

Projektvorstellung Nährwert

FKZ: 2220NR255B

Gefördert durch:

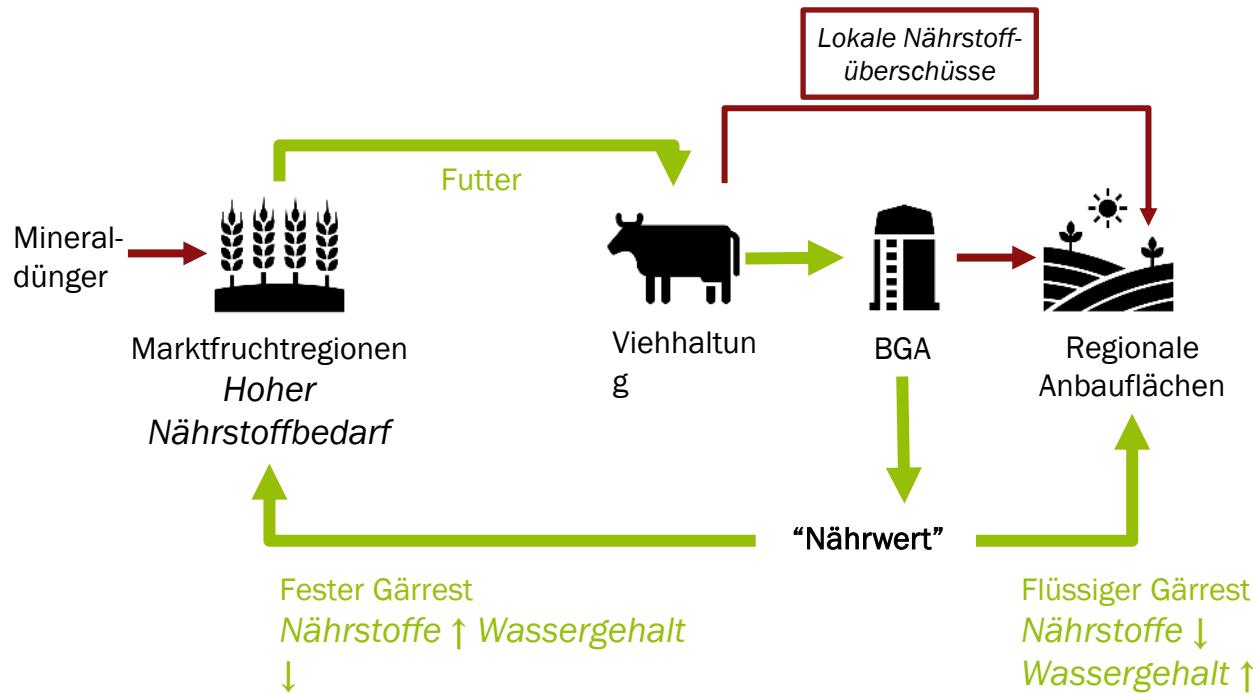


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Nährwert statt Nährstoffüberschussproblem
Biogasanlagen auf dem Weg zur überregionalen Nährstoffdrehscheibe
Hannover, 5.12.2024

Motivation

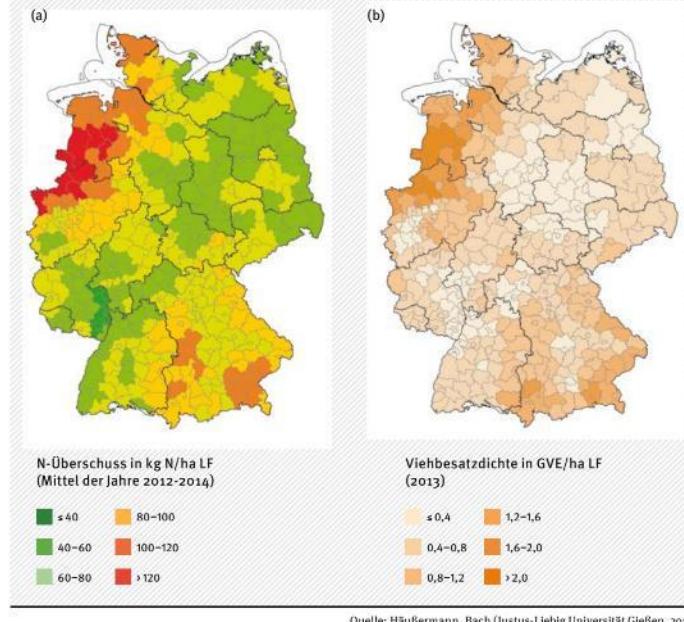


Herausforderungen

- **Veredelungsregionen mit hoher Biogasanlagendichte → Nährstoffüberschüsse, die zu Nitratauswaschung, Eutrophierung und Umweltproblem führen**
- **Biogasanlagen stehen im Zentrum der Problematik, sie bündeln regionale Nährstoffströme**

Landwirtschaftliche Nährstoffüberschüsse für Stickstoff in kg N/ha (a) und Viehbestand GV/ha (b) auf Kreisebene

Landwirtschaftlicher Flächenbilanzüberschuss für Stickstoff (a) und Viehbesatzdichte (b)
auf Kreisebene



- Hohe Nährstoffüberschüsse in Regionen mit hoher Viehbesatzdichte
- Biogasanlagen als Nährstoffdrehzscheibe
- Oder: Regionale Anpassung Viehbestände

Motivation

Lösungskompetenz der Biogasanlagen nutzen

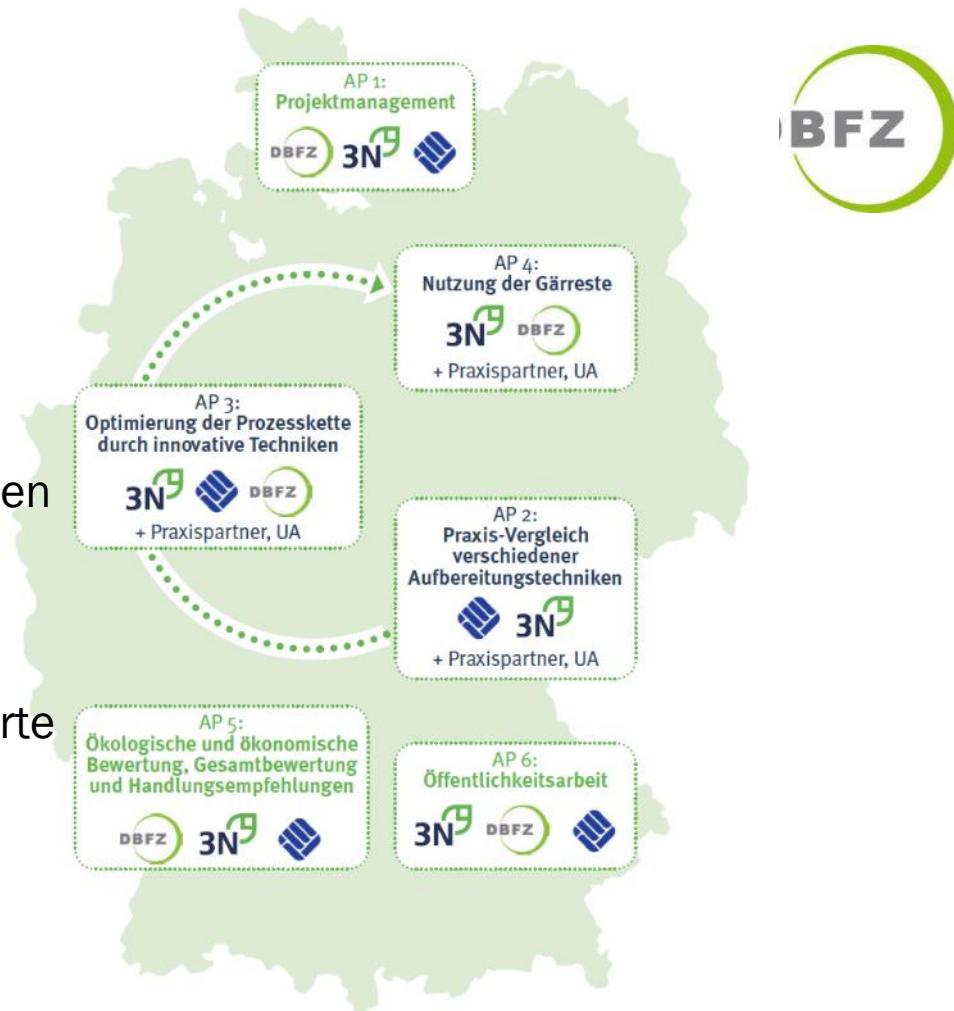
- Bündelung der Nährstoffströme
- Höhere economies of scale im Vergleich zu Tierhaltungsbetrieben
- Höhere Technikaffinität und Stoffstromkompetenz der Betreiber
- Verfügbarkeit von Energie zur Stoffstromaufbereitung (Wärme, Strom)

Lösungskompetenz der Biogasanlagen nutzen für

- Umweltgerechte und kostengünstige Verbesserung des Gärproduktmanagements
- Starke Berücksichtigung von Nährstoffeffizienz, und Emissionsminimierung über die gesamte Prozesskette
- Gesamtlösungen unter Berücksichtigung pflanzenbaulicher, managementseitiger und technischer Optionen bei kosteneffizienz

Projektstruktur

- Projektlaufzeit:
01.07.2021 –
31.12.2024
- Alle Arbeitspakete werden
in Kooperation mit
Praxispartnern
durchgeführt →
wissenschaftlich fundierte
Untersuchungen +
praxistaugliche
Anwendungen



AP 2: Praxis-Vergleich verschiedener Aufbereitungstechniken



Prüfung marktverfügbarer Praxistechnologien zur Gärrestaufbereitung

Stärken und Schwächen bei unterschiedlichen Gärresten

Optimierung des Einsatzes

Weiterentwicklung der Online-Messung der Nährstoffgehalte von Gärprodukten (mobile NIR-S-Analytik)

Voraussetzung für nährstoffeffiziente und verlustarme Ausbringung

Aufnahme der NIR-Spektren aller pumpbaren Gärreste und Gärrestfraktionen

Validierung der erweiterten Kalibrationsdatenbanken für aufbereitete Gärreste



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

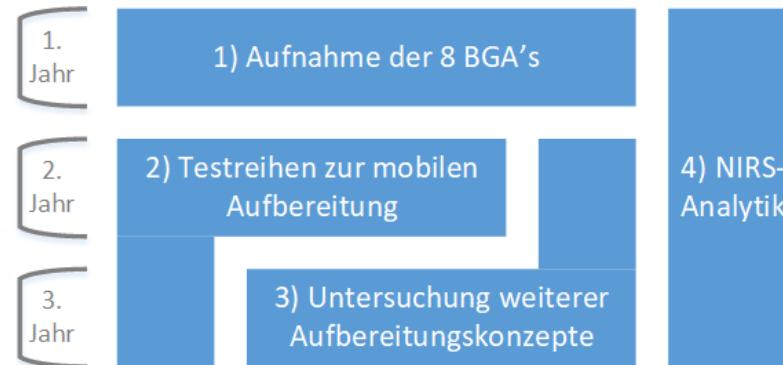
AP 2: Praxis-Vergleich verschiedener Aufbereitungstechniken



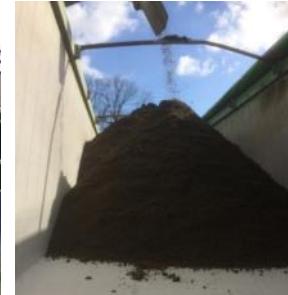
1. Aufnahme von 8 Biogasanlagen mit der vorhandenen Aufbereitungstechnik

2. Auswahl von 4 Biogasanlagen, an denen vergleichende Testreihen mit mobilen Aufbereitungsanlagen durchgeführt werden

3. Begleitende NIRS-Analytik



AP 2: Praxis-Vergleich verschiedener Aufbereitungstechniken



AP 3: Innovative Techniken

Hydrozykoneinsatz

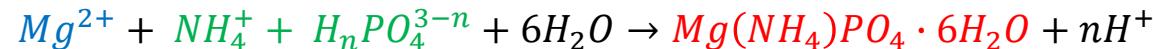


Cross-Flow-Filtration

Algeneinsatz

AP 3: MAP- Fällung (DBFZ)

- MAP (= Magnesiumammoniumphosphat) fällt als Feststoff aus



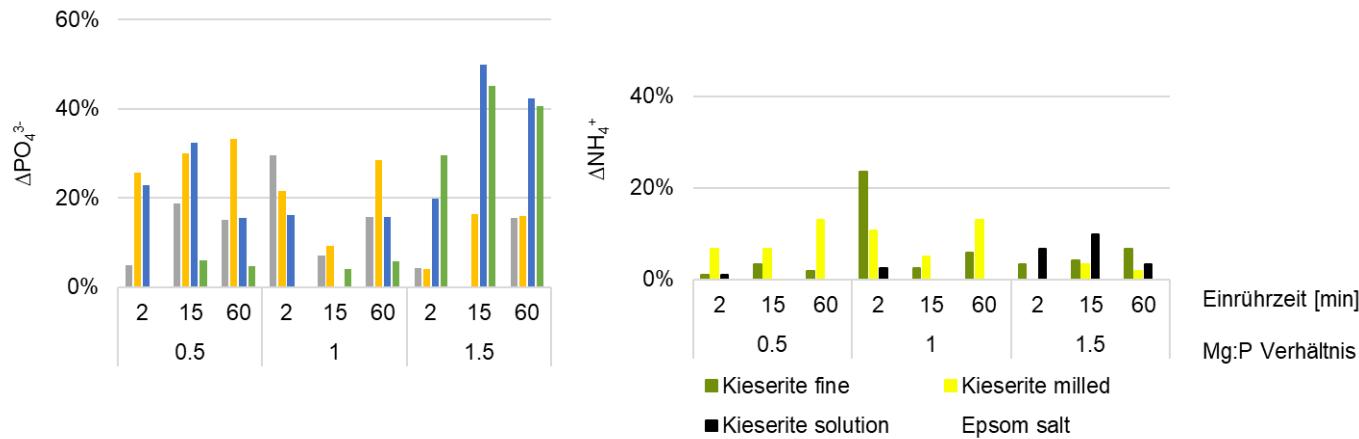
Magnesium als
Fällungsmittel

Ammonium und
Phosphat im Gärrest

MAP (Struvit) ↓

- Vorteile für die Düngung:
 - Geringe Löslichkeit in Wasser, hohe Löslichkeit in Säuren
 - N kann als Ammonium stabilisiert werden
 - Kombination von P mit Attraktionsnährstoff NH4+

MAP- Fällung



Eliminierungsraten von Phosphat (ΔPO_4^{3-}) und Ammonium (ΔNH_4^+) aus dem flüssigen Gärrest

MAP- Fällung

Vorläufige Schlussfolgerungen

- Verlagerung von N&P in die feste Phase durch Zugabe von Magnesiumsulfat ($MgSO_4$) ist möglich → erhöhte Transportwürdigkeit der festen Gärreste → Regionaler Nährstoffausgleich und Mineraldüngerersatz
- Komplexität der Prozesse erfordert weitere Untersuchungen:
 - Klimarelevanz: Lässt sich N stabilisieren? Wie lange? Können THG so eingespart werden? Höhere P-Effizienz durch MAP?
 - Pflanzenbauliche Betrachtungen

Silierung von Stroh mit Gärresten



- Ökonomisch hoch interessant
- Einsparung von Gärrestlagervolumen und Transportkosten
- Laborseitig (Vakuumbeutelsilagen) sehr gute Ergebnisse bzgl. Energieeffizienz der Silierung und Gasausbeute des Strohs
- Praxistauglichkeit noch nicht gegeben, schneller Verderb an der Anschnittfläche, zu starke Emissionen an der Anschnittfläche
- Technisch lösbar über ausreichende Zugabe von Melasse (> Säurebildung), jedoch nicht ökonomisch
- Folgeprojekt zur Bereitstellung löslicher Zucker durch Enzympräparate von Biopract

Weltere Arbeiten AP 3



- Versuche mit Partnern innovativer Gärrestbehandlungen
- Eigene Topfversuche zur indirekten Bewertung der Vermeidung von Lachgasemissionen (Ammoniumeffekte)

AP 4: Nutzung der Gärreste (3N)



Bausteine:

Gefäß- Versuche

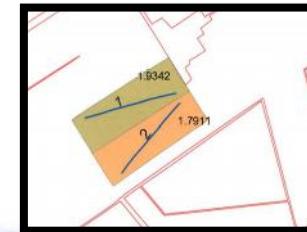
Praxisversuche

Parzellen- Exakt- Versuche

AP 4: Praxisversuche

7 Betriebe in Niedersachsen

19 Praxisflächen mit 11 verschiedenen Kulturen



➤ regionstypische Fruchtfolgen
sowie Dauerkulturen
(mehrjährige Wildpflanzen,
Durchwachsene Silphie,
Grünland)



GPS- gestützte Bodenprobenahme
um Nährstoffdynamik von Gärrestfraktionen
in der Praxis zu überprüfen

Zusammenfassung und Fazit

- **Vielversprechende Ansätze der Technik → Identifikation von geeigneten Kombinationsmöglichkeiten**
- **Verlagerung von N & P in die feste Phase durch Zugabe von Magnesiumsulfat ist möglich → Komplexität der Prozesse erfordert weitere Untersuchungen**
- **Anbau von Dauerkulturen eröffnet innovative Perspektiven für das Gärproduktmanagement und optimierte Nährstoffkreisläufe an Biogasanlagen**



Fotos: Silphie, Wildpflanzen: FNR;
Pferdemist: Stinner



Fotos: Stinner

Danke...

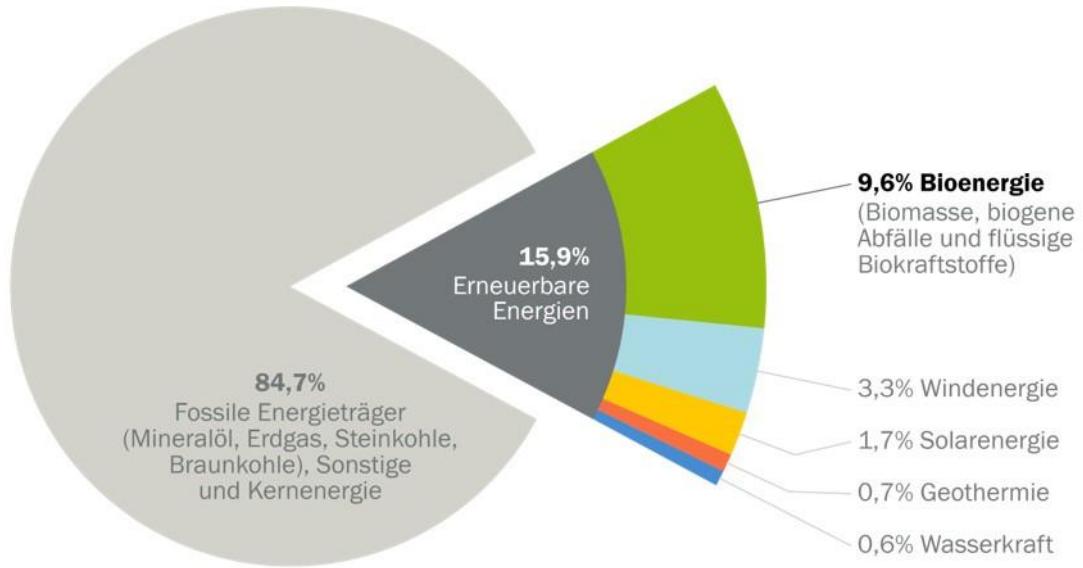
- Für die Einladung,
- Für die Aufmerksamkeit
...und nun für die Diskussion!



Biomasse im nationalen Energiesystem



**Primärenergieverbrauch in Deutschland 2021: 12265 PJ (Petajoule) zuzüglich 69 PJ
Stromtauschsaldo**



–0,6% Stromtauschsaldo nicht dargestellt

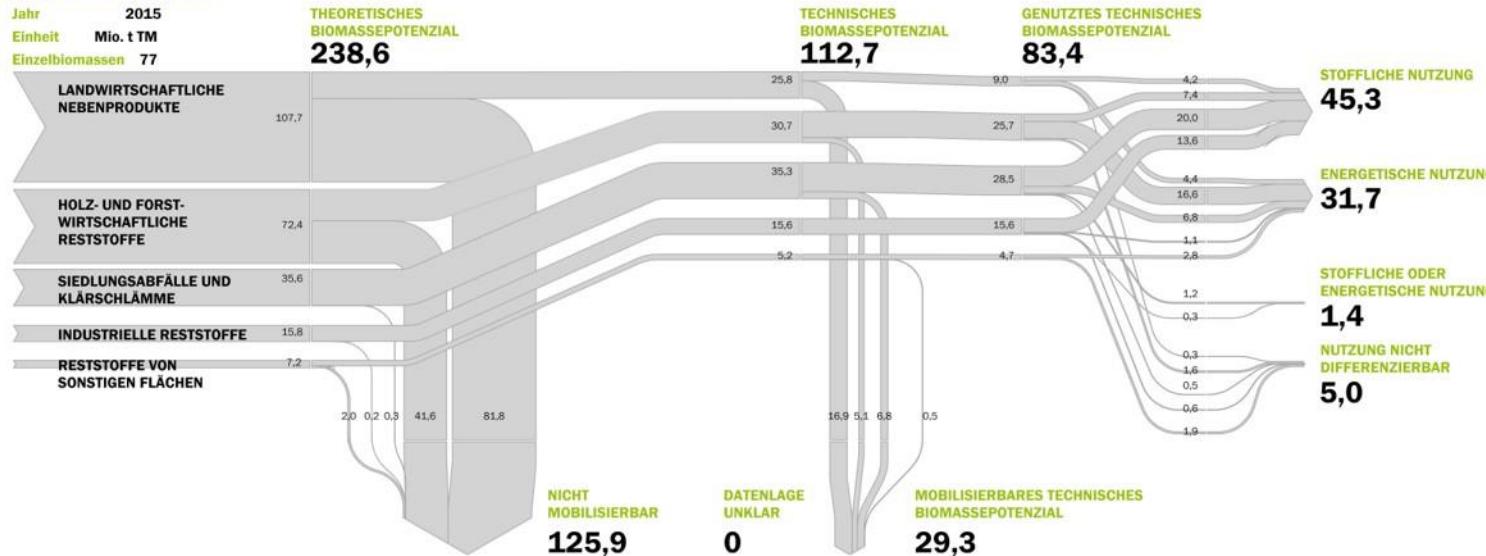
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. "Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2021" Stand 2022-02-14
CC BY-NC-ND 4.0 DBFZ 2022

AGEB Fazit:
Energieverbrauch 2021
steigt durch Pandemie und
Wetter!

Ressourcenbasis: Biogene Reststoffe in Deutschland



BIOGENE RESTSTOFFE IN DEUTSCHLAND MITTELWERTE



Monitoring der Bioökonomie Ressourcenbasis und Nachhaltigkeit

Arbeitsgruppe Biomassereststoffmonitoring (AG BioRestMon)

Quelle: DBFZ Ressourcendatenbank 12/2020

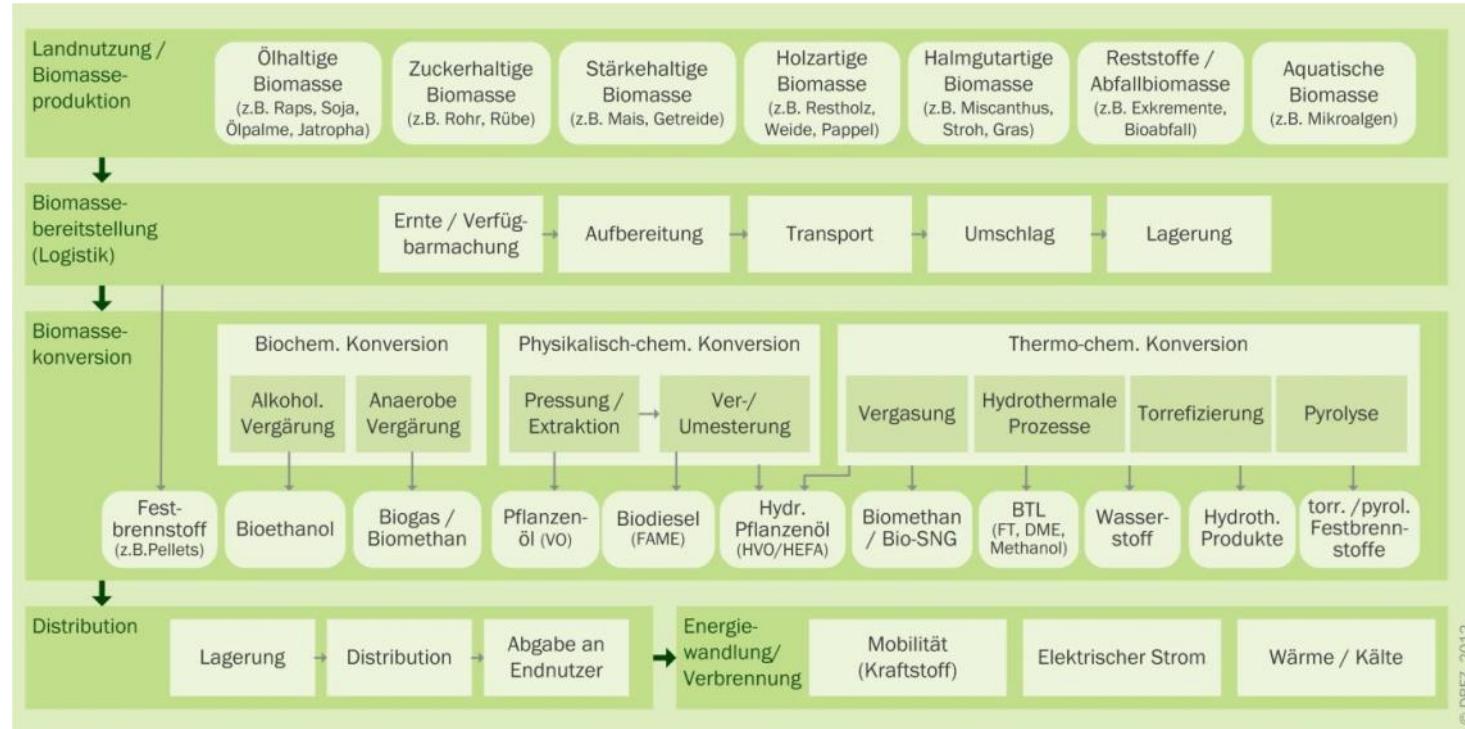
Mehr Infos? » DBFZ Datenlabor!



- ✓ Bereitstellung von projektübergreifenden Forschungsdaten
- ✓ Landingpage für alle DBFZ-Webapplikationen
- ✓ Kostenfrei und langfristiger Betrieb gesichert

<https://datalab.dbfz.de/>

Wege von Biomasse ins Energiesystem

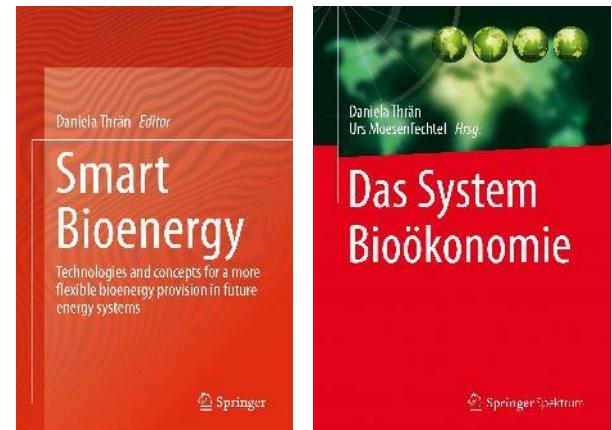


Unsere Vision: Smart Bioenergy



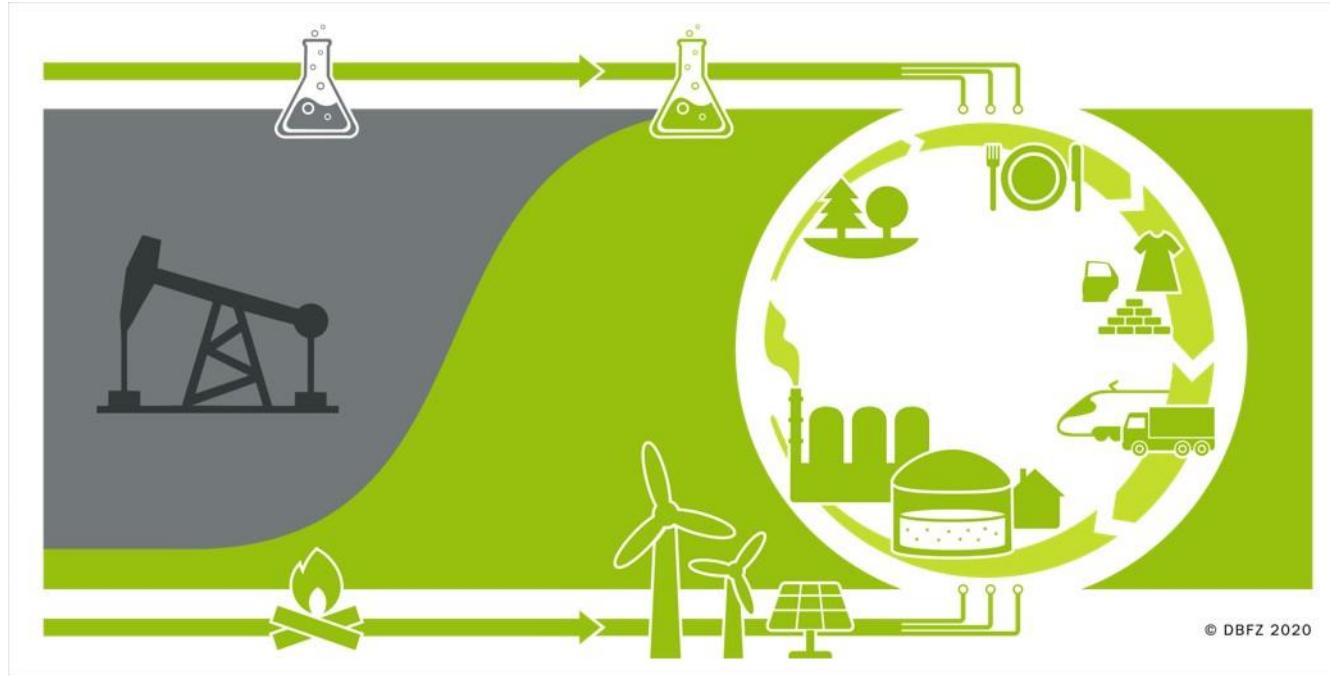
Sichere, saubere, integrierte und intelligente Bioenergienutzung für ein nachhaltiges Wirtschaftssystem

- Integrierte, konkurrenzfreie und bedarfsgerechte Energiebereitstellung
- Koppelproduktion biobasierter Energieträger
- Entwicklung hocheffizienter und sauberer Technologien
- Vollumfassendes Nachhaltigkeitsmonitoring
- Optimale Wertschöpfungsketten aus Biomasse



ZIEL: Eine klimaneutrale Bioökonomie auf Basis erneuerbarer Ressourcen

Entwicklungsstufen zur „smarten Bioenergie“



© DBFZ 2020

Das DBFZ in Zahlen (2023)



124
bearbeitete
Projekte

51
abgeschlossene
Projekte

31
neu gestartete
Projekte
(Markt- und Zuwendungsprojekte)

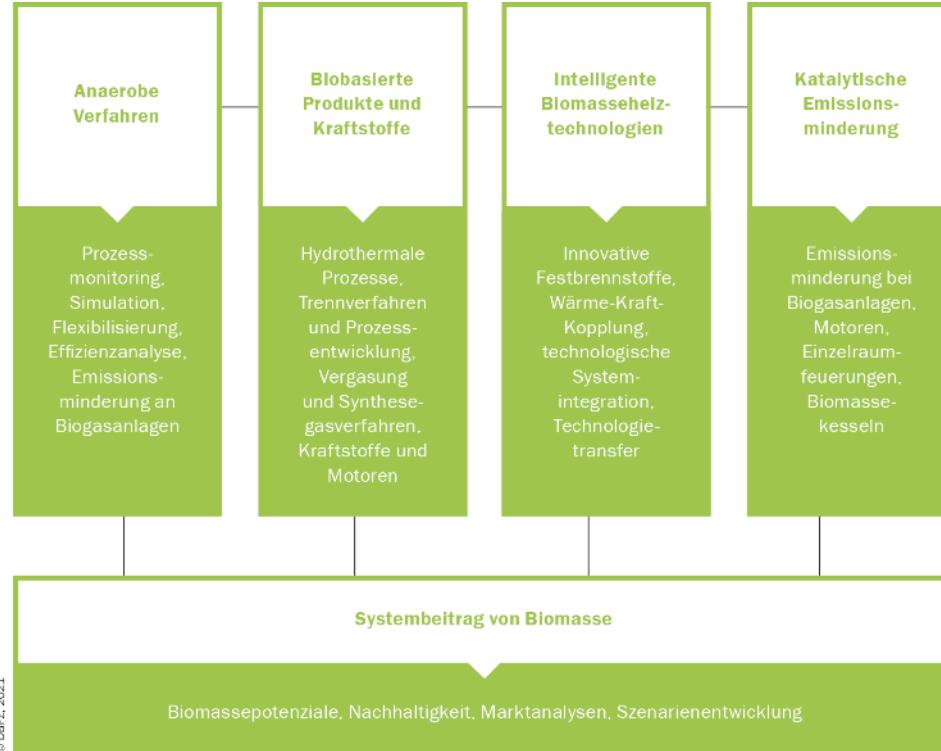
63
Peer reviewed
Publikationen
(davon 56 Open-Access)

275
Mitarbeitende
(Stand: 31.12.2023)

ca. 402.900 €
durchschnittliches
Projektvolumen
der 2023 gestarteten Projekte

58
Interne & externe
Veranstaltungen

Die Forschungsschwerpunkte des DBFZ



Anaerobe Verfahren

„Biogasanlagen müssen hinsichtlich ihrer Substrate und der Bioenergiebereitstellung flexibler werden. Nur dann werden sie auch in Zukunft einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung der Energieversorgung leisten können.“ (Dr. agr. Peter Kornatz, DBFZ)

Zielsetzung des Forschungsschwerpunkts

- Flexibilisierung in Bezug auf Substrate und Prozessführung
- Prozessüberwachung und -regelung
- Emissionsminderung
- Effizienzsteigerung und Kostensenkung
- Koppelung von stofflicher und energetischer Biomassenutzung



Aktuelles Projekt - BioSim

Projekt: BioSim | Nachwuchsforschergruppe zur modellbasierten Zustandsüberwachung und Prozessführung an Biogasanlagen

Laufzeit: 11/2020-10/2023 (bzw. 10/2025 bei positiver Zwischenbeurteilung)

Fördermittelgeber: BMEL/FNR

Ziel: Im Rahmen der Nachwuchsforschergruppe sollen praxisrelevante Methoden zur modellbasierten Zustandsüberwachung und Prozessführung implementiert, evaluiert und gezielt hinsichtlich der Anforderungen der System- und Regelungstechnik zur Prozessautomatisierung von großtechnischen Biogasanlagen weiterentwickelt werden.

Methoden:

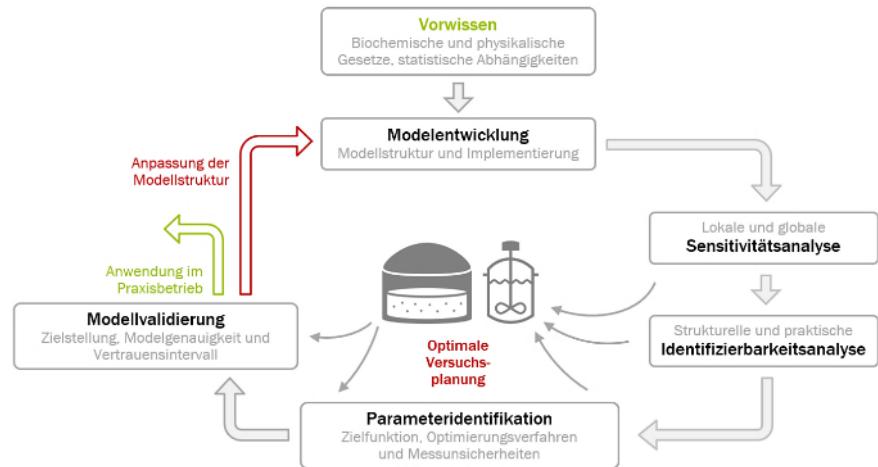
- Entwicklung von praxisnahen Simulationsmodellen und Bilanzen
- Systemtechnische Analyse der verfügbaren Modelltheorie
- Entwicklung von robusten und adaptiven Verfahren zur modellbasierten Zustandsüberwachung und Prozessregelung
- Methodenvalidierung anhand von Labor- und Praxisversuchen

Ergebnisse:

- Automatisierungslösungen für großtechnische Biogasanlagen
- Modellbasierte Studie zu zukünftigen Verfahrens- und Betriebskonzepten für den Biogasanlagenbestand

Bundesinteresse:

- Effiziente und regelbare Energie- und Stoffbereitstellung von Biogasanlagen



Biobasierte Produkte und Kraftstoffe



„Bioökonomie ist ein zentraler Baustein für eine nachhaltige klimaneutrale Kreislaufwirtschaft. Unser Beitrag hierfür umfasst die Forschung und Entwicklung von innovativen und wettbewerbsfähigen Technologien für biobasierte Produkte und Kraftstoffe.“ (Dr.-Ing. Franziska Müller-Langer, DBFZ)

Zielsetzung des Forschungsschwerpunkts

- Entwicklung und Anwendung von Bioenergieträgern für den Verkehr und Industrie
- Entwicklung innovativer und wettbewerbsfähiger biobasierter Verfahren und Produkte
- Entwicklung von Bioraffineriekonzepten als Teil geschlossener Stoffkreisläufe
- Reduzierung von Emissionen



Automatisierte Prozessüberwachung, Prozesssimulation und Arbeiten nahe an Industriestandards



Hydrothermale Karbonisierung



Thermo-chemische Vergasung



Synthese-Reaktoren



Hydrothermale Verflüssigung



MATLAB / Simulink für
kinetische Modellierung



AutoCAD für technische
Zeichnungen und Prozessschemata



„Die Wärmewende gelingt im Kontext des Klimaschutzes nur, wenn wir zwei zentrale Herausforderungen intelligent lösen: Reduzierung des Einsatzes von hochwertigen Holzsortimenten für Energie und Fokussierung der Biomasseverbrennung auf Versorgungslücken im erneuerbaren Wärme-Strom-System.“
(Dr.-Ing. Volker Lenz, DBFZ)

Zielsetzung des Forschungsschwerpunkts

- Aufbereitung von biogenen Rest- und Abfallstoffen sowie Nebenprodukten zu hochwertigen biogenen Festbrennstoffen als Ersatz für energetisch genutzte Primärholzkontingente
- Entwicklung und Etablierung systemoptimierter Wärmepumpen-Biomasse-Hybride sowie Wärme-Kraft-Kopplung für alle Anwendungsfälle
- Entwicklung von intelligenten Regelkonzepten für hybride Wärmelösungen
- Einbindung der thermo-chemischen Biomassekonversion in den Kontext resilenter Versorgungssysteme
- Entwicklung von Ansätzen und Lösungen zur beschleunigten Umsetzung der Wärmewende



Aktuelle Projekte: SNuKR, OptDienE, VaBiFlex



Identifizierung systemdienlicher Einsatzmöglichkeiten fester Biomasse mit begrenzter Verfügbarkeit zur dezentralen Wärme- und Stromerzeugung

Biomasseheizanlagen (auch mit Stromanteil) können weitergehend flexibilisiert eingesetzt werden, wobei gewisse technische und emissionsseitige Einschränkungen beachtet werden müssen. Eine flexiblere und systemdienlichere Integration der Festbrennstoffheizsysteme erfordert standardisierte Schnittstellen und besondere Systemregler. Zudem muss für alle Akteure in der Austauschkette die Komplexität deutlich durch geeignete IT-Anwendungen und KI-Expertensysteme vereinfacht werden.

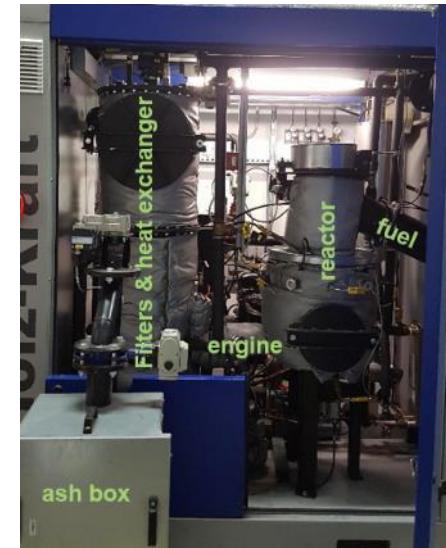
Projekte: SNuKR (BMWK/PTJ), OptDienE (BMWK/PTJ), VaBiFlex (BMEL/FNR)¹

Laufzeit: 2018–2022

Methoden: Datenanalyse und -evaluierung, technische Versuche, Modellierung, Simulation

Ergebnisse:

- optimierte Regelungsalgorithmen für Holzvergaser- und Stirling-BHKW steigern die Stromnetzdienlichkeit der biomassebasierten dezentralen Strom- und Wärmeerzeugung
- positive Effekte dezentraler Hybridsysteme auf die gebäudespezifische Stromnetzdienlichkeit identifiziert
- erfolgreiche Untersuchungen zum Einsatz lokal verfügbarer Rest- und Abfallstoffe in Kleinanlagen



Katalytische Emissionsminderung

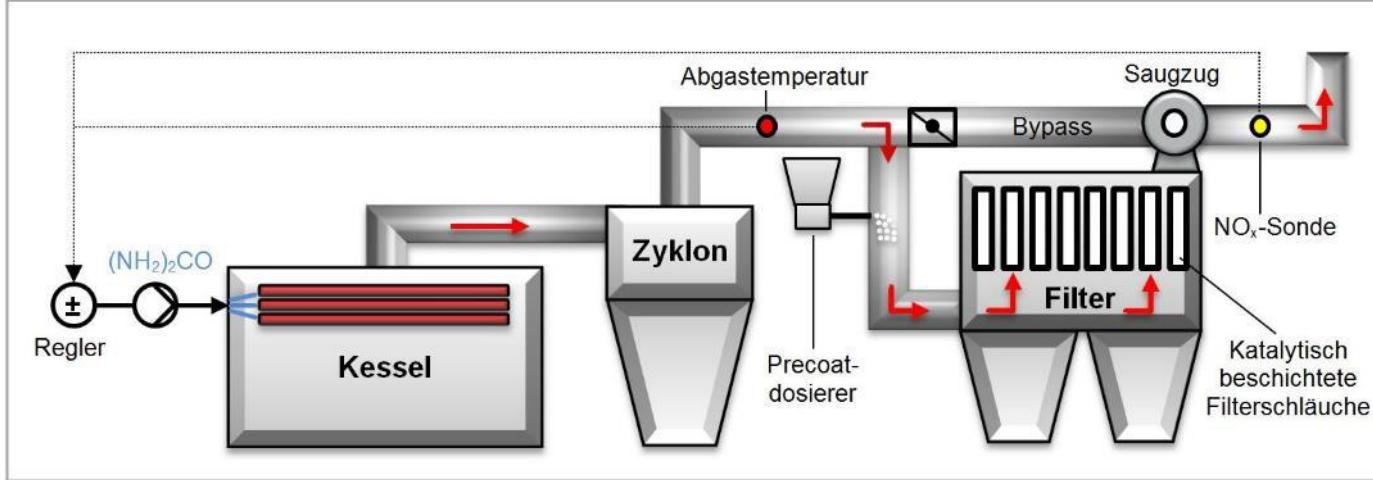
„Durch die Entwicklung und Anwendung von Luftreinhalteverfahren für die gekoppelte stofflich-energetische Nutzung von biogenen Reststoffen ist die Umweltfreundlichkeit sicherzustellen.“ (Prof. Dr. rer. nat. Ingo Hartmann, DBFZ)

Zielsetzung des Forschungsschwerpunkts

- Katalytisch aktivierte Rußpartikelfilter
- Katalysatoren für die Minderung von Kohlenwasserstoffen
- Selektive katalytische Reduktion (SCR)
- SCR in Kombination mit Staubabscheidung
- Katalytische Restmethanminderung



Aktuelles Projekt: PaCoSil



Zielwerte Reingas
(6 Vol.-% O₂)

- Staub, SO₂, HCl $\leq 5 \text{ mg/m}^3$ i.N.
- NO_x $\leq 75 \text{ mg/m}^3$ i.N.
- Dioxine/Furane $\leq 0,05 \text{ ng/m}^3$ i.N.

Inhaltsstoffe in biogenen Reststoffen führen bei der Verbrennung zu erhöhten Emissionen

- Einsatz eines Zyklons zur Vorabscheidung von groben Partikeln und Funken
- SCR für NO_x-Minderung: Eindüsung AdBlue, Messung NO_x im Reingas für Prozesssteuerung
- Adsorption von SO₂/HCl/PCDD/F: Einbringung Precoatmaterial, Abscheidung an Gewebefilter

Gefördert durch:

Systembeitrag von Biomasse

„Smarte Bioenergienutzung wird in kleinen, sehr präzise geregelten Anlagen ein Baustein für die Integrierten Versorgungssysteme sein und zur nachhaltigen Energieversorgung von morgen beitragen können.“ (Prof. Dr.-Ing. Daniela Thrän, DBFZ/UFZ/Universität Leipzig)

Zielsetzung des Forschungsschwerpunkts

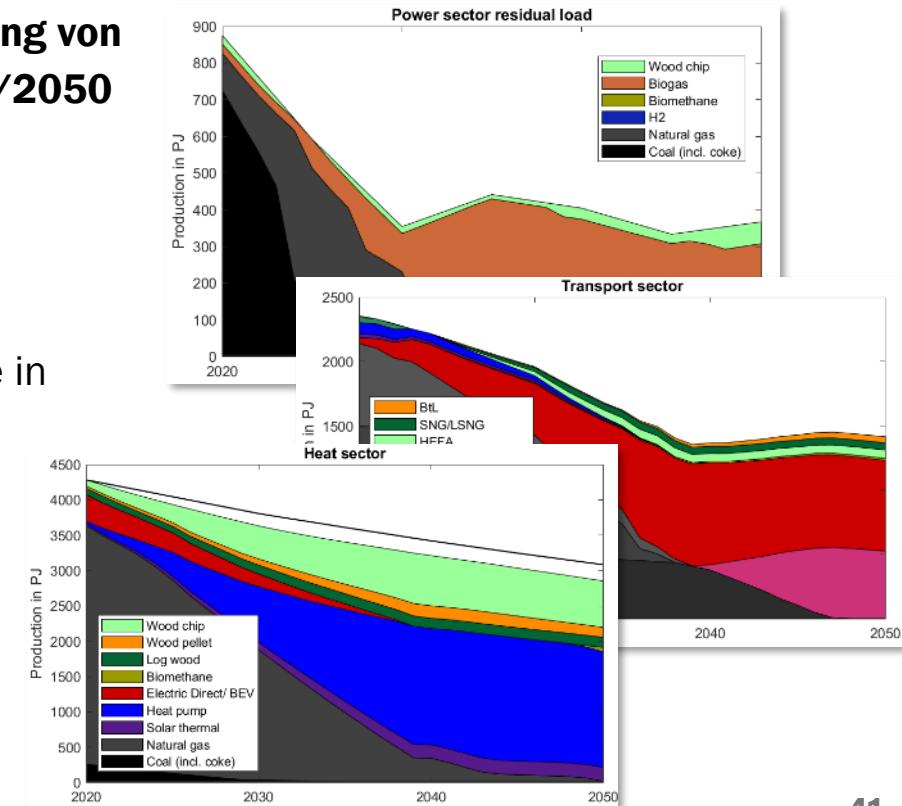
- Analyse und Mobilisierbarkeit der Biomassepotenziale
- Analyse und Diskussion des quantitativen und qualitativen Beitrags der Biomasse im erneuerbaren Energiesystem
- Zukünftige Anforderungen an Bioenergietechnologien als Voraussetzung der Systemintegration
- Anforderungen an eine nachhaltige, stofflich-energetische Biomassenutzung in einem zunehmend klimaneutralen Versorgungssystem



Aktuelles Projekt: SoBio

Szenarien einer optimalen energetischen Nutzung von Biomasse im künftigen Energiesystem in 2030/2050

- Internes DBFZ Strategieprojekt mit UFZ-Department Bioenergie
- Laufzeit: 10/2019 – 12/2022
- Ziele:
 - Strategie zur optimalen Rolle der Biomasse in der Energiewende bis 2030/2050
 - Vorrangige Zielmärkte für Biomasse
 - Wettbewerbsfähige Technologien
 - Abgleich der politischen Instrumente mit Klimaschutzz Zielen von 2030
 - Effektive Instrumente/Randbedingungen zur Erreichung der Klimaziele 2050

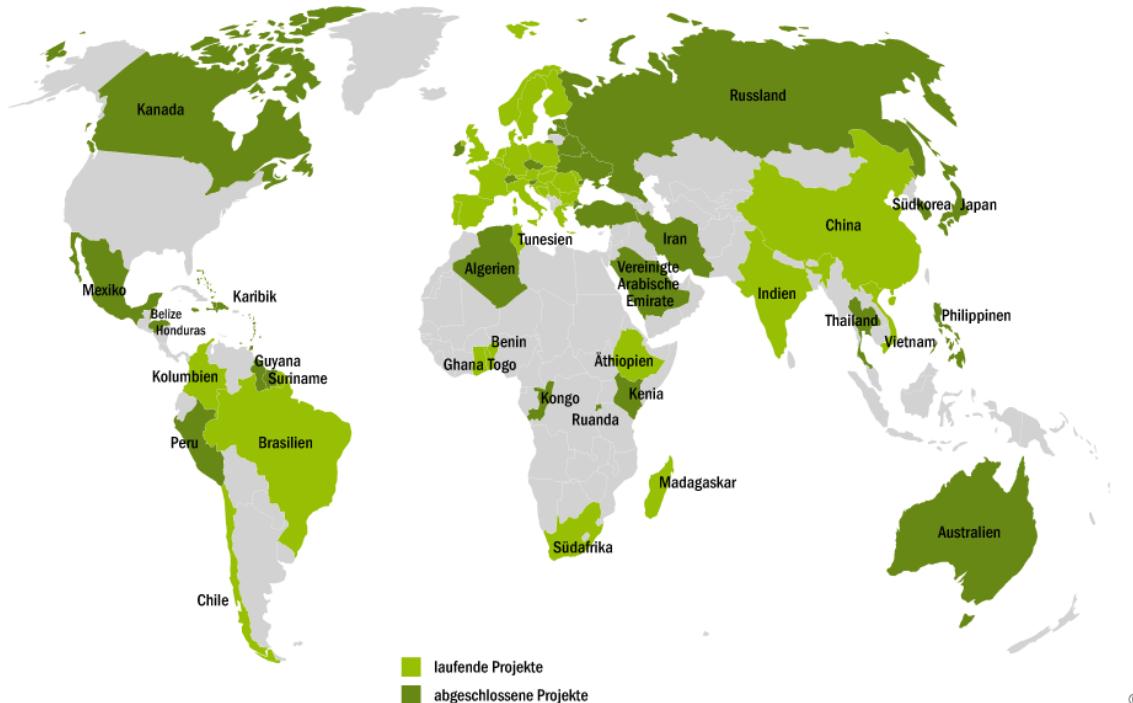


Unsere Forschungsdienstleistungen

- Politikempfehlungen und -beratung
- Marktanalysen und Datenbereitstellung
- Technische, ökonomische und ökologische Bewertung
- Konzept- und Verfahrensentwicklung und -optimierung
- Wissenschaftliche Begleitung von F&E-Vorhaben
- Wissens- und Technologietransfer
- Technisch-wissenschaftliche Dienstleistungen



Internationale Projekte des DBFZ



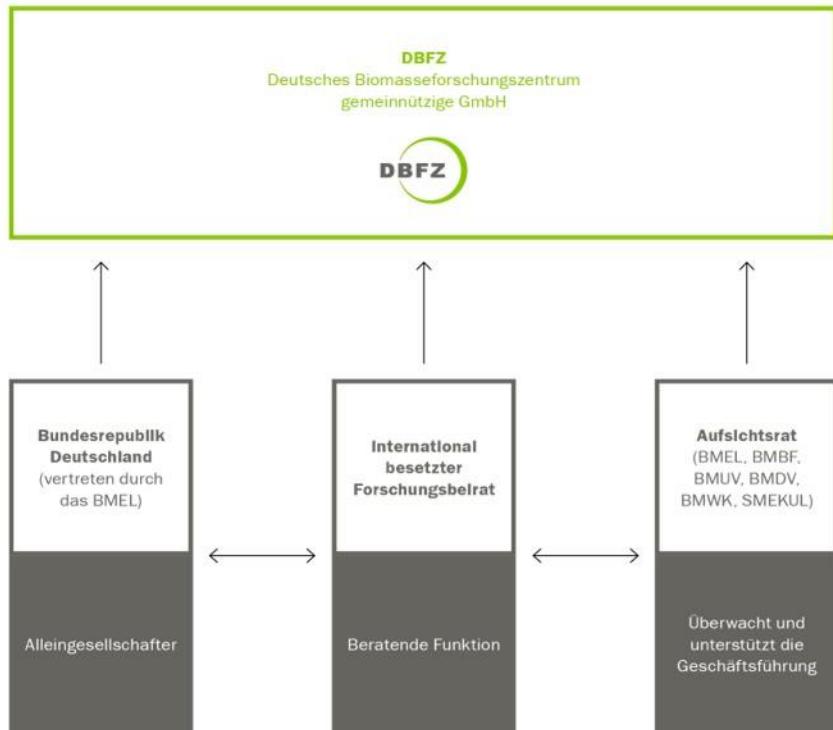
© DBFZ, 01/2022

Das Hauptgebäude des DBFZ



April 2022

Eigentums- und Entscheidungsstruktur



MINISTERIEN IM AUFSICHTSRAT DES DBFZ

BMEL: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

BMBF: Bundesministerium für Bildung und Forschung

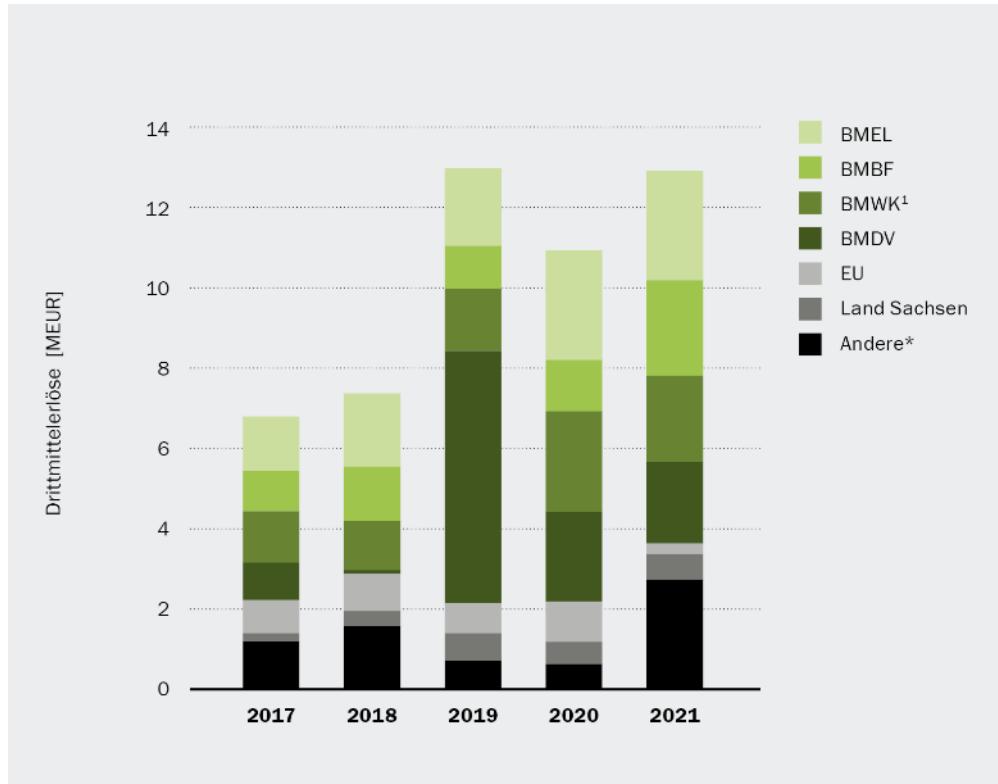
BMUV: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

BMDV: Bundesministerium für Digitales und Verkehr

BMWK: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

SMEKUL: Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft

Finanzierung (2017 - 2021)

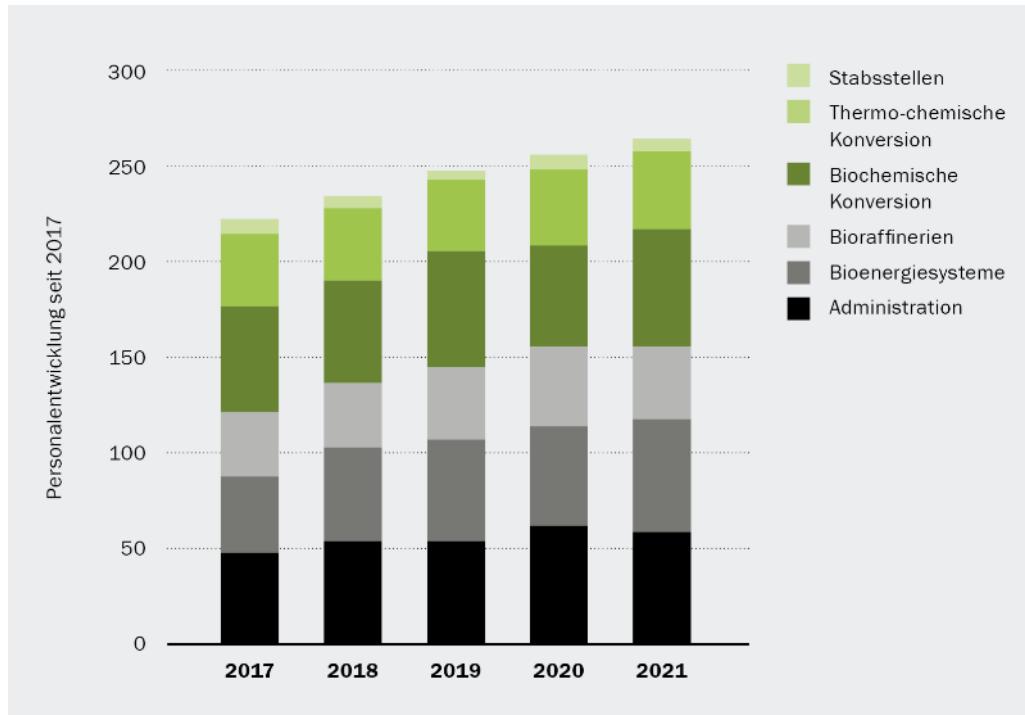


Drittmittelerlöse 2021:
ca. 12,9 Mio. EUR

¹ Neues Ministerium seit Herbst 2021

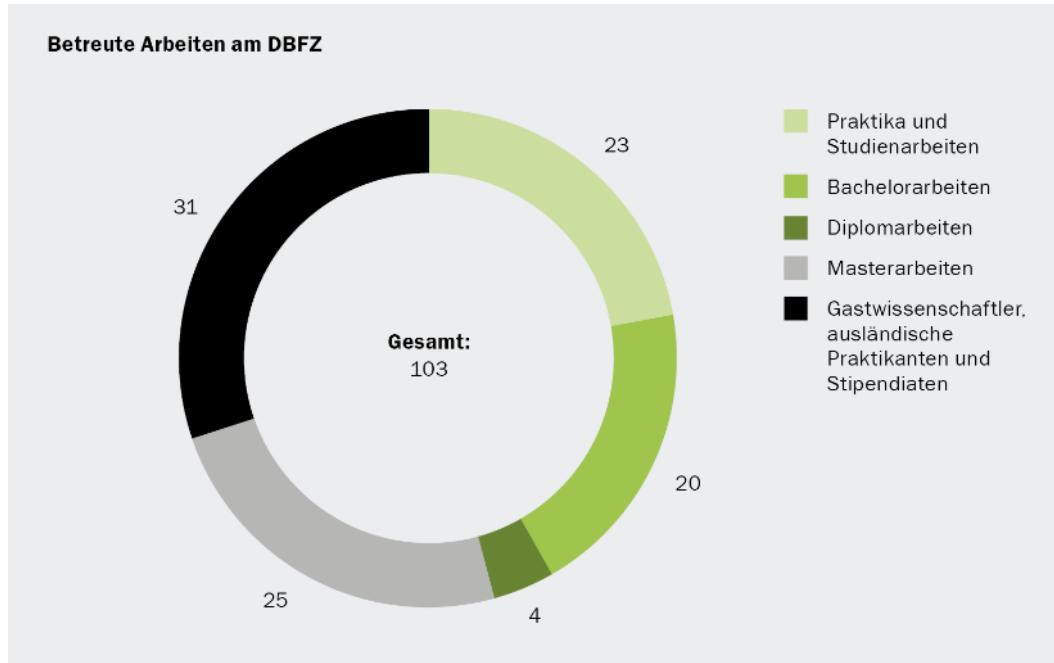
² Auftragsforschung und
Dienstleistungen privater und
öffentlicher Auftraggeber

Personalentwicklung (2017 - 2021)



265 Mitarbeiterende
Stand: 31.12.2021

Betreute Arbeiten am DBFZ (2021)



**Über 100 Studienarbeiten
wurden vom DBFZ betreut!
Stand: 31.12.2021**

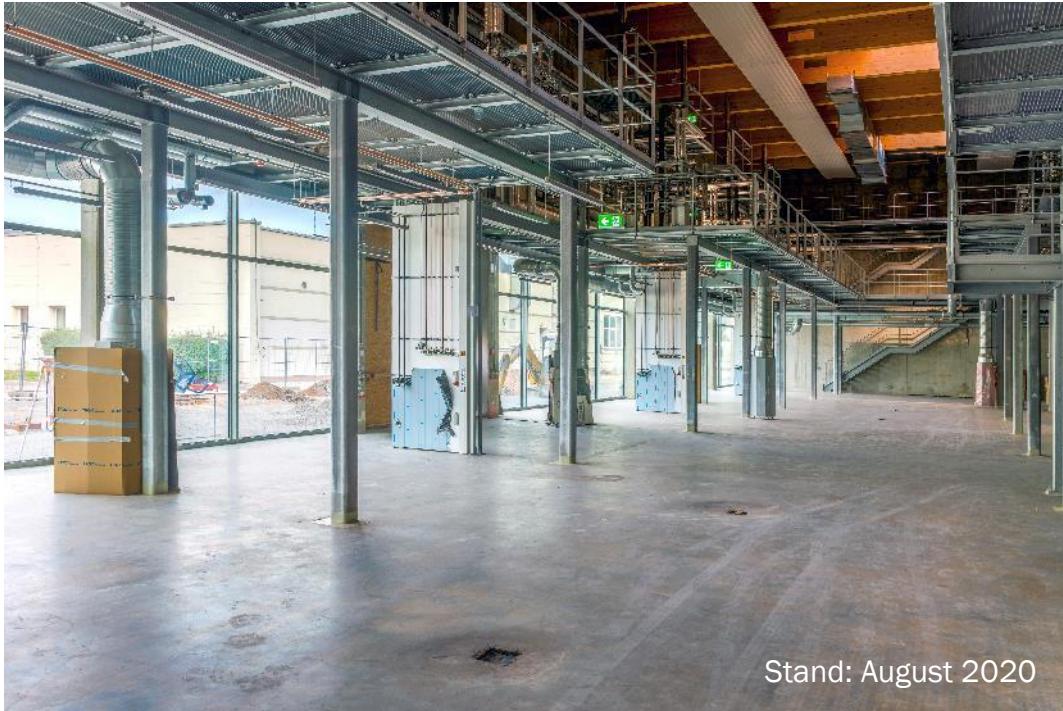
Das DBFZ-Gelände (2022)



Bauliche Entwicklung
Neubau seit 2021

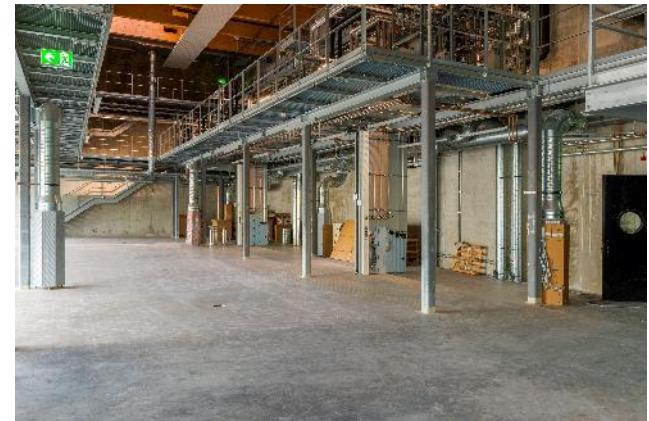


Forschungsbedingungen in neuem Maßstab



Neue Technikumshalle (Part TK)

Auf knapp 4.700m² Nutzfläche ist angewandte Forschung seit 2020 in neuem Maßstab möglich!



Angewandte Forschung am DBFZ



Angewandte Bioenergieforschung in Laboren und Prüfständen

Technische Prüfstände und Labore

Forschungsbiogasanlage



Kraftstofftechnikum

Verbrennungstechnikum



HTP-Labor

Kompaktierungstechnikum



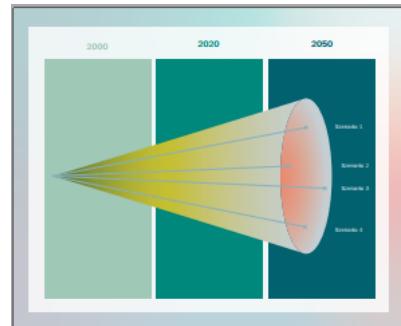
Analytiklabor

Tools, Datenbanken und Methoden

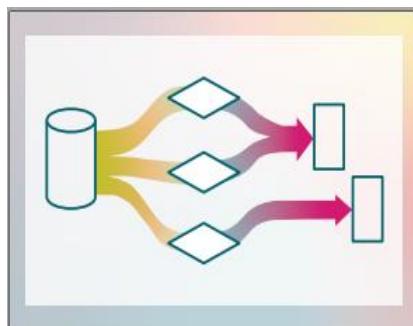
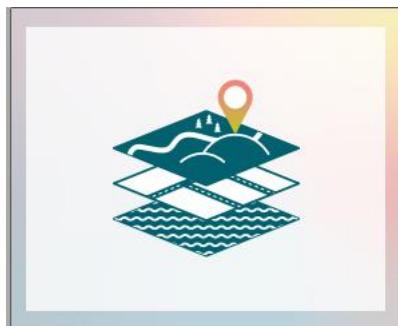
Bewertungsverfahren



Szenario Tool



Ressourcendaten



Regionalisierte Informationen

Bioenergiemodelle



Wissenstransfer

Das können wir für Sie leisten

- Angewandte Forschung und Entwicklung entlang der gesamten Wertschöpfungskette
- nationale und internationale Vernetzung der vielschichtigen Forschungslandschaft
- Erarbeitung wissenschaftlich fundierter Entscheidungshilfen für die Politik, Wirtschaft und andere Institutionen
- **Kurz:** wir sind die zentrale Bundesforschungseinrichtung für energetische und integrierte stoffliche Verwendung von Biomasse



Smart Bioenergy – Innovationen für eine nachhaltige Zukunft

Kontakt:

Prof. Dr. mont. Michael Nelles
Dr. Christoph Krukenkamp
Dr. René Backes
Dr. agr. Peter Kornatz
Dr.-Ing. Volker Lenz
Dr.-Ing. Franziska Müller-Langer
Prof. Dr. rer. nat. Ingo Hartmann

**DBFZ Deutsches
Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH**

Torgauer Straße 116
D-04347 Leipzig
Tel.: +49 (0)341 2434-112
E-Mail: info@dbfz.de
www.dbfz.de