieren
- Umwelt und Energie: ressourcen- und umweltschonendes Wirtschaften, Abwasser: nachhaltigen Ver- und Entsorgung, Wiedernutzung Rest- und Abfallstoffe, Erhöhung der Energieeffizienz (Abwärme, erneuerbare Energien)

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Gesundheit:

- Individualisierte/Personalisierte Medizin, iPSC-Stammzelltechnologien und Organ-on-a-Chip-Systeme
- Synthetische Biologie, Beschichtungen und Biomaterialien für die Medizintechnik
- Molekulare Biotechnologie: Formulierung und Freisetzungssysteme, biobasierte Materialien für Wirkstoffe, Infektionsbiologie, Bioinformatik, Funktionelle Genomanalysen, Biomarker
- Lebensmittel und Kosmetik, Gewinnung funktioneller Inhaltsstoffe aus biogenen Roh- und Reststoffen (auch Mikroalgen)

Chemie und Prozessindustrie:

- Bioökonomie - Neue Verfahren und Bioraffinerie-Konzepte für biobasierte Produkte, „Natur als chemische Fabrik“
- Elektrochemische Umwandlung
- Aufbereitungstechnologien
- Grenzflächentechnologie und Materialwissen-

schaft: Biomaterialien (besonders Hydrogele, Bioprinting), Partikuläre Materialien (Nanomaterialien, Kohlenstoff-Nanoröhren)

Umwelt und Energie:

- Wasser- und Abwassertechnik, Wasserüberwachung
- Aufbereitung von Roh- und Reststoffen
- Energiewandlung und –speicherung, Bioenergie

Methoden und Werkzeuge:

BioCat:

- Entwicklung neuer chemischer Katalysatoren und Biokatalysatoren und deren Anwendung in technisch-synthetischen und elektrochemischen Verfahren, Substrate: Biomasse, CO₂ sowie Abfallströme
- TerPa – Terpene (Reststoffe der Holzverarbeitung) als Bausteine für biobasierte Polyamide
- ChiBio – Chitin aus Fischereiabfällen zur Herstellung von Spezialchemikalien
- Teil vom „Centrum für Energiespeicherung“ (gemeinsam mit UMSICHT) – Entwicklung Speichertechnologien für Energiewende

Bioraffinerie:

- Fermentation und Biokatalyse
- Biobasierte Chemikalien und Materialien
- Bioraffinerie-Konzepte und deren Evaluierung (Lignozellulose, Zucker/ Stärke, Algen/ Pflanzenöl, Biogas, Algen-Biogaskopplung, Integrierte Abwasser-Bioraffinerie – Hydroponik)
- Downstream Processing, z.B. Aufreinigung von Proteinen aus Fermentationsbrühen oder Extrakten

Bioenergie:

- Entwicklung Verfahren der Hochlastfäulung von Klärschlamm
- Optimierung landwirtschaftlicher Biogasanlagen
- Aufreinigung von Methan aus Biogas und energetische Nutzung von Mikroalgen (EtaMax)

Aufbereitung:

- Recycling von Phosphor- und Stickstoff-Nährstoffen als Dünger (BioEcoSim)

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

Weißer/industrielle Biotechnologie zur Gewinnung innovativer, nachhaltiger Rohstoffe für Chemie unabhängig von fossilen Rohstoffen:

- Herstellung von Biokatalysatoren, z.B. Innozym – Effiziente Herstellung industrierelevanter Enzyme, BioConSepT – Von der Pflanze zum Kunststoff, ECOX – Enzymatisch-chemokatalytische Oxidationskaskaden in der Gasphase (für Methannutzung aus Biogas)
- Fermentative Herstellung von Plattformchemikalien und Biotensiden, z.B. BioSurf – Tenside auf der Basis nachwachsender Rohstoffe
- Etablierung und Scale-up von technischen Enzymprozessen, Bsp.: BioConSepT – Chemoenzymatische Epoxidierung pflanzlicher Öle
- Aufbereitung von nachwachsenden Rohstoffen und Abfallstoffen, Bsp.: Latex und Inulin aus Löwenzahnwurzeln, Enzyme zur Spaltung von Phosphatestern in Abfallstoffen (PhosFarm), AERTOs biobasierte Ökonomie (BBE)
- Leitprojekt „Zellfreie Bioproduktion“

Bioraffinerie:

- Integrierte Abwasser-Bioraffineriekonzepte (Hydroponik)

Nanomaterialien:

- CARBOPREC: Biobasierte Ressourcen für CNT-Verbundwerkstoffe

Technische Ausstattung:

- 9950m² Labore, Technika, Büroräume
- Betriebshaushalt 2016 26,5 Mio. €, 337 Mitarbeiter

Labor

- für Analytik (siehe Dienstleistungen)

Technika:

- BioCat: Herstellung von Biokatalysatoren (Enzymen), Industriemaßstab (bis 10m³) in Kooperation mit CBP
 - Hochdruckreaktoren,
 - Fermenter (bis 40l),
 - Automatisiertes Hochdurchsatzscreening
 - Gaschromatographie (GC)
- Technikum für Umwelt- und Bioverfahrenstechnik
- Bioreaktoren (Labor – Pilot)
- Mobile Pilotanlagen im m³-Maßstab
- Demonstrationsstandorte Knittlingen und Heidelberg-Neurott (Abwasserreinigung), Stuttgart-Gaisburg und Franca, Brasilien (Bioenergie), Fraunhofer IGB und CBP (Algenkultivierung)

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

Projekte/Pilotanlagen:

- EtaMax - Biogas aus lignozellulosearmen Abfall- und Mikroalgenreststoffen durch kombinierte Bio-/Hydrthermalvergasung: Pilotanlage mit Großmarkt Stuttgart
- Lignozellulose-Bioraffinerie mit CBP Leuna
 - ChitoTex – Entwicklung und Produktion neuer Insektenchitosane und
 - chitosanbasierter funktioneller Beschichtungen für Garne und Textilien
 - Lignocellulose-Bioraffinerie: Enzymatische Hydrolyse von vorbehandelten Lignocellulose-Fasern und enzymatische Detoxifikation von Aufschlusslösungen mit Laccasen, Neue Enzyme für die Modifizierung von Lignin
 - Bioraffinerie auf Basis stärkereicher Algenbiomasse
- FeedPlatePlus – Neue Produkte für die Bioökonomie
- Lignoplast – Funktionalisierte Ligninspaltprodukte als Synthesebausteine
- Wassermanagement: Smart Water Future India, BMWi Exportinitiative Umwelttechnologien
- Leitprojekt (schneller Transfer in die Praxis) “Strom als Rohstoff”

Dienstleistungen:

- Prüfleistungen und Analytik: Chemisch-physikalische und zellbiologische Analytik, Oberflächen- und Partikelanalytik, Testung der Zytotoxizität/Biokompatibilität, Funktionelle Genomanalysen (Next-Generation-Sequenzierung)
- Machbarkeitsstudien und Technologieberatung

Netzwerke/Translationszentrum

- „Regenerative Therapien für Krebs- und Muskuloskelettale Erkrankungen“ (mit Uniklinikum Würzburg): neue Produkte/Implantate für Medizintechnik, Pharmaindustrie und Biotechnologie, Partner für Biomaterialien in Zahntechnik
- Fraunhofer-Innovationsnetzwerk Morgenstadt, Beitrag IGB: semi-dezentrale Wasser- und Energie-Infrastruktur

Ansprechpartner:

- Institutsleitung: Hon.-Prof. Dr. Christian Oehr
- Abteilungsleiter Molekulare Biotechnologie: apl. Prof. Dr. Steffen Rupp
- Gruppenleiterin Industrielle Biotechnologie: Dr.-Ing. Susanne Zibek
- Leitung Bio-, Elektro- und Chemokatalyse BioCat, Institutsteil Straubing: Prof. Dr. Volker Sieber

URL: <https://www.igb.fraunhofer.de/>

Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP

Kompetenz/Institutsteil des IGB

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Offene Entwicklungsplattform zur Beschleunigung der industriellen Umsetzung durch Entwicklung und Kombination von biotechnologischen und chemischen Verfahren mit Anlagen im Pilotmaßstab insbesondere für KMU
- Prozesszentrum für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe
- Lückenschluss zwischen Labor und industrieller Umsetzung

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

- A) Rohstoff- und Produktaufbereitung
- B) Chemische Verfahren (auch Petrochemie)
- C) Biotechnologische Verfahren

Methoden und Werkzeuge:

- A)
 - Erforschung und Entwicklung von Aufarbeitungs- und Fraktionierungstechnologien (Aufschluss von lignocellulosehaltigen Rohstoffen für Lignin und Zucker bzw. Faserstoffe)
 - Darstellung speziell konfektionierter Lignine für die Anwendung in den Bereichen Phenol-Formaldehyd-Harze und Polyurethane sowie Herstellung Kohlenstofffasern
 - Gewinnung organischer Komponenten aus Prozessabwässern durch thermochemische Umwandlung von Biomasse und anschließende Extraktion / Destillation
 - Gewinnung von Phytosterolen aus Seitenströmen der Papierherstellung durch Flüssig-Flüssig-Extraktion mit organischen Lösungsmitteln oder unter hohen Drücken mit flüssigem Propan und überkritischem Kohlenstoffdioxid
- B)
 - Dehydratisierung von biobasierten Alkoholen zu Olefinen in der Gasphase sowie in komprimierter Phase
- C)
 - Fermentationstechnik
 - Kultivierungsplattform für Mikroalgen
 - Skalierung und Prozessoptimierung (Prozessführungsstrategien - Batch, Fed-Batch, kontinuierlich - integrierte Produktaufreinigung, Wiederverwendung von Biokatalysatoren), z.B. BioQED
 - Fermentative Herstellung von organischen Lösungsmitteln (Aceton, Butanol, Ethanol, Isopropanol) aus Lignocellulose-Hydrolysaten

Politik und Gesellschaft:

- A) Erarbeitung der wissenschaftlich-technischen Grundlagen für die Konzeption einer Organosolv-Demonstrationsanlage in der Region „Mitteldeutschland“ (siehe Wissenstransfer)

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- A)
 - Extraktion hochwertiger Inhaltsstoffe aus Algenbiomasse
 - Entwicklung alternativer Aufschluss- und Separationsmethoden für die Gewinnung von Wertstoffen aus Ölsaaten (EthaNa)
- C)
 - Integrierte Produktion von Plattformchemikalien aus pflanzlichen Ölen durch technische Enzyme (z. B. Epoxidierung oder selektive Umesterung) oder Ganzzellkatalyse (z. B. ω -Funktionalisierung)
 - Prozessentwicklung zur Gewinnung neuer technischer Enzyme (2G Enzymes - Enzymes for 2G Sugars)

Technische Ausstattung:

- >2000m² mit Anlagen von bis zu 10 m³ Reaktorvolumen und Durchsätzen bis 20 kg/h auch unter hohen Prozessdrücken, verschiedenste Aufbereitungs- und Aufarbeitungstechniken
 - Pilotanlage/Organosolv-Bioraffinerie: Aufschluss und Komponententrennung von Lignozellulose, Kapazität 1t Biomasse/Woche
 - Bioraffinerie/Biogas: Fermentationskapazitäten von 10 / 100 / 300 / 1000 und 10 000 Liter und Ausstattung für die Aufarbeitung der Fermentationsprodukte (Downstream Processing)
 - Biokatalysatoren: Enzymreaktoren bis 1000 Liter
 - Prozesseinheiten für chemische Reaktionen unter ATEX-Bedingungen (kontinuierlich bis 20 kg/h, diskontinuierlich bis 100 Liter bei Temperaturen bis 500 °C, Drücke bis 300 bar)
 - Mechanische, thermische Trennverfahren (inkl. Hochtemperaturrektifikation bis 350 °C bei reduzierten Drücken und Extraktion mit l-Propan und sc-CO₂), ebenfalls unter ATEX-Bedingungen
 - Produktaufbereitung u.a.: Destillationskolonnen (1 L/h bis 80 L/h), Fallfilm-, Dünnschicht- und Kurzwegverdampfer

- Rührkesselreaktoren für diskontinuierliche Reaktionen unter atmosphärischen Bedingungen, Kapazität 1 L, 10 L und 100 L
- Rührreaktoren zur Abbildung von Druckreaktionen bis zu 200 bar bei 300 °C mit einer Kapazität von 0,3 L, 1,2 L und 50 L
- Strömungsrohrreaktoren mit einer Flussrate von 5–20 kg Edukt / h für hydrothermale Umsetzungen in der Gas- oder komprimierter Phase

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

A)

- Bereitstellung von Buchenholz-Faserstoff zur Erzeugung von Faserverbundwerkstoffen – Organosolv-Pilotanlage
- EthaNa - Pilotierung der ethanolischen, nativen Extraktion geschälter Rapssaat

B)

- EffiMat - Multifunktionale Substitutionswerkstoffe für ressourceneffiziente Materialkonzepte
- Phenowood-Entwicklung von Verfahren zur Herstellung von phenolischen Verbindungen aus Holz

- C) BioQED - Fermentative Herstellung und Scale up für die Produktion von 1,4-Butandiol

- und Itakonsäure mit dem Ziel der Kostenreduktion und verbesserten Nachhaltigkeit
- Bioraffinerie Demonstrationsanlage für biobasiertes Isobuten der deutsch-französischen Firma Global Bioenergies (GBE), 5000l Fermenter, 100t Isobuten/a
- Verbundvorhaben KomBiChemPro: Fein- und Plattformchemikalien aus Holz durch kombinierte chemisch-biotechnologische Prozesse
- Verbundprojekt: Nachhaltige Biofarbstoffe und Proteine industriell aus Algenbiomasse gewinnen – mit Sonnenlicht, Kohlendioxid und organischen Nährstoffen
- SmartPilots Interreg Europe: Zusammenschluss von Pilotanlagen der industriellen Biotechnologie (Belgien, UK, Finnland, Niederlande, Italien)
- Kooperation mit SCION: deutsch-neuseeländische Kooperation zur Bioraffination von Baumrinde

Ansprechpartner:

- Leitung: Gerd Unkelbach

URL: <https://www.cbp.fraunhofer.de/>

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Geschäftsfelder: Automobil & Verkehr, Chemie & Verfahrenstechnik, Energie & Umwelt, Verteidigung, Sicherheit, Luft- & Raumfahrt

Abteilungen:

- Angewandte Elektrochemie
- Energetische Materialien und Systeme
- Polymer und Umwelt Engineering
- Faserverbundwerkstoffe für den Leichtbau (Automobil):
Fraunhofer Project Center @Western und Fraunhofer Project Center for Composites
Research FPC@UNIST

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Auftragsforschung in den Geschäftsfeldern
- Chemie und Verfahrenstechnik: Upstream-Processing, Herstellung chemischer Energieträger und pharmazeutischer Produkte
- Energie und Umwelt: nachhaltige Energieversorgung, Energiespeicher für mobile und stationäre Systeme, Rohstoff- und Ressourceneffizienz neuer Produkte, Gewinnung von Plattformchemikalien aus Biomasse, Kreislaufwirtschaft

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- Energie: thermische und chemische Speicherung und Konversion, Brennstoffzellen, Hochtemperaturwerkstoffsysteme für die Energietechnik
- Energetische Materialien: Wehrforschung zu Treib- und Explosivstoffen, Sicherheitsforschung (EVADEX: Methoden zur standardisierbaren Evaluation von Messsystemen für Explosivstoffspuren, Sicherheit Aerosole, Gase, Stäube) und Partikeltechnologie, Brand- und Flammenschutz, aber auch
- Chemische Prozesstechnik & Flow Chemistry (energetische Materialien und Feinchemikalien auch für pharmazeutische Industrie) – Beispielprojekt „Strom als Rohstoff“
- Metal-Organic Frameworks: nanoporöse Materialien aus metallorganischen Gerüststrukturen für Anwendung in Gasspeicherung, Wärmespeicherung, Gastrennung und Sensorik (MOF2market)
- Polymer Engineering: Biopolymere für z.B. technische Bauteile, Biokunststoffe, Biobasierte Schaumstoffe

Methoden und Werkzeuge:

- Projektgruppe Neue Antriebsysteme: Hybride Antriebe und Elektromobilität, Stationäre Antriebe und Wärmenutzung (MB-HWK, KWK)
- Energie/angewandte Elektrochemie - Speichersysteme: Großprojekt „Redox Wind“
- Entwicklung energetischer Polymere als Bindersysteme für Treib- und Sprengstoffe

- Prüfungen von Werkstoffen/Kunststoffen
- Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz: Stoffstromanalysen, Charakterisierung von Produktionsverfahren mittels Analytik und Simulation, z. B. Recycling von Windkraftanlagen
- Bioraffinerie: Lignozellulose zu Phenolbruchstücken nach Organosolv sowie Synthese von Zuckerfolgeprodukten wie 5-HMF (Hydroxymethylfurfural) und Furandicarbonsäure

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- Langfaserverstärkte Verbundbauteile aus Biopolymeren: „Development of Jute-Fiber-Reinforced Bio-Composites for Industrial-Scale Applications“
- Überkritisches CO₂ als Reaktions- und Extraktionsmedium (z.B. Lösungsmittel)
- Projektbeispiele der Fraunhofer-Forschungsgruppe „Partikeltechnologie, Rohstoffinnovationen und Ressourceneffizienz“ (mit TH Nürnberg) und dem bayerischen ForCycle Projektverbund:
 - Graphit 2.0: Technologieentwicklung zur Gewinnung von Sekundärgraphit aus rezyklierten Kohlenstofffasern
 - ReKomp: Vorzerkleinerung von Kompositmaterialien mittels energetischer Demontage und Vergleich der unterschiedlichen Trennverfahren der Materialverbände

Technische Ausstattung:

- 550 Mitarbeiter, 38,3 Mio € Gesamthaushalt
- 25.000m² Labore und Technika
- Labore und Technika für alle Bereiche wie:
 - Materialtests, Offline-Inline Messtechniken, Gasanalytik, Korrosionsuntersuchungen und Leakagemessungen, Messgeräte für Hochtemperaturwerkstoffe, chemische Reaktionstechnik, Sprengbunker (bis 2 kg TNT Äquivalent), Schießkanal (mit 100 m Länge), Raketenprüfstand (bis 200 kN Schub)
- Besonders relevant:
 - Redox Flow Batterien (siehe Wissenstransfer)
 - Brennstoffzellensysteme bis 5kWel

- Demonstrator für dezentrale Herstellung von Wasserstoffperoxid (H₂O₂) aus Sauerstoff und Wasser (Herstellung im kg Bereich)
- Material- Produktionsentwicklung z.B. Technikum Extrusionsanlage, Doppelschneckenextruder, Spritzgießmaschinen bis zu 700 Tonnen Schließkraft, Formteilautomaten – bis Prototypgröße von Wagenkastensegmenten für Schienenfahrzeuge
- Polymeranalytik Labormaßstab u.a. HPLC, GC, GPC / SEC, Emissionsanalytik
- Membranverfahren für Filtration bis 300l
- Überkritische Pilotanlage: Hochdruckphasengleichgewicht binärer Stoffsysteme bis zu Drücken von 100 MPa
- Aufreinigung Pilotanlage: Molten Salt Reactor für teerhaltige Synthesegase

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Bestandteil des Karlsruhe International Sustainability Center (KISC) - Machbarkeitsstudien, Material-, Verfahrens-, Prototypenentwicklungen, Validierung und Benchmark von Produkten, Prozessen und Analysen
- Teil des Fraunhofer-Netzwerks „Nachhaltigkeit“
- Programm Technologietransfer Baden-Württemberg Bsp - Recycl3D: Verarbeitung von rezyklierten Materialien zu einem im 3D-Druck verarbeitbarem Filament

- Regional ECOMobility 2030 „REm2030“ Systemkonzepte für die urbane Mobilität von morgen: Entwicklung und Bewertung ganzheitlicher Konzepte für effiziente regionale Individualmobilität
- Redox Flow Batterie in Großprojekt für 2MW Leistung, Erzeuger-Speicher-Einheit durch Kopplung der Großbatterie an den Gleichstromzwischenkreis der Windkraftanlage
- Beratungsstelle Partikeltechnologie, Kunststoffcompounds
- Gesellschaft für Umweltsimulation e. V. GUS
- Fraunhofer Project Center
 - @Western (London, Ontario): Vorreiterstandort innovativer Faserverbundforschung im industriellen Maßstab in Nordamerika
 - for Composites Research FPC@UNIST (Ulsan, Korea): um Ansprüche des regionalen asiatischen Marktes zu erfüllen
- TheoPrax-Zentrum für Schüler (Erprobung von Projektarbeit für die Industrie)

Ansprechpartner:

- Institutsleitung: Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner
- Energetische Systeme: Dipl.-Phys. Wilhelm Eckl und Dipl.-Phys. Gesa Langer
- Polymer Engineering: Prof. Dr. Frank Henning

URL: <https://www.ict.fraunhofer.de/>

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI

22 Geschäftsfelder, 6 Kompetenzzentren:

- A) Energiepolitik und Energiemärkte
- B) Energietechnologien und Energiesysteme
- C) Foresight
- D) Nachhaltigkeit und Infrastruktursysteme
- E) Neue Technologien (*Geschäftsfeld Bioökonomie und Lebenswissenschaften*)
- F) Politik – Wirtschaft – Innovation

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Sozio-technische und sozio-ökonomische Forschung für integrierte Betrachtungen von Technologieentwicklungen und gesellschaftlicher Bedarfe
- Stärkung von Zukunfts- und Innovationsfähigkeit der Wirtschaft und Gesellschaft

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

A) Untersuchung politischer und institutioneller Rahmen nachhaltiger Energiesysteme:

- Erneuerbare Energien, Energiepolitik, Klimapolitik, Strommärkte und –infrastrukturen

B) Untersuchung innovativer Energietechnologien und Beitrag zu nachhaltigem Energiesystem (strategische Perspektive):

- Energieeffizienz, Energiewirtschaft, Nachfrageanalysen und –projektionen, Energiemanagement und Intelligente Netze

C) Methoden zur Identifikation und Analyse langfristiger Entwicklungen in Gesellschaft, Wirtschaft und Technologie:

- Zukünfte und Gesellschaft, Zukunftsentwürfe und –dialoge, Foresight zur Strategieentwicklung

D) Voraussetzungen / Möglichkeiten zur Emissionsreduktion, Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit von Infrastruktursystemen:

- Wasserwirtschaft, Nachhaltigkeitsinnovationen und Politik, Systemische Risiken, Mobilität

E) Potenziale, Auswirkungen und Gestaltungsbedingungen neuer Technologien:

- Bioökonomie und Lebenswissenschaften, Innovationen im Gesundheitssystem, Informations- und Kommunikationstechniken, Industrielle Technologien

F) Funktionsweisen und Wandel von Forschungs- und Innovationssystemen:

- Politikdesign und Bewertung, Industrielle Innovationsstrategien, Regionale Innovationssysteme, Innovationsindikatoren

Methoden und Werkzeuge:

- Strategieentwicklungen/Evaluierungen, Erfolgsaussichten und Akzeptanz in Markt und

Gesellschaft

- vergleichende Analyse von Innovationssystemen (national, sektoral, technisch)
- Technologievorausschau, Szenarien und Roadmaps
- Analyse der Diffusionsprozesse von Innovationen
- Innovations- und Potenzialbewertungen (ökonomisch, gesellschaftlich, ökologisch)
- Monitoring – Durchführung und Entwicklung, z.B. Erhebung „Modernisierung der Produktion“ (seit 1993, 1300 Unternehmen Deutschland)

Projektbeispiele:

A)

- Beyond 2020, Design and impact of a harmonised policy for renewable electricity in Europe
- Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt
- EnPriC: Analysis of energy prices and costs in the EU, its Member States and major trading partners
- ImpRES: Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien
- GRETCHEN - Die Wirkung des deutschen Policy Mixes auf technologischen und strukturellen Wandel im Bereich der erneuerbaren Stromerzeugungstechnologien
- Klimaschutzszenario 2050 - BMU energy roadmap (Contribution of Energy Efficiency Measures to Climate Protection within the European Union until 2050)
- Begleitforschung BMBF-Klimaökonomie „Ökonomie des Klimawandels“
- Low-Carbon Europe 2050 (UBA)
- SUSPLAN (PLANning for SUStainability)
- Leitstudie Strom - Analysen für eine sichere, kosteneffiziente und umweltverträgliche Stromversorgung, Strommarkt I und II

B)

- 30 Pilot-Netzwerke zur Energieeffizienz und zum Klimaschutz in Deutschland – Verdoppelung des energietechnischen Fortschritts in mittleren Unternehmen (400 KMU)

- EnArgus - Zentrales Informationssystem Energieforschung
- Kooperation mit Helmholtz Research School on Energy Scenarios
- REM 2030: regional eco mobility 2030, Systemkonzepte für die urbane Mobilität von morgen
- Mapping and analyses of the current and future (2020 - 2030) heating/cooling fuel deployment (fossil/renewables)
- Definition und Monitoring der Versorgungssicherheit an den europäischen Strommärkten von 2017 bis 2019
- REFLEX - Analysis of the European energy system under the aspects of flexibility and technological progress
- Direktvermarktung – Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung des EEG-Erfahrungsberichtes (Monitoring Direktvermarktung)

C)

- BioKompass (s. E)
- BMBF Future Food Commons (FuFoCo), Sharing Economy in der Lebensmittelversorgung - Neue Modelle der Konsumenten-Produzenten-Interaktionen, Trends und Folgenabschätzung
- BMBF Foresight-Zyklus 2 (Bericht mit 60 Gesellschaftstrends, für High-Tech-Strategie Technologien: „Forschungsperspektiven 2030“, „Geschichten aus der Zukunft“)
- Foresight: Zukunftsbilder Textilmaschinen 2030
- INNOLAB – Living Labs in Green Economy: Realweltliche Innovationsräume für Nutzerintegration und Nachhaltigkeit
- Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel – Reflexive Governance und dynamische Innovationssysteme am Beispiel der energetischen und stofflichen Nutzung biogener Rohstoffe (Transformation Bio, auch E) beteiligt)

D)

- r²: Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – rohstoffintensive Produktionsprozesse (Integrations- und Transferprojekt)
- ASSIST - Assessing the Social and Economic Impacts of Past and Future Sustainable Transport
- Beschäftigungseffekte nachhaltiger Mobilität: Eine systemische Analyse der Perspektiven in Deutschland bis 2035
- Methodenkonvention 3.0: Weiterentwicklung und Erweiterung der Methodenkonvention zur Schätzung von Umweltkosten

E)

- BioKompass – Kommunikation und Partizipation für die gesellschaftliche Transformation von Bioökonomie: Entwicklung von Zukunftsaussichten der Bioökonomie (Kooperation mit Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung), Stakeholdereinbindung und Ziel den Diskurs in

- die Öffentlichkeit zu tragen
- Innovationssystemanalysen in bioökonomierelevanten Branchen für den Bioökonomierat
- Bioökonomie-Monitoring: Ermittlung wirtschaftlicher Kennzahlen und Indikatoren für ein Monitoring des Voranschreitens der Bioökonomie
- Evaluation der Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030
- PROGRESS: Priorities for Addressing Opportunities and Gaps of Industrial Biotechnology for an efficient use of funding resources
- Innovationsreport "Weiße Biotechnologie" - Stand und Perspektiven der industriellen Biotechnologie für nachhaltiges Wirtschaften
- LIB 2015-Roadmapping, Roadmapping „Lithium Ionen Batterie LIB 2015“, Update Energiespeicher-Roadmap (2017)

F)

- Innovationsindikatorik Deutschland (mit BDI)
- Cluster Analysis – A study of a top performing cluster in Germany: The Biotech Cluster Munich as an Example (NRC)
- Begleitforschung der Hightech-Strategie - Analyse zu ausgewählten Aspekten - Los 1: Ökonomische Analyse der Bedarfsfelder der Hightech-Strategie

Technische Ausstattung:

- 210 Mitarbeiter und 22,5 Mio € Budget
- verschiedenste Modelle und Simulationsmöglichkeiten, Methoden für multikriterielle Entscheidungshilfen (z.B. PROMETHEE)

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Innovationsakademie Biotechnologie 2015, Workshop für Gründungsinteressierten und Wirtschaftsexperten
- BMBF Foresight-Filmfestival zu „Geschichten der Zukunft“
- Innovations- und Forschungsplattform: INNOLAB
- Wirtschafts- und Politikberatung durch alle gelisteten Methoden zur z.B. Ausgestaltung von Politikinstrumenten

Politikberatungsbeispiele

- Zukunftsdialog der Bundeskanzlerin (Weisseberger-Eibl)
- Sachverständigenrat für Umweltfragen der Bundesregierung, Prof. Dr.-Ing. Harald Bradke

Ansprechpartner:

- Leitung:
Univ.-Prof. Dr. Marion A. Weisseberger-Eibl
- Bioökonomie und Lebenswissenschaften:
Dr. Sven Wydra

URL: <http://www.isi.fraunhofer.de/>

Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik EMB

Abteilungen:

- A) Marine Biotechnologie: Lebensmitteltechnologie, Aquatische Zelltechnologie & Aquakultur
- B) Zelluläre Biotechnologie: Zelldifferenzierung/ Zelltechnologie
- C) Zelltechnik für Prävention & Diagnostik: Wissenschaftlicher Gerätebau, Diagnostische Marker
- D) Translationale Medizin & Zelltechnologie: Medizinische Zellbiologie, ZNS Regeneration

Zentren:

Geräteentwicklung & 3D-Prototyping: Simulationszentrum für maritime Technik, Rapid Prototyping, Bionik
Biobanken: Deutsche Zellbank für Wildtiere „Cryo-Brehm“

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Forschung und Technologieentwicklung für das „Zukunftsfeld Bioökonomie“ in Bereichen Zelltechnologie und aquatische Biotechnologie
- Verwertung und Nutzbarmachung von Organismen aus der Aquakultur für die Nahrungsmittelindustrie in Form von innovativen Nahrungsmittel-Prototypen wie Stabilisatoren, Antioxidantien sowie verschiedene Getränkegrundstoffe
- Erweiterung der Toolbox für die Zellcharakterisierung zur späteren Testung von Pharmaka, gezielter Massenproduktion von Zellen zur Produktion komplexer Strukturen oder Gewinnung von Zellprodukten

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- Zelltechnik: Technologien für morphologische Analyse der Zelle zur Prävention von Krankheiten, Entwicklung biologischer Deskriptoren

Methoden und Werkzeuge:

- A)
 - zelltechnologische und molekularbiologische Methoden für die Aquakultur:
 - Langzeit-Zellkulturen als Modell- und Testsysteme
 - Basis für die Entwicklung von diagnostischen Werkzeugen oder Impfstoffen für Fischekrankungen, z.B. KHV-Vacc (Projekt zu Koi-Herpes-virus)
 - Etablierung von 90 Zellkulturen aus bisher 13 Fischarten
 - integrierte multitrophische Aquakultur (IMTA, Zucht von marinen Fischen, Muscheln und Algen)
 - Fischmonitoring: Methoden zur Überwachung von An-Land-Anlagen
 - Kryokonservierung:
 - von Gewebe aus Organ- und Plazentagewebe
 - aquatische genetische Ressourcen, Projekte zu Tilapia, Flussbarschen, Karpfen und Zebrafischen für z.B.
 - Sicherung der jahreszeitunabhängigen Re-

produktion

- Zellkultursammlung seltener Nutztierassen
- B)
 - Standardisierte und automatisierte Verfahren für Zellisolation, -handhabung, -vermehrung und -kryokonservierung
- C)
 - Wissenschaftlicher Gerätebau: Zell- und molekülbasierte Diagnostika sowie Messinstrumente für Gesundheitswesen, Ernährungs- und Sportmedizin
- D)
 - Neuartige therapeutische und diagnostische Verfahren für neurovaskuläre Erkrankungen, z.B. Modellsysteme für Hirnblutungen
 - Sicherheits- und Wirksamkeitstestung, Histologische, genetische und biochemische Untersuchungen
 - in vivo Modelle, z.B. Zell-Medikament-Interaktion (möglicher Ersatz für Tierversuche)

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- A)
 - In-vitro-Kultivierung von Zellen mariner Organismen
 - Aquaponics (Zucht von Fischen und Gemüse in Süß- oder Brackwasser), z.B. Kooperationsprojekt in Malawi „Ich liebe Fisch“
 - Immunzytochemische Untersuchungen an Fischen mit polyklonal und monoklonalen Antikörpern, Zebrafischzucht für biomedizinische Anwendung
- C)
 - innovative Geräte und Technologien für Zellkultur, Zellhandling und Zell-Diagnostik, z.B. Bildbasierte Zellanalyse (Zytometrie), Röntgenmikroskopie biologischer Proben:
 - Projekt: Zellscanner für Entwicklung neuer Testsysteme und Diagnoseverfahren
 - Neue Materialien in der Zellkultur, z.B. Zellen für Tissue Engineering (Biologisierung von Implantaten) und für Stammzelltherapien:
 - Forschungsallianz NatLife 2020: neuartiges zelluläres Schweißdrüsentestsystem für Kosmetikindustrie

- Organkulturen für Screening-Analysen (Pharma und Kosmetik, Organoide und Organotypische Testsysteme)
- Bioreaktoren für adhärent wachsende Zellen, z.B. CarryPore: Entwicklung poröser Glas-Carrier, die sich für die Zellvermehrung einsetzen lassen

Technische Ausstattung:

- Forschungsschiff „Joseph von Fraunhofer“ (Reichweite 300 Seemeilen)
 - Für Erprobung von neuen Technologien und Geräten, auch Schwimmrobotern
 - Zur Probenentnahme für Biotechnologie
- Großtechnische Aquakulturanlagen:
 - 10m³ (Fischbecken), 12m³ (benthische Organismen, Muscheln), 100m³ (Algen-Außenbecken, überdacht)
 - Kreislaufanlagen 3x400l (Technikumsmaßstab) für Warm und Kaltwasserorganismen (bis 3°C)
- Bioreaktoren: Züchtung großer Zellmengen (>10⁹ Zellen) im 1-2l Maßstab
- 3D-Prototyping:
 - 3D Handscanner, Reverse Engineering
 - Hart- u./o. Weich-Modelle, Modelle aus MRT-/ CT-Daten
- Simulationszentrum für maritime Technik
 - Entwicklung und Überprüfung von Geräten unter Ausschluss von externen Faktoren wie Wetter, Wind und Strömung
- Wellensimulator, Brandungsbecken (für Gezeitenbereich), Tiefseesimulator (Druckstabilität bis 10km)
- Süß- und Salzwasser
- Deutsche Zellbank für Wildtiere „Cryo-Brehm“
 - aktuell 120 Arten stark
 - Kühlschränke zur Lagerung zwischen -20 und -80°C
 - Mobiles Stammzelllabor: Labor (14m²) und Truck energetisch autark, Datengewinnung auch in entlegenen und unwegsamen Gebieten
- Technikum für angewandte Lebensmittelforschung

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Mitglied des Fraunhofer Verbunds „Life Sciences“
- Wissenschaftscampus „BioMedTec“ mit Universität Lübeck, UKSH Schleswig-Holstein und Fachhochschule Lübeck

Ansprechpartner:

- Leitung: Prof. Dr. Charli Kruse

URL: <https://www.emb.fraunhofer.de/>

3.3 Weitere Institute der Bioökonomie- Forschungslandschaft

Die Bioökonomie-Forschungslandschaft in Deutschland gewinnt stetig an Zuwachs und es existieren bereits Übersichten, welche diese versuchen darzustellen (biooekonomie.de 2018; O'Brien et al. 2015, S. 54ff.). Im Folgenden werden sechs wichtige Akteure in Deutschland (siehe Tab. 4 in Kap. 1.1) neben der Fraunhofer Gesellschaft und Helmholtz Gemeinschaft vorgestellt. Es handelt sich hierbei um die vom BMEL geförderten Institute: das Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB) in Potsdam, welches über eigene Bio-raffinerieanlagen im Labor- bis Pilotmaßstab verfügt, das Deutsche Biomasseforschungszentrum gGmbH (DBFZ) in Leipzig, welches durch seine Forschung im Bereich thermo-chemischer Konversion von Biomasse und mit einer Forschungs-Biogasanlage hervorsteicht und die Thünen-Institute (TI). Letztere werden unter Beachtung ihrer Forschung zum Dossier Bioökonomie beschrieben, wobei alle TI einen Bioökonomiebezug aufweisen, insbesondere zusätzlich zu den aufgeführten das Institut für Ländliche Räume, welches sich auch mit sozio-ökonomischen Fragen und Digitalisierung beschäftigt. Außerdem wird das nova-Institut für politische und ökologische Innovation GmbH vorgestellt, das sich auf bio- und CO₂-basierte Wirtschaft (Bioökonomie) in Europa fokussiert und die Internetplattform bio-based.eu. betreibt. Und ebenso das IFEU – Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH, welches vor allem Machbarkeitsstudien und Politikberatung durchführt. Nicht zuletzt ist das Institut für Weltwirtschaft IfW zu nennen, welches sich aus einer globalen wirtschaftspolitischen Perspektive mit den Themenbereichen Biomasse- und Landnutzung beschäftigt und vor diesem Hintergrund ökonomische Forschung sowie Politikberatung betreibt und die interessierte Öffentlichkeit informiert.

Im universitären Bereich sind insbesondere die Universität Hohenheim mit einem Forschungszentrum für Bioökonomie, der BioCampus der TU München in Straubing sowie der WissenschaftsCampus Halle – Pflanzenbasierte Bioökonomie (WCH) zu erwähnen. Hierzu wurde ein gemeinsamer Steckbrief angefertigt. Zudem werden die vier Nachwuchsgruppen, die im Rahmen des Förderschwerpunkts „Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel“ der Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 gefördert werden (siehe 2.2), in einem gemeinsamen Steckbrief vorgestellt.

Gleichermaßen sind die Aktivitäten im Bereich von Clustern nicht zu vernachlässigen, in denen sich universitäre mit außeruniversitärer Forschung verbindet und in Austausch mit der Industrie tritt. Ein relevantes Beispiel ist der BioEconomy Spitzencluster e.V. Mitteldeutschland, welcher mit 14 weiteren Clustern in Deutschland den Spitzencluster-Wettbewerb des BMBF 2012 gewann. Die Aktivitäten von sechs anderen Instituten sind ebenfalls erwähnenswert. Ihre Kurzzusammenfassungen sind in Tab. 4 in Kap.1.1 zu finden.

Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB)

- Bioverfahrenstechnik
- Technikbewertung und Stoffkreisläufe
- Agrarbereich: Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung, Pflanzen- und Gartenbau, Tierhaltung, Nachwuchsgruppe: „Data Science in Agriculture“

Ziele/Leitbild der Bioökonomieforschung:

- „angewandte Grundlagenforschung“ zu nachhaltiger Intensivierung in der Bioökonomie (mit Verpflichtung zur Nachhaltigkeit)
- Methodenentwicklung zur Modellierung und Bewertung von bioökonomischen Produktionssystemen
- Beiträge zur Lösung gesellschaftlicher Fragen für wissenschaftliche/allgemeine Öffentlichkeit und Wissenstransfer in die Wirtschaft
- Beiträge zu: Ernährungssicherung, Tierwohl, ganzheitlicher Nutzung von Biomasse, Klima- und Umweltschutz

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Forschungsprogramme:

- A) Präzisionslandwirtschaft in Pflanzenbau und Tierhaltung
- B) Qualität und Sicherheit von Lebens- und Futtermitteln
- C) Stoffliche / energetische Nutzung von Biomasse
- D) Bewertung Technikeinsatz in Agrarsystemen

Grundlagenforschung:

- A) Sensorentwicklung für Präzisionslandwirtschaft, Automatisierung und Robotik
- B) Erschließung alternativer Bioressourcen: Insekten und Makroalgen

Methoden und Werkzeuge:

- A)
 - technologische/verfahrenstechnische Forschung im Bereich Primärproduktion Agrarrohstoffe bis zur Produktgewinnung, u. a. Precision Farming und Precision Horticulture (Eye for Soil - I4S) auch mittels Drohnen, tierfreundliche Melktechnik, Reduzierung von Emissionen aus Tierhaltung (OptiBarn), Landwirtschaft 4.0
 - sensorgestützte Messmethoden/ Informationsgewinnung zur Verfahrensentwicklung für Landwirtschaft (Düngung, Pflanzenschutz, Biodiversitätssteigerung), z.B. Aqua C+ - Sensorbasierte und internetgestützte Informations- und Beratungssysteme zur Erhöhung der Wassernutzungseffizienz im Obstbau
- B)
 - Aufbereitung/Verarbeitung/Lagerung: z.B. sensorgestützte Kontroll- und Regelstrategien für die Verfahrensgestaltung, nicht-invasive Methoden zur Qualitäts- /Sicherheitsbewertung

C)

- gesamte Verfahrenskette: Anbau/Ernte von Biomasse, mechanische Aufbereitung, Lagerung (verlustarm), biotechnologische/ thermochemische Stoffumwandlung, z.B. „MultiHemp – Multipurpose Hemp for industrial bio-products and biomass“, sonst besonders Fokus auf Lignocellulose
- Integration von Bioraffineriekonzepten in existierende Wertschöpfungsketten (Lebensmittel, Biopolymere, Biofuels, Pharmazeutika)

D)

- Methodenentwicklung zur Bewertung des Technologieeinsatzes in Agrarsystemen sowie Managementstrategien für Effizienz in Wertschöpfungsketten mit Ziel des Klimaschutzes: Emissionsoptimierte Milchproduktion (INNO Mil-CH4), Landnutzungssysteme in Mooren (LandPaKT), „Biokohle in Landwirtschaft – Perspektiven für Deutschland und Malaysia“, EU COST Action TD1107 („Biochar as option for sustainable resource management“)

Politik und Gesellschaft:

- Stakeholdereinbindung im Großteil der Projekte
- Politikberatung: z.B. Handlungsempfehlungen für Tierschutzplan Brandenburg, 12/2017
- Öffentlichkeitsarbeit:
 - Hauseigene Schriftreihen: Bornimer Agrartechnische Berichte – BAB; Forschungsberichte
 - Hauseigenes, wöchentliches Kolloquium
 - ATB ist Veranstalter von Fachgesprächen, zielgruppenorientierten Weiterbildungen und Gastgeber für externe Fachgruppen, z.B. Austausch mit französischem Agrarforschungsinstitut INRA oder Deutsch-Chinesisches Symposium „Biochar for sustainable agriculture: Opportunity and challenge“

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

C)

- Verwertung von Reststoffen aus Lebensmittelindustrie, z.B. Kaffee CAFELACTIC, Brot BREAD4PLA – Green Award 2017 for LIFE projects: Brotabfall für Bioraffinieren zur Bio-kunststoffproduktion
- Scale-up zu Pilotanlage für Milchsäuregewinnung aus Lignocellulose, CELLULAC

- ProFIT (Bioraffinerie mit Zucker zu Milchsäure) und HyAlt4Chem (Altholz-„recycling“ in Bioraffinerien)

Technische Ausstattung / Forschungsinfrastruktur:

- Pilotanlage Milchsäure: pflanzliche Roh- oder Reststoffe in kontinuierlichem Fermentationsverfahren zu Milchsäure, Basischemikalie für Biokunststoffe, Bereitstellung breiter Rohstoffpalette (stabil und wirtschaftlich konkurrenzfähig), jährliche Menge von 10t Milchsäure, 450l Fermenter
- Pilotanlage Fasern: Verarbeitung feucht konservierter Rohstoffe für z.B. Baustoffe, Verminderung der Verfahrenskosten/ Anlageninvestitionen bei gleichzeitiger Qualitätssicherung von Produkt und Prozess
- Biogastechnikum: Verfahren, Optimierung der Substrate über die Mikrobiologie im Fermenter, neue Reaktortypen, Prozesskontrolle und -steuerung, Verwertung des Gärrests
- Biokohletechnikum: Labor- und Technikumsmaßstab, Pyrolyse und hydrothermale Carbonisierung (HTC), Charakterisierung der physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften der Biokohle
- Grenzschicht-Windkanal: 2,3 m Höhe, 3,0 m Breite, Strömungs- und Ausbreitungsvorgänge an und in landwirtschaftlichen Gebäuden
- Frischetechnikum: Lebensmittel, z.B. MALDI-TOF/MS, Durchflusszytometrie, Konfokal-Laser-Scanning-Mikroskopie
- Trocknungstechnikum: Verfahren zur Haltbarmachung (Trocknung, Kühlung und Belüftung)
- Weiterer Forschungsstandort Marquadt:
 - 20ha Fläche zur Nutzung für Dauerexperimente, z.B. TechnologyGarden (Modellanlage für sensorbasierten Präzisionsgartenbau)
 - Davon 3ha als Rohstoffplantage (KUP) für ATB, Forschung zu Energieeffizienz, Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit von Verfahren zur Produktion/ Aufbereitung von Nawaros

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

Service für Wirtschaft:

- Schutzrechts- und Verwertungsangelegenheiten im Rahmen von Kooperationen (umfangreiches

Schutzrechtsportfolio im Bereich Agrar von ca. 30 Schutzrechten)

- Vor- und Machbarkeitsstudien, Simulation und Modellierung
- Entwicklung von Prototypen und Produktmustern
- Wissenschaftliche Begleitung beim Transfer (Messungen, Prozessoptimierung und Beratung)
- Nutzung moderner Analytikausrüstung
- Unterstützung bei Produkt- und Verfahrensentwicklungen in praxisnahen ATB-Applikationslaboren

Netzwerke, u.a.:

- ZIM-Kooperationsnetzwerk „BioPlastik“ (Koordination IBB Netzwerk GmbH)
- COST Action “Food waste valorisation for sustainable chemicals, materials & fuels (EUBis)”
- Cluster: Ernährungswirtschaft Berlin-Brandenburg, Kunststoffe und Chemie Berlin / Brandenburg
- EurAgEng - European Society of Agricultural Engineers, Projekt ENGAGE
- EIP-AGRI Europäische Innovations Partnerschaften – Wissenstransfer in landwirtschaftliche Praxis: Aqua C+, 3D-Mosaic, USER-PA
- IGE - Innovationszentrum Technologien für Gesundheit und Ernährung

Industriepartner, u.a.:

- Pfeifer & Langen KG Elsdorf, ThyssenKrupp, Direvo Industrial Biotechnology GmbH, Endress + Hauser Conducta Gerlingen, Fresh Factory GmbH & Co. KG Hamburg, Uhde BT Leuna, NordBioChem Tallinn, HF Biotec Berlin GmbH, American Science and Technology Chicago, Hermetia Baruth GmbH

Ansprechpartner:

- Prof. Dr. Annette Prochnow, Wissenschaftliche Direktorin
- Dr. Joachim Venus, Forschungsprogramm C)
- Thomas Bloßfeld, Referent für Technologietransfer

URL: <https://www.atb-potsdam.de/institut/ueberuns/start.html>

Deutsches Biomasseforschungszentrum DBFZ gGmbH

Gesamtes Institut mit Bereichen:

- A) Bioenergiesysteme, B) Biochemische Konversion, C) Thermo-chemische Konversion,
D) Bioraffinerien

Ziele der Bioökonomieforschung:

- angewandte, nachhaltigkeits- und technologieorientierte Forschung zur effizienten Integration von Biomasse für eine nachhaltige Energiebereitstellung im Rahmen angewandter Forschung
- praktische Realisierung der Frage wie begrenzte Biomasseressourcen zu zukünftigem Energiesystem beitragen können¹²
- Etablierung nachhaltiger Bioenergiebereitstellungspfade
- Bedarfsorientierte Technologien und Gesamtkonzepte zur Nutzenergiebereitstellung
- Monitoring: besonderer Fokus auf potenzielle Problemfelder wie Ressourcenverfügbarkeit
- Erschließung innovativer Bioenergieträger unter Einbeziehung unzureichend erschlossener biogener Rest- und Abfallstoffe

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- B) Charakterisierung und Entwicklung anaerober Prozesse
- C) Erforschung / Entwicklung neuer alternativer (Misch-)Brennstoffe aus Biomasse

Methoden und Werkzeuge:

- A)
- Systemstudien, -bewertungen, -szenarien für energetische Biomassenutzung
 - Kooperation mit UFZ Department Bioenergie – Systemanalyse (Modellierung/Szenarien)
 - Potenzialanalysen (regional - internationale Biomassepotenziale für energetische Nutzung)
 - Datenbanken als Grundlage für Monitoring des Bioenergiemarktes
 - Indikatortool zur Beschreibung der regionalen Bioenergieentwicklung mittels 50 Indikatoren¹³
 - Stakeholderanalysen im Bereich Ressourcennobilisierung
- B)
- Anlagendatenbank Biogas/Biomethan
 - Biogastechnologie (Effizienzanalyse, Technische Bewertung, Konzepterstellung)
 - Systemoptimierung (Wirtschaftlichkeitsbewertung), Prozessüberwachung und -simulation (Prozessoptimierung, Flexibilisierung, Prozessüberwachung/ Messtechnik)

C)

- Herstellung neuartiger biogener Festbrennstoffe, insbesondere Mischbrennstoffe, Prüfen von Abscheidern inkl. Entwicklung von Prüfverfahren
- Brennstoffdatenbank inkl. verbrennungsrelevanter Eigenschaften
- Entwicklung im Bereich Kleinanlagentechnik, Kraft-Wärme-Kopplung, Flexible (Mikro-) KWK-Technologien

D)

- Synthesegasverfahren (Simulation von Biomassekonversionsanlagen),
- Kraftstoff- und Fraktionierungsverfahren (Weiterentwicklung von Biokraftstoffanlagen zu Bioraffinerien),
- Chemische Biomasseveredelungsverfahren (Fokus thermo-chemische Verfahren, hydrothermale Biomassekonversion, versuchstechnische Optimierung Biomassevergasung)

Politik und Gesellschaft:

- C) Erarbeitung von wissenschaftlich begründeten Vorgaben für Grenzwerte / Förderkriterien, z.B. Service und Programmbegleitung des Förderprogrammes Energetische Biomassenutzung
- D) Gesamtsystembewertung: Strategieentwicklung und Politikberatung, Monitoring, Machbarkeitsstudien

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

A)

- Smart Bioenergy – Innovationen für eine nachhaltige Zukunft

C)

- Konzepterarbeitung und Entwicklungen für die nächste Generation der Biomasseheizkraftwerke (z. B. IGCC)

D)

- Dauertests mit kommerziellen und innovativen Katalysatoren
- Entwicklung innovativer Konzepte und Technologien zur Erschließung alternativer Rohstoffquellen (z. B. Lignozellulose, Reststoffe und Algen)

Technische Ausstattung:

B)

- Einzigartig in Deutschlands Biomasseforschung: Betrachtungen vom Labormaßstab Biogaslabor (kontinuierliche und diskontinuierliche Versuchsanlagen mit Reaktions-

¹² Details in: Lenz et al.: Forschungs- und Entwicklungsziele des DBFZ, 2012, S. 10 ff.

¹³ <http://bioenergie-regionen.dbfz.de>

volumina zwischen 0,25 und 500 Litern, High Performance Liquid Chromatography (HPLC), Gaschromatographen (GC)) bis zur

Forschungsbiogasanlage (75kW, 2 Anlagenstränge: Nassfermentation, Pfropfenstromfermenter, Einbau von Messgeräten und Probenahme möglich)

- Emissionsmessungen (Echtzeit Visualisation Methanverluste, Methan-Laser, methodisch: offene und geschlossene Hauben, optische Fernmessmethoden)
- Kooperation mit UFZ Arbeitsgruppe MicAS (Mikrobiologie Anaerober Systeme)

C)

- Verbrennungstechnikum (Vollstromverdünnungstunnel, 2 Abscheiderprüfständen mit variablem Volumenstrom, Kaminofenprüfstand, Katalysatorentwicklungsstand, 15 Abgas-Analysegeräten (einschließlich FTIR, SMPS, Expositionskammer), 7 Staubmessenrichtungen, 8 Kessel), Akkreditierte Prüfstelle D-PL-14603

- Aufbereitungs- und Kompaktierungstechnikum (> 250 Brennstoff-Varianten, 20-kW Ringmatrizenpresse)

D)

- Kraftstofftechnikum: gesamte Produktionskette nachgebildet - Vergasung, Gasreinigung und Methanisierung - Mechanisierungsreaktoren, Staubvergaser, Reaktor zur adsorptiven Gasreinigung, Festbetthohreaktor, Plattenreaktor, Kinetikmessstand, sehr breite Temperatur und Druckfenster (max 850°C, 60bar), Rührkesselreaktor, Rohrreaktor
- Analytiklabor für flüssige Kraftstoffe, feste Brennstoffe, Biogassubstrate, Nebenprodukte und Reststoffe, Aschen, Filterstäube und Abwasser, u. a. Karl-Fischer-Headspace-Titrator, Bombenkalorimeter, Stabinger-Viskosimeter, Ionenchromatographie
- Motorprüfstand für Forschungszwecke zur Erprobung (neuartiger) erneuerbarer Kraftstoffe mit u.a. FTIR-Spektrometer, Smokemeter, PMD, FID, Lambdameter und NDIR

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

Politikberatung:

- Monitoringvorhaben,
- Unterstützung bei Gestaltung von Förderinstrumenten, wie EEG („Entwicklung eines Ausschreibungsdesigns für Biomasse im Rahmen des EEG 2017“)
- Sachstandspapiere,
- Stellungnahmen zu Gesetzgebungen,
- Strategieentwicklungen (Meilensteine 2030, Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie)

Dienstleistungen u.a.

- Marktanalysen und Datenbereitstellung
- Technische, ökonomische und ökologische Bewertung
- Konzept- und Verfahrensentwicklung/-optimierung
- Wissenschaftliche Begleitung von FuE-Vorhaben, Initiierung und Begleitung von Demonstrationsprojekten (Bioraffinerie)
- Wissens- und Technologietransfer
- Technisch-wissenschaftliche Dienstleistungen: z.B. D) Kraftstoffanalytik, Brennstoffanalytik, Analyse von Biogassubstraten/ Nährstoffen

Projektbeispiele

- „Grünlandenergie Havelland“
- „Bioenergieregionen“ (technisch-ökonomische Begleitforschung)
- „BioKommunal“ - Aufbau eines bundesweiten kommunalen Bioenergie-Netzwerks
- Internet-Forum der FuE-Plattform „Biomass-to-Gas“ (BtG)
- Bioraffinerie 2021
- Bioproc Datenbank (Datensammlung aus > 150 Artikeln zu Biomasse-Arten für Schnellpyrolyseverfahren)

Ansprechpartner:

- Wissenschaftlicher Geschäftsführer: Prof. Dr. mont. Michael Nelles
- A) Prof. Dr.-Ing. Daniela Thrän
- B) Dr.-Ing. Jan Liebetrau
- C) Dr.-Ing. Volker Lenz
- D) Dr.-Ing. Franziska Müller-Langer

URL: <https://www.dbfz.de/>

nova-Institut für politische und ökologische Innovation GmbH

bio-basierte und CO₂-basierte Ökonomie:

Rohstoffversorgung, technisch-ökonomische Evaluierung, Marktforschung, Ökobilanzen (LCA), Öffentlichkeitsarbeit, B2B-Kommunikation und politische Rahmenbedingungen

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Industriepartnerschaften und -beratung zur Findung der vielversprechendsten Konzepte und Anwendungen in der Bioökonomie

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- Bioökonomie-Marktforschung, Marktanalysen: European Bioeconomy in Figures 2016, Biorefineries in Europe 2017

Methoden und Werkzeuge:

- Evaluation von Technologien in Bezug auf Wirtschaftlichkeit (TEE)
- Analysen und Beratung zu
 - Zertifizierung und rechtliche Rahmenbedingungen, z.B. „The EU Ecolabel and bio-based products“, „STAR4BBI - Standards and Regulations for the bio-based Industry“
 - Stoffstromanalysen
 - LCA
 - neuen Bioökonomie-Technologien für Industriepartner
- MAGIC (Horizon 2020): Entwicklung Datenbasis für Industriepflanzen und nachhaltige Landnutzung

Politik und Gesellschaft:

- Strategienentwicklung, Evaluation:
 - BEPASO – Bioökonomie 2050: Potentiale, Zielkonflikte, Lösungsstrategien
 - BIO-TIC “A Roadmap to a Thriving Industrial Biotechnology Sector in Europe” (2015)
 - Roadmap for the Chemical Industry in Europe towards a Bioeconomy (RoadToBio) (2017)
 - “Circular Bioeconomy” – Concepts, Opportunities and Limitations (2018)

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- Übersichten zu CCU Carbon Capture & Utilization: jährliche Konferenz „Carbon Dioxide as Feedstock for Fuels, Chemistry and Polymers“
- Bioraffinerien: PEference (Horizon 2020): Entwicklung einer FDCA Bioraffinerie (Industriemaßstab), ZELCOR (Horizon 2020) – Zero Waste Ligno-Cellulosic Biorefineries by Integrated Lignin Valorisation
- MARISURF (Horizon 2020): Neue, nachhaltige marine Tenside (grenzflächenaktive Substanzen)

Technische Ausstattung:

- 20 Mitarbeiter/-innen erwirtschaften 2 Mio € Umsatz jährlich
- Vielfältige Industriepartner, Beispiele: Automobil (BMW, Mercedes, VW), Chemie (BASF, CropEnergies, DuPont)

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Bio-based.eu: Plattform mit Publikationen (Marktanalysen, teils kostenpflichtig), Informationen für Wirtschaft, nova-Nachrichten und Konferenzen zur Förderung des Austausch in Industrie

Konferenzen u.a.:

- International Conference on Bio-based Materials, International Conference of the European Industrial Hemp Association (EIHA), Biocomposites Conference Cologne

Netzwerke u.a.:

- CLIB2021, Discover Natural Fibres Initiative (DNFI), European Industrial Hemp Association (EIHA), Federation of Reinforced Plastics / Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe (AVK), European Bioplastics, EU Commission Expert Group for Bio-based Products, IBB, kunststoffland NRW e. V

Ansprechpartner:

- Geschäftsführer: Michael Carus

URL: <http://nova-institute.eu/>

Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei

Beispiel Themenbereich Nachwachsende Rohstoffe, Dossier Bioökonomie mit den Instituten:
A) Betriebswirtschaft, B) Marktanalyse, C) Agrartechnologie, D) Biodiversität, E) Holzforschung,
F) Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie und G) Waldökosysteme

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Beleuchtung der aktuellen Bedeutung von Bioökonomie in Deutschland und ihrer Potenziale (auch Monitoring)
- Arbeit an Schnittstelle von Wissenschaft und Politik für verwertbare Lösungskonzepte

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- A) Betriebswirtschaft: EU-Agrarpolitik, Klimaschutz (CAPRI Modell, Common Agricultural Policy Regional Impact Modelling System, Umweltauswirkungen der Landwirtschaft), Lebensmittelsicherheit
- C) Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe
- D) Agrobiodiversität
- G) Waldökologie

Methoden und Werkzeuge:

- A) Projektbeispiele: Automatische Bestimmung von Grünlandnutzungsintensitäten mit Satellitenbildern, EKOtech - Effiziente Kraftstoffnutzung in der Agrartechnik
- B) Zertifizierung von Lebensmitteln
- C) Entwicklung biobasierter Chemierohstoffe und Materialien, berührungslose Messverfahren, Boden schonende Agrarproduktion, LCA für Bioraffinerien, BonaRes: Echtzeit Assistenzsystem für intelligente Landbewirtschaftung, Bioaerosole
- D) Experimentelle Klimawirkungsforschung (Nahrungsmittelproduktion)
- E) Ökobilanzen für Holzindustrie, Biobasierte Grund- und Werkstoffe, Prozesskaskaden und stoffliche Nutzung von Nebenprodukten
- F) Holzmarktanalyse (national und international), Ökosystemleistungen: Nachhaltigkeitsbewertung und ökonomische Bewertung von Wald, SYMOBIO und BEPASO, Rohstoffmonitoring für Holz
- G) Waldmonitoring

Politik und Gesellschaft:

- A) Evaluierung bestehender Maßnahmen und Konzeptentwicklung, z.B. Nachwachsende Rohstoffe – ökonomisch bewertet oder in der Tierhaltung (Monitoring Tiergerechtigkeit), Diskurs mit Öffentlichkeit
- B) Modellgestützte Politikfolgenabschätzung,

Projektbeispiele: Elemente und Meilensteine für die Entwicklung einer tragfähigen Bioenergiestrategie, Monitoring der EU Bioökonomiestrategie, Teller, Tank oder Technik?, SYMOBIO Aufbau eines systematischen Monitorings der Bioökonomie - Dimension 1: Ressourcenbasis und Nachhaltigkeit / Erzeugung der Biomasse, BEPASO Bioökonomie 2050: Potenziale, Zielkonflikte, Lösungsstrategien

- C) Tierwohl-Indikatoren Entwicklung
- E) Rohstoffstrategien, Kreislaufwirtschaft

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- A) Precision Farming und Innovationsfolgen im Gemüsebau, Sensorik in Präzisionslandwirtschaft mittels Drohnen – ThünoCopter
- C) IEA Bioenergy Task42: Bioraffinerien in der zukünftigen Bioökonomie, Projekt: Herstellung von Fumarsäure zur Polymeranwendung
- E) Bioraffinerie 2021: neue aromatische Plattformchemikalien aus Hydrolyserückständen durch Pyrolyse

Technische Ausstattung:

- drei Forschungsschiffe von Süßwasser- bis Hochseeernährung, Labore und Aquakultur Einrichtungen
- Versuchsbetrieb des Instituts Ökologischer Landbau (mit allen landwirtschaftlichen Maschinen) und >900 forstliche Versuchsflächen in Deutschland des Instituts Forstgenetik
- Technikum Maßstab z.B.: BIOSTAT Fermenter, Abluftreinigungsanlage Tierhaltung
- Verschiedenste Labore und Werkstätten aller Institute wie für Biomasseaufschluss oder Biotechnische Konversion – alle bis Technikumsmaßstab

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- *Thünen-Atlas* und Geoinformation: Übersicht zu Geodaten von bspw. Waldökologischen naturräumen, Landnutzung, Viehhaltung, Bundeswaldinventur
- *Thünen-Kompetenzzentrum* Holzherkünfte als Ansprechpartner für Behörden, Holzhandel, Verbraucher/Verbände und Beitrag zu Zertifizierungssystemen

- *Thünen-Modellverbund*: ökonomische Modelle, die auf unterschiedlichen Entscheidungsebenen eingesetzt werden können (von Betrieb- bis Sektorebene)
- *Agri benchmark*: als Datengrundlage zur Landwirtschaft aus 40 Ländern für Entscheidungsträger
- *Fischbestände online*: Datenbank und Informationsseite zu Fischerei und Ökosystemdaten
- *Buch*: Entwicklung der globalen Bioökonomie (IEA Bionenergy)

Ansprechpartner:

- Themenbereich Nachhaltige Rohstoffe: PD Dr. rer. nat. habil. Ulf Prüße, Dr. Ralph Lehnen
- Bioökonomie: Prof. Dr. Folkhard Isermeyer (Mitglied BÖ-Rat)

URL:

<https://www.thuenen.de/de/thema/nachwachsende-rohstoffe/biooekonomie/>

IFEU - Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH

Umwelt- und Nachhaltigkeitsbewertungen:

- Biomasse und Ernährung
- Energie
- Industrie und Produkte
- Mobilität - „Verkehr & Umwelt“
- Ressourcen - schonende Ressourcennutzung und Kreislaufwirtschaft

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Arbeit an der Schnittstelle von zivilgesellschaftlichen Entwicklungen, unternehmerischen Strategien, technologischen Perspektiven und politischen Handlungsspielräumen zur Konkretisierung des Leitbilds der nachhaltigen Entwicklung
- Konzeption und Umsetzung von Pilotprojekten und Förderinstrumenten sowie der ökobilanziellen Begleitung von Produktneuentwicklungen

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

Grundlagenforschung:

- Lebensmittel und Landnutzungskonzepte
- Kreislaufwirtschaft z.B. im Bau, Verwertung und Recycling, AFTERLIFE (Abwasserrecycling, Horizon 2020)

Methoden und Werkzeuge:

- Berechnungstools: CO₂ Bürgerrechner, Abfallkalkulator, kommunale Bilanzierungstools
- Ökobilanzen und Stoffstromanalysen, ILCSA, Nachhaltigkeitsbewertung, z.B.: Bewertung von Biokraftstoffen (BIOLYFE) und Biokunststoffen, Biomassepotenzialstudien
- Evaluationen und Umweltverträglichkeitsuntersuchungen (UVU): Lebensweg-Umweltverträglichkeitsuntersuchung (Life Cycle Environmental Impact Assessment, LC-EIA) als Ergänzung zur klassischen Ökobilanzierung, Emissionsuntersuchungen
- Modelle für Stahl- und Ölindustrie (Potenzial für zukünftige Bioökonomie Modelle)

Politik und Gesellschaft:

- AWK Berlin 2018: Fortschreibung des Abfallwirtschaftskonzepts Land Berlin „zero waste“
- Machbarkeitsstudien: z.B. Phosphat-Rückgewinnung aus Deponien und Altablagerungen, Hochwertige Bioabfallverwertung
- Strategieentwicklungen, z.B.: Wärmenetzsysteme 4.0 (BMW i, Kurzstudie zur Umsetzung der Maßnahme „Modellvorhaben erneuerbare

Energien in hocheffizienten Niedertemperaturwärmenetzen“), Bioenergie und Abfallwirtschaft, flexible Stromerzeugung (Biogas – Quo Vadis?), Meilensteine 2030 für Bioenergiestrategie 2014

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- CO₂ als Rohstoff: CORAL: CO₂-Rohstoff aus Luft
- Mikroalgen: D-Factory: The Micro-Algae Biorefinery
- Bioraffinerien allgemein: SUPRABIO, „The Value Chain from Microalgae to PUFA“ (PUFACHain)
- BioMates (Europäisches Rahmenprogramm für Forschung und Innovation Horizon 2020): Zwischenprodukte aus holz- oder halmgutartigen Reststoffen für Co-Produktion in fossilen Raffinerien

Technische Ausstattung:

- 80 Mitarbeiter/-innen
- Partner aus Wissenschaft (v.a. Fraunhofer und Hochschulen) und Industrie (Automobil, Bau, Chemie, Energie, Textil)

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Siehe Berechnungstools in Methoden & Werkzeuge, starker Fokus auf (Politik-)Beratung und Machbarkeitsstudien

Partizipation:

- Einbindung von Akteuren in früher Projektphase
 - SOKO Klima (Leitfaden für Klimaschutz)
 - Klima KomPakt: Bedarfserfassung, Beteiligung und Verstetigung im kommunalen Klimaschutz
 - c.HANGE: (Baden-württemberg, bis 2019) Handwerker gestalten die Energiewende

Ansprechpartner:

Geschäftsführer: Andreas Detzel

URL: <https://www.ifeu.de/>

IfW - Institut für Weltwirtschaft

Programme mit Forschungsbereichen:

- A) Internationale Wirtschaft und internationale Wirtschaftspolitik: Die internationale Arbeitsteilung, Wissensakkumulation und Wachstum, Sozial- und verhaltensökonomische Ansätze zur Lösung globaler Probleme
- B) Wirtschaftspolitische Maßnahmen für eine nachhaltige Entwicklung: *Umwelt und natürliche Ressourcen*, Armutsminderung und Entwicklung
- C) Makroökonomische Aktivität und Politik: Makroökonomische Politik in unvollkommenen Märkten, Internationale Finanzmärkte und Global Governance, Projektbereich: Globale Gesundheitsökonomie
- D) Think Tank Wirtschaftspolitik: Global Challenges Center und Prognosezentrum
- E) Ausbildung

Ziele der Bioökonomieforschung:

- Erforschung innovativer Lösungsansätze für drängende weltwirtschaftliche Probleme
- Entwicklung von Ideen und Lösungsvorschlägen zum nachhaltigen und inklusiven Wohlstand in einer globalisierten Welt
- Aspekte u.a.: Sozial- und verhaltensökonomische Ansätze, Klimawandel und Umweltprobleme, Erschöpfbare fossile Ressourcen

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

- A)
 - Globalisierung und Rolle der Politik, Sozialpolitik, Strategieentwicklung
 - Wissens-Spillover in Industrieländern, z.B. „BioRegio, BioProfile and the Rise of the German Biotech Industry“
- B)
 - Betrachtungen zu Umwelt und natürlichen Ressourcen unter Aspekten des Pariser Klimaabkommens und der Agenda 2030 (SDGs)
 - Bewertung von Zielkonflikten der verschiedenen politischen Ziele, Bereitstellung von Optionen für politische Entscheider und Identifikation von Synergien und Lösungen
 - Ländliche Entwicklung, Migration, Entwicklungshilfe
 - Klima:
 - Untersuchung von Effektivität, Effizienz und Verteilungswirkung klimapolitischer Politikvorschläge und Instrumente
 - Potentiale und Risiken von Technologien zur Erreichung negativer CO₂-Emissionen, Climate Engineering
 - öffentliche Akzeptanz neuer Technologien und Wahrnehmung
 - Land:
 - Nachhaltige Nutzung von Biomasse, erneuerbare Energie und –speicher, Biokraftstoffe, Zielkonflikte Biomasse- und Landnutzung (Bioenergie und Landnutzung)
 - Eignung von Politikmaßnahmen für ökonomische Transformation, Auswirkungen auf Land und Ökosysteme sowie -leistungen, Ressource Wasser

- Ozean:
 - Mitglied des Kieler Exzellenzclusters „The Future Ocean“
 - Untersuchung und Messbarkeit der Ökosystemdienstleistungen wie Klimaregulierung, natürliche Ressourcen, Transportwege für internationalen Handel
 - Messbarkeit der Fortschritte im Hinblick auf das globale UN-Nachhaltigkeitsziel 14
 - internationale Kooperationen und Regulierungen für eine nachhaltige Nutzung des Ozeans

- C)
 - Konjunkturanalyse und –prognose, Internationale Makroökonomie
 - Internationale Finanzmärkte und Makroökonomie, internationalen Finanzarchitektur, politische Ökonomie, Arbeitsmarktanalysen, Modellierung von Marktunvollkommenheiten

Methoden und Werkzeuge:

- Datenbanken: Capital Stocks in OECD Countries, DOME Fusionsdatenbank, Stocks of Foreign Direkt Investment of the US, Japan, Germany, World Trade

- A)
 - Projektbeispiele: Motivationssysteme und Globale Kooperation, Neurobiologische Grundlagen des Entscheidungsverhaltens unter Unsicherheit, Verhaltensökonomische Ansätze zur Verbesserung von Politikmaßnahmen

- B)
 - DART Modell (Dynamic Applied Regional Trade Model) = allgemeines Gleichgewichtsmodell: Betrachtung von Fragestellungen wie zum Europäischen Emissionshandel, Auswirkungen der Bioenergieförderung, Ökonomische Auswirkungen des Klimawandels, Technologietransfer
 - PROMET Modell = Pflanzenwachstumsmodell

- Projektbeispiele
 - Bioökonomie: Sachstandsbericht über vorhandene Grundlagen und Beiträge für ein Monitoring der Bioökonomie: Wirtschaftliche Kennzahlen

- Klima: Dialog zur Klimaökonomie; TOMACE - Trade-offs between mitigation and climate engineering: an interdisciplinary approach; Global supply chains, environmental regulation and green innovation
- Land: BioNex und ViWA - VirtualWaterBioNex – Die Zukunft des Biomasse Nexus; Global Land Use Change (GLUES – Global Assessment of Land Use dynamics on Greenhouse Gas Emissions and Ecosystem Services), Hollich – Volkswirtschaftlicher Nutzen von intelligenten Energiesystemen mit biobasierter Energie; Nachwachsende Rohstoffe und Landnutzung (NaRoLa); und s.u. Bio-PoP
- Ozean: Küstenökosysteme und nachhaltige Entwicklung (BlueS); Indicators for Monitoring Sustainable Development Goals: An Application to Oceanic Development in the EU; Wellbeing from the Baltic – Applications combining natural science and economics (BalticAPP)

Bio-PoP Projekt: Bioökonomie als politischer Prozess

- BMBF Modul Bioökonomie als gesellschaftlicher Prozess
- „Modellierung und Gestaltung gesellschaftspolitischer Willensbildungsprozesse zur Etablierung nachhaltiger Wirtschaftssysteme in Industrie- und Entwicklungsländern“
- Koordiniert mit Institut für Agrarökonomie, CAU Kiel
- innovative Modellierung durch ökologisch-ökonomisches und politisches Verbundmodell CGPE sowie Meta-Modelle zu Policy Beliefs
- Aufdecken von politischen Performanz-Gaps und Unterscheidung in Incentive und Knowledge Gaps
- Entwicklung von Rahmenbedingungen, alternativen Kommunikationsstrategien und Policy Tools zur Erhöhung der Durchsetzbarkeit einer Politikstrategie Bioökonomie

Technische Ausstattung:

- Rund 170 Mitarbeiter erwirtschaften rund 13,7 Mio € (2016), davon 10,4 Mio € institutionelle Mittel

- „An-Institut“ der CAU Kiel und Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Institutseigene Veröffentlichungsreihen, wie Economics, Kieler Diskussionsbeiträge

C)

- Wissenstransfer zum Thema globale Gesundheitspolitik:
 - Policy Clinics für Politik und interessierte Öffentlichkeit
 - „ESF-IfW Conferences on the Global Health Economy“ (gemeinsam mit DFG-Exzellenzcluster „Inflammation at Interfaces“)

D)

- Global Challenges Center: Unterstützung der internationalen Beratungsaktivitäten des IfW, Etablierung von Lösungsvorschlägen für globale wirtschaftspolitische Herausforderungen, Projektbeispiel: Koordination des Think20-Prozess (G20 Treffen 2016)

- Prognosezentrum: Unterstützung wirtschaftspolitischer Entscheidungsprozesse durch Analyse makroökonomischer Entwicklung, Schwerpunktanalysen, Subventionsberichterstattung, Mitarbeit in wirtschaftspolitischen Netzwerken

E)

- Advanced Studies Program, Summer School und Doktorandenkurse

Ansprechpartner:

- Präsident der Stiftung: Prof. Dennis Snower, Ph.D
- Wissenschaftliche Geschäftsführung: Prof. Dr. Sonja Peterson
- Leitung Bereich Umwelt und natürliche Ressourcen Kontakt Bio-Pop: Dr. Ruth Delzeit und Dr. Wilfried Rickels
- Kontakt Bio-Pop: Dr. Ruth Delzeit

URL: <https://www.ifw-kiel.de/>

BioPoP- Projekt: <https://www.bio-pop.agrarpol.uni-kiel.de/de/>

Beispiele Universitärer Forschungsaktivitäten

- A) Forschungszentrum für Bioökonomie, Universität Hohenheim
- B) BioCampus Straubing der TU München
- C) WissenschaftsCampus Halle – Pflanzenbasierte Bioökonomie (WCH)

Ziele der Bioökonomieforschung:

- A)
 - „Die Universität Hohenheim mit der Kernkompetenz Bioökonomie als führend in Deutschland und weltweit wahrgenommenes Kompetenzzentrum positionieren“ (aus Struktur- und Entwicklungsplan, 2013-2017)
 - Forschung vernetzen von Agrar-, Natur-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
 - Positionierung durch nationale/internationale Verbundprojekte und Mitarbeit in Gremien
- B)
 - Universitätsstandort mit zehn neuen, fakultätsübergreifenden Studiengängen bezüglich Bioökonomie, 30 Professuren angesiedelt – 6 reine Bioökonomie-Kompetenz, Berufsfachschule für BTA
 - Industriestandort mit Anlagen zur energetischen und stofflichen Verwertung von Biomassen
- C)
 - Verknüpfung der pflanzlichen Agrarwissenschaft, Biologie, Biochemie und Biotechnologie mit umwelt- sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Forschungs- und Lehrbereichen, um pflanzenwissenschaftliche und biotechnologische Innovationen und deren sozioökonomische Rahmenbedingungen analysieren und beurteilen zu können
 - Förderung der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen der Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg und dem Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien (IAMO), dem Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie (IPB), dem Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) und dem Institut für Wirtschaftsforschung Halle (IWH)

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

- A)
 - Forschungsverbünde:
 - Biogas: Nachhaltige Wertschöpfungsketten, Power to Gas
 - Lignozellulose: Holzige Biomasse ganzheitlich nutzen
 - Mikroalgen: Chancen für die Ernährung, Grundlagenforschung, Potenzialanalysen, Bioraffineriekonzepte
 - Kompetenznetz Modellierung der Bioökonomie

- Projektbeispiel Biotechnologie: markergestützte Selektion/ Präzisionszüchtung für Hopfen - Optimierung der Hopfenzüchtung mittels Genom- und Metaboliten-Analyse
- Forschungsprogramme:
 - EU Rahmenprogramm Horizon 2020
 - B-W: Forschungsprogramm Bioökonomie
 - Venture-Capital-Fonds B-W
 - ERA-NET-Bioenergy
 - ERA-NET Cofund FACCE SURPLUS
- B)
 - Biotechnologie und Nachhaltigkeit mit Schwerpunkt in Lehre auf nachwachsende Rohstoffe, Biotechnologie und Bioökonomie
 - energetische und stoffliche Nutzung von Biomasse
- C)
 - Mikroebene:
 - Funktion pflanzlicher Gene, Proteine und Metaboliten
 - Wachstum und Entwicklung von Pflanzen, Interaktion mit Symbionten und Schadorganismen
 - Mechanismen pflanzlicher Produktion
 - Strukturen der pflanzenbasierten Bioökonomie
 - Mesoebene: Beurteilung von Projektergebnissen für die pflanzenorientierte Bioökonomie
 - Makroebene: gesellschaftliche und volkswirtschaftliche Bilanzierung von Innovationen und Innovationspotentialen
 - Maßnahmen: Finanzierung transdisziplinärer Verbundprojekte und Nachwuchsgruppen (Pflanzliche Proteinqualitätskontrolle – Bedeutung der Erkennung und Stabilität von Proteinen, Leitung Dr. Nico Dissmeyer; Junior Research Group „Economics and Institutions of the Bioeconomy“, Leitung Dr. Lioudmila Chatalova)

Technische Ausstattung:

- A) Forschungsprogramm Bioökonomie Baden-Württemberg: >2 Mio € allein an Universität Hohenheim
- B) Labor- und Forschungsgebäude für 20Mio € mit 2.800m² Hauptnutzfläche, Technikum TFZ
- C) u.a. Feld-, Gewächshaus- und Klimakammern, High Performance Computing, Next Generation Sequencing, High Throughput Image Analysis, chromatographische und spektroskopische Methoden, Metabolomics- und Proteomics Plattformen, Biotechnologische Verfah-

ren, Bereitstellung pflanzengenetischer Ressourcen und nicht-invasiver Hochdurchsatzphänotypisierungsinfrastruktur, Aufschluss von Lignocellulose, Fermentationskapazitäten, mechanische und thermische Trennverfahren

Einrichtungen/Angesiedelte Unternehmen:

B)

8500 Unternehmen vernetzt; direkt ansässig:

- Biocampus Straubing GmbH
- Kompetenzzentrum für Nawaro (KoNaRo)
- BioCubator: Gründer und Unternehmenszentrum für Nachwachsende Rohstoffe
- BERST BioEconomy Regional Strategy Toolkit: Zusammenschluss verschiedener europäischer Länder zum Ausbau der Bioökonomie, z.B. Madrid Biocluster oder Bio Base Westland, Niederlande
- BayBiotech: Projektverbund TU München, Universitäten Erlangen-Nürnberg, Bayreuth: Finanzierung Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz mit 2 Mio. €
- Regionales Cluster Nachwachsende Rohstoffe
- C.A.R.M.E.N. e.V. (Centrales Agrar-Rohstoff Marketing und Energienetzwerk)
- Technologie und Förderzentrum (TFZ)
- Fraunhofer IGB, BioCat Straubing, Centrum für Energiespeicherung
- biomasse GmbH
- Stiftung Nachwachsende Rohstoffe
- Verband Deutscher Biomasseheizwerke e. V.
- Netzwerk Forst und Holz

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

A)

- Erster Bioökonomie-Studiengang in Europa (Master) und Promotion mit bioökonomischen Schwerpunkt möglich
- Summer School im Rahmen des Strategischen Netzwerks Bioökonomie (BECY)
- Best Global Universities Ranking 2018 in Agrarforschung & Food Sciences: 1. Deutschland, 5 Europa, 15 weltweit
- Netzwerkkoordination, z.B. B.-W. Bioökonomie-Forschungsnetzwerk
- Kooperation Cluster Biopolymere und Biowerkstoffe, Bio-based Industries Consortium (BIC)
- Wissenschaftliche Beratung für Antragstellung und Leitung von Projekten sowie Projektentwicklung
- Ausstattung 2. Internationaler Bioökonomie Kongress 2017

- EU Food-STA - European Food-Studies and Training Alliance: auf Industriebedürfnisse ausgerichtet

B)

- Unternehmensförderung im Businessplanwettbewerb „PlanB“
- Regionale Kampagne „BioPassiert“ gegen Ressourcenverschwendung
- NAWAREUM Schaugarten für NawaRos, Verbrauchereinbindung

C)

- Kooperationen mit KMUs (inkl. Zugang zu Forschungsinfrastrukturen) mit Fokus auf die Leitmärkte Chemie, Bioökonomie, Ernährung und Landwirtschaft
- Integration der pflanzenbasierten Bioökonomie in traditionelle Studiengänge (Biologie, Chemie, Biochemie, Wirtschaftswissenschaften) und thematisch fokussierte Studiengänge (Agrarwissenschaften, Management natürlicher Ressourcen, Nutzpflanzenwissenschaften)

Ansprechpartner:

A)

- Geschäftsführung Forschungszentrum: Susanne Braun
- Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, FG Nachwachsende Rohstoffe und Bioenergiepflanzen: Prof. Dr. agr. Iris Lewandowski

B)

- Rektor: Prof. Dr. Volker Sieber
- Geschäftsführung: Dr.-Ing. Norbert Fröhlich

C)

- Sprecher des WCH:
 - Prof. Dr. Klaus Pillen, Leiter der Professur für Pflanzenzüchtung an der Martin-Luther-Universität (MLU) Halle-Wittenberg
 - Prof. Dr. Ludger Wessjohann, geschäftsführender Direktor des Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie (IPB)
- Wissenschaftliche Koordinatorin: Dr. Anne-Laure Tissier

URL:

- A) <https://biooekonomie.uni-hohenheim.de/forschungszentrum>
- B) <http://www.cs.tum.de/de/>
<http://www.straubing-sand.de/biocampus/>
(BioCampus Straubing GmbH)
- C) <http://www.sciencecampus-halle.de>

Nachwuchsgruppen im Förderschwerpunkt „Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel“

Übersicht: <http://www.bioecon-societal-change.de/>

STRIVE - Sustainable trade and innovation transfer in the bioeconomy

Institution: Center for Development Research (ZEF), Universität Bonn

Koordinator: Prof. Dr. Jan Börner, jborner@uni-bonn.de

Ziel: Verbesserung der Wissensbasis für die Gestaltung nachhaltiger Bioökonomie-Politiken und regulatorischer Rahmenbedingungen auf nationaler und internationaler Ebene.

Ansatz: Analyse von Nachhaltigkeitsimplikationen von transnationalem Biomassehandel, technologischer Innovation und Innovationstransfer in ausgewählten Bioökonomie-Sektoren und Regionen; Nachhaltigkeitsbewertung von Auswirkungen biobasierter Transformationen (z. B. in Bezug auf Beiträge zu den Sustainable Development Goals Armut beenden (1), Ernährung sichern (2), Ungleichheit verringern (10), Nachhaltiger Konsum (12), Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen (13), Landökosysteme schützen (15)).

Methoden: Integration von Ökonomie, Natur- und Politikwissenschaften in interdisziplinärem Ansatz, unter Verwendung u. a. von ökonomischer Modellierung, statistischen und ökonometrischen Analysen, Life Cycle Assessment, Technologie- und Innovationsmanagement, qualitativen und quantitativen Fallstudien.

URL: <http://strive-bioecon.de/>

TRAFOBIT - The role and functions of bioclusters in the transition to a bioeconomy

Institution: Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien (IAMO), Halle (Saale)

Koordinator: Dr. Ir. Frans Hermans, hermans@iamo.de

Ziel: Untersuchung der Rolle von „Bioclustern“, in denen verschiedene Akteure regional konzentriert den Ausbau der Bioökonomie vorantreiben, sowie der zu ihrer Etablierung notwendigen Veränderungen in wirtschaftlichen und technologischen Strukturen.

Ansatz: Forschung zu Innovationsprozessen innerhalb von Bioclustern und der Interaktion von Clustern mit ihrem gesellschaftlichen Umfeld, auf lokalen, regionalen, nationalen und internationalen Ebenen. Fokusthemen: Gesellschaftliche Diskurs-Koalitionen im Hinblick auf eine bio-basierte Wirtschaft; Innovationspartnerschaften; Einbettung von Bioclustern in ihrem regionalem Umfeld und internationalen Wertschöpfungsketten; Entwicklungspfade von Bioclustern.

Methoden: Interdisziplinäre Kombination von Theorien und Methoden aus Soziologie, Innovationswissenschaft, ökologischer Ökonomie und Mathematik, mit dem Ziel der Entwicklung neuer Forschungsansätze; Analyse von Innovationsprozessen u. a. per Sozialer Netzwerkanalyse und statistischen Netzwerkmodellen.

URL: <https://www.iamo.de/forschung/projekte/details/trafobit/>

Bioeconomy & Inequalities - Transnational Entanglements and Interdependencies in the Bioenergy Sector

Institution: Friedrich-Schiller-Universität Jena

Koordinatorin: Jun.-Prof. Dr. Maria Backhouse, maria.backhouse@uni-jena.de

Ziel: Analyse sozialer Ungleichheiten, die mit dem expandierenden Bioenergie-Sektor verbunden sind, als einem Kernbereich der Bioökonomie

Ansatz: Untersuchung von Veränderungsprozessen in Arbeitsbeziehungen, Wissens- und Technologieproduktion, politischen Entscheidungen und kommerziellen Strukturen im transnationalen Bioenergiesektor, anhand von Fallstudienanalysen von Entwicklungen in Ländern wie Brasilien, Argentinien, Indonesien, Malaysia und Deutschland und der Analyse von Verschränkungen und Interdependenzen zwischen Südamerika, Süd-Ost Asien und Westeuropa; dabei systemische Integration von Ungleichheits-relevanten Dimensionen wie Geschlecht, Klasse, Ethnizität.

Methoden: Verknüpfung der Analyse globaler Ungleichheiten mit sozio-ökologischen Fragestellungen und Empirie.

URL: <http://www.bioinequalities.uni-jena.de/en/>

CIRCULUS - Opportunities and challenges of transition to a sustainable circular bioeconomy

Institution: Universität Freiburg

Koordinatorin: Jun.-Prof. Dr. Sina Leipold, sina.leipold@transition.uni-freiburg.de

Ziel: Entwicklung eines umfassenden Verständnisses von gegenwärtigen Transformationen zu einer Kreislaufwirtschaft in Europa und darüber hinaus, sowie Ableitung möglicher Transformationspfade und Spezifikation entsprechender sozio-ökonomischen Auswirkungen.

Ansatz: Analyse von gesellschaftlichen Diskursen und der Rolle von Akteuren in der Erzeugung von Diskursen auf verschiedenen Ebenen sowie Analyse von Governance-Entwicklungspfaden (Prozesse der Politik-Formulierung und Implementierung in ausgewählten Industrie-Sektoren); Konzeptualisierung von globalen Lieferketten und Stoffströmen in einer Kreislaufwirtschaft, auf Basis von Analysen und Bewertungen von Transformationen in bestehenden, agrar- oder forstwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten.

Methoden: Konstruktivistische Systemperspektive, die politische Visionen einer Kreislaufwirtschaft mit gegenwärtigen Transformationen in Wirtschaftssektoren und länderübergreifenden Wertschöpfungsketten verbindet; insbesondere Anwendung des „Discursive Agency Approach“ sowie Verbindung politikwissenschaftlichen Wissens mit Bewertung von Nachhaltigkeitsauswirkungen auf Basis von u. a. Consequential LCA, Interviews oder Delphi-Studien.

URL: <https://www.circulus-project.de/>

Beispiele Bioökonomie relevanter Cluster

- A) Spitzencluster Mitteldeutschland BioEconomy e.V.
- B) Industrielle Biotechnologie Bayern Netzwerk GmbH (IBB)
- C) BIO.NRW Cluster Biotechnologie Nordrhein-Westfalen

A) BioEconomy e.V.

Ziele der Bioökonomieforschung:

- weltweit beispielhafte Umsetzung der Bio-Ökonomie im Maßstab einer ganzen Region erreichen und Wachstumsimpulse setzen
- nachhaltige Maximierung der branchenübergreifenden Wertschöpfung von Non-Food-Biomasse durch Koppelproduktion und Kaskadennutzung zur Erzeugung von Chemikalien, neuen Materialien, Werkstoffen und Energie
- Innovationsbeschleunigung durch integrierte, zeitlich und räumlich abgestimmte Skalierung von Prozessen und Anlagen vom Labor- bis zum Demonstrationsmaßstab

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

- Biomasserohstoff: Holz (Lignozellulose-Fokus) Stoffliche und energetische Nutzung
- Energie: Bioenergie aus Reststoffen
- Chemie, Biopolymere: Biobasierte innovative Werkstoffe aus Holz, biobasierte Chemie aus dem Rohstoff Holz
- Papier- und Zellstoffindustrie
- Maschinen- und Anlagenbau

Technische Ausstattung:

- 60 Unternehmen, Forschungs- und Bildungseinrichtungen in 25 Verbund- und 85 Teilprojekten (BMBF 2015)

Partner u.a.

- Industrie: Ante-Holz, Linde Engineering, Zellstoffwerke Stendal (Mercer Group), Vattenfall
- Mittelstand: Homatherm, timura, c3house
- Forschung: FH Rosenheim, Fraunhofer-Institute IGB, ICT, IFF, CBP, IWMS, IMW, IAP, Umsicht und WKI, Deutsches Biomassefor-

schungszentrum DBFZ, Helmholtzzentrum für Umweltforschung UFZ, HHL - Leipzig Graduate School of Management

- Nutzung bestehender Clusterstrukturen: Chemie-Kunststoffe Mitteldeutschland, Holzcluster Rottleberode, Energie- und Umweltcluster Leipzig (Arbeitsnetzwerk Bioenergie), Netzwerk Chemisch-Biotechnologisches Prozesszentrum CBP in Leuna

Partneranlagen:

- Siehe u.a. Steckbriefe Fraunhofer CBP (mit Chemiepark inkl. integrierten biochemischen Prozess- und Anlagenzentrum gemeinsam mit Pilotanlage von Global Bioenergies – 100t/a Isobuten) und DBFZ

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Modellregion für Verknüpfung der Holzwirtschaft mit chemischer und kunststofferzeugender Industrie und Begleitung durch Forschungseinrichtungen
- GISBERT: Gründungsoffensive für die Bioökonomie
- Unterstützung bei Antragsstellung im Rahmen BMBF Programm „Neue Produkte für die Bioökonomie“
- Innovationszentrum für Bioenergie Leipzig
- Regelmäßige Veranstaltungen zum Austausch Wissenschaft/Wirtschaft: Matchmaking Bioeconomy

Ansprechpartner:

BCM BioEconomy Cluster Management GmbH:
Prof. Dr. Matthias Zscheile, Rainer Busch

URL: <http://www.bioeconomy.de/>

B) IBB

Ziele der Bioökonomieforschung:

- effiziente und schnelle Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in innovative Produkte und Verfahren im Sinne eines nachhaltigen Wirtschaftswachstum
- Beitrag für Industrielle Biotechnologie als fester Bestandteil z. B. in Farben- und Lackindustrie, Schmier- und Klebstoffproduktion, Leichtbaumaterialien, Bioplastik, Textilien

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

- Erzeugung innovativer Biomaterialien und hochwertiger Inhaltsstoffe für Nahrungsmittel und Kosmetikindustrie
- Verwertung pflanzlicher Proteine und sekundärer Pflanzenstoffe sowie nicht-pflanzlichen Biomaterialien
- Herstellung von Biokraftstoffen der 2. und 3. Generation
- Prozessoptimierung

Methoden und Werkzeuge:

- Hydrolyse von Lignocellulose – SEH
- Neue Anwendungen der Weißen Biotechnologie zur Herstellung von sicherheitsrelevanten Bauteilen für Kraftfahrzeuge
- Begleitforschung zur Bioethanol-Pilotanlage

Innovative (bio-)technologische Verfahren:

- Entwicklung einer neuen Downstreamprozesskette von biogenen Rohstoffen zu C2 und C4-Oxygenaten
- Screening von Algen in geschlossenen Photobioreaktoren nach hochwertigen Produkten
- Zellfreie Bioproduktion von hydrophoben Synthesebausteinen aus nachwachsenden Rohstoffen
- Enzym-Recycling in industriellen Prozessen mittels neuartiger Peptid-Tags

Technische Ausstattung:

- Über 100 Mitglieder aus Industrie und Forschung

Partner u.a.

- Industrie: Cargill Deutschland GmbH, CANDOR Bioscience GmbH, Clariant Produkte (Deutschland) GmbH, Eurofins Medigenomix GmbH, Global Bioenergies S.A., KIT, UPM GmbH, Wacker Chemie AG, UPM GmbH
- Forschung Biocampus Straubing, BioCat Fraunhofer, Fraunhofer IAO, ICT, IGB, IVV und UMSICHT
- Vernetzung mit bestehenden Clusterstrukturen: BioM Cluster Biotechnologie Bayern, Chemie-Cluster Bayern GmbH (Projekt Holz s.o.)

Partneranlagen:

- Pilotanlage zur Herstellung von biogenem Acetat
- Technikums- und Screeninganlage zur Herstellung von Bioethanol der 2. Generation
- Demonstrationsanlage zur Herstellung von Bioethanol der 2. Generation
 - beide mit Clariant, sunliquid® (2012): Bioethanol der 2. Generation aus Agrarreststoffen
- Technikum und Screening-Labor für Industrielle Biotechnologie

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

Leit-/Industrieprojekte:

- Global Bioenergies' Weg zu Bio-Kohlenwasserstoffen (2014): Neue industrielle Verfahren für die biotechnologische Umwandlung von nachwachsenden Rohstoffen in leichte Kohlenwasserstoffe
- 2mag bioREACTOR 48 für die Bioprozessentwicklung (2013): Ein Bioreaktor für eine einfache und genaue Abbildung von Produktionsprozessen im Milliliter-Maßstab
- Mit Roche - Energie aus Abwasser (2012): Energieautarke und hocheffiziente industrielle Abwasserreinigung

Ansprechpartner:

Geschäftsführung: Prof. Dr. Haralabos Zorbas, IBB Netzwerk GmbH

URL: <http://www.ibbnetzwerk-gmbh.com/de/startseite/>

C) BIO.NRW

Ziele der Bioökonomieforschung:

- nachhaltige Entwicklung der Stärken der nordrhein-westfälischen Biotechnologie
- zentrale Aspekte: effektives Netzwerk von Unternehmen und Wissenschaft, zentrale Veranstaltungsplattform für Life Science Themen, Nachwuchsförderung, Unterstützung von Start-Ups und KMU

Themenfelder der Bioökonomieforschung:

- Industrielle Biotechnologie (weiß und rot) als Querschnittstechnologie für Pharmazeutische-, Chemische-, Stahl-, Kosmetik-, Nahrungs- und Futtermittelindustrie

Weißer Biotechnologie:

- Biokonversion durch Biokatalysatoren (Enzyme) aus Prozessoptimierung mittels gerichteter Evolution oder bei der Identifizierung neuer Enzyme durch die Metagenomanalyse
- INMARE, Industrial Applications of Marine Enzymes – Biokatalysatoren aus extremen marinen Lebensräumen

Rote Biotechnologie - Bio.NRW.red:

- Entwicklung neuer Medikamente oder innovativer diagnostischer Verfahren
- „Companion Diagnostics“ Unterstützung für eine validierte Behandlungsentscheidung mit neuartigen, sehr spezifischen Pharmazeutika
- Regenerationsmedizin (Biomaterialien, Synthetische Biologie)
- Gentherapie

Technische Ausstattung:

- Begleitforschung 500 Unternehmen in Life Sciences, 109 Kernkompetenz Biotechnologie mit 59 Hochschul- und Forschungseinrichtungen mit 4.400 Mitarbeitern
- 48,6% des gesamtdeutschen Umsatzes der Biotechnologiebranche, NRW europaweit höchste

- Zahl biotechnologischer Patentanmeldungen
- 60 Technologie- und Gründerzentren – aktuell sind in 26 von ihnen insgesamt 155 Biotech- und Life-Science-Unternehmen
- „Geburtsstätte der Pflanzen Biotechnologie“ am Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung

Partner u.a.

- Industrie: Qiagen, Miltenyi Biotec, Bayer, UCB, Henkel, Evonik Industries, KMU: AiCuris, Biofrontera, NEO New Oncology, Paion, Xell, StartUp: Ayoxxa Biosystems, Cube Biotech, Numaferm, PL BioScience
- Forschung: MPI, Leibniz, Helmholtz, Fraunhofer

Beispiele für Wissenstransfer in die Praxis:

- Innovationsnetzwerk: Modellregion für eine innovative und nachhaltige Stoffstromnutzung Rheinland (RIN Stoffströme) und hocheffiziente industrielle Abwasserreinigung und „Circular economy education“
 - BioInnovation Growth mega-Cluster – BIG-Cluster – Deutschland und BeNeLux
- Startup Förderungsprogramm
- BioBase4SME – KMU Förderung
- BIOPEN: Open-Innovation Plattform: Stärkung Kooperation und Entwicklung von bio-basierter Industrie und Downstream Sector
- MINT Schüler Labore
- Goal-Based Learning in an Alternate Reality Setting (GLARS): ein multimediales Lernprojekt für Schüler des Ausbildungszweiges zum Biologisch-technischen Assistenten (BTA)

Ansprechpartner:

- Landesclustermanager BIO.NRW: Dr. Bernhard Garthoff
- Wissenschaftlicher Referent, Industrielle Biotechnologie CLIB2021: Dr. Juri Bach
- Clustergeschäftstelle FZ Jülich

URL: <http://www.bio.nrw.de/cluster/>

4 Fazit: Verortung innovativer Bioökonomiethemem

Der vorliegende Bericht verdeutlicht den Umfang sowie die Vielfalt, welche die Forschungsförderung sowie die Forschungslandschaft im Bereich Bioökonomie in Deutschland aufweisen. Tab. 13 gibt einen zusammenfassenden Überblick darüber, welche der hier betrachteten Institute in verschiedenen Themenbereichen aktiv sind. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die vorgenommene Analyse angesichts der Breite des Forschungsfelds und der Vielzahl der Institute mit relevanten Forschungsaktivitäten nicht abschließend ist.

Aus forschungsstrategischer Sicht nimmt die Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 (koordiniert vom BMBF), zu deren Umsetzung Förderprogramme und –maßnahmen verschiedener Ressorts beitragen, eine zentrale Rolle ein. Mit einer Laufzeit von 2010-2018 befindet sich die Forschungsstrategie derzeit in Überarbeitung, mit wichtigen Implikationen für die zukünftige Ausrichtung der Bioökonomieforschung. Aktuell ist absehbar, dass die weiterentwickelte Forschungsstrategie BioÖkonomie einen stärkeren Schwerpunkt auf den Beitrag der Bioökonomie zu nachhaltigkeitspolitischen Zielen sowie die Verschränkung von Bioökonomie und Digitalisierung wie auch das Konzept einer „Biologisierung der Wirtschaft“ als Schlüsseltechnologie legen wird (siehe Kap. 2.3). Zudem ist davon auszugehen, dass dem Praxistransfer von Forschungsergebnissen sowie der Einbindung von KMUs weiterhin eine wichtige Rolle zugemessen wird. Gleichzeitig macht die Fortentwicklung der Strategie eine Abstimmung mit weiteren Förderprogrammen, die z. T. eine längere Laufzeit haben, notwendig, wie etwa dem BMEL-Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“, dem BMWi-Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“, dem BMBF-Rahmenprogramm „Forschung für nachhaltige Entwicklung – FONAS³“, dem Rahmenprogramm „Gesundheitsforschung der Bundesregierung“ sowie dem vom BMWi koordinierten 6. Energieforschungsprogramm (siehe Tab. 1 in Kap. 1.1). Letzteres befindet sich ebenfalls in Überarbeitung und wird sich zukünftig voraussichtlich auf systemorientierte und thematisch integrierte Forschungsansätze fokussieren, die zur Optimierung des gesamten Energieversorgungssystems und intelligenter Sektorkopplung beitragen (siehe Kap. 2.4.3).

Eine weitere Orientierung zu möglichen Zukunftsthemen der Bioökonomieforschung geben die Empfehlungen des Bioökonomierats zur Fortentwicklung der Nationale Forschungsstrategie (siehe Kap. 2.3, Tab. 12). Tab. 14 stellt zusammenfassend dar, welche Institute bereits erkennbare Forschungsschwerpunkte auf den vorgeschlagenen, neuen Handlungsfeldern und Querschnittsthemen haben (namentlich den Handlungsfeldern „Bioökonomie für eine hohe Lebensqualität in Städten“, „Gesundes und nachhaltiges Ernährungssystem“, „Ressourcenschutz & biobasierte Kreislaufwirtschaft“, „Nachhaltiger biobasierter Konsum“, „Umwandlung und Speicherung von Sonnenenergie“ sowie den Querschnittsthemen „Einbindung der Gesellschaft und der Akteure des Innovationssystems“, „Digitalisierung“ und „Begleitmaßnahmen und Forschung zur Umsetzung“). Als weiteres, innovatives Thema der Bioökonomieforschung gibt Tab. 14 zusätzlich einen Überblick über Institute, die am Übergang von Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Forschung aktiv sind (insbesondere in den Bereichen Synthetische Biologie, Genome Editing und Biomedizin, Neue Materialien).

Die Steckbriefe zur Forschungslandschaft zeigen zudem, dass Institute mittels diverser Aktivitäten den Transfer von Forschungsergebnissen und technologischen Entwicklungen in die

Praxis vorantreiben. Stark ausgeprägt sind etwa Kooperationen mit Industrie- und weiteren Praxispartnern, Politikberatungsaktivitäten, das Engagement in Netzwerken mit Praxispartnern sowie die Organisation von Wissenstransfer-Veranstaltungen. Für den Technologietransfer sind zudem der Betrieb von Forschungsinfrastrukturen, die auch externen Nutzern offenstehen, und die Kooperation mit Industriepartnern im Rahmen von Open Innovation Labs relevant, sowie im Rahmen der Gesundheitsforschung der Betrieb von Translationszentren in Kooperation mit Kliniken. Darüber hinaus sind insbesondere bei Helmholtz-Zentren und Fraunhofer-Instituten Technologietransfereinheiten oder Entrepreneurship-Fördermöglichkeiten verbreitet, welche gezielt Ausgründungen unterstützen, um auf diesem Wege die Anwendung innovativer Technologieentwicklungen zu beschleunigen. Für den Austausch von Wissenschaft und Praxis ist zudem die Bedeutung von regionalen Bioökonomie-Clustern und –Netzwerken hervorzuheben, mit Beispielen wie dem Spitzencluster BioEconomy in Mitteldeutschland, dem Netzwerk Industrielle Biotechnologie Bayern oder dem BIO.NRW Biotechnologie-Cluster in Nordrhein-Westfalen. Beim Wissensaustausch mit Cluster-Partnern spielt auch die universitäre Forschung eine wichtige Rolle, auf die im vorliegenden Bericht nur am Rande eingegangen wird. Beispiele sind wissenschaftliche Kompetenzzentren wie der BioCampus Straubing oder das Bioeconomy Science Center als Zusammenschlüsse von universitärer und außeruniversitärer Forschung mit starkem Fokus auf Praxis Kooperationen. Die hier beispielhaft gelisteten Aktivitäten können als Ansatzpunkte dienen, auf welche die Bioökonomie-Forschungslandschaft in Deutschland bei einer zukünftig noch stärker auf Technologie- und Wissenstransfer ausgerichteten Forschungsförderung aufbauen kann.

Tab. 13 Thematische Übersicht zu Helmholtz-Zentren, Fraunhofer-Instituten und weiteren Einrichtungen mit Bioökonomie-relevanten Forschungsschwerpunkten

Themenbereich der Bioökonomieforschung	Forschungseinrichtungen
Ressourcenbasis (Boden / Klima/ Ozeane)	<ul style="list-style-type: none"> – Helmholtz-Zentren: FZ Jülich/BioSC, UFZ, Helmholtz Zentrum München, Helmholtz-Zentrum Potsdam, IFM-GEOMAR – Fraunhofer-Einrichtungen: UMSICHT, IGB, ICT, ISI, EMB, IMWS – DBFZ, Thünen-Institute, IFEU, IfW, Nachwuchsgruppe STRIVE, IAMO, WCH
Pflanzenzüchtung	<ul style="list-style-type: none"> – Helmholtz-Zentren: FZ Jülich/BioSC, Helmholtz Zentrum München – ATB, Cluster Bio.NRW, Forschungszentrum Universität Hohenheim, WCH
Tierzüchtung	<ul style="list-style-type: none"> – Fraunhofer-Einrichtung EMB – ATB, Thünen-Institute
Algen	<ul style="list-style-type: none"> – Helmholtz-Zentren: FZ Jülich/BioSC, KIT, UFZ, IFM-GEOMAR – Fraunhofer-Einrichtungen: IGB, CBP, EMB – ATB, Forschungszentrum Universität Hohenheim und Cluster IBB, DBFZ und IFEU, WCH
Landtechnik	<ul style="list-style-type: none"> – Fraunhofer-Einrichtungen: UMSICHT, IGB, IESE – ATB, Thünen-Institute

Biotechnologie	<ul style="list-style-type: none"> – Helmholtz-Zentren: FZ Jülich/BioSC, KIT, UFZ, HZB, IFM-GEOMAR, Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Fraunhofer-Verbund „Life Sciences“, „Materials“, Fraunhofer-Leistungszentrum „DynaFlex“ und Fraunhofer-Einrichtungen: UMSICHT, IGB, CBP, ISI, EMB, IME, LBF, IBMT – ATB, nova-Institut, Forschungszentrum Universität Hohenheim, BioCampus Straubing, Cluster IBB, Spitzencluster BioEconomy e.V., Cluster Bio.NRW, WCH
Neue Wirkstoffe, individualisierte Medizin	<ul style="list-style-type: none"> – Helmholtz-Zentren: FZ Jülich/BioSC, Helmholtz Zentrum München, Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Fraunhofer-Verbund „Life Sciences“, Leistungszentrum Halle und Fraunhofer-Einrichtungen: EMB, IGB, IME, ITEM, IZI, IBMT – Cluster Bio.NRW, WCH
Neue Lebensmittel	<ul style="list-style-type: none"> – Fraunhofer-Verbund „Life Sciences“ und Fraunhofer-Einrichtung EMB, IME – ATB, Thünen-Institute, IFEU
Biobasierte Chemikalien und Kunststoffe	<ul style="list-style-type: none"> – Helmholtz-Zentren: FZ Jülich/BioSC, KIT, UFZ – Fraunhofer-Verbund „Life Sciences“, Fraunhofer-Leistungszentrum Chemie und Biosystemtechnik sowie Fraunhofer-Einrichtungen: UMSICHT, IGB, CBP, ICT, LBF, WKI – ATB, Thünen-Institute, nova-Institut, IFEU, Cluster IBB, Spitzencluster BioEconomy e.V., WCH
Baumaterialien	<ul style="list-style-type: none"> – Helmholtz-Zentren: KIT – Fraunhofer Verbund „MATERIALS“ und Einrichtungen: IGB, ICT, LBF, EMB, WKI – IFEU, Cluster Bio.NRW, Spitzencluster BioEconomy e.V., WCH
Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> – Helmholtz-Zentren: FZ Jülich/BioSC, KIT, UFZ, DLR – Fraunhofer Allianzen Energie und Batterie, Leistungszentrum „DynaFlex“ sowie Fraunhofer-Einrichtungen: UMSICHT, IGB, Centrum für Energiespeicherung (mit BioCampus Straubing), ICT, ISI, Cluster IBB, Spitzencluster BioEconomy e.V., WCH
Umwelttechnik (Altlasten / Abwasser)	<ul style="list-style-type: none"> – Helmholtz-Zentren: UFZ, HZDR – Leistungszentrum „DynaFlex“ und Fraunhofer-Einrichtungen: UMSICHT, IGB, EMB, ISI, IMWS – DBFZ, Cluster IBB, Cluster Bio.NRW, IFEU
Biologische Prinzipien für die Digitalisierung	<ul style="list-style-type: none"> – Helmholtz-Zentren: FZ Jülich/BioSC, KIT, Helmholtz Zentrum München, Helmholtz-Zentrum Potsdam, DLR – Fraunhofer Verbund „Life Sciences“, Fraunhofer-Allianz Big Data und Fraunhofer-Einrichtungen: EMB, IGB, IESE, IML, IBMT
Gesellschaftliche Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> – Helmholtz-Zentren: FZ Jülich/BioSC, KIT, UFZ, DLR – Fraunhofer-Einrichtungen: ISI, IMW – ATB, DBFZ, IfW, IFEU, alle Nachwuchsgruppen (bes. TRAFÖBIT und CIRCULUS), Ecologic, IAMO, IASS, IINAS, IZES, Öko-Institut, Wuppertal Institut, WCH
Systemanalyse und Systemmodelle	<ul style="list-style-type: none"> – Helmholtz-Zentren: FZ Jülich/BioSC, KIT, UFZ, DLR – Fraunhofer Allianz Energie und Fraunhofer-Einrichtungen: UMSICHT und ISI – ATB, DBFZ, IfW, IFEU, Thünen-Institute, DBFZ, Nachwuchsgruppe CIRCULUS, Wuppertal Institut

Anm.: Die Darstellung orientiert sich an den Einrichtungen, die im Rahmen dieses Berichts per Steckbrief (siehe Kap. 3.1-3.3) oder Kurzbeschreibung (s. Tab. 3 u. 4) vorgestellt wurden, und ist nicht abschließend.

Tab. 14 Schwerpunktmäßige Verortung der vom Bioökonomierat vorgeschlagenen Themenfelder für eine weiterentwickelte Forschungsstrategie BioÖkonomie sowie weiterer innovativer Forschungsfelder

Themenfeld	Institute mit gegenwärtigen Forschungsschwerpunkten im Themenfeld
Handlungsfeld 1: Bioökonomie für eine hohe Lebensqualität in Städten	<ul style="list-style-type: none"> - KIT (Technologie- und Materialentwicklung für den Bausektor) - UFZ (Nachhaltige Stadtentwicklung) - Fraunhofer IGB (Wasser- und Kreislaufwirtschaft, Integrierte Abwasser-Bioraffinerie - Hydroponik) - Fraunhofer EMB (multitrophische Aquakultur und Aquaponics) - IFEU (Abfallstoffe, Recycling in Städten) - Cluster IBB und BIO.NRW (Abwasseraufbereitung und Nutzung von städt. Biomasse-Reststoffen in Bioraffinerien)
Handlungsfeld 2: Gesundes und nachhaltiges Ernährungssystem	<ul style="list-style-type: none"> - Forschungszentrum Jülich und BioSC (Intensivierung und Nachhaltigkeitsicherung der Pflanzenproduktion, Agrosphärenforschung) - Helmholtz Zentrum München (pflanzliche Abwehr, Stressresistenz, Wachstumsförderung) - IFM-GEOMAR (Nachhaltige Nutzung mariner Rohstoffe) - Fraunhofer IGB (Algenzüchtung in Algen-Biogas-Kopplung mit Bioraffinerien) - Fraunhofer EMB (innovative Nahrungsmittel-Prototypen aus marinen Ressourcen, Aquakultur) - Forschungszentrum für Bioökonomie - Uni Hohenheim (Algen- und Pflanzenzüchtung, Präzisionszüchtung) - ATB und Thünen-Institut für Agrartechnologie (Precision Farming, Landwirtschaft 4.0, Tierhaltung und -nahrung) - Cluster BIO.NRW (Lebensmittelindustrie) - WCH (pflanzenwissenschaftliche und biotechnologische Innovationen)
Handlungsfeld 3: Ressourcenschutz & biobasierte Kreislaufwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Forschungszentrum Jülich und BioSC (ressourceneffiziente und nachhaltige Bioprozesse und -produkte) - KIT (Energie-, material- und ressourceneffiziente Technologien) - UFZ (Modelle und Monitoring für die Analyse von Bioökonomie- und Kreislaufwirtschaftssystemen) - DLR (effiziente Energieumwandlungstechnologien) - HZDR (ressourcenschonende industrielle u. Rohstoffgewinnungsprozesse) - Holzbiobasierte Bioökonomie und Bioraffineriekonzepte: ATB, DBFZ, BioEconomy Spitzencluster und Fraunhofer UMSICHT; IGB; WKI; CBP; ICT sowie IFEU (Carbon2Chem) - ATB (Schutz und Verständnis der genetischen Diversität)
Handlungsfeld 4: Nachhaltiger biobasierter Konsum	<ul style="list-style-type: none"> - Fraunhofer ISI (Konsumenten-Produzenten Interaktionen, Trends) - ATB und Thünen-Institute (Zertifizierung im Agrarindusbereich) - nova Institut (Forschung zu Nachhaltigkeitszertifizierung, Marktanalysen) - WCH (Analyse Verbrauchernachfrage) - Weitere Institute, z. B. Ecologic, IINAS, IASS (s. Tab. 4)
Handlungsfeld 5: Umwandlung und Speicherung von Sonnenenergie, hybride Energiesysteme*	<ul style="list-style-type: none"> - KIT (Energieforschung u.a. zu konzentrierender Solarthermie, Speichern) - UFZ (Solare Materialien) - DLR (Speicherforschung) - Helmholtz-Zentrum Geesthacht (Wasserstoffforschung) - Fraunhofer-Allianzen Energie und Batterie - Fraunhofer ICS, ISE, UMSICHT, IGB (Centrum für Energiespeicherung, Chemische Speicher, Solare Energiesysteme und -speicherung, Künstliche Photosynthese)

<p>Querschnittsthema: Einbindung der Gesellschaft und der Akteure des Innovationssystems</p>	<ul style="list-style-type: none"> - BioSC (Schwerpunkt Industriekooperationen) - FZ Jülich (Bewertung von Energie- und Nexus-basierten Systemen) - KIT (Konzeptentwicklung, Stakeholder-Partizipationsansätze) - UFZ (Szenarien- und Konzeptentwicklung) - DLR (Technologiebewertung, Szenarien) - Fraunhofer ISI (Stakeholdereinbindung, Innovationssysteme/-technologien, Zukunftsentwürfe) - DBFZ und Spitzencluster (regionaler Netzwerkaufbau, Monitoring) - Thünen-Institute (Internetplattformen, Datenbereitstellung, Beratungszentren) - nova Institut (Innovationsscouting und Stakeholderbeteiligung) - Nachwuchsgruppe CIRCULUS (Transformationspfade zu einer Kreislaufwirtschaft, Diskurs- und Akteursanalyse) - Nachwuchsgruppe TRAFORBIT (Biocluster, gesellschaftliche Diskurs-Koalitionen) - Nachwuchsgruppe Bioeconomy & Inequalities (soziale Ungleichheiten) - IfW (Think Tank Wirtschaftspolitik, Bioökonomie als gesellschaftlicher Prozess) - WCH (Sozioökonomische Rahmenbedingungen der pflanzenbasierten Bioökonomie)
<p>Querschnittsthema: Digitalisierung</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Forschungszentrum Jülich (terrestrische Beobachtungsplattformen, Phänotypisierung) und BioSC (Bioinformatik und Wissensmanagement als Querschnittsthema) - KIT (Supercomputing und big data) - Helmholtz-Zentrum Potsdam (Fernerkundungsgestütztes Monitoring von Bodendegradationsprozessen, Precision Farming) - Helmholtz Zentrum München (genom-orientierte Bioinformatik, Pflanzenphänotypisierung) - ATB und seine Nachwuchsgruppe „Data Science in Agriculture“ (Landwirtschaft 4.0) - Fraunhofer-Allianz Big Data und IML (Digitale Energie, Industrie 4.0) - Thünen-Institute Agrartechnologie und Ländliche Räume (Digitalisierung in Landwirtschaft und Raumstrukturen) - IFEU (Industrie 4.0)
<p>Querschnittsthema: Begleitmaßnahmen und Forschung zur Umsetzung</p>	<ul style="list-style-type: none"> - BioSC (Wirtschaftliche Umsetzbarkeit und gesellschaftliche Implikationen der Bioökonomie) - KIT (Sozial- und systemwissenschaftliche Innovationsforschung, Nutzbarmachung von Forschungsergebnissen für Entscheidungsprozesse) - UFZ (Bioökonomie-Steuerungsansätze und –Instrumente, u. a. als Begleitforschung zum Spitzencluster Bioökonomie) - DLR (Wirtschaftlichkeitsanalysen, Markteinführungsstrategien) - Fraunhofer ISI (Innovationsstudien und rechtliche Rahmenbedingungen/Zertifizierung) - Nachwuchsgruppe STRIVE (Nachhaltigkeitsimplikationen, Wissensbasis für Politikgestaltung) - IfW (Sozial- und verhaltensökonomische Ansätze, Politikberatung, Gesellschaftliche Akzeptanz von Technologien) - WCH (Nachwuchsgruppe Economics and Institutions of the Bioeconomy, Auswirkungen der Bioökonomie auf Wirtschaftsmodelle und Normen)

Innovationsfelder Synthetische Biologie, Genome Editing und Biomedizin, Neue Materialien	<ul style="list-style-type: none"> - Forschungszentrum Jülich (Weiche Materie, Nanokomposit-Materialien) und BioSC (Strukturbiologie als Querschnittsthema) - KIT (Nanosysteme, Biogrenzflächen) - Helmholtz Zentrum München (Rolle von Genfaktoren bei Krankheitsentstehung, innovative Diagnose- und Therapieverfahren) - DLR (neue Werkstofflösungen, Bionik) - Helmholtz-Zentrum Berlin (neue Materialien) - Helmholtz-Zentrum Geesthacht (Technologiegetriebene Gesundheitsforschung, innovative Werkstoffe) - Fraunhofer EMB, IBMT, ITEM, IGB (Translationszentrum), IBMT (Biomedizintechnik), UMSICHT und Fraunhofer Verbund „Life Sciences“ (Biologische Materialien, Synthetische Biologie, Genomanalysen, Bioinformatik, Regenerative Medizin) - Cluster BIO.NRW (Biomedizin, Gentherapie, Synthetische Biologie, Nanomaterialien) - Fraunhofer Verbund „MATERIALS“ und IGB, UMSICHT, ICT, LBF (Bau und Neue Biomaterialien) - Fraunhofer IGB, ICT; LBF (Nanomaterialien)
--	---

* Anm.: Die Darstellung basiert auf den in Steckbriefen vorgestellten Einrichtungen und ist nicht abschließend. Umwandlung und Speicherung von Sonnenenergie waren nicht explizit Teil der (an bisherigen Themenfeldern der Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie orientierten) Recherche zur Forschungslandschaft. Sofern auf Basis von Institutswebseiten Verknüpfungen von Speicherforschung und Forschung zu biobasierten Prozessen und Produkten ersichtlich wurden, werden diese aufgeführt.

5 Literaturverzeichnis

- bioökonomie.de (2017). Forschungsatlas. Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). BIOCOM AG, Berlin. URL: https://biooekonomie.de/forschungsatlas_liste [Stand 12.10.2017].
- Bioökonomierat (2016). Empfehlungen des Bioökonomierates. Weiterentwicklung der „Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie 2030“. Berlin.
- BLE (2017). Das Bundesprogramm ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN). Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn. URL: <https://www.bundesprogramm.de/wer-wir-sind/ueber-das-bundesprogramm/> [Stand 20.10.2017].
- BLE (2015). Forschungsförderung im BÖLN für eine ökologische und nachhaltige Landwirtschaft. BLE, Bonn.
- BMBF (2017a). Tab 1.1.5 (BuFI 5). Ausgaben des Bundes für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung nach Förderbereichen und Förderschwerpunkten, Zeitreihe: 2009 - 2017. In: BMBF (Hrsg.) BMBF Datenportal Kapitel 1 Forschung und Innovation. Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0. URL: <http://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/Tabelle-1.1.5.xls> [Stand: 18.01.2018].
- BMBF (2017b). Forschung für eine biobasierte Wirtschaft. Erfolge und Herausforderungen für die Bioökonomie in Deutschland. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Referat Bioökonomie, Berlin.
- BMBF (2017c). Chancen 2021. Eckpunkte einer Forschungs- und Innovationsstrategie für ein starkes und lebenswertes Deutschland - Kurzzusammenfassung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Juli 2017. URL: <https://www.bmbf.de/files/Kurzzusammenfassung.pdf> [Stand: 22.01.2018].
- BMBF (2016a). Forschung für nachhaltige Entwicklung – FONA³. Rahmenprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. BMBF, Referat Grundsatzfragen, Nachhaltigkeit, Klima, Energie, Bonn.
- BMBF (2016b). Rahmenprogramm Gesundheitsforschung der Bundesregierung. BMBF, Referat Gesundheitsforschung, Berlin.
- BMBF (2016c). Internationalisierung von Bildung, Wissenschaft und Forschung. Strategie der Bundesregierung. BMBF, Abteilung Europäische und internationale Zusammenarbeit in Bildung und Forschung, Bonn.
- BMBF (2016d). Daten und Fakten zum deutschen Forschungs- und Innovationssystem. Bundesbericht Forschung und Innovation 2016. Ergänzungsband I. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Referat Grundsatzfragen der Innovationspolitik, Berlin.
- BMBF (2015). Deutschlands Spitzencluster, BMBF, Referat Neue Instrumente und Programme der Innovationförderung, Berlin.
- BMBF (2014a). Wegweiser Bioökonomie. Forschung für biobasiertes und nachhaltiges Wirtschaftswachstum. BMBF, Referat Bioökonomie, Berlin.
- BMBF (2014b). Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel. Konzept zur Förderung sozial- und wirtschaftswissenschaftlicher Forschung für die Bioökonomie. BMBF, Referat Bioökonomie, Berlin.
- BMBF (2010). Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030. Unser Weg zu einer bio-basierten Wirtschaft. BMBF, Referat Bioökonomie, Bonn, Berlin.
- BMBF und BMEL (2014). Bioökonomie in Deutschland. Chancen für eine biobasierte und nachhaltige Zukunft. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Referat Bioökonomie und Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Bonn, Berlin.

- BMEL (2017). Das Förderprogramm "Nachwachsende Rohstoffe" des BMEL. BMEL, Bonn, Berlin. URL: http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachwachsende-Rohstoffe/NaRo-Forschung/_texte/FoerderprogrammNaWaRo.html [Stand 20.10.2017].
- BMEL (2015a). Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe. BMEL, Bonn, Berlin. URL: <http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Bioenergie-NachwachsendeRohstoffe/FoerderprogrammNWR2015.html> [Stand 20.10.2017].
- BMEL (2015b). Programm zur Innovationsförderung. BMEL, Bonn, Berlin. URL: <http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Projektfoerderung/Innovationen/ProgrammInnovationsfoerderung.html?nn=8903462> [Stand 20.10.2017].
- BMF (2017). Bundeshaushalt Downloads. URL: <https://www.bundeshaushalt-info.de/download.html> [Stand: 18.01.2018].
- BMUB (2017a). Ressortforschung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Forschungsrahmen und Ressortforschungsplan 2017. BMBU, Referat Z III 1 – Forschung, Berlin.
- BMUB (2017b). Ressortforschung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Forschungsrahmen und Ressortforschungsplan 2018. BMBU, Referat Z III 1 – Forschung, Berlin.
- BMWi (2018). Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA3) (Fachprogramm). In: Förderdatenbank. Förderprogramme und Finanzhilfen des Bundes, der Länder und der EU. URL: <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=views:document&doc=8984> [Stand: 17.01.2018].
- BMWi (2017a). Bundesbericht Energieforschung 2017. Forschungsförderung für die Energiewende. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin.
- BMWi (2017b). 40 Jahre Energieforschung: Forschen für die Energiewende. BMWi, Berlin. URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/Energieforschung/40-jahre-energieforschungsprogramm.html> [Stand 16.01.2018].
- BMWi (2016). Änderung der Bekanntmachung über die Förderung von Forschung und Entwicklung zur kosten- und energieeffizienten Nutzung von Biomasse im Strom- und Wärmemarkt „Energetische Biomassennutzung“ Vom 3. November 2016. *Bundesanzeiger*, BAnz AT 18.11.2016 B2, 1 S.
- BMWi (2015). Bekanntmachung über die Förderung von Forschung und Entwicklung zur kosten- und energieeffizienten Nutzung von Biomasse im Strom- und Wärmemarkt „Energetische Biomassennutzung“ vom 9. Juli 2015. *Bundesanzeiger*, BAnz AT 21.07.2015 B1, 7 S.
- BMWi (2011). Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Das 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Berlin.
- Bundesregierung (2014). Die neue Hightech-Strategie Innovationen für Deutschland. BMBF, Referat Grundsatzfragen der Innovationspolitik, Berlin.
- FNR (2018). Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“: aktuelle Förderschwerpunkte. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), Gülzow-Prüzen. URL: <https://www.fnr.de/projektfoerderung/fuer-antragsteller/foerderschwerpunkte/> [Stand: 16.01.2018].
- FNR (2017). Jahresbericht Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. 2016/2017. FNR, Gülzow-Prüzen.
- Haushaltsgesetz 2018. Gesetzentwurf der Bundesregierung. Entwurf eines Gesetzes über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Haushaltsjahr 2018. Deutscher Bundestag 18. Wahlperiode, Drucksache 18/13000, 11.08.2017.

- Haushaltsgesetz 2017. Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Haushaltsjahr 2017 vom 20. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3016). Anlage Gesamtplan des Bundeshaushaltsplans 2017.
- Helmholtz-Gemeinschaft (2017a). Über uns. URL: https://www.helmholtz.de/ueber_uns/ [Stand 22.12.2017].
- Helmholtz-Gemeinschaft (2017b). Querschnittsverbund: Nachhaltige Bioökonomie. URL: https://www.helmholtz.de/forschung/querschnittsaktivitaeten/nachhaltige_biooekonomie/ [Stand 22.12.2017].
- Hüsing, B., Kulicke, M., Wydra, S., Stahlecker, T., Aichinger, H., Meyer, N. (2017). Evaluation der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“. Wirksamkeit der Initiativen des BMBF – Erfolg der geförderten Vorhaben – Empfehlungen zur strategischen Weiterentwicklung. Abschlussbericht. Beauftragt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe.
- O'Brien, M., Wechsler, D., Bringezu, S., Arnold, K. (2015). Sachstandsbericht über vorhandene Grundlagen und Beiträge für ein Monitoring der Bioökonomie: Systemische Betrachtung und Modellierung der Bioökonomie, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Wuppertal.
- PTJ (2018). Bereiche der Projektförderung. Projektträger Jülich (PTJ), Jülich. URL: <https://www.ptj.de/projektfoerderung> [Stand: 18.01.2018].
- PTJ (2017). Geförderte Projekte im Rahmen des Konzepts "Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel". Stand: November 2017. Projektträger Jülich (PTJ), Jülich. URL: https://www.ptj.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/2712/live/lw_file/-C3-9Cbersicht_module_projekte.pdf [Stand: 22.01.2018].

6 Anhang

Tab. A1: Ausgaben für Bioökonomie-relevante Forschungsthemen im Kontext der Ressortforschung von BMWi, BMEL, BMBF und BMUB, nach Bundeshaushaltsplänen 2017 und 2018 (Gesetzentwurf)

Anm.: Dargestellt sind Titel des Haushaltsplans mit einem direkten oder indirekten Bezug zur Bioökonomieforschung. Eindeutig zuordenbare Bioökonomieforschung ist gelb hinterlegt. Des Weiteren sind Ausgabentitel der Forschungsförderung aufgeführt, die einen Bezug zur Bioökonomieforschung aufweisen, jedoch darüber hinausgehen (z. B. im Rahmen der Energiewende-, Agrar- oder Naturschutzforschung oder der lebenswissenschaftlichen Grundlagenforschung).

Quellen: Haushaltsgesetz 2017. Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Haushaltsjahr 2017 vom 20. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3016). Anlage Gesamtplan des Bundeshaushaltsplans 2017; Haushaltsgesetz 2018: Gesetzentwurf der Bundesregierung. Entwurf eines Gesetzes über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Haushaltsjahr 2018. Deutscher Bundestag 18. Wahlperiode, Drucksache 18/13000, 11.08.2017.

BMW i	Haushalt Soll 2017			Haushalt Soll 2018 (Entwurf, Angaben vorläufig)			Veränderung Soll 2018 – Soll 2017
	Zuschüsse 1000 €	Investitionen 1000 €	Gesamt 1000 €	Zuschüsse 1000 €	Investitionen 1000 €	Gesamt 1000 €	
Energie und Nachhaltigkeit (Kap. 0903): Energieforschung (Titel 683 01)							
Windenergie	31.000	28.000	59.000	31.000	28.000	59.000	0
Photovoltaik	30.500	27.500	58.000	30.500	27.500	58.000	0
Geothermie	15.000	16.000	31.000	15.000	16.000	31.000	0
Solarthermische Stromerzeugung	10.200	3.300	13.500	7.200	3.300	10.500	-3.000
Wasserkraft und Meeresenergie	2.500	3.500	6.000	2.500	2.500	5.000	-1.000
Kraftwerkstechnologien	10.000	10.700	20.700	15.000	10.000	25.000	4.300
Brennstoffzellen, Wasserstoff	19.600	9.000	28.600	14.600	8.000	22.600	-6.000
Netzintegration Erneuerbare Energien (Inkl. Speicher und Netze)	41.100	35.000	76.100	41.100	35.000	76.100	0
Energieoptimiertes Bauen, Energieeffiziente Stadt, Niedertemperatur-Solarthermie, energetische Biomassenutzung	42.981	31.500	74.481	41.343	30.500	71.843	-2.638
Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	25.100	22.500	47.600	31.100	25.000	56.100	8.500
Systemanalyse	8.000		8.000	8.000		8.000	0
Querschnittsaktivitäten: insb. Analysen und Studien, Informationsaustausch, Veranstaltungen	7.500	-	7.500	8.500	-	8.500	1.000
Projekte aus ERANET und ERANET PLUS	-	-	-	-	-	-	-
Summe Energieforschung (Titel 683 01)	243.481	187.000	430.481	245.843	185.800	431.643	1.162

BMEL	Haushalt Soll 2017	Haushalt Soll 2018	Veränderung Soll 2018 - Soll 2017
Nachhaltigkeit, Forschung und Innovation (Kap. 1005)	Gesamt 1000 €	Gesamt 1000 €	in 1000 €
Entwicklung und Markteinführung eines Tierwohllabels (Titel 533 01)	-	7.000	-
Zuschüsse zur Förderung von Modell- und Demonstrationsvorhaben: Zuweisungen und Zuschüsse (Titel 686 01)	13.500	12.500	-1.000
Zuschüsse zur Förderung von Modell- und Demonstrationsvorhaben: Investitionen (Titel 893 01)	500	500	0
Zuschüsse zur Förderung des ökologischen Landbaus und anderer nachhaltiger Formen der Landwirtschaft (Titel 686 02)	20.000	30.000	10.000
Zuschüsse zu Maßnahmen für eine nachhaltige Nährstoffversorgung und für die Gesunderhaltung der Wälder (Titel 686 03)	1.000	-	-
Zuschüsse zur Förderung von Maßnahmen zur Verbesserung der Versorgung mit pflanzlichen Eiweißen heimischer Produktion (Titel 686 04) (insb. FuE und Wissenstransfer)	6.000	4.000	-2.000
Bundesprogramm Ländliche Entwicklung (Titel 686 05)	55.000	55.000	0
Zuschüsse zur Förderung von Maßnahmen für eine Verbesserung der Energieeffizienz in Landwirtschaft und Gartenbau: Zuweisungen und Zuschüsse (Titel 686 06)	4.000	4.000	0
Zuschüsse zur Förderung von Maßnahmen für eine Verbesserung der Energieeffizienz in Landwirtschaft und Gartenbau: Investitionen (Titel 893 02)	21.000	21.000	0
Titelgruppe 01: Nachwachsende Rohstoffe			
Zuschüsse zur Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe und zur Förderung der nationalen Projekte der nachhaltigen Waldwirtschaft (Titel 686 11)	34.500	34.500	0
Zuschüsse zur Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe (Investitionen) (Titel 893 11)	26.500	26.500	0

Titelgruppe 02: Zuschüsse an Forschungseinrichtungen außerhalb der Bundesverwaltung			
Zweckgebundene Zuweisungen an die Länder für Mitgliedseinrichtungen der Wissensgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz e. V. (WGL) (Titel 632 21)	37.422	38.451	1.029
Zuschuss an das Deutsche Biomasseforschungszentrum (Betrieb) (Titel 686 21)	7.061	7.638	577
Zweckgebundene Zuweisungen an die Länder für Mitgliedseinrichtungen der Wissensgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz e. V. (WGL) (Titel 882 21)	5.867	4.969	-898
Zuschuss an das Deutsche Biomasseforschungszentrum (Investitionen) (Titel 893 21)	12.067	20.509	8.442
Titelgruppe 03: Forschung und Innovation			
Forschung, Untersuchungen und Ähnliches (Titel 544 31)	7.026	6.937	-89
Zuschüsse für wissenschaftliche Veranstaltungen (Kongresse, Symposien u. Ä.) im Inland und zur Veröffentlichung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse (Titel 685 31)	225	225	0
Förderung von Innovationen im Bereich Ernährung, Landwirtschaft und gesundheitlicher Verbraucherschutz (Titel 686 31)	43.400	43.700	300
Internationale Forschungs Kooperationen zu Welternährung und zu anderen internationalen Forschungsaufgaben auf dem Gebiet der Ernährung, der Landwirtschaft und des gesundheitlichen Verbraucherschutzes (Titel 687 31)	7.000	7.000	0
Förderung von Innovationen im Bereich Ernährung, Landwirtschaft und gesundheitlicher Verbraucherschutz (Titel 893 31)	10.000	10.000	0
Summe Nachhaltigkeit, Forschung und Innovation (Kap. 1005)	312.068	334.429	22.361

BMBF	Haushalt Soll 2017	Haushalt Soll 2018	Verände- rung Soll 2018 - Soll 2017
Forschung für Innovationen, Hightech-Strategie (Kap. 3004) (Auszug)	Gesamt 1000 €	Gesamt 1000 €	in 1000 €
Titelgruppe 10: Neue Konzepte und regionale Förderung			
Instrumente im Wissens- und Technologietransfer im Rahmen der Hightech-Strategie (Titel 683 10)			
Maßnahmen zur Kooperationsstärkung	57.592	42.970	-14.622
Spitzencluster-Wettbewerb	21.330	4.646	-16.684
Instrumente zur Stärkung der Wissenschaft in der Zu- sammenarbeit mit der Wirtschaft	62.330	58.011	-4.319
Vorhaben zum Wissens- und Technologietransfer	18.000	18.720	720
Förderinitiative KMU-innovativ	3.000	1.000	-2.000
Aktivitäten zur Weiterentwicklung und Umsetzung der Hightech-Strategie	2.330	3.575	1.245
Förderberatung "Forschung und Innovation des Bundes	1.000	910	-90
<i>Summe Titel 683 10</i>	<i>165.582</i>	<i>129.832</i>	<i>-35.750</i>
Titelgruppe 30: Innovation durch Lebenswissenschaften			
Bioökonomie (Titel 683 30)			
Weltweite Ernährung sichern	24.369	24.213	-156
Agrarproduktion nachhaltig gestalten	22.000	21.000	-1.000
Gesunde und sichere Lebensmittel produzieren	13.000	12.000	-1.000
Nachwachsende Rohstoffe industriell nutzen	40.000	40.000	0
KMU-Förderung, Technologietransfer in den Biowissen- schaften	33.000	33.000	0
Bioökonomie und Gesellschaft	5.000	5.000	0
<i>Summe Titel 683 30</i>	<i>137.369</i>	<i>135.213</i>	<i>-2.156</i>
Gesundheitsforschung und Gesundheitswirtschaft (Titel 685 30)			
Volkskrankheiten	104.000	115.000	11.000
Individualisierte Medizin	46.940	43.940	-3.000
Prävention und Ernährung	40.034	44.000	3.966
Versorgungsforschung	13.000	13.000	0
Gesundheitswirtschaft	67.474	111.870	44.396
Europäische Forschungsinfrastrukturen (ESFRI)	400	400	0
<i>Summe Titel 685 30</i>	<i>271.848</i>	<i>328.210</i>	<i>56.362</i>

Methoden- und Strukturentwicklung in den Lebenswissenschaften (Titel 685 31)			
Systemmedizin	76.600	62.400	-14.200
Medizininformatik	-	24.000	24.000
Systembiologie	25.400	17.300	-8.100
Neurowissenschaften	13.800	10.800	-3.000
Ersatzmethoden zum Tierversuch	5.400	5.400	0
Ethische, rechtliche, soziale Aspekte in den Biowissenschaften	4.800	4.800	0
Gründungsförderung, Technologietransfer in den Lebenswissenschaften	15.000	15.000	0
Methodenentwicklung für die Lebenswissenschaften	1.126	1.313	187
Europäische Forschungsinfrastrukturen (ESFRI)	1.100	1.100	0
<i>Summe Titel 685 31</i>	<i>143.226</i>	<i>142.113</i>	<i>-1.113</i>
Titelgruppe 40: Nachhaltigkeit, Klima, Energie (FONA³)			
Klimaforschung, Biodiversität und Globalisierte Lebensräume - FuE-Vorhaben (Titel 685 40)	101.200	106.697	5.497
Energietechnologien und effiziente Energienutzung - FuE-Vorhaben (Titel 685 41)			
Energieeffizienz	74.525	30.102	-44.423
Erneuerbare Energiequellen	8.413	53.000	44.587
Nachwuchsförderung nukleare Sicherheitsforschung	12.000	14.000	2.000
Fusionsforschung	2.209		
<i>Summe Titel 685 41</i>	<i>97.147</i>	<i>97.102</i>	<i>-45</i>
Umwelttechnologien und Ressourcen (Titel 685 42)			
Rohstoffnahe Produktionssysteme	20.488	21.483	995
Internationale Partnerschaften für Umwelt- und Klimaschutz	16.727	17.545	818
Technologien für Nachhaltigkeit und Klimaschutz	16.627	17.435	808
Nachhaltiges Wassermanagement	46.330	48.592	2.262
Nachhaltiges Landmanagement	12.311	12.919	608
<i>Summe Titel 685 42</i>	<i>112.483</i>	<i>117.974</i>	<i>5.491</i>
Gesellschaftswissenschaften für Nachhaltigkeit (Titel 685 43)			
Sozial-ökologische Forschung und Wirtschaftswissenschaften für Nachhaltigkeit	21.668	20.951	-717
Verbreitungsstrategien und Weiterentwicklung von Nachhaltigkeitsstrategien	4.000	4.000	0
Internationale Maßnahmen	2.000	2.000	0
Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS)	7.650	7.650	0
Themenübergreifende Ansätze in der Nachhaltigkeit	3.500	3.500	0
<i>Summe Titel 685 43</i>	<i>38.818</i>	<i>38.101</i>	<i>-717</i>

BMUB	Haushalt Soll 2017	Haushalt Soll 2018	Veränderung Soll 2018 - Soll 2017
Umweltschutz (Kap. 1601)	Gesamt 1000 €	Gesamt 1000 €	in 1000 €
Forschung, Untersuchungen und Ähnliches (Titel 544 01)			
Umweltpolitische Grundsatzfragen und übergreifende Fragen des Umweltschutzes	13.874	13.874	0
Wasserwirtschaft, Gewässerschutz, Meeresschutz	4.000	3.000	-1.000
Ressourceneffizienz, Rohstoffpolitik, Kreislauf- und Abfallwirtschaft, nachhaltige Produktpolitik	8.000	8.000	0
Umweltaspekte der Energiewende	2.500	2.500	0
Luftreinhaltung, umweltfreundliche Technologien, Lärmschutz, nachhaltige Mobilität	6.500	6.500	0
Umweltwirkungen auf die menschliche Gesundheit und Ökosysteme, Chemikaliensicherheit	9.000	10.000	1.000
Bodenschutz, nachhaltiges Flächenmanagement, Altlasten	2.200	2.000	-200
Klimaschutz	8.000	7.000	-1.000
Anpassung an den Klimawandel	3.500	3.500	0
<i>Summe Ressortforschung Umweltschutz (Titel 544 01)</i>	<i>57.574</i>	<i>56.374</i>	<i>-1.200</i>
Klimaschutz (Kap. 1602)			
Nationale Klimaschutzinitiative (Titel 868 05)	65.200	65.400	200
Naturschutz (Kap. 1604)			
Forschung, Untersuchungen und Ähnliches (Titel 544 01)			
Naturschutzpolitische Grundsatzfragen, Daten zur Natur (2017); Naturschutzpolitische Grundsatzfragen (2018)	1.200	1.700	500
Schutzziele, Methoden und Instrumente des Naturschutzes (2017); Methoden und Instrumente für den Schutz und die nachhaltige Nutzung von Natur und biologischer Vielfalt (2018)	1.200	1.700	500
Leistungsfähigkeit und nachhaltige Nutzung des Naturhaushaltes (2017)	1.200	-	-
Waldökosysteme, Waldschäden (2017)	750	-	-
Biotopschutz, Ökosystemschutz (2017)	1.200	-	-
Nationaler und internationaler Schutz von Ökosystemen und Lebensräumen (2018)	-	1.700	-
Artenschutz (2017); Nationaler und internationaler Artenschutz (2018)	1.200	1.700	500
Schutz der Erholungslandschaft; Sport und Freizeit (2017)	400	-	-
Naturschutz und Landwirtschaft (2017)	1.700	-	-
Integration von Natur und biologischer Vielfalt in andere Politikbereiche (2018)	-	2.500	-
Auswirkungen biotechnologischer Produkte und Verfahren auf den Naturhaushalt (2017)	700	-	-
Auswirkungen des Klimawandels auf Natur und Landschaft (2017)	1.000	-	-

Naturschutz und Gesellschaft (2018)	-	1.250	-
Naturschutz-Begleitforschung (2017); Naturschutzbegleitforschung zur Energiewende (2018)	4.500	4.500	0
Arbeitstagungen und Informationsveranstaltungen (2017); Naturschutz-Tagungen (2018)	1.200	1.200	0
Summe Ressortforschung Naturschutz (Titel 544 01)	16.250	16.250	0
Wohnungsbauwesen und Städtebau (Kap. 1606)			
Pilotprojekte zur Errichtung multifunktionaler Gebäude in Holzbauweise (Titel 893 04)	5.000	6.500	1.500