



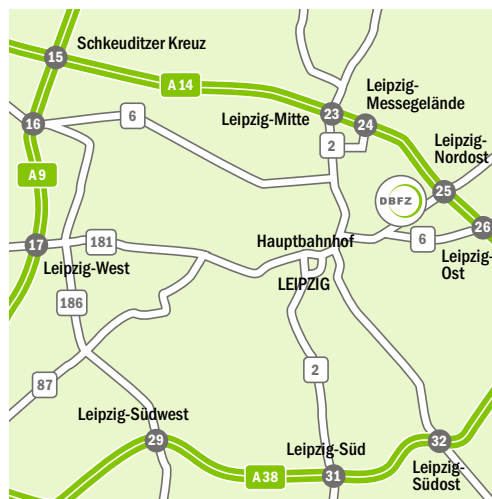
Jahresbericht 2021

Anfahrt

Mit dem Zug: Ankunft Leipzig Hauptbahnhof; Straßenbahn Linie 3/3E (Richtung Taucha/ Sommerfeld) bis Haltestelle Bautzner Straße; Straße überqueren, Parkplatz rechts liegen lassen und den Haupteingang des DBFZ (Haus 1, Torgauer Str. 116) benutzen. Bitte melden Sie sich am Empfang an.

Mit dem Auto: Über die Autobahn A 14; Abfahrt Leipzig Nord-Ost, Taucha; Richtung Leipzig; Richtung Zentrum, Innenstadt; nach bft Tankstelle befindet sich das DBFZ auf der linken Seite (siehe „... mit dem Zug“).

Mit der Straßenbahn: Linie 3/3 E (Richtung Taucha/ Sommerfeld); Haltestelle Bautzner Straße (siehe „... mit dem Zug“).



Jahresbericht 2021



Inhalt

- 1 Editorial 4**
- 2 Das DBFZ in der Übersicht 6**
- 3 Kennzahlen und Highlights..... 14**
- 4 Interview: Digitalisierung in der Forschung 24**
- 5 Schwerpunkte: Referenzen aus der Forschung30**
 - 5.1 Dashboard „Regionale Biomassepotenziale“ 32
 - 5.2 Forschungsprojekt „Nachwuchsforschergruppe“ 40
 - 5.3 Forschungsprojekt „BIOFIT“ 49
 - 5.4 Forschungsprojekt „OptDienE“ 56
 - 5.5 Forschungsprojekt „PaCoSil“ 65
- 6 Nachwuchsförderung 72**
- 7 Wissenschaftskommunikation..... 82**
- 8 Internationale Aktivitäten 92**
- 9 Wissens- und Technologietransfer..... 98**
 - 9.1 Politikberatung 101
 - 9.2 Dienstleistungen 104
- 10 Netzwerke/Forschungsverbünde 110**
- 11 Gremientätigkeiten 114**
- 12 Struktur und Organisation..... 122**
 - 12.1 Aufsichtsrat/Forschungsbeirat..... 124
 - 12.2 Finanzen/Drittmittel 128
 - 12.3 Personal/Ausbildung 129
- 13 Anhang: Projekte und Veröffentlichungen 136**

1 Editorial

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

Das zweite „Corona-Jahr“ hat auch das DBFZ wieder vor besondere Herausforderungen gestellt. Diese konnten wir durch eine sehr gute und engagierte Teamleistung jedoch gut meistern und blicken nun wieder auf ein arbeitsintensives Forschungsjahr mit spannenden Projekten und Entwicklungen zurück. Im vorliegenden Jahresbericht 2021 finden Sie hierzu eine Vielzahl von interessanten Informationen.

Die personelle und fachliche Ausrichtung auf die energetische und stoffliche Verwertung der biogenen Rest- und Abfallstoffe sowie die wissenschaftlichen Fragen der gesamten Bioökonomie wurden weiter verstärkt und auch die internationalen Aktivitäten intensiviert. Beispiele hierfür sind der Co-Vorsitz von Prof. Dr. Daniela Thrän im aktuellen Bioökonomierat der Bundesregierung und die Berufung von Prof. Dr. Michael Nelles als Koordinator der Aktivitäten Deutschlands in der International Solid Waste Association (ISWA), dem wichtigsten globalen Netzwerk zu allen Themen der Kreislaufwirtschaft. Auch der Start des Projekts „ETH-Soil“ im Sommer 2021, das in den nächsten fünf Jahren im Auftrag des BMZ in Äthiopien mit einem Gesamtvolumen von rund 18 Mio.€ bearbeitet wird, ist ein gutes Beispiel.

Darüber hinaus konnten wir im Jahr 2021 auch das wichtige Thema der „Digitalisierung“ am DBFZ weiter vorantreiben. Ein Interview mit dem Leiter unseres neu eingerichteten Datenlabors, Dr. Marco Selig, finden Sie ab Seite 24.

Ein besonderes Highlight war die für uns sehr erfolgreiche Evaluierung durch den Wissenschaftsrat, der u.a. feststellt, „das Institut habe sich seit der vorangegangenen Evaluation im Jahr 2014 zu einer renommierten



Abb. 1: Die Geschäftsführung des DBFZ

Einrichtung auf dem Gebiet der Biomasseforschung weiterentwickelt. Dabei sei nicht nur die Qualität der wissenschaftlichen Leistungen, sondern auch die sehr gute nationale und internationale Vernetzung des DBFZ mit der Industrie und der Wissenschaftslandschaft hervorzuheben“.

Wie in jedem Jahr danken wir an dieser Stelle wieder ganz herzlich all unseren Partnern (Aufsichtsrat, Forschungsbeirat, Projektträger und Projektpartner) für ihren unermüdlichen Input, viele wertvolle Hinweise sowie die intensive Zusammenarbeit!

Prof. Dr. Michael Nelles
Wissenschaftlicher
Geschäftsführer

Ronny Bonzek
Administrativer
Geschäftsführer

2 Das DBFZ in der Übersicht

Das Deutsche Biomasseforschungszentrum wurde am 28. Februar 2008 vor dem Hintergrund der komplexen Fragestellungen in Hinsicht auf die Bereitstellung und Nutzung von Bioenergie als gemeinnützige GmbH in Berlin gegründet. Alleingesellschafter ist die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).



Abb. 2: Der 2020 eröffnete Neubau des DBFZ (Büro- und Seminargebäude mit angrenzendem Technikum)

Vision

Unsere Forschung ist ein Schlüssel zu einer klimaneutralen Gesellschaft bis spätestens 2050.

Geschlossene Kohlenstoffkreisläufe der Bioökonomie haben dann die fossile Wirtschaft abgelöst.



Mission und Zielgruppen

- Wir betreiben angewandte Forschung und Entwicklung.

- Wir erforschen, entwickeln und bewerten Technologien der energetischen und integrierten stofflichen Nutzung biogener Ressourcen.

- Unsere Ergebnisse ermöglichen Innovationen zu nachhaltig am Markt etablierten Produkten und Dienstleistungen, um eine schnelle Transformation in eine klimaneutrale Gesellschaft sicherzustellen.

- Wir beraten und erstellen wissenschaftlich fundierte Informationen für die Bundesregierung.

- Unsere Erkenntnisse leisten einen Beitrag zur Entwicklung der ländlichen Räume, die die Ausgangspunkte für die Bioökonomie darstellen.

- Wir lassen uns von den Zielen für nachhaltige Entwicklung¹ der Vereinten Nationen leiten.

- Unsere Forschung richtet sich an Akteur*innen aus Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft mit Bezug zu Bioenergie, Bioökonomie und nachhaltigen Versorgungssystemen.

- Wir vernetzen uns mit unseren Partner*innen im In- und Ausland und teilen unser Wissen mit ihnen.



Abb. 3: „Smart Bioenergy“ in einer nachhaltigen Bioökonomie

¹ Sustainable Development Goals (<https://sdgs.un.org/goals>)

Unsere Philosophie

- Zur Erfüllung unserer Mission entwickeln wir unsere engagierten Mitarbeitenden, unser interdisziplinäres Fachwissen und unsere herausragende Forschungsinfrastruktur stetig weiter.

- Als eine unabhängige und der Neutralität verpflichtete Bundesforschungseinrichtung erstellen wir wissenschaftlich fundierte Entscheidungsgrundlagen und initiieren und gestalten Forschungsstrategien.

- Wir fördern den wissenschaftlichen Nachwuchs durch die Betreuung von Bachelor-, Master- und Promotionsarbeiten.

- Unsere Mitarbeitenden profitieren von einem breiten Weiterbildungsprogramm.

- Wir unterstützen unsere Mitarbeitenden bei Aus- und Neugründungen.

- Die Vereinbarkeit von Beruf und Familie hat für uns einen hohen Stellenwert.

- Mit dem Ziel der ständigen Verbesserung konsultieren wir regelmäßig einen international besetzten Forschungsbeirat und einen ressortübergreifenden Aufsichtsrat aus Bundes- und Landesministerien.

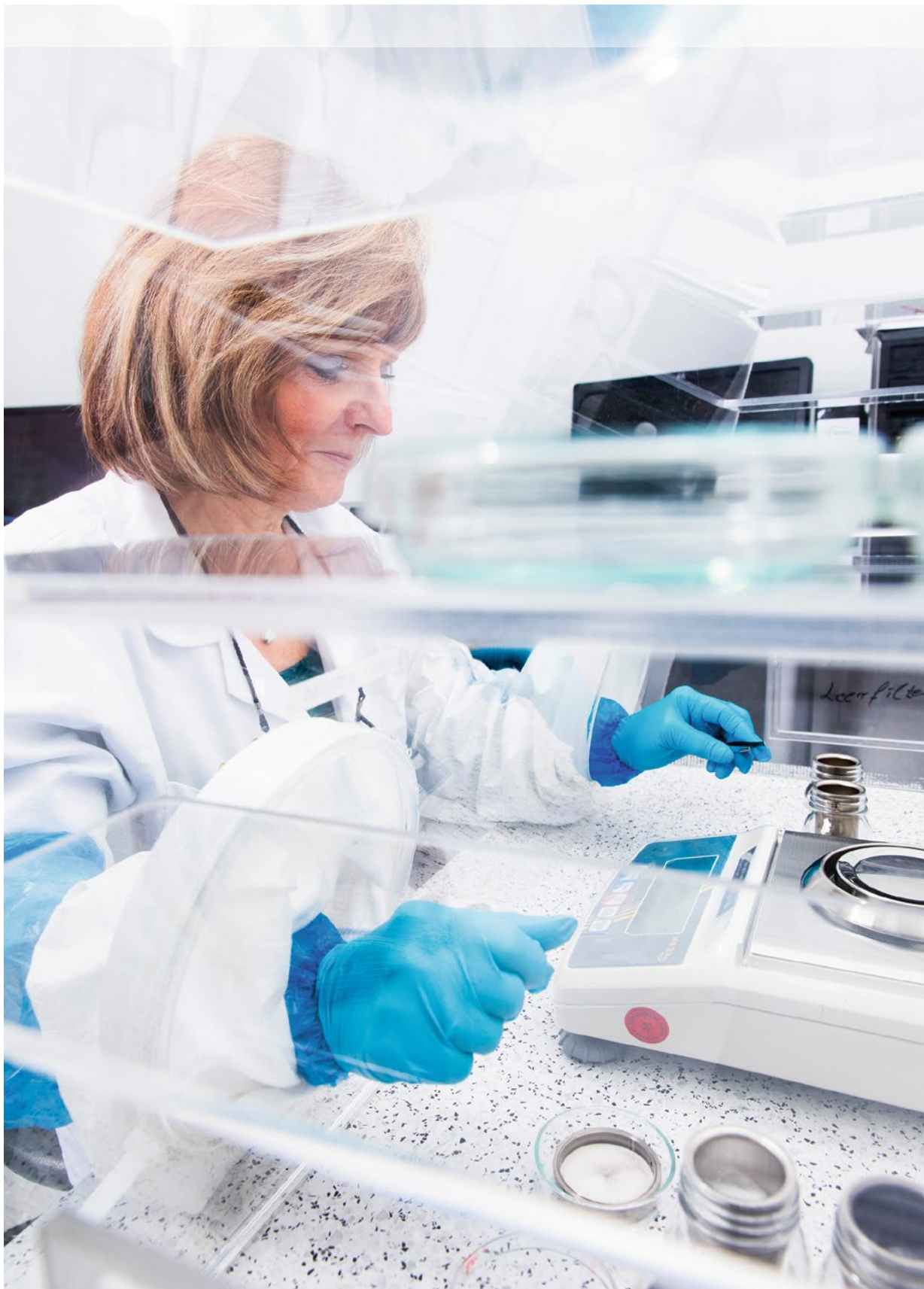
- Unsere Prozesse optimieren wir ständig mit dem Qualitätsmanagementsystem ISO 9001 und entlang der Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis.

- Wir streben einen klimaneutralen Betrieb bis spätestens 2030 an.

→ Download:

Das Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationskonzept des DBFZ
(Stand: November 2020)





27

Neu gestartete Projekte
(Markt- und Zuwendungsprojekte)

265

Mitarbeitende
(Stand: 31.12.2021)

196.500,- €

**Durchschnittliches
Projektgesamtvolumen**
der 2021 gestarteten Projekte

55

Abgeschlossene Projekte

61

**Interne und externe
Veranstaltungen**
(Online/Hybrid/Präsenz)

108

bearbeitete Projekte

62

Peer reviewed Publikationen
(davon 36 Open Access)

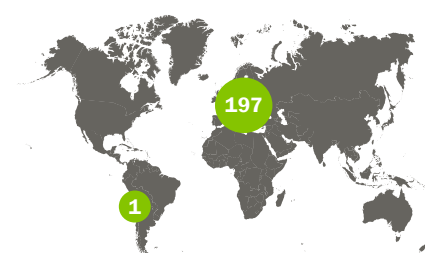
3 Kennzahlen und Highlights

Projektkooperationen

Durch die enge Forschungsk Kooperation mit zahlreichen Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft konnte das DBFZ seine Position als führende nationale Forschungseinrichtung im Bereich der energetischen und integrierten stofflichen Nutzung von Biomasse im Jahr 2021 weiter festigen. Auch auf internationaler Ebene baut das DBFZ seine Position seit mehr als zehn Jahren kontinuierlich aus. So ist das Forschungszentrum im Rahmen von 22 EU-Projektkooperationen

mit fast 200 Partnern oder als aktives Mitglied und National Team Leader in führenden internationalen Forschungsnetzwerken, z.B. dem IEA Energy Technology Collaboration Programme, der European Energy Research Alliance (EERA) oder der European Technology and Innovation Platform Bioenergy (ETIP-Bioenergy) aktiv tätig. Eine Übersicht über die umfangreichen Gremien- und Netzwerkaktivitäten finden sich in diesem Jahresbericht ab Seite 110.

Hauptpartner der EU-Zusammenarbeit (Anzahl je Land/Region)



ECKDATEN

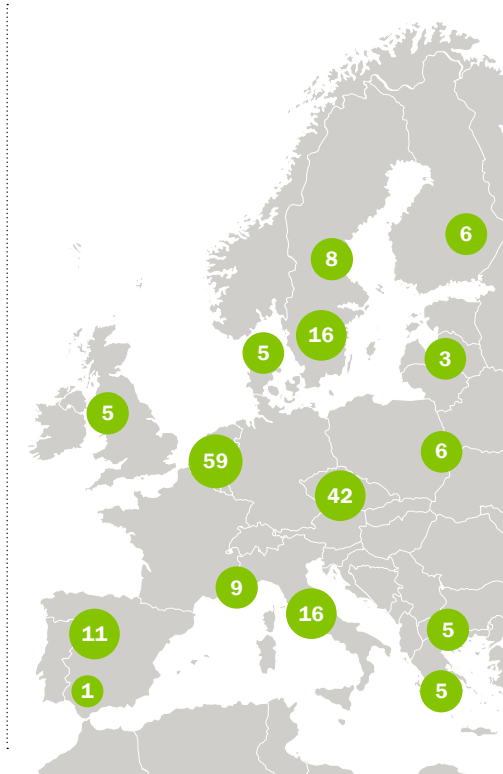
22 EU-Projekte (FP7/HORIZON2020)

198 Partner:

- 39% Private-for-profit-Organisationen (Industrie, SME)
- 20% Forschungseinrichtungen
- 19% Hochschulen und Universitäten
- 19% Andere (Vereinigungen, Agenturen, Netzwerke)
- 3% Einrichtungen des öffentlichen Rechts (öffentliche Verwaltung)

Fördermittel für DBFZ:

7,26 Mio. EUR



© EU, Funding & tender opportunities (Stand: Januar 2022)

Abb. 4: Internationale Kooperation auf EU-Ebene

Publikationsleistung

Projektergebnisse und -erkenntnisse aus Verbundprojekten werden gemeinsam mit Co-Autor*innen aus 85 Institutionen der Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft in mehr als 60 peer-reviewed Publikationen jährlich veröffentlicht. Zu den insgesamt mehr als 130 pro Jahr erscheinenden Publikationen mit DBFZ-Beteiligung zählen auch Artikel in technischen Fachzeitschriften sowie Stellungnahmen und Positionspapiere zur Information von interessierten Praktizierenden und Anwendenden. Mit mehr als 150 Vorträgen präsentieren Wissenschaftler*innen des DBFZ

weltweit die neusten Ergebnisse und Erkenntnisse der Bioenergieforschung und vernetzen sich gleichermaßen mit der Scientific Community, Praktizierenden sowie der interessierten Öffentlichkeit. Eine Übersicht über die Veröffentlichungen des DBFZ finden sich im Anhang ab Seite 141.

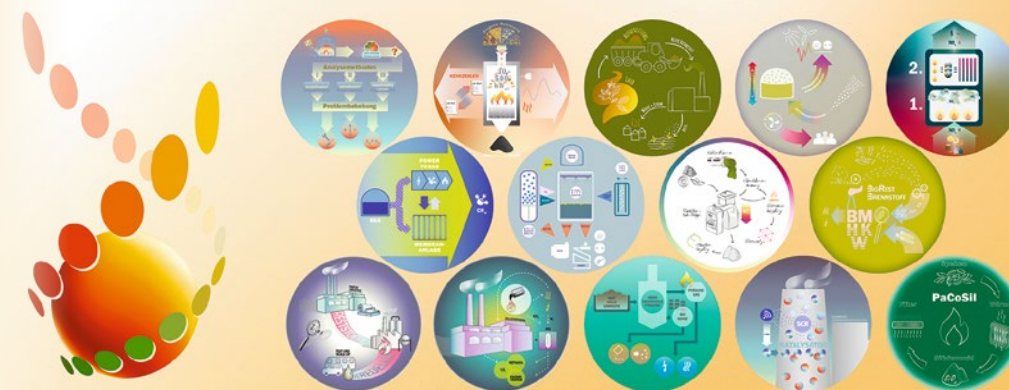
→ **Weitere Informationen:**
www.dbfz.de/pressemediathek/publikationsverzeichnis

Tab. 1: Publikationsübersicht für den Zeitraum von 2017–2021

PUBLIKATIONEN	2017	2018	2019	2020	2021
Buchveröffentlichungen/ Herausgeberschaften	19	12	9	12	15 ²
Buchbeiträge	15	16	5	37	14
Zeitschriftenartikel (reviewed)	52	57	57	70	62 ³
Zeitschriftenartikel	16	14	10	11	11
Beiträge in Tagungsbänden	47	35	44	27	31
Vorträge	170	142	156	132	165
Forschungsdaten	1	3	1	3	4
Gesamt	316	279	282	292	302

² acht Monographien, zwei Hrsg. von Sammelwerken, fünf Hrsg. von Tagungsbänden

³ davon 36 Open Access Artikel



Förderbereich „Energetische Biomassenutzung“

Als Beispiel für eine umfangreiche wissenschaftliche Begleitung von FuE-Vorhaben arbeitet seit 2008 die Begleitforschung des BMWK-Förderbereichs „Energetische Nutzung biogener Rest- und Abfallstoffe“ (kurz „Energetische Biomassenutzung“) am DBFZ. Im Rahmen von Veranstaltungen sowie Fachtagungen und Workshops des Förderbereichs konnten bis Ende 2021 mehr als 700 Netzwerketeiligte erfolgreich im Forschungsnetzwerk Bioenergie vernetzt werden. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Zusammenführung des wissenschaftlichen Outputs der Teilnehmenden im Förderbereich sowie der Transfer der Ergebnisse zu verschiedenen Akteursgruppen (Politik, Forschung, Praxis). Seit 2016 ist der Förderbereich Mitglied des BMWK-Forschungsnetzwerks Energie. Hier koordiniert die Begleitforschung die Erarbeitung von zukünftigen FuE-Empfehlungen im Rahmen des Konsultationsprozesses zum 7. Energieforschungsprogramm.

2021 haben im Förderbereich insgesamt 15 neue Projekte begonnen. Hierbei ist das DBFZ bei fünf Projekten nicht nur Zuwendungsempfänger, sondern auch Koordinator des Projektverbundes. Die neuen Projekte arbeiten in einer Vielzahl von Themenfeldern des Förderbereiches. Die vom DBFZ geleiteten Projekte beschäftigen sich unter anderem mit der Systemintegration im Strom & Wärmebereich. Zum Teil liegt der Projektfokus auf Biogas und Biomassevergasung, aber auch das Thema der Biomassefeuerung wird in den Projekten berücksichtigt. Neben der Berücksichtigung von spezifischen Technologien wird in zwei Projekten das Marktpotenzial evaluiert, in einem Projekt handelt es sich um die Konzeptionierung.

→ **Weitere Informationen:**
www.energetische-biomassenutzung.de
www.forschungsnetzwerke-energie.de

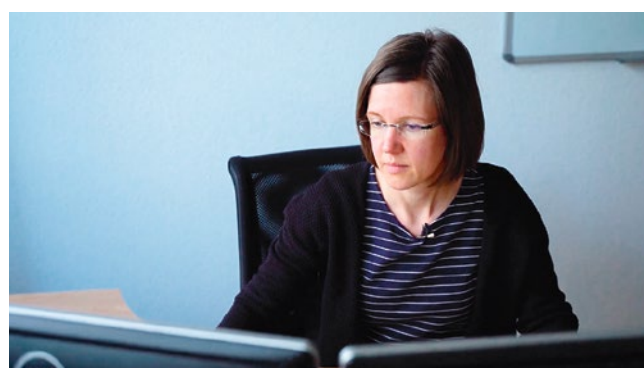
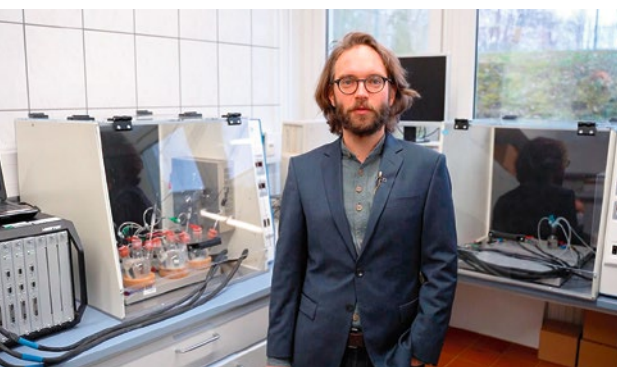
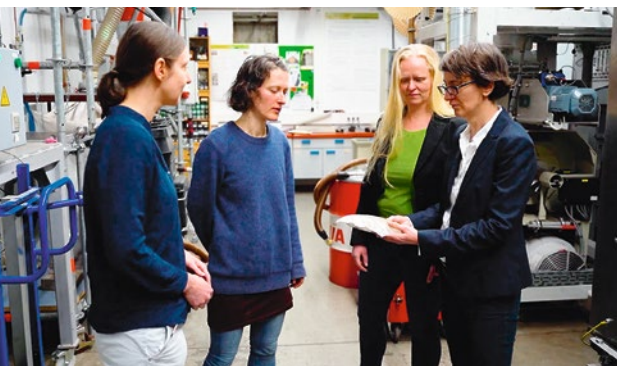


Abb. 5: Videopräsentation im Rahmen der Evaluierung durch den Wissenschaftsrat

Wissenschaftliche Highlights

Erfolgreiche Evaluierung durch den Wissenschaftsrat

Nach einem einjährigen Vorlauf stand am 13./14. April 2021 der virtuelle Besuch sowie die erneute Evaluierung durch den Wissenschaftsrat auf der Agenda. Ziel der Evaluierung ist es, dort wo erforderlich, vorhandene Strukturen zu modernisieren, Wettbewerbselemente zu stärken, Qualität sowie Effizienz der Forschung zu steigern und zu einer verbesserten Erfüllung der Aufgaben des Bundes beizutragen. Der Evaluierung des DBFZ war eine intensive Begutachtung mit einem umfassenden Bewertungsbericht, zahlreichen Videointerviews und Besprechungen sowie einer Begehung vorausgegangen. Coronabedingt konnte die Evaluierung im Jahr 2021 nur virtuell und mit vorproduzierten Videobeiträgen zu verschiedenen Forschungsthemen und der Forschungsinfrastruktur des DBFZ stattfinden. In seinem rund achtzigseitigen Abschlussbericht attestierte der Wissenschaftsrat dem DBFZ für den Evaluierungszeitraum 2017–2019 im Januar 2022 erneut große Fortschritte und eine hohe Bedeutung bei der Bearbeitung von Fragestellungen für die nachhaltige und effiziente Nutzung von Biomasse und damit für ein zukünftiges kreislauforientierteres und biobasiertes Wirtschaftssystem.



„Das Institut hat sich zu einer renommierten Einrichtung auf dem Gebiet der Biomasseforschung weiterentwickelt. Dabei ist nicht nur die Qualität der wissenschaftlichen Leistungen, sondern auch die sehr gute nationale und internationale Vernetzung des DBFZ mit der Industrie und der Wissenschaftslandschaft hervorzuheben“

Wissenschaftsrat, 2022

→ Die Stellungnahme des Wissenschaftsrats ist unter dem folgenden Link einzusehen:

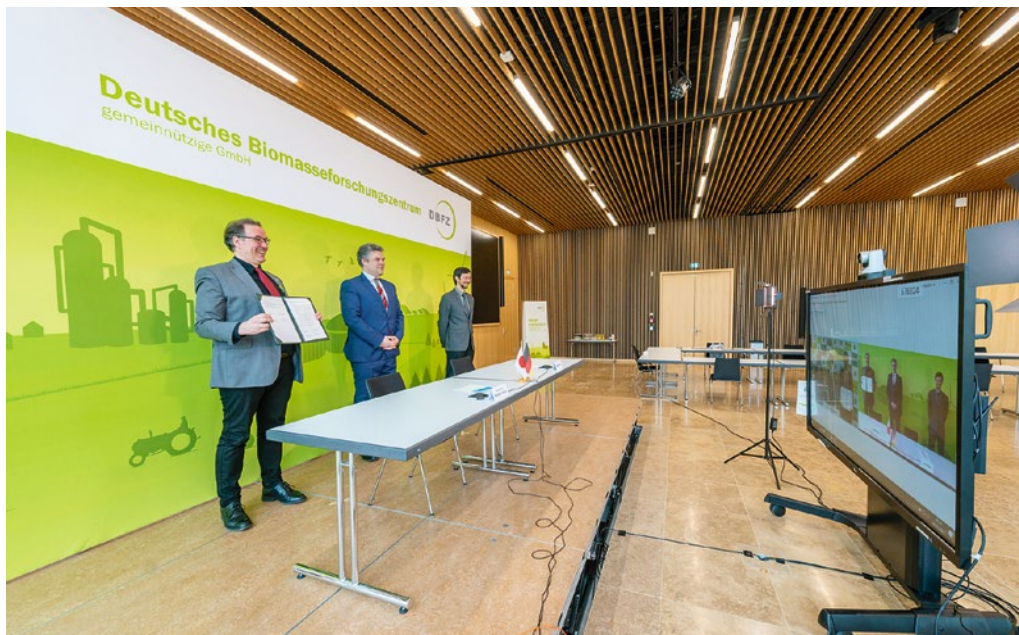
www.wissenschaftsrat.de/download/2022/9475-22.pdf



Memorandum of Understanding im Bereich der Torrefizierung von Biomasse

In einer erneuerten Forschungsk Kooperation haben sich Vertreter des DBFZ mit dem japanischen Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI) am 9. März 2021 virtuell auf eine weitere Zusammenarbeit im Bereich der Torrefizierung von Biomasse verständigt. Japan strebt die Klimaneutralität bis 2050 an und setzt neben Wasserstoff auch auf den Ausbau der heimischen Biomassenutzung. Neben der Verstromung untersuchen sowohl das DBFZ wie auch das FFPRI Wärmeanwendungen im kleineren Leistungsbereich mit systemdienlichem Zusatznutzen. Dieser spielt in Japan im Zusammenhang mit der Versorgungssicherheit nach Erdbeben eine wesentliche Rolle. So sind torrefizierte Pellets im Vergleich zu unbehandelten Holzpellets auch nach Starkregen noch einsetzbar.

Abb. 6: Virtuelles MoU mit Vertretern des japanischen Institutes FFPRI (9. März 2021)



Kick-Off des Äthiopienvorhabens „ETH-Soil“

In Anwesenheit der äthiopischen Botschafterin, H.E. Mulu Solomon Bezuneh, Repräsentanten der sächsischen Staatskanzlei sowie Projektverantwortlichen des DBFZ wurde am 6. September 2021 offiziell der Start des Vorhabens „ETH-Soil“ zur Bodenverbesserung in Äthiopien eingeläutet. Ziel des über fünf Jahre laufenden Projekts unter der Koordination des DBFZ ist es, die Ernährungssicherheit in drei Pilotregionen der Region Oromia/Äthiopien durch Anwendung von Biodünger aus Pyrolyse- und Biogasanlagen zu verbessern. Mit dem Vorhaben erweitert das DBFZ sein bestehendes Portfolio von Projekten und Maßnahmen in Afrika und trägt wesentlich dazu bei, die in Deutschland und im speziellen in Sachsen entwickelten Technologien, Kompetenzen und Erfahrungen für Äthiopien und perspektivisch ganz Afrika zum Nutzen der Menschen vor Ort einzubringen (siehe Seite 94).

→ Weitere Informationen:
www.eth-soil.com



Abb. 7: Besuch der äthiopischen Botschafterin anlässlich des ETH-Soil-Starts (6. September 2021)

Berufung von Prof. Michael Nelles zum ISWA-Koordinator

Die Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e. V. (DGAW) sowie die German RETech Partnership e. V. (RETech) haben sich nach zweijähriger Vorbereitungszeit im Herbst 2021 für die Bewerbung als National Member in der International Solid Waste Association (ISWA) entschieden. Die ISWA ist das zentrale globale Expertennetzwerk für alle praxisorientierten und wissenschaftlichen Fragen zur Realisierung einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft. Nachdem die General Assembly der ISWA den Antrag in ihrer Sitzung am 3. Oktober 2021 einstimmig angenommen hat, wird sich Deutschland unter der Koordination von Prof. Dr. Michael Nelles ab Januar 2022 als „National Member“ engagieren. Prof. Nelles ist Inhaber des Lehrstuhls für Abfall- und Stoffstromwirtschaft an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock sowie wissenschaftlicher Geschäftsführer des DBFZ. Als Vorstandsmitglied in beiden Vereinen wird er die Koordination der gemeinsamen Arbeit als National Member sowie die formelle Vertretung beider Organisationen in der ISWA übernehmen. DGAW und RETech sind bereits seit 2019 Goldmember in der ISWA und bündeln ihre Aktivitäten in einem gemeinsamen Arbeitskreis „ISWA Germany“. Hierüber werden



nun auch die Aktivitäten aus Deutschland im Rahmen der National Membership koordiniert.

→ Weitere Informationen:
www.iswa.org
www.iswa-germany.de

Preise und Auszeichnungen



Abb. 8: Prof. Dr. Walter Stinner (vorne links) bei der offiziellen Verleihung des Biogas-Innovationspreises 2021.

DBFZ-Wissenschaftler erhalten den Biogas-Innovationspreis 2021

Zum wiederholten Mal konnten Wissenschaftler*innen des DBFZ im Rahmen des 14. Biogas-Innovationskongresses 2021 den Biogas-Innovationspreis der Deutschen Landwirtschaft gewinnen. Erstmals wurde der mit 10.000€ dotierte Wissenschaftspreis an ein chinesisch/deutsches Kooperationsprojekt vergeben. Gemeinsam mit den deutschen Forschungspartnern Dr. Britt Schumacher und Prof. Dr. Walter Stinner vom DBFZ wurde das Forscherteam Jianbin Guo und Hui Sun von der China Agricultural University aus Peking für seine Arbeit zum Thema „Strohsilierung mit flüssigem Gärrest – kosteneffiziente Lagerung und Aufbereitung zur Biogaserzeugung“ ausgezeichnet. Der Wirtschaftspreis ging an Christoph Heitmann von der BENAS Biopower GmbH für seine Arbeit zum Thema „Magaverde – Magisch grüne Produkte“. Die

Preisverleihung fand coronabedingt unter Einhaltung der Hygienevorschriften in den Räumen des DBFZ statt, wobei die chinesischen Wissenschaftler per Video zugeschaltet waren. Für die Gruppe des Wissenschaftspreis nahm Prof. Dr. Walter Stinner die Urkunden stellvertretend in Empfang.

Hossein Beidaghy Dizaji erhält den Student Award der EUBCE 2021

DBFZ-Wissenschaftler und Doktorand Hossein Beidaghy Dizaji (Bereich Thermo-chemische Konversion) hat im Rahmen der EUBCE 2021 den Student Award erhalten. In der Arbeitsgruppe „Innovative Festbrennstoffe“ erforscht Hossein Beidaghy Dizaji im Rahmen seiner Promotion am DBFZ wesentliche Einflussfaktoren auf das Verschlackungsverhalten von siliziumreichen Biomassefestbrennstoffen wie z. B. Reisstroh und -spelzen, um die aus der

Verbrennung gewonnene Asche als hochwertiges biogenes Silica für stoffliche Anwendungen einzusetzen. Weitere Informationen zum Forschungsvorhaben in diesem Jahresbericht ab Seite 75. Zwei wissenschaftliche Artikel von Hossein Beidaghy Dizaji in den Journals „Applied Sciences“ und „Fuel“ wurden im Herbst 2021 darüberhinaus als „highly cited paper“ und „most downloaded article“ bewertet.

Christoph Siol erhält den Preis der Energie- und Umweltstiftung 2021

DBFZ-Wissenschaftler Christoph Siol (Bereich Bioenergiesysteme) hat den Preis der Energie- und Umwelt Stiftung für seine Masterarbeit zum Thema „Bewertung der ökologischen Effektivität eines Katalysators zur Emissionsminderung bei handbeschieden Holzschicht-Kaminöfen mittels einer Ökobilanzierung (LCA)“ erhalten. Mit dem jährlich vergebenen Preis prämiert die Energie- und Umwelt Stiftung Leipzig in der Kategorie „Energie und Umwelt“ herausragende wissenschaftliche Arbeiten, die sich mit umweltfreundlichen Technologien der Energieerzeugung und Nutzung energetischer Ressourcen beschäftigen.



Abb. 9: Preisträger Christoph Siol



Abb. 10: DBFZ-Wissenschaftlerin Karoline Fürst hat den Preis des Bioökonomiecamps 2021 erhalten

Karoline Fürst erhält den Preis des Bioökonomiecamps 2021

Beim Bioökonomie-Camp 2021, der Forschungs-Convention im Wissenschaftsjahr, brachten das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und die Universität Hohenheim vom 30. September bis zum 1. Oktober junge Talente aus Hochschulen, Stiftungen und Forschungseinrichtungen zusammen. Ziel der virtuellen Veranstaltung war es, in innovativer Reallaboratmosphäre die disziplinübergreifende Vernetzung zu fördern. Mit dem eingereichten Artefakt „Schaufenster der Bioökonomie in Mitteldeutschland und Lausitz“ hat DBFZ-Wissenschaftlerin Karoline Fürst (Bereich Bioenergiesysteme) den mit 3.000 Euro dotierten Preis des Bioökonomiecamps gewonnen. Das Artefakt entstand im Rahmen des Vorhabens „MoreBio“ und ist ein kleines Schaufenster, welches die Bioökonomie in Mitteldeutschland und der Lausitz zeigt. Das Forschungsvorhaben „Modellregionen Bioökonomie – MoReBio“ am DBFZ begleitet den Aufbau einer Bioökonomie in den mitteldeutschen Kohleregionen.

4 Interview: Digitalisierung in der Forschung

Die technischen Möglichkeiten automatisierter Datenverarbeitung haben sich in den letzten Jahren rasant verändert. Digitale Daten gewinnen als Ergebnis und gleichzeitig als Ausgangspunkt für wissenschaftliche Exzellenz zunehmend an Bedeutung. Hierbei gilt der Grundsatz „so offen wie möglich, so geschlossen wie nötig“. Die große Menge und Vielfalt der Forschungsdaten erfordert jedoch bereichsübergreifende Arbeitsstrukturen sowie ausreichende Kapazitäten für

eine zukunftsfähige und bedarfsgerechte Entwicklung digitaler Datenprodukte. In einer seit 2021 bestehenden Arbeitsgruppe „Datenlabor“ soll der Auf- und kontinuierliche Ausbau des „Data Warehouses“, die Forschung, Entwicklung und der Betrieb digitaler Datenprodukte, die interaktive Visualisierung komplexer Dateninhalte sowie eine anwendungsorientierte Datenwissenschaft „Data Science“ über alle Forschungsbereiche des DBFZ hinweg realisiert werden.



Interview mit Dr. Marco Selig

Herr Dr. Selig: Sie verantworten seit 2021 als Leiter das „Datenlabor“ am DBFZ. Können Sie bitte erläutern, was Ihre Aufgabe ist?

MARCO SELIG: Meine Mission ist es, die Forschenden am DBFZ mittels einer professionell ausgerichteten Digitalstruktur so in ihrer wissenschaftlichen Arbeit zu unterstützen, dass sie die modernsten Methodiken der Informationstechnologie und Datenwissenschaft mühelos und gewinnbringend für ihre Forschungsprojekte einsetzen können. Mit dem Aufbau eines Datenlabors am DBFZ sollen hierfür die erforderlichen Rahmenbedingungen geschaffen werden. Dazu gehören u. a. eine systematische Datenablage, die Entwicklung und kontinuierliche Verbesserung digitaler Datenstrukturen sowie der Aufbau, der Betrieb und die Pflege von themen- und projektübergreifenden Datenbanksystemen, Analyseroutinen oder Zugriffsmöglichkeiten. Das Ziel muss es dabei stets sein, die Forschungs-



daten nach den FAIR-Prinzipien verfügbar und nachhaltig nutzbar zu machen.

Das müssen Sie bitte erklären: was sind FAIR-Prinzipien?

MARCO SELIG: FAIR ist ein englisches Akronym und „FAIRe Daten“ sind auffindbar (Findable), zugänglich (Accessible), interoperabel (Interoperable) und wieder- bzw. weiterverwendbar (Re-usable). Damit bilden diese Prinzipien die Grundlage für jedwede Nutzung von Daten; und zwar aller digitalen Daten aus einem wissenschaftlichen Projekt, d. h. sowohl qualitative und quantitative Forschungsdaten als auch Metadaten oder Algorithmen, Software und weiterer Werkzeuge. Es sei erwähnt, dass sich die Zugänglichkeit auf die technische Umsetzung bezieht und nicht gleichzusetzen ist mit freiem Zugang, d. h. Daten, welche die FAIR-Prinzipien erfüllen, können für jedermann verfügbar sein, denn Zugangseinschränkungen (z. B. zum Schutz personenbezogener Daten) erlauben die FAIR-Prinzipien sehr wohl. Anders herum gilt natürlich: wenn Daten gut dokumentiert und maschinenlesbar sind, eine offene Lizenz haben, in entsprechenden Repositorien gelistet sind, sowie herstellerunabhängige Formate und offene Standards verwenden, dann sind sie FAIR.

„Die Herausforderung liegt darin, die jeweiligen wissenschaftlichen Methodiken zu verstehen, um einen Sinn in die Daten bringen zu können.“

Im Datenmanagement besteht die Personalstruktur häufig aus Data Scientists, Data Curators, Data Engineers oder Full Stack Developers. Das klingt eher nach IT als nach Wissenschaft, wo verorten Sie sich selber?

MARCO SELIG: Diese mitunter blumig anmutenden Rollenbezeichnungen sollen Eingeweihten die Aufgabenschwerpunkte des Datenmanagement verdeutlichen. So wie sich der Kurator eines Museums um historische Exponate bemüht, kümmert sich ein Data Curator um den „Datenschatz“ des DBFZ. Die Archäologen dieses „Museums“ sind Data Scientists, die statt alter Sprachen bspw. fließend die Programmiersprache Python sprechen. Der Einfachheit halber würde ich am DBFZ jedoch nur von „Datenwissenschaftler*innen“ sprechen. Aus meiner Sicht ist das Datenlabor eine wissenschaftliche Arbeitsgruppe, die mit den anderen Forschenden am DBFZ auf Augenhöhe kollaboriert. Dass wir uns nicht nur mit den Wissenschaftler*innen sondern auch mit der IT auf einem fachlich hohen Niveau austauschen können, ist für die Projekte sowie alle Beteiligten gleichermaßen von Vorteil.

Was sind die speziellen Herausforderungen bei der Verknüpfung von wissenschaftlichen Ergebnissen mit digitalen Strukturen?

MARCO SELIG: Forschung dient dem Erkenntnisgewinn. Die erste Herausforderung liegt darin, die jeweiligen wissenschaftlichen Methodiken zu verstehen, um einen Sinn in die Daten bringen zu können. Nur so können die zugrundeliegenden Informationen zweckdienlich strukturiert werden, um die gewonnenen Erkenntnisse festzuhalten. Ganz konkret bedeutet das, mit jedem Projektteam eine gemeinsame „Sprache“ zu finden, damit das Datenlabor seine Aufgabe als Schnittstelle zwischen Biomasseforschung und Digitalisierung optimal ausfüllen kann. Des Weiteren gilt es, diese digitalen Strukturen Dritten (z. B. wissenschaftlichen Kolleg*innen, Interessen-



ZUR PERSON

Dr. Marco Selig ist seit seiner Promotion im Fachbereich Physik an der Ludwig-Maximilians-Universität in München ein begeisterter Wahrscheinlichkeitstheoretiker und Datenwissenschaftler, der seine Leidenschaft zur Softwareentwicklung und Führungsqualitäten im IBM Research & Development Lab in Böblingen ausleben und professionalisieren konnte und nun seine Wissenschaftskarriere als Leiter des Datenlabors am DBFZ neubegründet.

ten aus der Politik oder Industrie, aber auch wissensdurstigen Privatpersonen) bedarfsgerecht anzubieten, damit die gewonnenen Erkenntnisse nicht versickern, sondern aufgegriffen werden können und ein tatsächlicher Gewinn sind.

Wie kommen Wissenschaftler*innen von der Idee zum digitalen Datenprodukt und wie kann dieses aussehen?

MARCO SELIG: Idealerweise beziehen die Forschenden das Datenlabor bereits in der Phase der Ideenfindung ein, damit spätestens in der Antragsphase ein (Unter-)Arbeitspaket „Datenprodukt“, welches sich auch entsprechend im Datenmanagementplan widerspiegelt, definiert werden kann. Je nach Projekt kann ein „Datenprodukt“ eine Datenkuration, eine Datenverarbeitung mit Methoden der Statistik oder künstlichen Intelligenz, eine Datenbank, eine Datenbank-, Web- oder mobile Anwendung, eine maschinenlesbare Programmierschnittstelle (Application Programming Interface, kurz API), eine eigenständige Datenveröffentlichung mit peer-review oder natürlich eine beliebige Kombination aus diesen und weiteren Optionen sein. Ein konkretes Beispiel ist z.B. unser DataLab, eine Portal-Seite mit einer Auswahl von frei zugänglichen Forschungsdaten aus dem Themenfeld der Bioökonomie (mehr hierzu ab Seite 32).

Welche Faktoren sind aus Ihrer Sicht besonders wichtig, um den digitalen Wandel, speziell im Bereich der Forschung, aktiv mitzugestalten?

MARCO SELIG: Der entscheidende Faktor lautet ganz klar: Mitmachen! Wer sich beteiligt, wird seine eigene Datenkompetenz erhöhen und kann damit durch Projekte und Diskussionen (wenn auch meist nur indirekt) Einfluss auf politische Entscheidungen oder Strategien von Projektträgern nehmen. Beispielsweise ist das DBFZ am Arbeitsprogramm „Horizon

Europe“ beteiligt oder auch im Think Tank Digitalisierung des BMEL vertreten und gestaltet dort den digitalen Wandel aktiv mit.

Die Bundesregierung setzt in ihrer Datenstrategie insbesondere auf das Thema „Open Data“ als einen Treiber für Innovation. Welche Relevanz haben offene Daten für die Forschung?

MARCO SELIG: Wissenschaft begründet sich auf dem immerwährenden Kampf von Hypothese und Experiment. Erhobene Daten offen, das heißt allen frei zugänglich, bereitzustellen – unter den bekannten Ausnahmen, basierend auf Datenschutz sowie berechtigten Interessen etc. – ist nicht nur eine gute, sondern die einzige wissenschaftliche Praxis. Die Offenlegung von Daten stützt selbstverständlich die eigenen Forschungsergebnisse. Geschieht dies im Einklang mit den genannten FAIR-Prinzipien, können auch Dritte die Daten nutzen, sowohl zur kritischen Überprüfung der Ergebnisse, als auch um weitere Fragestellungen zu beantworten. Ich bin fest davon überzeugt, dass offene Daten ein enormes Qualitätspotenzial für die Forschung im Ganzen darstellen. Dies sieht im Übrigen auch der Wissenschaftsrat so, der aktuell dafür plädiert, das Publizieren in Open Access zum Bestandteil guter wissenschaftlicher Praxis zu machen.

Ist „Open-Science“ als offenes Wissenschaftsprinzip die Forschungsstruktur der Zukunft?

MARCO SELIG: Ich komme aus dem Fachbereich Physik, wo Open Access noch vor seiner Bezeichnung als solches gelebt wurde (beispielsweise auf arXiv.org), d.h. für mich liegt in diesem offenen Umgang mit Wissen, ob Daten oder Publikationen, bereits heute die Normalität. Ausschlaggebend ist hierfür das bereits etablierte Wissenschaftsprinzip des peer-reviews, d.h. (projektfremde) Fachkolleg*innen prüfen die Inhalte und stellen über

„Erhobene Daten allen frei zugänglich bereitzustellen, ist nicht nur eine gute, sondern die einzige wissenschaftliche Praxis“

den Austausch mit den Autor*innen die wissenschaftliche Qualität sicher.

In welchen Bereichen kann „künstliche Intelligenz“ die Arbeit eines Wissenschaftlers unterstützen?

MARCO SELIG: Wissenschaftler*innen nutzen bereits heute künstliche Intelligenzen (KIs), um effiziente experimentelle Designs zu entwerfen und um Forschungsdaten aller Art zu analysieren. Im Bereich der Computerlinguistik ist es beispielsweise nichts Neues, dass KIs wissenschaftliche Artikel lesen, Zusammenfassungen erstellen, Wissenslücken aufdecken und sogar eigene Essays, Artikel, Patente oder Bücher schreiben können. All das ist natürlich eine Frage der investierten Ressourcen und der Datenqualität (sowohl in Menge als auch in Aussagekraft). Die Frage ist letztendlich weniger, ob eine künstliche Intelligenz eingesetzt werden kann, sondern ob es sich aktuell lohnt. Daher muss kein Forscher um seinen Arbeitsplatz bangen, vielmehr sollten die Fortschritte und Möglichkeiten der KI-Technologie als Chance gesehen werden, den eigenen Werkzeugkasten signifikant zu erweitern.

Unter welchen Voraussetzungen kann mit künstlicher Intelligenz wirklich nachhaltige Innovation und Wertschöpfung entstehen?

MARCO SELIG: Es gibt leider noch keine universalen KIs, die einmal eingeschaltet all unsere Probleme lösen. Vielmehr werden uns hochspezialisierte KIs bei konkreten Prob-

lemstellungen unterstützen. Und dies setzt voraus, dass jene Problemstellungen wissenschaftlich ausgearbeitet und KI-Methoden angewendet und ausgefeilt werden. Es bedarf also des Mutes, sich den menschenunmöglichen Problemen zu stellen (und gelegentlich zu scheitern), aber auch des Atems, die entstehenden Lösungen ggf. über einen längeren Zeitraum bis zur Produktreife zu tragen.

Aus Sicht des Datenexperten: wo steht die nationale Forschungslandschaft beim Thema Digitalisierung?

MARCO SELIG: Der Stand der Digitalisierung in Deutschland variiert sehr stark je nach Fachbereich und Art der Einrichtung. Insgesamt verspüre ich derzeit einen starken Rückenwind – durch gesetzliche Reformen rund um OpenData, die massive Förderung zum Auf- und Ausbau der nationalen Forschungsdateninfrastruktur oder die digitale Gesinnung über alle Führungsebenen hinweg –, so dass ich positiv darauf schaue, dass wir auf nationalem Niveau rasch aufholen werden. Wir können jetzt auf Vorarbeiten aufbauen, die Themen wie Datenschutz, Erklärbarkeit von Modellen und auch ethische Grundsätze von Anfang an in unserer digitalen Zukunft verankern.

Vielen Dank für das Interview.

→ Das Datenlabor des DBFZ
<https://datalab.dbfz.de>

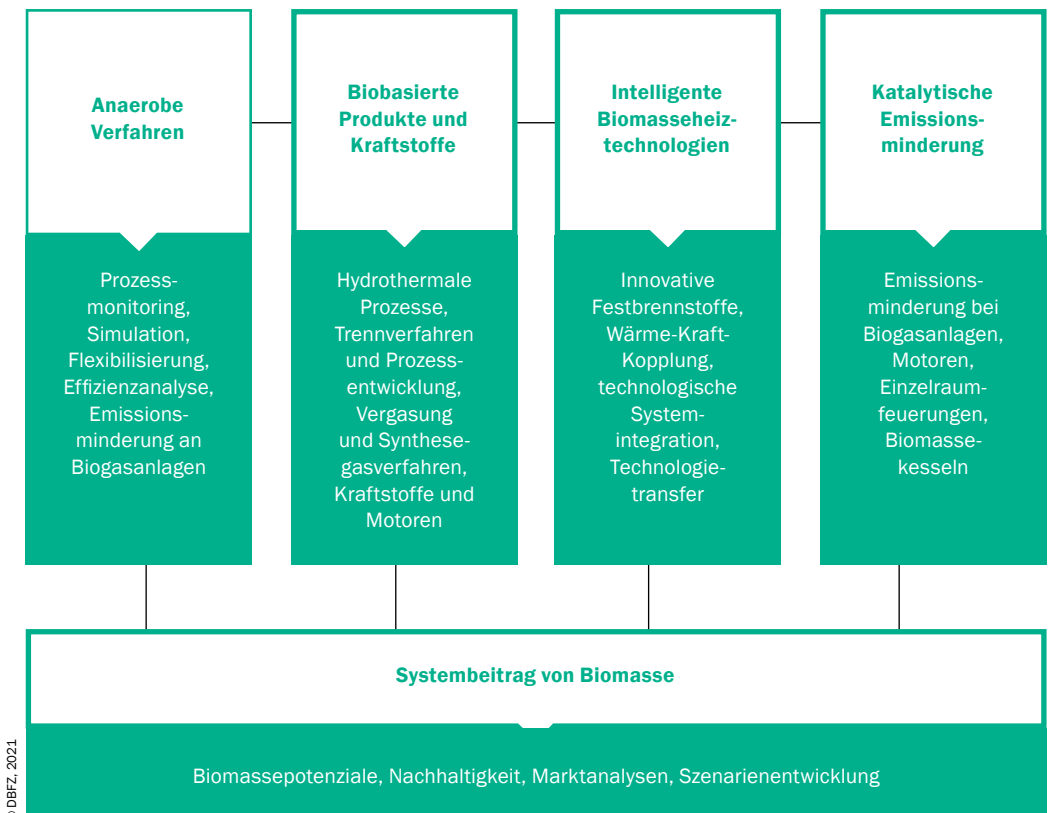


5 Schwerpunkte: Referenzen aus der Forschung

Eine Vielzahl verschiedenster Forschungsvorhaben im Bereich der energetischen und integrierten stofflichen Biomassenutzung konnten im Jahr 2021 erfolgreich bearbeitet werden. Wesentliche Forschungsthemen werden dabei in fünf Forschungsschwerpunkten realisiert. Sie sorgen dafür, dass wichtige Aspekte der Bioenergie und Bioökonomie in der für die exzellente Forschung notwendigen Tiefe abgebildet werden können. Die Forschungsschwerpunkte des DBFZ orientieren sich an aktuellen und zukünftigen forschungspolitischen Herausforderungen und Rahmenbedingungen (z.B. der nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030, der

nationalen Politikstrategie Bioökonomie, der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie oder der Roadmap Bioraffinerien). Wichtige Eckpunkte für die wissenschaftliche Ausrichtung der Forschungsschwerpunkte sind außerdem die förderpolitischen Rahmenbedingungen, die Alleinstellungsmerkmale in der Forschungslandschaft sowie die sehr gute infrastrukturelle Ausstattung des DBFZ.

→ **Weitere Informationen:**
www.dbfz.de/forschungsschwerpunkte



© DBFZ, 2021

Abb. 11: Die fünf Forschungsschwerpunkte des DBFZ

5.1 Dashboard „Regionale Biomassepotenziale“



„Mit den neuen Rohstoff-Dashboards des DBFZ können alle Interessierten die zeitliche Entwicklung und die räumliche Verteilung von verschiedenen biogenen Rest- und Abfallstoffen für Deutschland recherchieren. Damit die zugrundeliegenden Forschungsergebnisse möglichst umfangreich nachgenutzt werden können, werden alle Daten in einer wissenschaftlichen und referenzierten Datenpublikation kostenlos zum Download bereitgestellt.“

Jasmin Kalcher
Projektleiterin

Dashboards „Regionale Biomassepotenziale“

Die Reduktion von Treibhausgasen steht in vielen politischen und unternehmerischen Strategien ganz oben auf der Agenda. Eine effiziente Ressourcennutzung spielt für die Erreichung der Klimaschutzziele eine wichtige Rolle. Insbesondere biogene Rest- und Abfallstoffe bieten ein großes und häufig ungenutztes Potenzial, das zunehmend erschlossen werden soll. Daher ist neben der Frage „WIEVIEL?“ auch die Frage nach dem „WO?“ entscheidend, denn Rohstoffe, Produktionsstätten, Infrastrukturen und Ideen sind oft räumlich voneinander getrennt. Als Beitrag zur Beantwortung dieser Fragestellung entwickelte das DBFZ drei interaktive Dashboards, die für zunächst sieben Biomassen (Getreidestroh für Vergärung, Klärschlamm aus kommunalen Kläranlagen, Bioabfall aus der braunen

SCHLAGWORTE

Biomassepotenziale
Rohstoffbasis
Digitalisierung
OpenData
WebApp

Tonne, Garten- und Parkabfälle, Rindergülle, Rinderjauche und Rinderfestmist) Informationen zum Biomassepotenzial in Deutschland präsentieren. Der Funktionsumfang der Dashboards umfasst die Auswahl verschiedener Biomassen, Bezugsjahre, Schlüsselinformationen (Potenzialebenen) und Einheiten. Alle Daten können entweder auf Bundesland- oder auf Landkreisebene angezeigt und kostenfrei heruntergeladen und verwendet werden (Nutzungslizenz CC BY 4.0). Für Nutzer*innen, die an bestimmten Regionen interessiert sind, bieten die Webapplikationen zudem die Möglichkeit, Bundesländer oder Landkreise auszuwählen und frei miteinander zu kombinieren. Für die getroffene individuelle Auswahl erhalten die Nutzer*innen so, neben einer Karte, weitere Informationen zur gewählten Region. Hierzu zählen:

- _ die Angabe von Bandbreiten (min/max-Werte), die unter anderem die Unsicherheit der verwendeten Datengrundlage abbilden;
- _ ein Ranking, das die ausgewählten Regionen nach Höhe des jeweiligen Biomassepotenzials sortiert;
- _ Zeitreihen, die über die Entwicklung des Biomassepotenzials für den Zeitraum 2010 bis 2018 informieren.

Auswahlfenster, Karte und die dazugehörigen interaktiven Elemente werden auf demselben Bildschirm angezeigt, so dass die Informationen vom Betrachtenden intuitiv und schnell erfasst werden können. Ergänzt wird der interaktive Teil durch zahlreiche weiterführende Informationen. Unterteilt in die Registerkarten „Stoffströme“, „FAQs“, „Datengrundlage“ und „Zitation“ werden Hintergründe für die Inter-

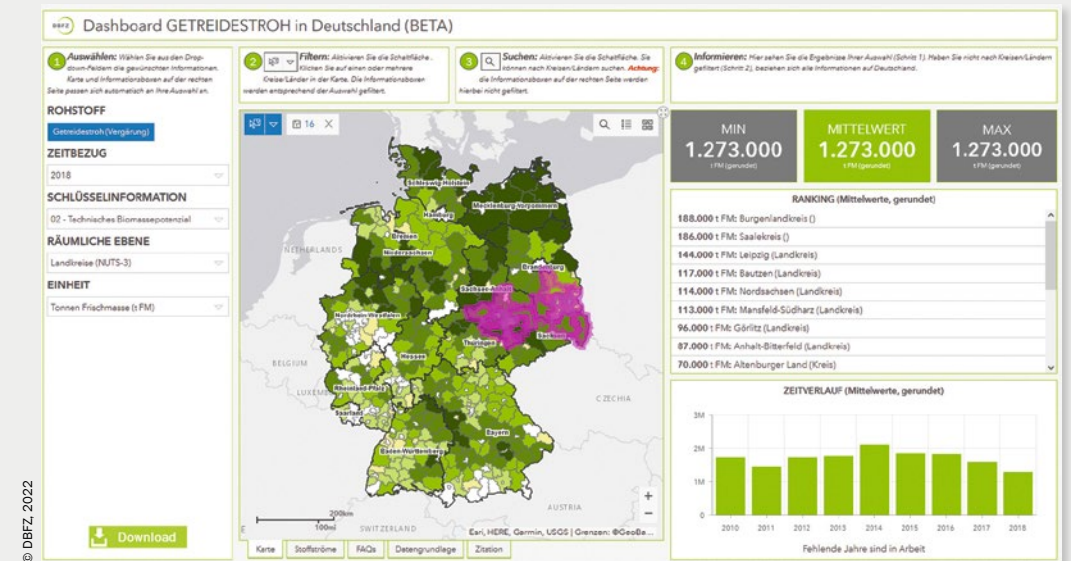


Abb. 12: Dashboard mit dem technischen Biomassepotenzial von Getreidestroh mit einer Regionsauswahl (Fokus Regionen „Lausitzer und das Mitteldeutsches Revier“ im Projekt MoreBio)

pretation der präsentierten Ergebnisse und den Funktionsumfang der Dashboards angeboten. Die Abbildung 12 zeigt das Dashboard mit dem technischen Biomassepotenzial von Getreidestroh mit einer Regionsauswahl.

Die Dashboards dienen als niedrigschwellige Anlaufstelle für verschiedenen Zielgruppen. Durch die kartographische Darstellung lassen sich wesentliche Aussagen (z. B. „hohes mobilisierbares Biomassepotenzial von Getreidestroh (Vergärung) in Mecklenburg-Vorpommern vorhanden“) schnell erfassen. Gleichzeitig bieten weiterführende Informationen (z. B. „Wie wurden die Daten berechnet?“) bei Bedarf die Basis für einen tieferen Einstieg. So können

- _ politische Entscheidungsträger*innen die Biomasseverfügbarkeit in Deutschland oder in Regionen ihrer Wahl abschätzen;
- _ Wissenschaftler*innen die Daten herunterladen und für weiterführende Analysen verwenden;
- _ Wirtschaftsvertreter*innen feststellen, wie hoch das Biomassepotenzial rund um einen existierenden oder geplanten Anlagenstandort ist.

Methoden/Maßnahmen

Die Vorgehensweise bei der Erstellung der Dashboards kann in zwei wesentliche Blöcke gegliedert werden:

Berechnung der Biomassepotenziale und Erstellung von Begleitmaterialien: In die beschriebenen Webanwendungen fließen die Ergebnisse verschiedener Forschungsprojekte ein, in denen das Biomassepotenzial diverser Rest- und Abfallstoffe bestimmt wurde. Als Datengrundlagen für die Berechnungen der Biomassepotenziale sind in erster Linie amtliche Statistiken des Bundes und der Länder zu nennen, sowie diverse zusätzliche Berech-

nungselemente (u. a. Umrechnungsfaktoren), die im Rahmen des nationalen Reststoffmonitorings erhoben bzw. zusammengetragen wurden [1]. Ein wesentlicher Teil der Arbeiten umfasste die Harmonisierung der Formate und Einheiten der Ausgangsdaten und die Berechnung bzw. Modellierung der Biomassepotenziale für fehlende Jahrgänge. Die harmonisierten Daten wurden anschließend unter Verwendung eines automatisierten Workflows in eine Geodatenbank überführt, auf der letztlich die Dashboards basieren.

Um die Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Biomassen miteinander und mit anderen Potenzialstudien zu erleichtern [2], wurden ergänzend die zugrundeliegenden Daten und Methoden transparent dokumentiert und mit Metadatenätzen beschrieben. Alle Ergebnisse können in einer wissenschaftlichen und referenzierten Datenpublikation kostenfrei heruntergeladen werden [3].

Technische Implementierung: Um eine möglichst gut verständliche und intuitiv bedienbare Webanwendung zu entwickeln, wurde zunächst ein konzeptioneller Entwurf der Webanwendung erstellt („Wireframe“). Hierin wurden Inhalt, Funktionen und Struktur der späteren Benutzeroberfläche grob festgelegt (z. B. Platzierung und Größe von Text, Logo, Auswahlmenüs, Karte/Kartenelementen). Im zweiten Schritt wurde der konzeptionelle Entwurf zu einem visuellen Entwurf (Mock-up) verfeinert, der das Design der späteren Webmap abbildet (z. B. Farbschema der Symbolisierung, Symbole und Logos). Für die Erstellung der Entwürfe und des Prototypen wurden Methoden der agilen Softwareentwicklung eingesetzt. Für die Erstellung der konzeptionellen und visuellen Entwürfe wurden eine iterative Vorgehensweise genutzt, bei der die folgenden Schritte so lange wiederholt werden, bis die festgelegten Anforderungen erfüllt sind:

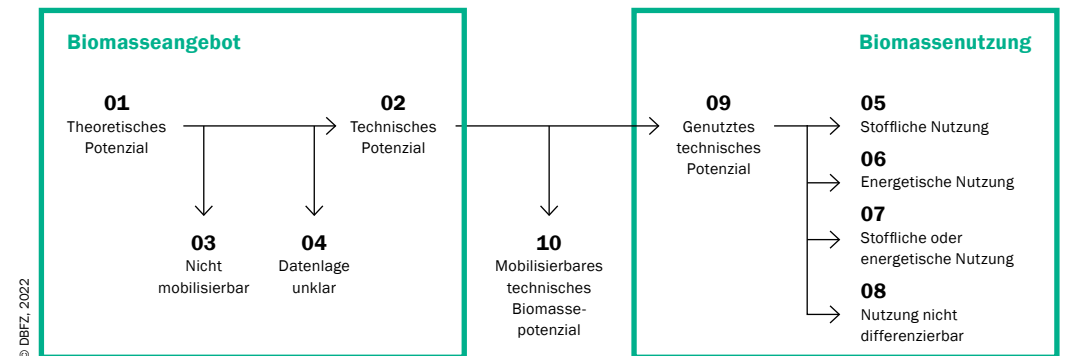


Abb. 13: Schematische Darstellung des Stoffstroms einer Biomasse mit insgesamt 10 Schlüsselinformationen, die das Potenzial und die aktuelle Nutzung einer Biomasse konsistent beschreiben (basierend auf [4])

1. Erstellung Entwurf,
2. Bewertung der Übereinstimmung von Entwurf und Anforderungen. Die Bewertung erfolgte durch Tests und Befragungen einer DBFZ-internen Nutzergruppe.
3. Umsetzung von Verbesserungen.

Die technische Implementierung der Webanwendungen erfolgte mittels „ArcGIS Dashboards“. Vorteilhaft an dieser Darstellungsform ist, dass sie vielen Nutzer*innen bereits durch die „Corona-Dashboards“ des Robert Koch-Instituts (RKI) und der John Hopkins Universität bekannt ist.

Meilensteine/Herausforderungen

Der Release des Dashboards in der Beta-Version und die Veröffentlichung der zugehörigen Datenpublikation fand im Oktober 2021 statt. Eine wertvolle Neuerung gegenüber der bisher üblichen reinen (interaktiven oder statischen) Kartendarstellungen sind die integrierten Datenvisualisierungen wie Zeitreihen oder Landkreis-Rankings. Diese unterstützen bei der Interpretation der Karte, adressieren neue Zielgruppen und bieten die Grundlage für weiterführende Forschungsfragen. Wie beschrieben, waren für die Erreichung dieser Mei-

lensteine verschiedene Schritte notwendig. Deren Etablierung leistet auch für die künftige Entwicklung ähnlicher Produkte einen wichtigen Beitrag. Als Beispiel sei an dieser Stelle die Entwicklung eines Workflows zur Harmonisierung unterschiedlicher geographischer Eingangsdaten und die Ablage von Datensätzen in einer Geodatenbank genannt.

Mit der Berechnung und Visualisierung von regionalen Biomassepotenzialen sind jedoch auch verschiedene Herausforderungen verbunden. So existiert z. B. bis dato kein anerkannter Standard für die Berechnung von Biomassepotenzialen. Am DBFZ wird dieser Problematik mit einer möglichst transparenten Beschreibung von Eingangsdaten und Rechenweg begegnet [4]. Hierdurch werden die Vergleichbarkeit verschiedener Biomassen untereinander erleichtert und ggf. abweichende Ergebnisse anderer Potenzialstudien lassen sich einfacher erklären. Im beschriebenen Vorhaben wurden deshalb auch verschiedene „Begleitdokumente“ (insbesondere DBFZ-Flowcharts) an regionale Fragestellungen angepasst. Die DBFZ-Flowcharts visualisieren hierbei die Berechnungsmethodik für die einzelnen Biomassen, nennen die verwendeten Eingangsdaten und bewerten gleichzeitig deren Qualität.



Auch das Vorliegen unterschiedlicher Bezugseinheiten bei den Ausgangsdaten ist problematisch. So kann das Biomassepotenzial für „Klärschlamm“ beispielsweise nur in Tonnen Trockenmassen (t TM) angegeben werden, da die entsprechenden Statistiken die Frischmasse nicht erfassen. Auch die Kombination mehrerer Jahrgänge zur Darstellung der zeitlichen Entwicklung in einzelnen Regionen ist in der Webapplikation mit Hürden verbunden. Besonders Gebietsreformen, bei denen sich Bezeichnung und Gebietsstand (etwa eines Landkreises) ändern, müssen methodisch und technisch gezielt betrachtet werden. Als Beispiel kann hier die Landkreisreform 2011 in Mecklenburg-Vorpommern genannt werden, bei der Landkreisgrenzen neu gezogen und Landkreise umbenannt wurden. Um das Jahr 2010 (alter Gebietsstand) mit den nachfolgenden Jahren (neuer Gebietsstand) vergleichen zu können, wurden Methoden der räumlichen Disaggregation angewandt.

Die beschriebenen Herausforderungen konnten im Zuge der Entwicklung der Dashboards zum Teil gelöst werden oder werden in verschiedenen laufenden und geplanten Forschungsprojekten adressiert (vergleiche Kapitel „Perspektiven“).

Perspektiven

Ziel ist es, die bisher veröffentlichten Ergebnisse um weitere Biomassen, Schlüsselinformationen (z.B. mobilisierbares technisches Biomassepotenzial) und geographische Räume zu erweitern. Hierzu werden die Methoden zur Berechnung von Biomassepotenzialen stetig weiterentwickelt und an neue wissenschaftliche Erkenntnisse angepasst. So wird im Jahr 2022 beispielsweise im Projekt Pilot-SBG die Methodik zu Berechnung des Getreidestrohpotenzials (Vergärung) überarbeitet, im EU-Projekt CAFIPLA erfolgt die Potenzialermittlung für verschiedene Agrarreststoffe in den NUTS-3-Regionen der EU-27.

Die aktuelle technische Umsetzung bietet jedoch nur eine begrenzte Anpassbarkeit von Layout und Funktionsumfang; Erweiterungen der Datenbasis sind zeitaufwendig. Gleichzeitig ist die Ladedauer (Performance) der Webanwendung nicht optimal für die anvisierten Datenmengen. In Zusammenarbeit mit dem Datenlabor des DBFZ wird daher eine interne Lösung entwickelt, die die derzeitigen Dashboards durch ein am DBFZ entwickeltes Produkt ersetzen werden (Release geplant für Ende 2022/Anfang 2023). Dadurch wird ein

weiterer wichtiger Schritt in Richtung Digitalisierung und Datenbereitstellung gemacht, durch den künftig auch die verstärkte Einbindung von Programmierschnittstellen (API) zur (teil-) automatisierten Berechnung von Biomassepotenzialen erleichtert wird. Die bestehenden Dashboards bieten eine wichtige Grundlage für diese interne Entwicklung, u. a. für die Umsetzung eines zielgruppengerechten Designs und der Etablierung von Arbeitsabläufen für die Datenverarbeitung.

Quellen

- [1] DBFZ Ressourcendatenbank, datalab.dbfz.de, Zugriff am 20.01.2022
- [2] Thrän, Daniela; Pfeiffer, Diana (Hg.) (2021): Methodenhandbuch. Stoffstromorientierte Bilanzierung der Klimagaseffekte. Methoden zur Bestimmung von Technologiekenwerten, Gestehungskosten und Klimagaseffekten von Vorhaben im Rahmen des BMWi-Forschungsnetzwerkes Bioenergie/BMWi-Förderbereich „Energetische Biomassenutzung“. 5. Aufl. Leipzig: DBFZ (Schriftenreihe „Energetische Biomassenutzung“, 4). Online verfügbar unter <https://doi.org/10.48480/ddpt-ys74>.
- [3] Kalcher, Jasmin; Naegeli de Torres, Friederike; Gareis, Elisa; Cyffka, Karl-Friedrich; Brosowski, André: Dashboard biogene Rohstoffe in Deutschland. Göttingen Version 1.1 (September 2021) 2021. Open Agrar Repositorium. Online verfügbar unter: <https://doi.org/10.48480/95ct-gn40>
- [4] Brosowski, André; Krause, Tim; Mantau, Udo; Mahro, Bernd; Noke, Anja; Richter, Felix et al. (2019): How to measure the impact of biogenic residues, wastes and by-products. Development of a national resource monitoring based on the example of Germany. In: *Biomass and Bioenergy* (127). Online verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2019.105275>.

→ Weitere Informationen:

<https://datalab.dbfz.de/> (OpenData Plattform)

<https://doi.org/10.48480/95ct-gn40> (Datenpublikation auf OpenAgrar)

PROJEKTSTECKBRIEF

Laufzeit:

01.01.2021–30.09.2021

Ansprechpartnerinnen:

Jasmin Kalcher,
Dr. Friederike Naegeli de Torres

Fördermittelgeber:

Das Projekt wurde mit Haushaltsmitteln der Arbeitsgruppe Ressourcenmobilisierung umgesetzt. Die verwendeten Eingangsdaten und Methoden stammen aus verschiedenen Forschungsprojekten: AGBioRestMon (FKZ 22019215); Pilot-SBG (finanziert durch BMVI); MoreBio (finanziert durch BMEL/FNR); BEniVer (FKZ 03EIV116C); PEGGÜ (finanziert durch BMEL); OpenGeoEdu (FKZ 19S2007D)





Der Forschungsschwerpunkt „Systembeitrag von Biomasse“

Mit dem Forschungsschwerpunkt soll ein Beitrag zur Erarbeitung nachhaltiger Bioenergiestrategien auf nationaler und internationaler Ebene geleistet werden. Dazu werden regional bzw. global verfügbare Biomassepotenziale bestimmt sowie die vielfältigen Optionen unterschiedlicher Biomasseverwertungskonzepte betrachtet und bewertet. Übergeordnetes Ziel ist es, methodische und systemtechnische Fragestellungen zur Effizienz und Nach-

haltigkeit des Biomasseeinsatzes aus ökonomischer, ökologischer und technischer Sicht zu beantworten und dabei sowohl die eingesetzten Flächenressourcen als auch die energieträgerspezifischen Aufbereitungs- und Konversionstechnologien einzubeziehen. Die Kombination dieser Themenfelder bietet die Basis für die Ableitung von Strategien und Handlungsempfehlungen für Entscheidungstragende aus Politik und Wirtschaft.

Wichtige Referenzprojekte und Veröffentlichungen

Projekt: BeForce – Begleitforschung Bioenergie, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 01.04.2021–31.03.2025 (FKZ: 03EI5400)

Projekt: BIOKRAFT – Rohstoffverfügbarkeit von holzartiger Biomasse zur Produktion von Biokraftstoffen in DE und EU bis 2040 (BIOKRAFT), Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 01.01.2020–31.08.2022

Projekt: BRANCHES – Boosting Rural Bioeconomy Networks following multi-actor approaches, European Commission, 01.01.2021–31.12.2023 (GA 101000375)

Projekt: SoBio – Szenarien einer optimalen energetischen Biomassenutzung bis 2030 (unter RED II) und bis 2050, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 01.01.2020–31.12.2021

Projekt: ZertGas – Implementierung der RED II und Entwicklung von praktikablen Zertifizierungslösungen und Handlungsoptionen für Betreiber von Biogas- und Biomethananlagen, 01.09.2019–31.12.2021 (FKZ: 03KB164)

Veröffentlichung: Cowie, A. L.; Berndes, G.; Bentsen, N. S.; Brandão, M.; Cherubini, F.; Egnell, G.; George, B.; Gustavsson, L.; Hanewinkel, M.; Harris, Z. M.; Johnsson, F.; Junginger, M.; Kline, K. L.; Koponen, K.; Koppejan, J.; Kraxner, F.; Lamers, P.; Majer, S.; Marland, E.; Nabuurs, G.-J.; Pelkmans, L.; Sathre, R.; Schaub, M.; Smith, C. T.; Soimakallio, S.; van der Hilst, F.; Woods, J.; Ximenes, F. A. (2021). „Applying a science-based systems perspective to dispel misconceptions about climate effects of forest bioenergy“. *GCB Bioenergy* (ISSN: 1757-1693), Vol. 13, Nr. 8. S. 1210–1231. DOI: 10.1111/gcbb.12844.

Veröffentlichung: Jordan, M.; Hopfe, C.; Millinger, M.; Rode, J.; Thrän, D. (2021). „Incorporating consumer choice into an optimization model for the German heat sector: Effects on projected bioenergy use“. *Journal of Cleaner Production* (ISSN: 0959-6526), Nr. 295. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.126319.

Veröffentlichung: Rojas Arboleda, M.; Pfeiffer, A.; Bezama, A.; Thrän, D. (2021). „Anticipatory study for identifying the key influential factors of the biogas system in Germany contributing to the energy system of 2050“. *Futures* (ISSN: 0016-3287), Nr. 128. DOI: 10.1016/j.futures.2021.102704.

Veröffentlichung: Schmid, C.; Hahn, A. (2021). „Potential CO₂ utilisation in Germany: An analysis of theoretical CO₂ demand by 2030“. *Journal of CO₂ Utilization* (ISSN: 2212-9820), Nr. 50. DOI: 10.1016/j.jcou.2021.101580.

Veröffentlichung: Szarka, N.; Haufe, H.; Lange, N.; Schier, F.; Weimar, H.; Banse, M.; Sturm, V.; Dammer, L.; Piotrowski, S.; Thrän, D. (2021). „Biomass flow in bioeconomy: Overview for Germany“. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (ISSN: 1364-0321), Nr. 150. DOI: 10.1016/j.rser.2021.111449.

Veröffentlichung: Thrän, D.; Schering, K.; Schmieder, U.; Andersson, K.; Deane, P.; Dotzauer, M.; Hannula, I.; Hennig, C.; Höftberger, E.; Kiel, J.; Kranzl, L.; Kroon, P.; Lange, N.; Nielsen, M. P.; Norbeck, K.; Philbrook, A.; Rowe, I.; Schildhauer, T.; Schipfer, F.; Siikavirta, H.; Similä, L.; Talluri, G. *Expectation and implementation of flexible bioenergy in different countries* (2021). [s.l.]: IEA Bioenergy. 125 S



Leiterin des Forschungsschwerpunkts

Prof. Dr.-Ing. Daniela Thrän

Tel.: +49 (0)341 2434-435

E-Mail: daniela.thraen@dbfz.de

5.2 Forschungsprojekt „Nachwuchsforschergruppe“



Nachwuchsforschergruppe zur modellbasierten Zustands- überwachung und Prozess- führung an Biogasanlagen

Mit mehr als 8.600 großtechnischen Vergärungsanlagen leistet die Biogastechnologie einen bedeutenden Beitrag für eine nachhaltige Energiebereitstellung in Deutschland. Dennoch stellt sich mit dem Auslaufen der ursprünglichen EEG-Festvergütung für etliche Betreibende die Frage nach der Wirtschaftlichkeit ihrer Biogasanlage. Aktuelle Förderbedingungen führen bewusst zu einem erheblichen Rückgang im Anlagenzubaue und lenken den Anwendungsbereich der Biogastechnologie gezielt auf eine dezentrale sowie flexible Stromerzeugung aus biogenen Rest- und Abfallstoffen. Der andauernde gesellschaftliche und politische Diskurs zeigt damit deutlich, dass eine dauerhafte Akzeptanz für

„Im Rahmen der Arbeitsgruppe 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. Das interdisziplinäre Forschungsvorhaben schafft damit die grundlegende Voraussetzung, um modellbasierte Automatisierungskonzepte zur Zustandsüberwachung und Prozessführung langfristig im regulären Praxisbetrieb von Biogasanlagen zu etablieren.“

Dr. Sören Weinrich
Projektleiter

SCHLAGWORTE

Anaerobe Prozesse
Biogastechnologie
Prozessmodellierung
Zustandsüberwachung
Regelung
Maschinelles Lernen
Labor- und Praxisversuche

einen Ausbau der Biogastechnologie nur unter Berücksichtigung der individuellen Potenziale der unterschiedlichen Substrate sowie der charakteristischen Vorteile ihrer energetischen oder stofflichen Nutzung in einer Biogasanlage möglich ist.

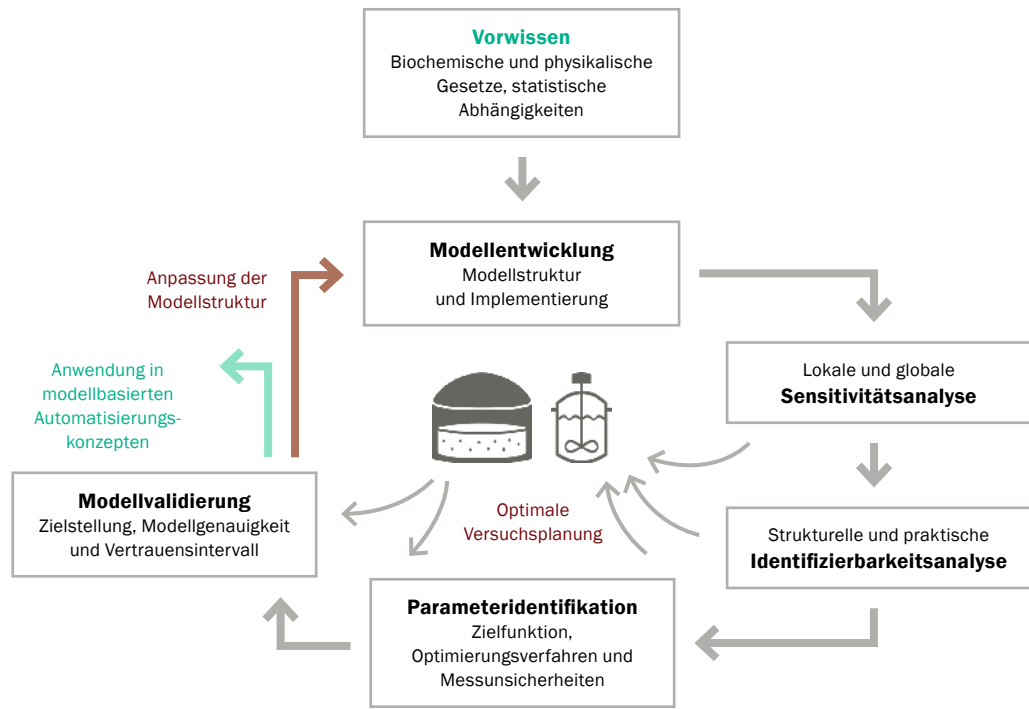
Aktuelle Forschungsvorhaben untersuchen zahlreiche Verfahrens- und Betriebskonzepte, um die Biogastechnologie gezielt in das zukünftige Energiessystem und in nachhaltige Stoffkreisläufe zu integrieren [1]. So lassen sich Biogasanlagen beispielsweise für eine bedarfsgerechte Bereitstellung von Biometan einsetzen oder als Kohlenstoffquelle zur Herstellung von Basischemikalien nutzen. Alle Verfahrenskonzepte sind dabei auf eine präzise Prozessführung unter Berücksichtigung der biochemischen Einflussfaktoren und Grenzen angewiesen, um jederzeit einen flexiblen aber sicheren Anlagenbetrieb bei stark schwankenden Substratqualitäten bzw. -quantitäten zu ermöglichen.

In Kombination mit verfügbaren Sensordaten und Laboranalysen bieten aussagekräftige Prozessmodelle wertvolle Informationen für einen automatisierten, effizienten und sicheren Anlagenbetrieb [2]. Aufgrund der komplexen Modellstrukturen bei einer Vielzahl an unbekanntem Modellparametern und Eingangsgrößen lassen sich modellbasierte Automatisierungskonzepte bisher jedoch nicht im regulären Betrieb von großtechnischen Biogasanlagen einsetzen. Weiterführende Untersuchungen, inwieweit sich modellbasierte Simulations- oder Regelungsverfahren als belastbare Funktionsbausteine zur dynamischen Prozessführung und Zustandsüberwachung in das Leitsystem von Biogasanlagen implementieren lassen, fehlen bis heute. Konkrete Möglichkeiten und Limitierungen der verfügbaren Simulationsmodelle und Regelungsverfahren für den Praxisbetrieb sind daher nur selten bekannt.

Innerhalb der Nachwuchsforschungsgruppe sollen praxisrelevante Methoden zur modellbasierten Zustandsüberwachung und Prozessführung am DBFZ implementiert, evaluiert und gezielt hinsichtlich der Anforderungen der System- und Regelungstechnik zur Prozessautomatisierung von großtechnischen Biogasanlagen weiterentwickelt werden. Das interdisziplinäre Forschungsvorhaben schafft damit die grundlegende Voraussetzung, um modellbasierte Automatisierungskonzepte zur Zustandsüberwachung und Prozessführung langfristig im regulären Anlagenbetrieb zu etablieren.

Methoden/Maßnahmen

Im Rahmen anwendungsorientierter Grundlagenforschung soll das umfangreiche methodische Spektrum der verfügbaren Modelltheorie – von vereinfachten Stoff- und Massenbilanzen oder praxisnahen Reaktionsmodellen bis hin zu umfangreichen Modellansätzen des etablierten *Anaerobic Digestion Model No. 1* (ADM1) – hinsichtlich einer einheitlichen und transparenten Struktur zur systemtechnischen Analyse und weiteren Modellentwicklung im Detail untersucht werden. Dabei lässt sich das reale Prozessverhalten aufgrund zahlreicher Einflussfaktoren und Messunsicherheiten an großtechnischen Praxisanlagen selbst mit komplexen Prozessmodellen anhand der einschlägigen Modellgleichungen üblicherweise nicht vollständig beschreiben. Für realitätsnahe Simulationsergebnisse sind daher geeignete Reaktionsmodelle durch stochastische Verfahren auf Basis künstlicher Intelligenz bzw. maschinellen Lernens zu erweitern. So lassen sich durch hybride Modellansätze bekannte Informationen und funktionale Zusammenhänge aus den einschlägigen Prozessmodellen gezielt nutzen und die verbleibende Modellabweichung anhand von empirischen Zusammenhängen (beispielsweise durch ein künstliches neuronales Netz) erklären bzw. erlernen.



© DBFZ, 2022

Abb. 14: Systematische Vorgehensweise zur Entwicklung und Anwendung aussagekräftiger Modellstrukturen

Für die Entwicklung praxistauglicher Automatisierungskonzepte sind modellbasierte Zustandsbeobachter und Regelungsverfahren hinsichtlich der konkreten Anforderungen der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik an großtechnischen Biogasanlagen zu evaluieren. Systemtechnische Untersuchungen zur Beobachtbarkeit und Identifizierbarkeit ermöglichen dabei eine detaillierte Analyse und belastbare Bewertung der verfügbaren Prozessmodelle und Bilanzen für eine Anwendung in industriellen Prozessleitsystemen. Im Rahmen der weiterführenden Modellentwicklung sind Methoden zur optimalen Versuchsplanung (*Optimal Experimental Design*) anzuwenden, um eine eindeutige Identifikation unbekannter Modellparameter und aussagekräftiger Prozessindikatoren zu ermöglichen (Abbildung 14).

Für eine belastbare Prozess- und Effizienzbewertung werden bestehende Verfahren auf Basis von festen Grenzwerten einzelner Stabilitätsindikatoren hinsichtlich einer adaptiven und lernfähigen Prozessbeurteilung überarbeitet. Neben den einschlägigen Messwerten (Sensoren) und analytischen Kenngrößen stehen dabei auch einzelne Zustandsgrößen und Modellparameter der verwendeten Simulationsmodelle zur automatisierten Prozessüberwachung zur Verfügung. Die implementierten Modelle lassen sich zudem als verlässliche Grundlage für die Entwicklung von robusten Regelungsverfahren für einen dynamischen und bedarfsorientierten Anlagenbetrieb verwenden.

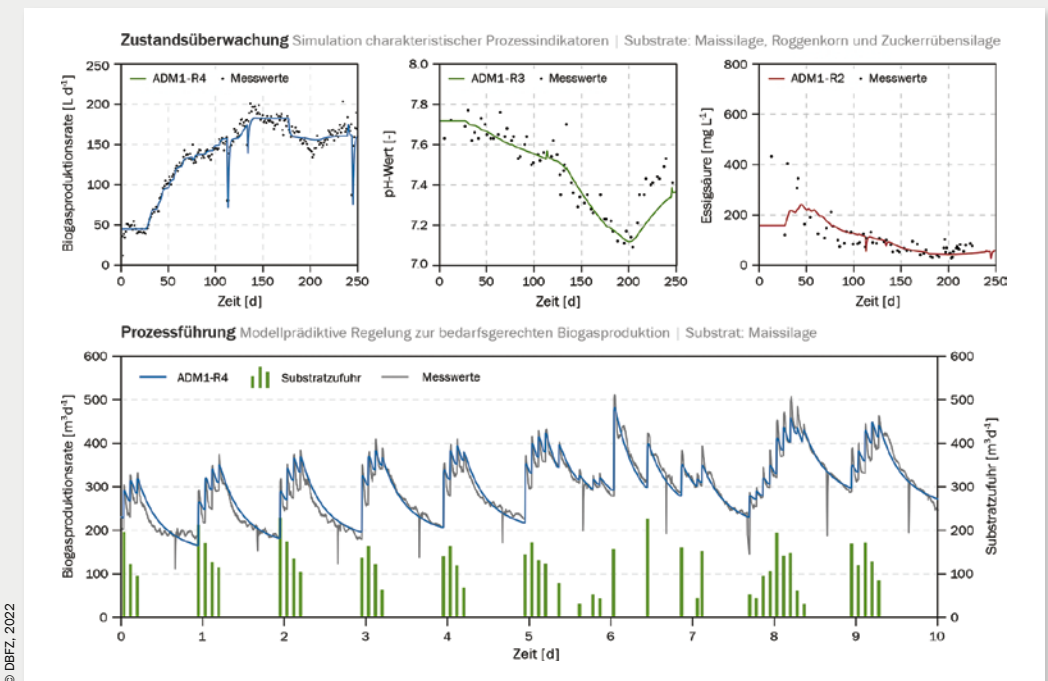
Neben der Methodenvalidierung anhand exemplarischer Laborversuche oder charakteristischer Datensätze großtechnischer

Biogasanlagen, sollen praxisrelevante Benchmarkmodelle repräsentativer und zukunftsweisender Anlagenkonzepte entwickelt werden. Unter Berücksichtigung der verfügbaren Sensorik, Laboranalysen und effektiven Messunsicherheiten an Praxisanlagen wird dadurch eine standardisierte Plattform für die vergleichende Evaluation und Optimierung vielfältiger Automatisierungs- und Betriebskonzepte von landwirtschaftlichen Biogasanlagen ermöglicht.

Meilensteine/Herausforderungen

Für die praxisnahe Simulation von landwirtschaftlichen Biogasanlagen wurden am DBFZ

systematisch vereinfachte Modellvarianten des etablierten ADM1 entwickelt [3]. Erste Versuchsergebnisse zur Prozessregelung oder Zustandsüberwachung belegen dabei deutlich, dass die entwickelten Modellvarianten für eine aussagekräftige Simulation der charakteristischen Kenngrößen und Prozessindikatoren der Biogastechnologie geeignet sind. So lassen sich die vereinfachten Modellvarianten zur detaillierten Beschreibung der bedarfsgerechten Biogasproduktion verwenden (Abbildung 15) und als belastbare Grundlage einer modellbasierten Prozessregelung für einen optimierten Substrateinsatz zur Prozessflexibilisierung an Bestandsanlagen bei geringem Gasspeicherbedarf einsetzen [4]. Erweiterte Modellstrukturen können für eine



© DBFZ, 2022

Abb. 15: Simulationsergebnisse zur modellbasierten Zustandsüberwachung und bedarfsgerechten Prozessführung [4,5]

Abbildung relevanter Zwischenprodukte und charakteristischer Prozessindikatoren verwendet werden [5].

Aktuelle Untersuchungen befassen sich mit der detaillierten Evaluation und Weiterentwicklung bestehender Reaktionsmodelle und lernbasierter Modellierungsverfahren. Dabei hat die konkrete Zielstellung zur Zustandsüberwachung oder Prozessregelung einen erheblichen Einfluss auf die Auswahl einer geeigneten Modellstruktur. Unter Berücksichtigung der konkreten Anlagen- und Betriebskonzepte (einschließlich der verwendeten Substrattypen) sowie der verfügbaren Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik sind gezielt einzelne Modellstrukturen zu entwerfen, welche den systemtechnischen Anforderungen für eine belastbare Zustandsüberwachung und Prozessregelung im regulären Praxisbetrieb genügen. Anhand von bestehenden Datensätzen von Labor- und Praxisanlagen konnten bereits erste Ergebnisse zur Anwendung von maschinellem Lernen zur Simulation

und Vorhersage etablierter Kenngrößen der Biogastechnologie ausgewertet werden.

Zur detaillierten Validierung der modellbasierten Simulations- und Regelungskonzepte sind repräsentative Laborversuche geplant. Zusätzliche Sensorik für eine kontinuierliche Messung einzelner Prozessgrößen (z. B. Biogaszusammensetzung) konnte erfolgreich in Betrieb genommen werden. Darüber hinaus haben erste Versuchsreihen zur dynamischen Simulation etablierter Kenngrößen und Zustandsindikatoren begonnen. Mit der Inbetriebnahme einer automatisierten Substratzugabe sollen zudem modellbasierte Regelungskonzepte anhand vielfältiger Substratmischungen bei unterschiedlichen Betriebsweisen (stationärer oder dynamischer Betrieb), Zielgrößen (Prozessflexibilisierung oder Grundlast) und Prozesszuständen (Inhibierung, Nährstofflimitierung oder Störung) exemplarisch im Labormaßstab erprobt werden.

Perspektiven

Das interdisziplinäre Forschungsvorhaben untersucht die gezielte Entwicklung praxistauglicher Automatisierungskonzepte und ist damit ein wichtiges Bindeglied zwischen wissenschaftlichen Demonstrationsprojekten und dem langfristigen Einsatz entsprechender Verfahren im regulären Betrieb von Biogasanlagen. Auf Basis der Projektergebnisse lassen sich perspektivisch geeignete Verfahren zur Zustandsüberwachung und Prozessregelung in Leitsystemen von großtechnischen Forschungs- und Praxisanlagen implementieren. Anhand vielfältiger Anlagen- und Betriebskonzepte (wie beispielsweise Grundlastbetrieb oder Prozessflexibilisierung) sind die modellbasierten Automatisierungsverfahren direkt im Anlagenbetrieb zu evaluieren und gezielt hinsichtlich einer robusten Praxisanwendung weiterzuentwickeln. Aufbauend auf den pro-

jektbasierten Laborversuchen sind geeignete Methoden der optimalen Versuchsplanung zur Parameteridentifikation im großtechnischen Anlagenbetrieb zu erproben.

Dabei sind modellbasierte Automatisierungsverfahren auf präzise und aussagekräftige Sensordaten angewiesen. Anhand der Ergebnisse der Nachwuchsforschergruppe gilt es, die kontinuierliche Bereitstellung einflussreicher Kenngrößen im regulären Anlagenbetrieb zu ermöglichen. Hierfür sind entsprechende Untersuchungen zur Entwicklung moderner Mess- und Sensortechnik (einschließlich modellbasierter Softsensoren) erforderlich. Weiterhin ist die Charakterisierung der eingesetzten Substrate und Gärmedien eine entscheidende Einflussgröße für eine aussagekräftige und realitätsnahe Prozesssimulation. Auf Basis der Projektergebnisse lässt sich dabei insbesondere die Entwicklung ausgewählter Kenngrößen vorantreiben, welche eine wesentliche Verbesserung hinsichtlich der Prozesssimulation und -regelung versprechen.

Quellen

- [1] Theuerl, S.; Herrmann, C.; Heiermann, M.; Grundmann, P.; Landwehr, N.; Kreidenweis, U.; Prochnow, A. (2019). „The Future Agricultural Biogas Plant in Germany: A Vision“. *Energies* (ISSN: 1996-1073), Vol. 12, Nr. 3. DOI: 10.3390/en12030396.
- [2] Weinrich, S.; Nelles, M. (2021). *Basics of Anaerobic Digestion: Biochemical Conversion and Process Modelling*. (DBFZ-Report, 40). Leipzig: DBFZ. IX, 10-130 S. ISBN: 978-3-946629-72-6.
- [3] Weinrich, S.; Nelles, M. (2021). „Systematic simplification of the Anaerobic Digestion Model No. 1 (ADM1): Model development and stoichiometric analysis“. *Bioresource Technology* (ISSN: 0960-8524), Nr. 333. DOI: 10.1016/j.biortech.2021.125124.
- [4] Mauky, E.; Weinrich, S.; Nägele, H.-J.; Jacobi, H.-F.; Liebetrau, J.; Nelles, M. (2016). „Model Predictive Control for Demand-Driven Biogas Production in Full Scale“. *Chemical Engineering & Technology* (ISSN: 0930-7516), Vol. 39, Nr. 4. S. 652664. DOI: 10.1002/ceat.201500412.

PROJEKTSTECKBRIEF

Laufzeit:

01.11.2020–31.10.2023

Ansprechpartner:

Dr. Sören Weinrich

Förderkennzeichen:

2219NR333

Fördermittelgeber:

Bundesministerium für Ernährung
und Landwirtschaft/
Fachagentur Nachwachsende
Rohstoffe e. V.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



- [5] Weinrich, S.; Mauky, E.; Schmidt, T.; Krebs, C.; Liebetrau, J.; Nelles, M. (2021). „Systematic simplification of the Anaerobic Digestion Model No. 1 (ADM1): Laboratory experiments and model application“. *Bioresource Technology* (ISSN: 0960-8524), Nr. 333. DOI: 10.1016/j.biortech.2021.125104



Der Forschungsschwerpunkt „Anaerobe Verfahren“

Prozesse der Konversion von Biomasse durch Mikroorganismen unter anaeroben Bedingungen sind die Basis einer Vielzahl von biotechnologischen Verfahren für die Bereitstellung von Energieträgern und stofflich genutzten Materialien. Im Forschungsschwerpunkt „Anaerobe Verfahren“ werden vorrangig für die Biogas-erzeugung effiziente und flexible Verfahren für die Anforderungen des zukünftigen Energiesystems entwickelt. Durch die Kopplung an

Prozesse zur stofflichen Verwertung wird eine höhere Wertschöpfung erzielt. Im Forschungsschwerpunkt werden dafür Werkzeuge zur Prozessüberwachung und -kontrolle, Konzepte für flexible, emissionsarme Anlagen und Betriebsregime, Methoden zur Bewertung und Optimierung der Effizienz sowie Verfahren zur Maximierung des Stoffumsatzes, insbesondere für schwierige Substrate, entwickelt.

Wichtige Referenzprojekte und Veröffentlichungen

Projekt: Bio2Geo – Entwicklung und Demonstration eines innovativen ökologischen Hybridkraftwerks für die Kopplung von Bioenergie mit Geothermie zur Versorgung unterschiedlicher Abnehmerstrukturen, Teilvorhaben: Gesamtheitliche Systemanalyse mit Fokus auf ökonomische Aspekte des Anlagenbetriebs. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 1.10.2018–30.09.2021 (FKZ: 03ET1593B)

Projekt: BOGOTA-1 – Vorstudie zur Erarbeitung eines Abfallbehandlungskonzeptes für die Stadt Bogotá/Kolumbien, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH, 1.12.2020–31.1.2022 (FKZ: 81264100)

Projekt: IRMD – ENERGIEKONZEPT Innovationsregion Mitteldeutschland – Energiebilanz, Potenziale und Maßnahmen für die Innovationsregion Mitteldeutschland (IRMD), Leipziger Institut für Energie GmbH, 1.7.2020–30.6.2021

Projekt: NovoHTK – Neuartiges Verfahren zur Mono-Vergärung von Hühnertrockenkot, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 01.09.2018–30.11.2021 (FKZ: 03KB137)

Projekt: Sensomix – Entwicklung und Erprobung sensorbasierter Rührsysteme in Biogasanlagen zur Steigerung der Effizienz und Prozessstabilität bei einer lastflexiblen und bedarfsgerechten Biogasproduktion, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.5.2020–30.4.2023 (FKZ: 2219NR387)

Veröffentlichung: Dzofou Ngoumelah, D.; Harnisch, F.; Kretzschmar, J. (2021). „Benefits of Age-Improved Resistance of Mature Electroactive Biofilm Anodes in Anaerobic Digestion“. *Environmental Science & Technology* (ISSN: 1520-5851), Vol. 55, Nr. 12. S. 8258–8266. DOI: 10.1021/acs.est.0c07320

Veröffentlichung: Gökgez, F.; Winkler, M.; Barchmann, T.; Weinrich, S.; Liebetrau, J.; Nelles, M. (2021). „Combining Electricity and Fuel Supply: Operational Strategies for Biogas Plants“. *Chemical Engineering & Technology* (ISSN: 0930-7516), Vol. 44, Nr. 1. S. 183–193. DOI: 10.1002/ceat.202000268

Veröffentlichung: Kretzschmar, J.; Harnisch, F. (2021). „Electrochemical impedance spectroscopy on biofilm electrodes: conclusive or euphonious?“. *Current Opinion in Electrochemistry* (ISSN: 2451-9103), Nr. 29. DOI: 10.1016/j.coelec.2021.100757.

Veröffentlichung: Weinrich, S.; Mauky, E.; Schmidt, T.; Krebs, C.; Liebetrau, J.; Nelles, M. (2021). „Systematic simplification of the Anaerobic Digestion Model No. 1 (ADM1): Laboratory experiments and model application“. *Bioresource Technology* (ISSN: 0960-8524), Nr. 333. DOI: 10.1016/j.biortech.2021.125104

Veröffentlichung: Weinrich, S.; Nelles, M. (2021). „Systematic simplification of the Anaerobic Digestion Model No. 1 (ADM1): Model development and stoichiometric analysis“. *Bioresource Technology* (ISSN: 0960-8524), Nr. 333. DOI: 10.1016/j.biortech.2021.125124



**Leiter des Forschungsschwerpunkts
Dr. agr. Peter Kornatz**

Tel.: +49 (0)341 2434-716

E-Mail: peter.kornatz@dbfz.de

5.3 Forschungsprojekt „BIOFIT“



„Seit 2019 untersucht ein Team aus acht Ländern verschiedene technische Optionen und Maßnahmen, um den Bioenergieanteil in europäischen Industrieanlagen zu erhöhen. Im Fokus standen fünf Industriezweige, die sich u. a. hinsichtlich ihrer spezifischen Anlagengrößen und ihrer bisherigen Bioenergie-Nutzung unterschieden. Es zeigte sich sektorübergreifend großes Interesse, aber auch die Notwendigkeit, bestehende Anlagen zu optimieren. Ob Nach- und Umrüstungsmaßnahmen zur vermehrten Einbindung von Bioenergie nachhaltige, sowie zeit- und kostensparende Ansätze sein können, galt es im BIOFIT-Projekt zu bewerten.“

Stephanie Hauschild
Projektleiterin

Bioenergy Retrofits for Europe's Industry – BIOFIT

Das Koordinierungsprojekt BIOFIT „Bioenergy Retrofits for Europe's Industry“ wird durch die europäische Kommission im Rahmen des Horizon 2020 Programm unter der GA-Kennziffer 817999 gefördert. Das gemeinsame Ziel der 15 Partner aus acht verschiedenen Ländern ist die Initiierung und Unterstützung von Retrofitting-Maßnahmen zur vermehrten Einbindung von Bioenergie in fünf beispielhaften Industriesektoren:

- _ Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen,
- _ fossile Feuerungsanlagen,
- _ erste Generation Biokraftstoffanlagen,
- _ fossile Raffinerien sowie
- _ Zellstoff- und Papierproduktionsanlagen

SCHLAGWORTE

Nach- und Umrüstung
Bioenergie
Bestandsaufnahme
Handlungsempfehlungen





Retrofitting oder Nach- und Umrüstung im Sinne des BIOFIT-Projektes beschreibt das Hinzu-fügen bzw. Ersetzen von Anlagenmerkmalen (z. B. Anlagenbauteilen, Rohstoffen oder Hilfsstoffen), um einen Teil der fossilen Rohstoffe und Energieträger durch erneuerbare Alternativen zu ersetzen. Ein Retrofit einer Anlage kann demnach sowohl die zusätzliche Einbringung von Biomasse als Rohstoff für das primäre Produkt und Energiebereitstellung als auch die Produktion zusätzlicher Produkte aus Biomasse zur Folge haben.

Insbesondere vor dem Hintergrund der bevorstehenden Maßnahmen und Reformen unter dem Titel „Fit for 55“ und den hierdurch angestrebten Treibhausgasreduktionen um mindestens 55% bis zum Jahr 2030 (gegenüber dem Referenzjahr 1990) [1], liegt ein spezieller Fokus in der Erhöhung der Nachhaltigkeit der betrachteten Prozesse. Biomasse ist und bleibt auch zukünftig ein wichtiger Bestandteil der erneuerbaren Energien. Diese vermehrt in bestehende Anlagekonzepte einzubinden, kann kurz- bis mittelfristig einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion klimaschädlicher Gase leisten.

Je nach betrachtetem Sektor können die spezifischen Ziele und Maßnahmen, auch aufgrund weiterer politischer Rahmenbedingungen, unterschiedlich ausfallen. Im Sektor der großskaligen fossilen Feuerungsanlagen zur Energie- und/oder Wärmebereitstellung kann die teilweise oder stufenweise Substitution

fossiler Brennstoffe durch Biomasse etwa einen geregelten Kohleausstieg ermöglichen [2]. Für den fossilen Raffineriesektor ist neben der mittelfristig betrachteten Integration biobasierter Rohstoffe in den bestehenden Prozess auch kurz- bis mittelfristig die Ergänzung (Add-on) einer biobasierten Route zur Nutzung der bestehenden Infrastruktur interessant. Für Anlagen der Zellstoff- und Papierproduktion sowie der konventionellen Biokraftstoffproduktion, liegt ein stärkerer Fokus auf der Nutzung von Nebenprodukten, der Generierung eines größeren Produktportfolios und der Herkunft der biobasierten Rohstoffe. Flexibilisierung und Effizienzsteigerung sind für diese bioenergieerfahrenen Sektoren relevant.

Das Projekt eruiert durch zahlreiche Methoden und Maßnahmen technische Möglichkeiten und zeigt deren Vorteile auf. Es werden Treiber und Herausforderungen auf dem Weg zu einem erfolgreichen Retrofit ermittelt und diskutiert. Ziel ist es, eine umfassende Wissensbasis für die betrachteten Industriezweige zu schaffen und die Bereitschaft der Firmen zur Nach- und Umrüstung durch Vorstellung bereits realisierter Vorzeigebispiele zu steigern.

Methoden/Maßnahmen

Eine Bestandsaufnahme zum Thema Nach- und Umrüstungsmaßnahmen in den fünf europäischen Industriesektoren wurde zu Beginn des Projektes durchgeführt. Die aufbereiteten Ergebnisse wurden in einer virtuellen Karte dargestellt. Anhand von Anlagensteckbriefen werden ausgewählte Vorzeigebispiele detaillierter betrachtet und auf der Projektwebsite zur Verfügung gestellt.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurde durch das DBFZ im Rahmen des Arbeitspaketes „Industry Platform – Market uptake“ eine Online-Umfrage durchgeführt. Diese richtete



© Dominik Rutz, WIP 2019

Abb. 16: BIOFIT-Projekttreffen in Finnland (Besuch einer holzbasierten Bioraffinerie der Metsä-Gruppe in Äänekoski)

sich primär an diejenigen Unternehmen, die bisher wenig bis keine Erfahrungen im Bereich Retrofitting hatten. Ziel war es zu ermitteln, welche Hemmschwellen von den Unternehmen gesehen werden und welche unterstützenden Rahmenbedingungen und Treiber vorliegen müssten, um eine solche Maßnahme anzustreben. Hierfür konnten die Teilnehmenden verschiedene Aussagen in vier Kategorien (technische, ökonomische, ökologische und politische Aspekte) für ihren spezifischen Sektor gewichten. Über alle Sektoren hinweg wurden eine Erhöhung der Anlagenflexibilität, die Erfüllung klimapolitischer Ziele und die Effizienzsteigerung der Produktionsanlage als wesentliche Treiber gewertet. Als relevanteste Hemmnisse wurden instabile politische Rahmenbedingungen, eine fehlende supranationale Koordination und die Verfügbarkeit ausreichender Mengen an Biomasse genannt. Insbesondere für die technischen Treiber finden sich in den Antworten der Umfrage jedoch sektorspezifische Unterschiede. Für den erste Generation Biokraftstoffbereich werden neben der gesteigerten (Rohstoff-) Flexibilisierung der Anlage auch die Diversifizierung des Produktportfolios und die Qualitätssteigerung der Produkte als große Treiber bewertet. Hier

bieten sich beispielsweise die Produktion von Kraftstoffen für alternativarme Anwendungen an (z. B. Schifffahrt, Luftfahrt) oder die Aufbereitung von Nebenprodukten (z. B. Separation von CO₂ aus der alkoholischen oder anaeroben Fermentation).

Überdies wurden im Rahmen eines Industrieforums unter Leitung des DBFZ, öffentliche physische und virtuelle Veranstaltungen durchgeführt. Die industrieweise von den Sektorexperten des Projektes organisierten Meetings boten die Gelegenheit, sektorspezifische Herausforderungen der Industriezweige und von Um- und Nachrüstungsmaßnahmen im Speziellen zu diskutieren. Die Ergebnisse der Umfrage und des Industrieforums wurden ausführlich dokumentiert und dienen als Grundlage für sektorspezifische technische und politische Handlungsempfehlungen.

Realdaten konnten durch zehn Machbarkeitsstudien mit Industriepartnern generiert werden, dessen öffentliche Ergebnisse auf der Projektwebsite verfügbar sind. Die durch das DBFZ geleitete Studie mit dem Technologieentwickler Swedish Biofuels SA und dem Ethanolanlagenbetreiber Biocarburantes de

Castilla y Leon untersuchte die Möglichkeit der Einbindung eines Alcohol-to-Jet (ATJ)-Verfahrens in eine bestehende Bioethanolanlage der ersten Generation. Synergien konnten insbesondere in der Nutzung der Fuselöle aus der Aufbereitung der Ethanolfraktion ermittelt werden. Die techno-ökonomische Analyse ergab, dass selbst geringe Veränderungen im Rohstoffpreis einen starken Effekt auf die wirtschaftliche Machbarkeit der Nachrüstung haben kann. Die Nachhaltigkeitsanalyse wies darauf hin, dass der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern bei der energetischen Versorgung des Prozesses wesentlich die THG-Reduktionspotenziale beeinflusst.

Meilensteine/Herausforderungen

Das Projekt BIOFIT wird als Koordinierungs- und Unterstützungsmaßnahme (engl.: Coordination and Support Action, CSA) im Rahmen des Horizon2020 gefördert und hat als solches die Interaktion und Beteiligung unterschiedlicher Interessengruppen, Vertreter und Akteure als wesentliche Maßgabe. Entsprechend wurde zu Beginn des Projektes ein Industriebegleitkreis gebildet, der in alle Projektentscheidungen eingebunden ist. Überdies wurde die Durchführung von Veranstaltungen im Rahmen des Industrieforums, Studienreisen zu Retrofit-Beispielanlagen und internationale Geschäftsreisen nach Brasilien und in die Ukraine geplant. Während das Industrieforum und die Studienreisen mit insgesamt vier physischen Treffen gut starteten, war die Situation mit Beginn der pandemischen Lage herausfordernd. Präsenzveranstaltungen und Business-to-Business (B2B)-Treffen wurden abgesagt und die Studientouren und Geschäftsreisen mussten in einem anderen Format stattfinden. Die Arbeitstreffen im Rahmen des Industrieforums wurden virtuell abgehalten, was sie zum einen einem größeren Kreis zugänglich machte, zum anderen jedoch nur wenig Vernetzungsmöglichkeiten zuließ.

Mit Blick auf die Förderung von Nach- und Umrüstungsmaßnahmen ergaben sich in den Diskussionen und Umfragen einige, bereits kurz erwähnte inhaltliche Herausforderungen: wechselnde oder noch in Klärung befindliche Langzeitregularien, komplexe Vorschriftenstrukturen und (für kleine Betreiber) mit einem hohen Verwaltungsaufwand verbundene Nachweisführung, auslaufende oder fehlende Fördermechanismen und damit einhergehende Investitionsunsicherheiten sind sektorübergreifend genannte Aspekte. Auch die Rohstoffkonkurrenz (beispielsweise mit Blick auf die Verwendung biogener Öle und Fette) wird als perspektivisch herausfordernd bezeichnet. Der Biokraftstoffsektor stellt zudem eine vergleichsweise junge Industrie dar; die meisten Anlagen wurden erst nach 2005 in Betrieb genommen. Größere Neuinvestitionen sind in diesem Stadium oft nicht finanzierbar. Überdies besitzen Biokraftstoffanlagen im Vergleich zu fossilen Raffinerien relativ kleine Anlagenkapazitäten, haben einen „eingeschränkten“ Kundenstamm und sind untereinander technologisch und produktspezifisch sehr divers. Eine einheitliche, übertragbare technische Lösung ist somit nicht realisierbar.

Entsprechende politische und technische Handlungsempfehlungen, die auf eben diese Barrieren und Hindernisse hinweisen und spezifische Ansätze und Optionen an die Hand geben sollen, wurden im Rahmen des Projektes formuliert und sind auf der Projektwebsite verfügbar. Dies ist ein wesentlicher Meilenstein des BIOFIT-Projektes, der insbesondere auch von der guten Quervernetzung und dem Erfahrungsaustausch der betrachteten Industriezweige profitierte.

Perspektiven

In den Machbarkeitsstudien, den Diskussionen im Rahmen des Industrieforums und anhand der Vorzeigebispiele hat sich ge-

zeigt, dass insbesondere in den Sektoren, die bisher fossil-basierte Produkte generiert haben, Nach- und Umrüstungsmaßnahmen einen kurz- bis mittelfristigen Beitrag zur Dekarbonisierung und Treibhausgasreduzierung der europäischen Industrien leisten können. Die Co-Feuerung von Biomasse in Kohlefeue- rungsanlagen oder die Co-Prozessierung von Pflanzen- oder Pyrolyseölen in Fluid Catalytic Cracking oder Hydrotreatment-Einheiten der Erdölraffinerien sind aktuell diskutierte Ansätze. Industriezweige, die bereits langjährig bio- basierte Rohstoffe als Einsatzmaterial nutzen, konzentrieren sich eher auf die Verwertung von Nebenprodukten, die Generierung neuer Absatzmärkte oder die Effizienzsteigerung der Verarbeitungsstrecke – die Maßnahmen sind Standort-, Verfahrens- und Einsatzstoff spezi- fisch. Hier kann das Projekt lediglich Anstöße geben und Möglichkeiten aufzeigen, während die Lösungen direkt vor Ort gefunden werden müssen. Jedoch werden die erarbeiteten Empfehlungen und Vernetzungen weiterwir- ken und interessierte Akteure können auf die Vorarbeiten aus dem BIOFIT-Projekt zurück- greifen. Überdies gibt es auch konkrete Ansätze im Horizon Europe Framework Programm, die Integration kosteneffizienter Technologien zur Produktion fortschrittlicher Biokraftstoffe an existierenden Anlagen zu fördern – unter diesem Programm können die Ergebnisse von BIOFIT aufgegriffen und fortgeführt werden.

Quellen

- [1] Schröder, J.; Naumann, K. (Hrsg.) (2022): Monitoring erneuerbarer Energien im Verkehr. Leipzig: DBFZ. 340 S. ISBN: 978-3-946629-82-5. DOI: 10.48480/19nz-0322
- [2] Bundesrepublik Deutschland – Bundesministerium für Justiz. Gesetz zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung – Kohleverstromungsbeendigungsgesetz. KVBG vom 08.08.2020. www.gesetze-im-internet.de/kvbg/BjNR181810020.html

PROJEKTSTECKBRIEF

Laufzeit:

01.10.2018–31.03.2022

Projektpartner:

B.T.G. Biomass Technology Group BV (Koordination), Wirtschaft und Infrastruktur GmbH & Co Planungs KG (WIP), BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Ethniko Kentro Erevnas Kai Technologikis Anaptyxis (CERTH), Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (VTT), Centro de investigaciones energeticas medioambientales y tecnologicas-CIEMAT, Energikontor Sydost AB (ESS), Javno Preduzece elektroprivreda Bosne i Hercegovine DD* (EPBiH), Technip Benelux BV, Stichting Wageningen Research, Swedish Biofuels AB, Ellinika Petrelaia AE (HELPE), Biocarburantes de Castilla y Leon SA

Ansprechpartner:

Patrick Reumerman (BTG, Koordinator), Stephanie Hauschild (DBFZ, Projektleitung)

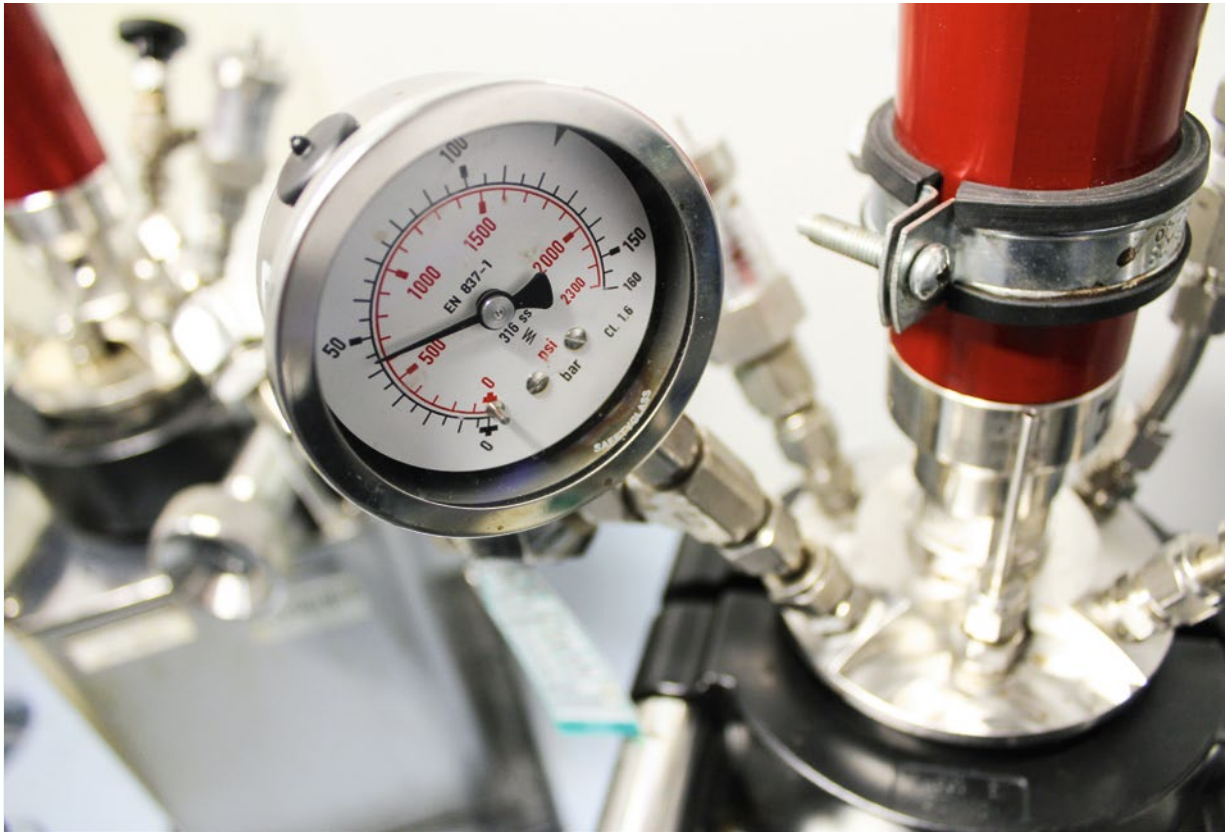
Förderkennzeichen:

Grant Agreement No. 817999

Fördermittelgeber:

Europäische Kommission, H2020

→ Weitere Informationen:
www.biofit-h2020.eu



Forschungsschwerpunkt „Biobasierte Produkte und Kraftstoffe“

Übergeordnetes Forschungsziel des Forschungsschwerpunktes „Biobasierte Produkte und Kraftstoffe“ ist es, mit innovativen Technologieansätzen zu Bioraffineriekonzepten als Teil einer nachhaltigen Bioökonomie beizutragen. Hierfür wird die verfahrenstechnische Ausstattung des Bioraffinerietechnikums genutzt sowie umfassende Methoden zur multikriteriellen Technikbewertung von Einzelprozessen und Gesamtkonzepten für Bioraffinerien angewendet. Um die Komplexität von Bioraffinerien abbilden zu können, werden vielfältige verfahrenstechnische Apparate und Prozesse eingesetzt. Erst durch die sinnvolle Kombination dieser Prozessschritte ergeben sich Bioraffineriekonzepte, in denen

vermarktungsfähige Produkte hergestellt werden können. Daher wird bei der technischen Ausstattung des Bioraffinerietechnikums eine gute Kompatibilität der Apparate untereinander angestrebt, um so vielfältige Verarbeitungsketten von biogenen Rohstoffen untersuchen zu können. Zudem wird verstärkt auf eine automatisierte Messwerterfassung und einen automatisierten Anlagenbetrieb gesetzt. Die Arbeit nach hohem wissenschaftlichem Standard mit statistischer Versuchsplanung und auswertung sowie Prozesssimulation, Datenbanken und Softwaretools für die Technikbewertung gehören selbstverständlich dazu.

Wichtige Referenzprojekte und Veröffentlichungen

Projekt: abonoCAR – WK abonoCARE – TP 2.V – Entwicklung der säure- und membranbasierten Phosphorabscheidung während der HTC sowie der energieeffizienten Trocknung von HTC-Kohle im Labormaßstab, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 1.4.2019–31.12.2022 (FKZ: 03WKDI2E)

Projekt: HTKkChem – Umwandlung von wasser- und kohlenhydratreichen Reststoffen der Biomasseverarbeitung in Chemikalien und Kraftstoffkomponenten durch hydrothermale Prozesse, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 1.11.2018–30.4.2022 (FKZ: 031B0674A).

Projekt: NormAKr – Normung alternativer Kraftstoffe, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 1.1.2020–31.12.2022 (FKZ: 03EIV241C)

Projekt: OpToKNuS – Entwicklung einer „Toolbox“, basierend auf numerischen Modellen und Praxismessungen zur Auslegung bzw. Optimierung von thermochemischen Anlagen zur Energiebereitstellung aus alternativen Brennstoffen, Teilvorhaben: Untersuchung am DBFZ-Festbettlaborvergaser, 01.01.2020–31.12.2022 (FKZ: 03KB163B)

Projekt: PILOT-SBG – Forschungs- und Demonstrationsvorhaben „Bioressourcen und Wasserstoff zu Methan als Kraftstoff – Konzeptionierung und Realisierung einer Anlage im Pilotmaßstab“, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 1.11.2018–31.12.2022

Veröffentlichung: DBFZ (Hrsg.) (2021). Naumann, K.; Müller-Langer, F.; Meisel, K.; Majer, S.; Schröder, J.; Schmieder, U. Background paper: Further Development of the German Greenhouse Gas Reduction Quota. Leipzig: DBFZ. 25 P

Veröffentlichung: Knötig, P.; Etzold, H.; Wirth, B. (2021). „Model-Based Evaluation of Hydrothermal Treatment for the Energy Efficient Dewatering and Drying of Sewage Sludge“. *Processes* (ISSN: 2227-9717), Vol. 9, Nr. 8. DOI: 10.3390/pr9081346.

Veröffentlichung: Körner, P. (2021). „Hydrothermal degradation of amino acids“. *ChemSusChem* (ISSN: 1864-564X), Vol. 14, Nr. 22. S. 4947–4957. DOI: 10.1002/cssc.202101487

Veröffentlichung: Nitzsche, R.; Gröngroft, A.; Köchermann, J.; Meisel, K.; Etzold, H.; Verges, M.; Leschinsky, M.; Bachmann, J.; Saake, B.; Torkler, S.; Patzsch, K.; Rößiger, B.; Pufky-Heinrich, D.; Unkelbach, G. (2021). „Platform and fine chemicals from woody biomass: Demonstration and assessment of a novel biorefinery“. *Biomass Conversion and Biorefinery* (ISSN: 2190-6815), Vol. 11, Nr. 6. S. 2369–2385. DOI: 10.1007/s13399-020-00769-z.

Veröffentlichung: Nitzsche, R.; Köchermann, J.; Gröngroft, A.; Kraume, M. (2021). „Nanofiltration of Organosolv Hemicellulose Hydrolyzate: Influence of Hydrothermal Pretreatment and Membrane Characteristics on Filtration Performance and Fouling“. *Industrial & Engineering Chemistry Research* (ISSN: 0888-5885), Vol. 60, Nr. 2. S. 916–930. DOI: 10.1021/acs.iecr.0c03256.



**Leiterin des Forschungsschwerpunkts
Dr.-Ing. Franziska Müller-Langer**

Tel.: +49 (0)341 2434-423

E-Mail: franziska.mueller-langer@dbfz.de

5.4 Forschungsprojekt „OptDienE“



© Die MedialLoge

„Im Projekt ‚OptDienE‘ wurden Hybrid-Varianten der dezentralen Nutzung fester Biomasse in Wohngebäuden mit unterschiedlich hohem Heizwärmebedarf für verschiedene Betriebskonzepte untersucht. Die Ergebnisse geben Hinweise auf Vorteilsvarianten, damit feste Biomasse dort genutzt wird, wo sie ihre Stärken für die Systemdienlichkeit hat.“

Kerstin Wurdinger
Projektleiterin

OptDienE – Optionen zum netzdienlichen Betrieb von Einzelraumfeuerstätten; Teilvorhaben: Systemwirkung von Einzelraumfeuerstätten

Die Transformation der Energieversorgung im Zuge der Energiewende ist durch einige Megatrends gekennzeichnet: Dezentralisierung der Energiebereitstellung, Digitalisierung aller Lebensbereiche, dominierende Rolle von Solar- und Windenergie im Stromsektor und, damit einhergehend, eine hohe Volatilität der Erzeugung und zunehmende Verschränkung der Energienutzungsbereiche Strom, Wärme und Mobilität (Sektorkopplung). Das politische und gesellschaftliche Ziel, die durch das Energiewesen verursachten Kohlenstoffdioxidemissionen zu reduzieren, bedeutet, dass neben der Nutzung von Wind- und Solarenergie sowie verschiedenen Speichertypen in

SCHLAGWORTE

Einzelraumfeuerung
Feste Biomasse
Demand Side Management
Wohngebäude
Hybride Heizungssysteme
Versorgungssicherheit

naher Zukunft nach Optionen gesucht wird, die den Energiebedarf auch in Zeiten hoher Strom- und Wärmenachfrage bei gleichzeitig geringer Produktion erneuerbarer Energien sicherstellen können. Da Solarenergie vor allem saisonal azyklische Erzeugungsmaxima in Bezug auf die Wärmebedarfsspitzen und auch das Dargebot an Windenergie im Winter Lücken (z. B. bei Hochdruckwetterlagen im Januar) aufweisen, wird für diese Zeiträume eine Absicherung der dann gleichzeitig hohen Bedarfe an Strom und Wärme notwendig.

In der öffentlichen Debatte wird deshalb viel über kosten- und investitionsintensive Speicherungsverfahren zur Überbrückung der Schwachstellen Volatilität und Dargebot diskutiert. Dabei wird in der Regel das Potenzial der bereits im Markt etablierten Biomassefeuerungen bei bedarfsgesteuertem Einsatz als sektorübergreifende Flexibilitätsoption übersehen, obwohl diese Anlagen aus technischer Sicht einen beträchtlichen Beitrag zur Deckung von Lastspitzen leisten könnten. Nach neuester Datenlage [1,2] ist davon auszugehen, dass es in Deutschland rund 10 bis 11 Millionen Einzelraumfeuerungen (ERF) gibt, d. h. im Schnitt gibt es in jedem zweiten Wohngebäude und in etwa einem Viertel aller Wohnungen eine ERF. Bei einer konservativ geschätzten durchschnittlichen Heizleistung einer ERF von 8 kW steht eine thermische Leistung von 80 bis 90 GW im deutschen Wohngebäudebestand zur Verfügung, die schon heute regelmäßig zum (Zu-)Heizen oder aus Komfortgründen genutzt wird. Hier bietet sich eine lastverschiebende Ausgleichsmöglichkeit [3] an, bei der ein strombasierter oder fossiler Wärmeerzeuger durch einen biomassebasierten ersetzt beziehungsweise ergänzt wird.

Ziel des Vorhabens „OptDienE“ ist es, das derzeitige und zukünftige Potenzial der Biomasse-ERF zur Vermeidung von Energiebedarfsspitzen durch Wärmeerzeuger in Ein- und Zweifamilienhäusern (EZFH) zu ermitteln

und für Deutschland zu quantifizieren. Dazu wurden Hybridsysteme mit ERF wie z. B. a) ERF+Wärmepumpe oder b) ERF+Solarthermie+Gastherme mit verschiedenen Anwendungsfällen und Rahmenbedingungen (z. B. Gebäudestandard, Betriebsverhalten der ERF, Größe der ERF) untersucht. Im Ergebnis sollen die technische Machbarkeit von Instrumenten zur Aktivierung der Anlagenbetreiber sowie politische Handlungsempfehlungen diskutiert werden. Je nach Fortschritt beim Klimaschutz wird es in der Übergangsphase bis 2050 in Wohngebäuden noch einen erheblichen Anteil fossiler Wärmeerzeugung geben: entweder durch den Betrieb von Wärmeerzeugern auf fossiler Basis (z. B. Erdgas, Öl) oder durch einen fossilen Anteil im Strommix für den Betrieb von Wärmepumpen. Deshalb werden bei der Bewertung der untersuchten Hybridsysteme auch klimarelevante Kriterien (Treibhausgase, Feinstaub) berücksichtigt.

Methoden/Maßnahmen

Vom Projektpartner, dem Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH), wurden Referenz-Wohngebäude mit vier verschiedenen Dämmstandards und damit unterschiedlichem Heizwärmebedarf (vgl. Tabelle 2) sowie eine Reihe kombinierbarer Komponenten der Heizungsanlagentechnik (Wärmepumpe, Solarthermieanlage, Pufferspeicher, Gastherme, Biomassefeuerungen) und ihrer hydraulischen Verschaltungen im Simulationsprogramm TRNSYS modelliert. Das DBFZ entwickelte dafür das Modell eines Scheitholzofens, parametrisierte den TRNSYS-Baustein für einen Pelletofen mit Wassertasche und programmierte den TRNSYS-Baustein zur Regelung des Betriebs einer ERF. Es wurde eine Variantenmatrix für 480 Simulationen erarbeitet, die sich jeweils in der Kombination von Gebäudetyp, (hybriden) Heizungssystemen sowie Betriebsregimen des Heizungssystems unterscheiden; die Varianten wurden vom ISFH simuliert.

Tab. 2: Im Projekt „OptDienE“ betrachtete Gebäudecluster

Modellierter und simulierter Gebäudetyp im „OptDienE“	Heizwärmebedarf (HWB) in kWh/(m ² a)	Zuordnung zu Cluster aus „BioplanW“ ⁴
SFH20	25	EZFH, E30 (HWB <30)
SFH45	58	EZFH, E45 (HWB 30–60)
SFH100	107	EZFH, E90 (HWB 60–120)
SFH200	287	EZFH, E180 (HWB >180)

Sowohl für die Erstellung der o.g. Variantenmatrix als auch für die Prognose zur Quantifizierung der Gebäudecluster für die Teilmärkte der EZFH bis 2050 wurden Ergebnisse aus den Projekten „BioPlanW“ [4] und „Bio-Strom-Wärme“⁵ [5], zwei Projekten des BMWK-Forschungsnetzwerkes Bioenergie, herangezogen. Zusätzlich dazu wurden Daten aus [1,6,7] genutzt, um im Projekt Potenziale für den systemdienlichen Betrieb von Pelletöfen, offenen Kaminen und Kaminöfen in EZFH zu quantifizieren, wenn diese ERF-Arten Teil eines hybriden Heizungssystems waren.

Auf dieser Datenbasis wurde im Projekt „OptDienE“ eine Methodik entwickelt, wie mit der Verschneidung relevanter Daten die Simulationsergebnisse des Projektes auf Deutschland übertragen werden können (Abbildung 17). Nach Jahren und Teilmärkten geclusterte Simulationsdaten [8,9] für EZFH aus [4,5] wurden für das Jahr 2011 mit Informationen zur räumlichen Lage [6,7] angereichert und den Landkreisen auf der Basis der jeweiligen Gebäudestruktur der Landkreise gleichverteilt

zugeordnet. Unter der Prämisse, dass eine ERF nur Gebäuden zugeordnet werden kann, die real vorhanden sind, wurde der mit linearer Regression modellierte und auf die Bundesländer hochgerechnete Bestand an ERF in Deutschland [1] dem jeweiligen Bestand an EZFH auf Landkreisebene zugeordnet. Dabei wurde angenommen, dass pro Gebäude maximal eine ERF zugeordnet wird.

Meilensteine/Herausforderungen

Für die Jahre 2030 und 2050 wurde sowohl im Klimaschutzenszenario 80⁶ (KS80) als auch im Klimaschutzenszenario 95 (KS95) aufgrund von Gebäudestruktur und ERF-Verteilung das größte Potenzial bei der Biomassefeuerung – bezogen auf die Anzahl der EZFH – im Cluster E90 (Heizwärmebedarf: 60–120 kWh/m²a) sichtbar. Quantitativ ergibt sich aus der Modellierung der Zuordnung von 3,84 bis 7,25 Mio. ERF (Pelletöfen, offene Kamine und Kaminöfen) auf EZFH in Deutschland ein Heizleistungsbedarf der Gebäude im Bereich von 41 bis 78 GW für EZFH mit ERF für das Be-

⁴ „BioplanW – Systemlösungen für Bioenergie im Wärmesektor im Kontext zukünftiger Entwicklungen“

⁵ „Bio-Strom-Wärme – Rolle der Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt bis 2050 unter Einbeziehung des zukünftigen Gebäudebestandes“

⁶ Klimaschutzenszenarien mit 80 bzw. 95 Prozent Minderung der Treibhausgas-Emissionen bis 2050 gegenüber 1990

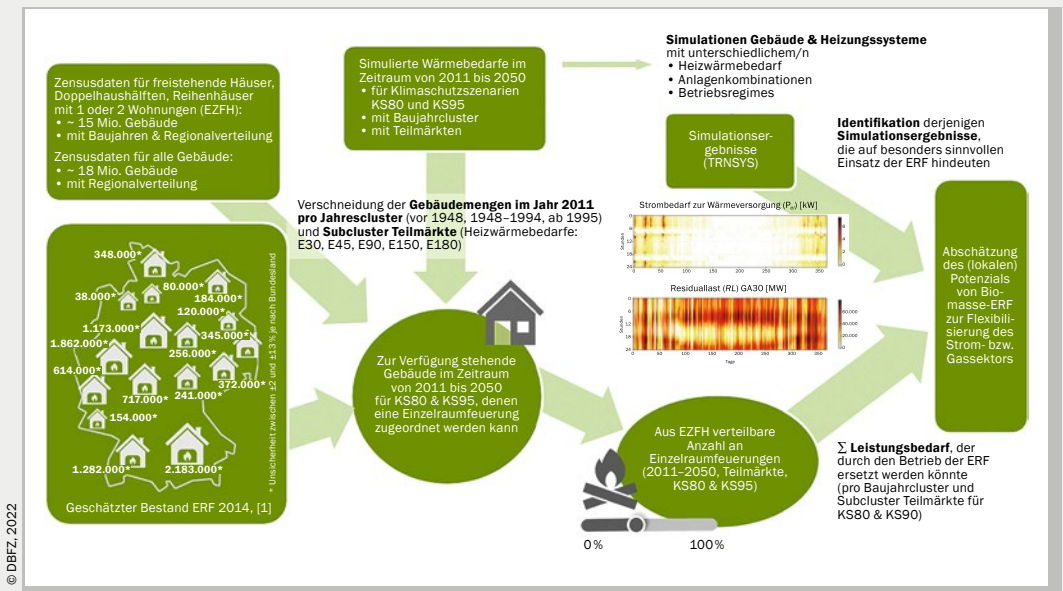


Abb. 17: Methodik zur Potenzialanalyse

trachtungsjahr 2020 und das KS80, der theoretisch aus elektrischer und/oder thermischer Energiebereitstellung gedeckt werden kann. Für 2050 und KS95 verbleibt dafür noch immer ein Heizleistungsbedarf zwischen 25 und 48 GW.

Für Vergleiche des jeweiligen Strombedarfs zur Wärmeerzeugung und der Residuallast wurden auf der Basis der simulierten Varianten verschiedene Auswertungen generiert (z. B. CO₂-Minderung, Minderung Strombedarf). Abbildung 18 zeigt beispielhaft für vier verschiedene Varianten aus Gebäudecluster, Anlagenkonzept und ERF-Betriebsregime den verminderten Strombedarf zur Wärmeversorgung in Spitzenlastzeiten⁷ und die

Residuallast 2020 (links, unten) und 2030 (rechts, unten). Im oberen Teil der Abbildung ist der Jahresstrombedarf je eines Gebäudes aus zwei verschiedenen Teilmärkten (d. h. Gebäudeclustern) für ERF-Betriebsregime „abends“ dargestellt, im jeweils mittleren Teil für ERF-Betriebsregime „morgens und abends“. In allen vier Fällen wurden 20% der ERF-Wärme an den Aufstellraum abgegeben, die verbleibenden 80% wurden vom Heizungssystem aufgenommen, in das die ERF integriert war.

Die Simulationen ergaben für das ERF-Betriebsregime „abends“ für o.g. Beispiele eine Reduzierung des jährlichen Elektroenergiebedarfs gegenüber dem Referenzgebäude ohne ERF von rund 16% für beide Gebäudecluster in der Zeitscheibe zwischen 6 und 9 Uhr sowie zwischen 18 und 21 Uhr von 45% (EZFH, E45) bzw. 73% (EZFH, E90). Beim Betriebsregime „morgens und abends“ war die Reduzierung in beiden Zeitscheiben ähnlich groß: beim

⁷ In den Simulationen wurden die Zeiten von 6–9 Uhr und von 18–21 Uhr als Spitzenlastzeiten angesetzt und der ERF-Betrieb in diesen Zeitscheiben als ERF-Betriebsregime „morgens“, „abends“ und „morgens und abends“ bezeichnet.

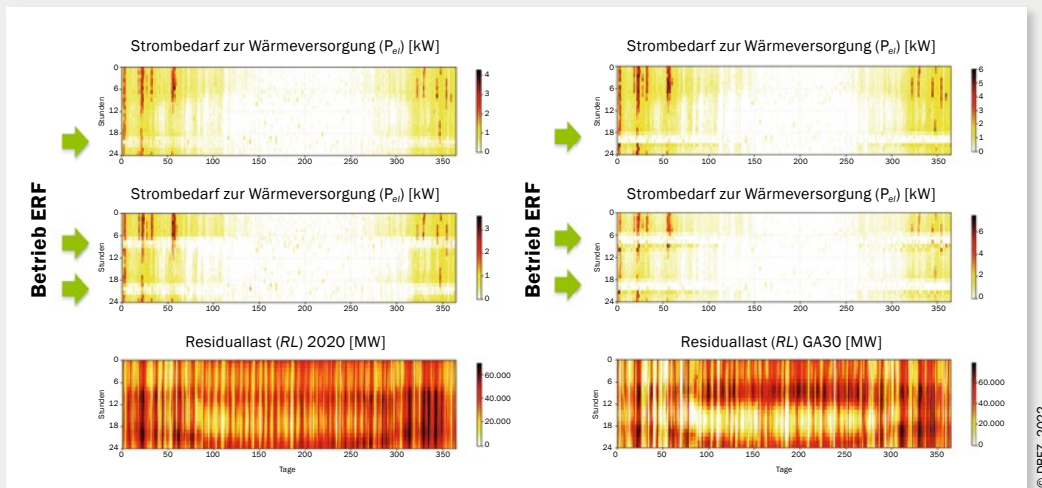


Abb. 18: Visualisierung des Systembeitrags der Heizungsanlage ohne Solarthermie, links: EZFH, E45, Wärmepumpe mit 4 kW Pelletofen, rechts: EZFH, E90, Wärmepumpe mit 8 kW Scheitholz-ERF

EZFH, E45 betrug sie rund 58%, beim EZFH, E90 rund 77%.

Die Projektzwischenergebnisse wurden auf mehreren Konferenzen und Plattformen vorgestellt (8. Statuskonferenz „Energetische Biomassenutzung“ 2019, Fachkonferenz „Bioenergie & Energiewendebauen“ 2020, DBFZ Jahrestagung 2020, „BauSim“ Graz 2020, FVEE Jahrestagung 2020, „Regenerative Energietechnikkonferenz RET.Con“ Nordhausen 2020 und 2021, „Symposium Solarthermie und innovative Wärmesysteme“ 2020, 24. Fachgespräch „Arbeitskreis Holzfeuerung“ am TFZ Straubing 2021) sowie in einem Experteninterview auf der Online-Plattform pelletshome.com 2020.

Perspektiven

Die Entwicklung und Simulation von Betriebskonzepten für einen sektorübergreifenden Einsatz von Biomasse in ERF sowie die gewonnenen Simulationsergebnisse unterstüt-

zen die Forschungsarbeiten des DBFZ bei der gezielten systemdienlichen Regelung der betrachteten Bioenergieanlagen und bei der Entwicklung von Systemreglern zur Integration von Energietechnologien und -komponenten im Forschungsschwerpunkt „Intelligente Biomasseheiztechnologien“ (SmartBiomass-Heat). Das Projekt trägt dazu bei, das Potenzial zum flexibleren Systembeitrag fester Biomasse (Holzpellets, Scheitholz) für das gekoppelte Energiesystem Strom/Wärme durch Lastverschiebepotenziale im Haushaltsektor für Deutschland zu quantifizieren. Im Ergebnis der Simulationen lassen sich – bezogen auf das jeweilige Verhältnis aus spezifischem Heizenergiebedarf zur ERF-Leistung – Reduzierungen des Strombedarfs durch ERF zwischen 7% und 88% feststellen. Ein Systembeitrag der untersuchten Hybridsysteme erscheint deshalb für einige Varianten hybrider Heizungssysteme wirtschaftlich. Gleichzeitig setzt die Hebung der vorhandenen Potenziale Marktprodukte voraus, die das Angebot einer Lastverschiebungsoption auf Verbraucherseite monetär anerkennen. Insbesondere die

regional heterogenen Gebäudestrukturen in Kombination mit den regional vorhandenen Potenzialen zur Nutzung von Biomasse-ERF bieten sich an, für die sektorgekoppelte Energiebereitstellung berücksichtigt zu werden, wenn die erforderliche elektrische Leistungsbereitstellung nicht vollständig aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden kann.

Quellen

- [1] Rönsch, C. (2019). Entwicklung einer Methode zur Verwendung der Daten des Schornsteinfegerhandwerks für die energiewirtschaftliche Berichterstattung: Dissertationsschrift. (DBFZ-Report, 34). Leipzig: DBFZ. XIII, 176 S. ISBN: 978-3-946629-45-0
- [2] Lenz, V.; Müller-Langer, F.; Denysenko, V.; Daniel-Gromke, J.; Reinsberg, N.; Rönsch, C.; Janczik, S.; Kaltschmitt, M. (2017). „Erneuerbare Energien“. BWK: Das Energie-Fachmagazin (ISSN: 1618-193X), Vol. 69, H. 5. S. 54–77
- [3] Müller, Theresa; Möst, Dominik: Demand Response Potential: Available when Needed? In: Energy Policy 115 (2018), Nr. 3, S. 181–198
- [4] BioPlanW (FKZ 03KB113), www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/Steckbriefe/dokumente/DBFZ_Report_36_BioPlanW.pdf
- [5] Bio-Strom-Wärme (FKZ 03KB114), www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/Steckbriefe/dokumente/03KB114_Bericht_Bio-Strom-W%C3%A4rme.pdf
- [6] Statistische Ämter des Bundes und der Länder: Zensusdatenbank 2011 – Ergebnisse dynamisch und individuell. <https://ergebnisse.zensus2011.de>
- [7] Statistisches Bundesamt (Destatis): Alle politisch selbständigen Gemeinden mit ausgewählten Merkmalen am 31.12.2015.
- [8] Koch, M.; Henneberg, K.; Hünecke, K.; Haller, M.; Hesse, T. (2018): Rolle der Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt bis 2050 unter Einbeziehung des zukünftigen Gebäudebestandes. Wissenschaftlicher Endbericht FKZ 03KB114. Öko-Institut e.V., S. 34 ff.
- [9] Thrän, D.; Szarka, N.; Haufe, H.; Lenz, V.; Majer, S.; Oehmichen, K.; Jordan, M.; Millinger, M.; Schaldach, R.; Schüngel, J. BioplanW: Systemlösungen Bioenergie im Wärmesektor im Kontext zukünftiger Entwicklungen. Schlussbericht. (DBFZ-Report, 36). Leipzig: DBFZ. IV, 5-81 S. ISBN: 978-3-946629-56-6.

PROJEKTSTECKBRIEF

Laufzeit:

01.08.2018–30.11.2021

Projektpartner:

ISFH – Institut für Solarenergieforschung GmbH

Ansprechpartnerin:

Kerstin Wurdinger

Förderkennzeichen:

03KB138

Fördermittelgeber:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie/Projektträger Jülich

Gefördert durch:

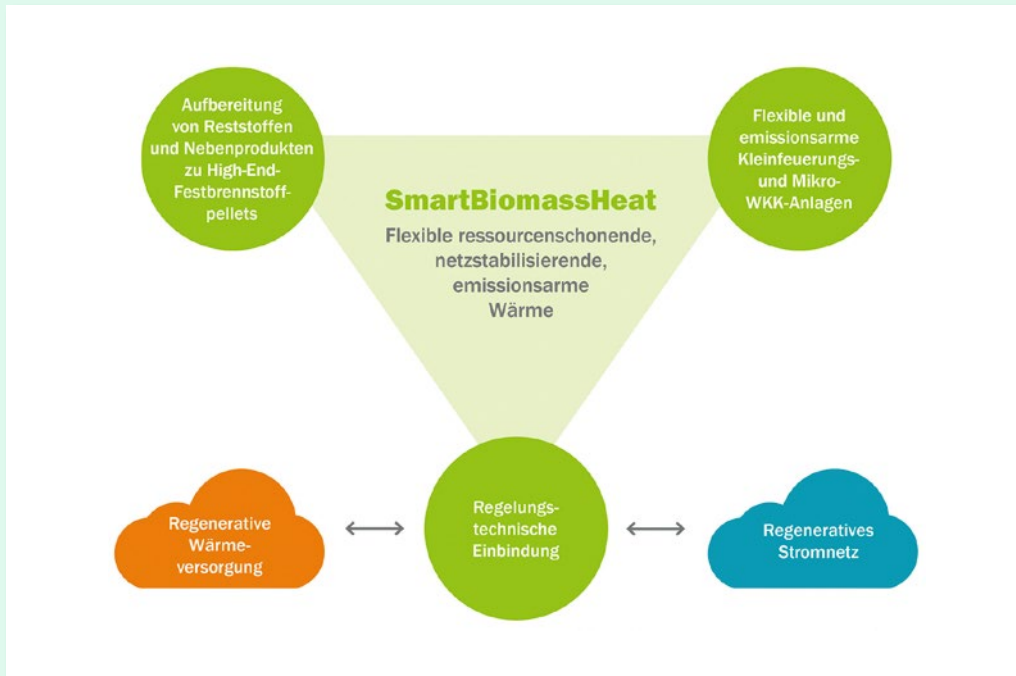


aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



→ Weitere Informationen:

www.energetische-biomassenutzung.de/projektpartner/details/project/show/Project/OptDienE-589



Der Forschungsschwerpunkt „Intelligente Biomasseheiztechnologien“

Im Fokus des Forschungsschwerpunkts steht die kleintechnische, erneuerbare Wärmebereitstellung in Einzelobjekten und kleinen Objektverbänden bis zu Dorfgemeinschaften oder Ortsteilen unter Nutzung von anderen erneuerbaren Energiequellen und vernetzenden intelligenten Wärmetechnologien auf Basis von Biomassen, die vorrangig aus Reststoffen, Nebenprodukten und Abfällen stammen. Übergeordnetes Ziel ist es, durch einen flexiblen und bedarfsangepassten Einsatz von Wärmetechnologien auf Biomassebasis das Angebot aller erneuerbaren Wärmequellen technologisch und ökonomisch optimal zu erschließen. Hierzu ist die gesamte Kette von der Veredelung der Biomassebrennstoffe über neue Konversionsanlagen bis zur wärme- und stromnetzseitigen Einbindung der zu-

künftig auch als Wärme-Kraft-Kälte-Anlagen ausgeführten Biomasse-Heizungen abzubilden, einzeln und im Verbund zu untersuchen, zu simulieren sowie zu optimieren. Mittels der notwendigen technischen Komponentenentwicklung sowie der verbindenden Regelungsforschung und -entwicklung sind diese über einen flexiblen Betrieb (auch Mikro- und Klein-WKK) hin zu einem effizienten, umweltgerechten, ökonomischen, sicheren, bedarfsangepassten, flexiblen und nachhaltigen (smarten) Betrieb zu führen.

→ Weitere Informationen:
www.smartbiomassheat.de

Wichtige Referenzprojekte und Veröffentlichungen

Projekt: BioBeton – Biomassebasierte und nachhaltige Herstellung von Betonprodukten, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH, 1.1.2021–30.6.2023 (FKZ: KK5045102K10)

Projekt: ETH-Soil – Bodenverbesserung in Äthiopien durch die energetische und materielle Nutzung landwirtschaftlicher Rückstände mit besonderem Schwerpunkt auf Bildung und Ausbildung, Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, 1.7.2021–31.12.2026

Projekt: HTPyr1 – Vorstudie zur Entwicklung einer Hochtemperaturpyrolyseanlage zur Stromerzeugung und Nutzung von Reststoffen, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 1.7.2021–30.06.2022 (FKZ: 03EI5433)

Projekt: IRASIL – Untersuchung des Ascheverhaltens während der thermo-chemischen Konversion vorbehandelter, siliziumreicher Biomassesortimente zur Strom- und Wärmeerzeugung und Nutzung der dabei anfallenden Aschen zur Gewinnung anorganischer Gerüstverbindungen mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.1.2018–30.6.2021 (FKZ: 2816DOKI03)

Projekt: ZirkulierBar – Interkommunale Akzeptanz für nachhaltige Wertschöpfung aus sanitären Nebenstoffströmen Nährstoffwende – von linearer Sanitärspülung zur zirkulären Nährstoffverwertung, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 1.7.2021–30.6.2024 (FKZ: 033L242H)

Veröffentlichung: Krüger, D.; Mutlu, Ö. Ç. (2021). „Demonstration of a Top-Lit Updraft Based Pyrolytic Burner with Low Emission Operation and Automatic Process Control“. *Energies* (ISSN: 1996-1073), Vol. 14, Nr. 13. DOI: 10.3390/en14133913.

Veröffentlichung: Li, H.; Mou, H.; Zhao, N.; Yu, Y.; Hong, Q.; Philbert, M.; Zhou, Y.; Beidaghy, H. D.; Dong, R. (2021). „Nitrogen Migration during Pyrolysis of Raw and Acid Leached Maize Straw“. *Sustainability* (ISSN: 2071-1050), Vol. 13, Nr. 7. DOI: 10.3390/su13073786.

Veröffentlichung: Mutlu, Ö. Ç.; Büchner, D.; Theurich, S.; Zeng, T. (2021). „Combined Use of Solar and Biomass Energy for Sustainable and Cost-Effective Low-Temperature Drying of Food Processing Residues on Industrial-Scale“. *Energies* (ISSN: 1996-1073), Vol. 14, Nr. 3. DOI: 10.3390/en14030561.

Veröffentlichung: Zeng, T.; Mlonka-Mędrala, A.; Lenz, V.; Nelles, M. (2021). „Evaluation of bottom ash slagging risk during combustion of herbaceous and woody biomass fuels in a small-scale boiler by principal component analysis“. *Biomass Conversion and Biorefinery*, Vol. 11, Nr. 4. S. 1211–1229. DOI: 10.1007/s13399-019-00494-2.



Leiter des Forschungsschwerpunkts
Dr.-Ing. Volker Lenz

Tel.: +49 (0)341 2434-450
E-Mail: volker.lenz@dbfz.de



Abb. 19: Technikumsversuchsanlage zur Herstellung von biogenem Silica aus Hafer- und Dinkelspelzen, Typ Oekotherm 49 kW

5.5 Forschungsprojekt „PaCoSil“



PaCoSil – Verbrennung regionaler Reststoffe zur energetischen Nutzung von Biomasse mit gekoppelter Erzeugung von biogenem Silica für Feinstaubfilter-Prozesse

Im Vorhaben PaCoSil werden in Deutschland regional verfügbare, siliziumreiche biogene Reststoffe zur Erzeugung von regenerativer Wärme zusätzlich gekoppelt mit siliziumdioxidangereicherten porösen röntgenamorphen Festkörpern untersucht, um diese für die stoffliche Nutzung in umwelttechnischen Prozessen zur Feinstaubabscheidung nutzbar zu machen. Bei der an die wärmegeführte Produktion gekoppelten stofflichen Nutzung entstehen siliziumreiche biogene Reststoffe als Nebenerzeugnis. Dabei ist die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens insbesondere dadurch gegeben, dass eine wärmegeführte Produktion mit der stofflichen

„Im Vorhaben ‚PaCoSil‘ wird erforscht, wie mit in Deutschland regional verfügbaren siliziumreichen biogenen Reststoffen regenerative Wärme erzeugt werden kann. An die wärmegeführte Produktion ist dabei eine stoffliche Nutzung des als Nebenprodukt entstehenden biogenen Siliziumdioxids aus siliziumreichen biogenen Reststoffen gekoppelt. Dabei ist die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens insbesondere dadurch gegeben, dass eine wärmegeführte Produktion mit der stofflichen Nutzung der Ascheanteile verbunden werden kann.“

Prof. Dr. Ingo Hartmann
Projektleiter

SCHLAGWORTE

Biosilica
Partikelfilterung
Feinstaub
Emissionsminderung
Reststoffverbrennung

Nutzung der Ascheanteile verbunden werden kann. Der Fokus des Vorhabens liegt daher auf der energetischen Nutzung des Materials und bedingt eine technische Entwicklung zur Umsetzung der Prozessschritte. Als siliziumreiche und regional verfügbare biogene Reststoffe werden Hafer- und Dinkelspelzen verwendet. In Vorarbeiten wurde ein Herstellverfahren zur Erzeugung von porösem Siliziumdioxid (SiO_2) aus siliziumreichen biogenen Reststoffen entwickelt. Im Fokus stand dabei die Nutzung von Reisspelzen. Durch einen thermischen Prozess und einen vorgeschalteten chemisch-physikalischen Prozess wird aus der Biomasse Siliziumdioxid gewonnen. Dieses SiO_2 wird als Filtermaterial zur Feinstaubabscheidung (www.ete-ing.de/feinstaubfilter) in eigens dafür entwickelten Feinstaubfiltersystemen eingesetzt, welches im Projekt an zwei Anwendungen untersucht werden soll:

1. Abgasreinigung an Biomassefeuerungen für Rest- und Abfallstoffe
2. Umgebungsluftreinigung bei Hallen- und Prozessluft in Produktionsprozessen

Die bereits vorhandenen Erkenntnisse [1–3] werden aufgegriffen, vertieft und sollen auf lokal bzw. in Deutschland regional verfügbare Reststoffe fokussiert werden. Die Projektpartner führen grundlegende labortechnische Untersuchungen bis hin zu praxisnahen Demonstrationsuntersuchungen durch, um das Gesamtverfahren und die technischen Anwendungen zu entwickeln und damit die Machbarkeit nachzuweisen. Es soll dabei untersucht werden, wie gut sich das SiO_2 -angereicherte pulverförmige Material aus der Verbrennung – nachfolgend biogenes Silica genannt – aus unterschiedlichen Rohstoffquellen als Feinstaubfiltermaterial einsetzen lässt. Die notwendigen verfahrenstechnischen Komponenten sollen im Technikumsmaßstab entwickelt und optimiert sowie an zwei Feldanlagen (Feuerungsabgas und Umgebungsluft) im Praxisbetrieb evaluiert werden.

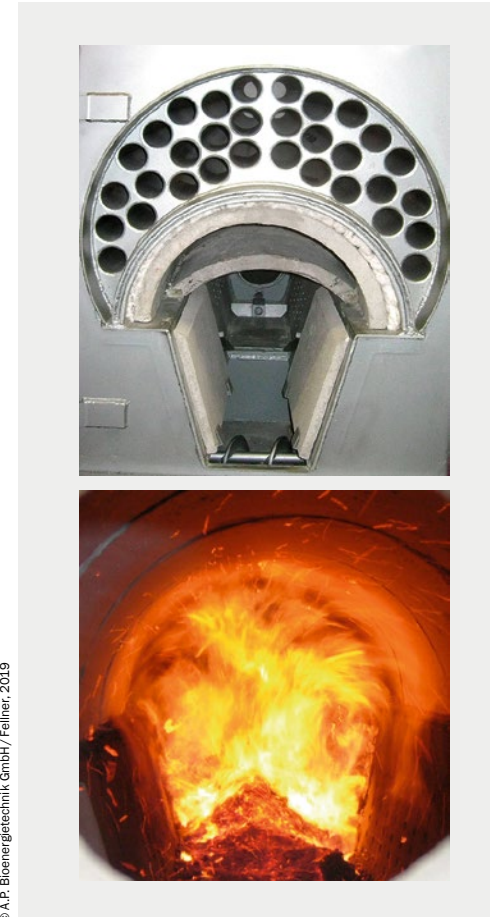
Methoden/Maßnahmen

Die Arbeiten in diesem Projekt umfassen die Erforschung der umweltfreundlichen verbrennungstechnischen Herstellung von biogenem Silica aus regionalverfügbaren Spelzen von Hafer und Dinkel. Da die effiziente Nutzung der dabei anfallenden Wärme möglich ist, soll eine gekoppelte stofflich-energetische Nutzung von siliziumreichen biogenen Reststoffen im Rahmen der Bioökonomie auf Basis von regional verfügbaren Biomassen ermöglicht werden.

Das DBFZ ist als Projektkoordinator für die Abstimmung der einzelnen Forschungsaufgaben, die wissenschaftliche Erschließung der Synergien, die Komponentenintegration, die Erarbeitung von Optimierungsansätzen sowie die Organisation, Durchführung, wissenschaftliche Begleitung und Auswertung der Prüfstands- und Feldmessungen verantwortlich. Das DBFZ wird zudem die Auslegung und Erprobung des Schlauchfiltersystems zur Abgasreinigung als Aufgabe vorantreiben. Zudem wird ein Konzept für das Recycling des Feinstaubfilterpulvers mit eingelagertem Feinstaub erarbeitet, wobei experimentelle Untersuchungen zu Anwendungsfällen des biogenen Silicas erfolgen.

Der Projektpartner A.P. Bioenergietechnik GmbH wird zunächst die Randbedingungen für den gesamten Verwertungsweg recherchieren und zusammenstellen. Schwerpunkte sind dabei die Eigenschaften der zu untersuchenden Brennstoffe Hafer- und Dinkelspelzen und deren Auswirkungen auf das Brennstoffhandling, den Verbrennungsprozess, sowie das Aschehandling in einem Kessel des Typs Ökotherm (vgl. Abbildung 20).

Das Ziel ist das Erreichen eines stabilen, automatisierten Betriebsablaufs, der die bei der Verbrennung gültigen Emissionswerte einhält und gleichzeitig eine qualitativ hochwertige



© A.P. Bioenergietechnik GmbH / Fellner, 2019

Abb. 20: Brennuminnenansicht der Frontseite (oben) einer Ökotherm-Anlage und Flammenbild (unten) der Häckselverbrennung in der Ökotherm-Anlage

siliziumreiche Asche erzeugt, die als Precat-Material in Filterprozessen eingesetzt werden kann. Durch Verbrennungsversuche an einem Prüfstand werden die Verbrennungseigenschaften praxisnah erprobt. Darauf aufbauend wird das Heizsystem durch Ein- und Umbauten an der Brennstoffzuführung, der Verbrennungsluftführung, des Entaschungssystems, des Brennumraums und Anpassung der Heizanlagen-Regelung für Spelzen-Brennstoffe ausgelegt, so dass diese thermisch verwertet werden und siliziumreiche Asche ge-



© ETE EntTechEngineering GmbH / Hoferecht, 2019

Abb. 21: Gewebefilter zur Partikelabscheidung

wonnen wird, welche als Filtermaterial in der Gasreinigung (vgl. Abbildung 21) zum Einsatz kommen kann.

Die Verifizierung der Anpassungen erfolgt durch einen Langzeittest an einer Praxisanlage über zwei Heizperioden. Das Gewebefiltersystem der Anlage soll mit den Aschen als Filtermaterial ausgerüstet werden. Zwischen den Heizperioden werden weitere Optimierungsschritte durchgeführt, so dass zum Abschluss des Projekts ein Heizsystem zur Ver-

fügung steht, das dauerhaft mit regionalen Spelzen-Brennstoffen betrieben werden kann und qualitativ hochwertige Aschen zur stofflichen Nutzung zur Verfügung stehen.

Meilensteine/Herausforderungen

Bisher gibt es in Deutschland keine Praxisuntersuchungen zur Verbrennung von lokal verfügbaren biogenen Reststoffen mit hohem Si-Anteil, da diese biogenen Reststoffe noch nicht gekoppelt energetisch und stofflich bei den landwirtschaftlichen Betrieben genutzt werden können. Die im Vorhaben angestrebten Ergebnisse sind bei Erreichen der Projektziele sehr vielversprechend. So soll gezeigt werden, dass biogenes Silica aus der Reststoffverbrennung sehr interessante Eigenschaften im Hinblick auf die stoffliche Nutzung und Anwendbarkeit aufweist, wobei ausschließlich biogene Reststoffe aus Deutschland ohne Nutzungskonkurrenz verwendet werden sollen. Der Fokus soll sich im PaCoSil-Projekt gezielt auf den regionalen Bezug ausrichten, denn insbesondere das Industriepotenzial zur Nutzung wertvoller Si-Ressourcen ist noch nicht ausgeschöpft und entsprechend erweitert worden. Allerdings werden bisher in Deutschland am Markt weder Verbrennungsanlagen zur kombinierten thermischen und stofflichen Nutzung biogener Reststoffe mit hohem Si-Anteil angeboten, noch die Gewinnung von Silica aus biogenen Reststoffen kommerziell betrieben. Somit können derzeit noch keine ausgereiften Anlagen und Verfahren eingesetzt werden, was im Projekt zum Einsatz von Anlagen und Verfahren mit Pilotcharakter führt.

Es werden im Projekt Daten ermittelt, in welchen Mengen die in Deutschland verfügbaren biogenen Reststoffe pro Saison anfallen und wie deren aktuelle Verwertungsströme sind. Dabei sollen Nutzungskonkurrenzen mit höherwertigen Pfaden wie Futtermittel weitest-

gehend vermieden werden. Die Projektpartner entwickeln eine praxisnahe Forschungsanlage, die für die verbrennungstechnische Verwertung von siliziumreichen biogenen Reststoffen aus Deutschland einsetzbar ist, um daraus gekoppelt Energie und biogenes Silica zu erzeugen. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Verbrennungsführung, um aus den regionalen biogenen Reststoffen ein mesoporöses SiO₂-reiches Pulver zu erhalten, welches als Tiefenfiltrationsmedium eingesetzt werden kann. Eine sehr wichtige Anforderung für die praxisnahe Demonstrationsanlage ist die möglichst effiziente Form der Energieauskopplung. Es soll insgesamt ein markttaugliches Verfahren für Biomassefeuerungen im Leistungsbereich von 0,1 bis 5 MWth entwickelt werden, mit dem eine effiziente energetische Nutzung und gleichzeitig eine ausreichend hohe Qualität der Asche erzielt werden kann. Darüber hinaus soll auch das Potenzial zur Erzeugung von Silica aus lokalen biogenen Quellen weiter intensiv untersucht und bestenfalls genutzt werden.

Es sollen drei Szenarien betrachtet werden, um die umweltfreundlichste Nutzung der biogenen Reststoffe zu identifizieren: Es besteht die Möglichkeit, (i) am Aufstellort ein Betriebsgebäude mit Wärmeenergie zu versorgen. Weiterhin kann (ii) die Versorgung eines Nahwärmenetzes in einem Bioenergiedorf erfolgen und es kann (iii) die kombinierte Erzeugung von Wärme und Strom realisiert werden.

Perspektiven

Bei Vorhandensein eines definierten und marktnah verfügbaren Herstellungsverfahrens von Silica aus biogener Herkunft würden die Kosten erheblich sinken und damit der Betrieb einer Anlage mit biogenen Reststoffen aus lokalen Ressourcen attraktiv werden. Dies würde zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes und gleichzeitig zur Erhaltung regionaler

Arbeitsplätze beitragen. Zudem würde das stoffliche Potenzial lokaler Si-reicher biogener Reststoffe wie Hafer- und Dinkelspelzenaschen eine effektive und nachhaltige Reinigung von Abgasen und Abluft sowie Umgebungsluft mittels Precoat-Gewebefiltern ermöglichen.

Zukünftig werden verstärkt nicht-holzartige biogene Rest- und Abfallstoffe zur Energieerzeugung eingesetzt, wobei die Nutzung alternativer biogener Festbrennstoffe hauptsächlich im Leistungsbereich ab 100 kW stattfinden wird. In diesem Leistungsbereich gelten die Emissionsanforderungen der 44. BImSchV und die TA Luft, welche nur durch Einsatz sekundärer Minderungsmaßnahmen eingehalten werden können. Mit der Entwicklung von Feinstaubfilterpulver auf Basis von biogenem SiO₂ können Gesundheitsprobleme verringert werden, die sich aus toxischen Feinstaubpartikeln in der Umgebungsluft ergeben würden, wenn keine wirksame Staubabscheidung erfolgt.

Quellen

- [1] Prempeh, C. O.; Formann, S.; Schliermann, T.; Beidaghy, H. D.; Nelles, M. (2021). „Extraction and Characterization of Biogenic Silica Obtained from Selected Agro-Waste in Africa“. *Applied Sciences*, Vol. 11, Nr. 21. S. 10363. DOI: 10.3390/app112110363
- [2] Beidaghy Dizaji, H.; Zeng, T.; Hartmann, I.; Enke, D.; Schliermann, T.; Lenz, V.; Bidabadi, M. (2019). „Generation of High Quality Biogenic Silica by Combustion of Rice Husk and Rice Straw Combined with Pre- and Post-Treatment Strategies: A Review“. *Applied Sciences* (ISSN: 2076-3417), Vol. 9, Nr. 6. DOI: 10.3390/app9061083
- [3] Alyosef, H.A.; Schneider, D. Wasserleben, S.; Roggendorf, H. Weiß, M. Eilert, A.; Denecke, R.; Hartmann, I.; Enke, D.: Meso/Macroporous Silica from Miscanthus, Cereal Remnant Pellets and Wheat Straw. *ACS Sustainable Chem. Eng.* <http://dx.doi.org/10.1021/acssuschemeng.5b00275>

PROJEKTSTECKBRIEF

Laufzeit:

01.07.2021–30.06.2024

Projektpartner:

A.P. Bioenergietechnik GmbH,
Träglhof 6, 92242 Hirschau,
Deutschland (www.oeko-therm.net)

Ansprechpartnerin:

Dr. Steffi Formann

Förderkennzeichen:

03EI5436

Fördermittelgeber:

Bundesministerium für
Wirtschaft und Energie/
Projektträger Jülich

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



→ Weitere Informationen:

www.energetische-biomassenutzung.de/projekte-partner/details/project/show/Project/PaCoSil-700



Forschungsschwerpunkt „Katalytische Emissionsminderung“

Die Vision einer klimaneutralen und nachhaltigen Bioökonomie und die damit verbundenen Prämissen stellen im Sinne einer schadstofffreien Bioenergienutzung sehr hohe Anforderungen an den Forschungsschwerpunkt „Katalytische Emissionsminderung“. Insbesondere die zukünftig vermehrte Nutzung von biogenen Rest- und Abfallstoffen in zunehmend differierender Qualität stellt eine Herausforderung bei der emissionsfreien Nutzung dar. Dabei stehen Emissionsminderungen an Verbrennungsprozessen für Bioenergieträger durch Einsatz von und in Kombination mit Festkörperkatalysatoren im Fokus. Insbesondere das klimarelevante Methan (CH_4), toxische flüchtige organische Verbindun-

gen (VOC), semi- und schwerflüchtige Kohlenwasserstoffe wie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und polychlorierte Dioxine und Furane (PCDD/PCDF), Rußpartikel (Black Carbon) und Stickstoffoxide (NO_x) müssen weitgehend gemindert werden. Übergeordnetes Ziel des Forschungsschwerpunktes „Katalytische Emissionsminderung“ ist die Untersuchung von langzeit- und hochtemperaturstabilen, recyclingfähigen und kostengünstigen Katalysatoren ohne bzw. mit deutlich geringeren Anteilen von Edelmetallen. Insbesondere auch die Kombination von Katalysatoren mit zusätzlichen Emissionsminderungsverfahren soll im Detail erforscht werden.

Wichtige Referenzprojekte und Veröffentlichungen

Projekt: A+BiOx – Thermo-chemical conversion of silicon rich biomass residues for the production of heat and power, and the combined generation of mesoporous biogenic silica for material application; Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft/ Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 01.01.2020–31.12.2022 (FKZ: 2819DOKA05)

Projekt: BioFeuSe – Neue Sensorik für die Prozessoptimierung von SCR-Verfahren und Partikelabscheidung an Biomasseverbrennungsanlagen, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie/Projektträger Jülich, 01.07.2021–30.06.2024 (FKZ: 03EI54346A)

Projekt: GASASH – Thermo-chemische Konversion von Reststoffen in einem Vergaser-BHKW mit gekoppelter Aschegewinnung; Teilvorhaben: Untersuchungen zur Produktgasqualität, den BHKW-Emissionen, Emissionsminderungsmaßnahmen und der Ascheverwertung, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie/Projektträger Jülich, 01.09.2018–30.06.2021 (FKZ:03KB139A)

Projekt: KaRo – Katalytischer Rohrbündelreaktor für die Totaloxidation von Brenngasen aus der thermischen Umsetzung von festen Biobrennstoffen zur emissionsarmen regenerativen Wärmeerzeugung, Sächsische Aufbaubank, 01.10.2019–30.06.2022 (FKZ: 100332481)

Projekt: UVV – Verbundvorhaben: Emissionsminderungsstrategien zur umweltverträglichen Verbrennung (UVV) auf Basis von aktuellen Forschungsergebnissen, Teilvorhaben 1: Theoretische und Experimentelle Untersuchungen, Koordination; Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft/ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 01.04.2019–31.03.2022 (FKZ: 22038418)

Veröffentlichung: Prempeh, C. O.; Formann, S.; Schliermann, T.; Beidaghy, H. D.; Nelles, M. (2021). „Extraction and Characterization of Biogenic Silica Obtained from Selected Agro-Waste in Africa“. Applied Sciences, Vol. 11, Nr. 21. S. 10363. DOI: 10.3390/app112110363.

Veröffentlichung: Formann, S.; Schliermann, T. (2021). Feasibility study of in-situ production of biogenous silica from rice husks of region Mekong Delta, Vietnam. Vortrag gehalten: GIZ-DBFZ-Fachgespräch, [online], 18.11.2021

Veröffentlichung: König, M.; Hartmann, I.; Varas-Concha, F.; Torres-Fuchslocher, C.; Hoferecht, F. (2021). „Effects of single and combined retrofit devices on the performance of wood stoves“. Renewable Energy (ISSN: 0960-1481), Nr. 171. S. 75–84. DOI: 10.1016/j.renene.2021.02.050.

Veröffentlichung: König, M.; Müller, M.; Hartmann, I. (2021). „Emission reduction process for the energetic use of biogenic residues“. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (ISSN: 1755-1307), Nr. 642. DOI: 10.1088/1755-1315/642/1/012006.

Veröffentlichung: Hartmann, I.; Thiel, C.; Wiest, J.; Kossack, W.; Lehmenkühler, L.; Ho, J.; Krämer, G.; Hess, D. (2021). Entwicklung einer mit Präzisionshackgut beschickten emissionsarmen Einzelraumfeuerungsanlage: Verbundvorhaben: Entwicklung einer emissionsarmen Einzelraumfeuerungsanlage für bedarfsgerecht erzeugte und qualitätsgesicherte Holzhackschnitzel; Förderkennzeichen: 22016817. Vortrag gehalten: 15. Rostocker Bioenergieforum, [online], 16.–17.06.2021.



Leiter des Forschungsschwerpunkts

Prof. Dr. rer. nat. Ingo Hartmann

Tel.: +49 (0)341 2434-541

E-Mail: ingo.hartmann@dbfz.de

6 Nachwuchsförderung


Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Bereich der Bioenergie und der Bioökonomie zählt zu den wesentlichen Zielsetzungen des DBFZ. Zur Erfüllung der wissenschaftlichen Mission werden sowohl die Mitarbeitenden als auch das interdisziplinäre Fachwissen und die umfangreiche Forschungsinfrastruktur des DBFZ konse-

quent weiterentwickelt und ausgebaut. Der wissenschaftliche Nachwuchs wird vornehmlich durch die Betreuung von Bachelor-, Master- und Promotionsarbeiten gefördert (siehe S. 130). Zusätzlich profitieren die Mitarbeitenden von einem breiten Weiterbildungsangebot sowie dem Promotionsprogramm des DBFZ.

Promotionsprogramm

Mit dem seit 2013 bestehenden Promotionsprogramm des DBFZ wird promovierenden Mitarbeitenden eine Vielfalt an Möglichkeiten geboten, sich vertiefend mit einem Thema im Bereich der Bioenergie und der Bioökonomie auseinanderzusetzen sowie erworbenes Wissen und Erkenntnisse mittels angewandter Forschung anzuwenden. Zur Erforschung und praktischen Bearbeitung ihrer Forschungsthemen finden Promovierende in den Laboren, technischen Anlagen und Büros des DBFZ den neuesten Stand der Technik vor. Die fachliche Betreuung der Promovierenden durch ein bis zwei erfahrene Wissenschaftler*innen des DBFZ stellt einen zusätzlichen Garanten für eine qualitativ hochwertige Forschung dar. Die akademische Betreuung erfolgt dabei in der Regel durch renommierte Universitäten in Deutschland, mit denen das DBFZ eine Vielzahl von Forschungs Kooperationen unterhält. Die Promovierenden nehmen von Beginn an am Forschungsleben des DBFZ teil und werden in laufende Projekte eingebunden. Durch die regelmäßige Beteiligung an hochrangigen wissenschaftlichen Veranstaltungen (z.B. Doctoral Colloquium BIOENERGY und DBFZ Jahrestagung) werden sie darüber hinaus frühzeitig in die wissenschaftliche Gemeinschaft eingeführt. Zusätzlich erhalten sie die Möglichkeit, ihre Erfahrungen im Rahmen von Gremienarbeit zu verstetigen.

Tab. 3: Promotionszahlen im Überblick (Stand: 1. Februar 2022)



Anzahl von Promotionsvorhaben im Jahr 2021	67
davon am DBFZ betreut	44
davon an den Universitäten Leipzig und Rostock bzw. UFZ betreut	23
davon erfolgreich abgeschlossen	8
Kooperation mit nationalen und internationalen Universitäten und Fachhochschulen	11



Abb. 22: Teilnehmende des 4th Doctoral Colloquium BIOENERGY

Doctoral Colloquium BIOENERGY

Bereits zum vierten Mal fand am 13./14. September 2021 das Doctoral Colloquium BIOENERGY statt, dieses Mal beim Kooperationspartner KIT in Karlsruhe. Insgesamt 70 Teilnehmende aus 14 Ländern (u.a. Brasilien, Kanada, China, Ghana, Griechenland, Iran, Deutschland und Österreich) nutzten die Gelegenheit, sich erstmals wieder in Präsenz zu den verschiedensten Themen im Bereich der Bioenergie/Bioökonomie auszutauschen. Zusätzlich zu einer umfangreichen Postersession behandelten die Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler in insgesamt zwanzig Vorträgen eine Vielzahl von Themen, von „Potenzialen landwirtschaftlicher Reststoffe und aktuellen Problemen der Biogasindustrie in China“ über „Bioenergiedörfer in Deutschland – Förderprogramme und Hindernisse“ bis hin zur „Katalytischen hydrothermalen Vergasung von Glycerin“. Zahlreiche weitere Impulse sorgten für eine äußerst spannende und thematisch vielschichtige Veranstaltung. Abgerundet wurde das zweitägige Konferenzprogramm mit einer Betriebsbesichtigung, Live-Diskussionen sowie umfangreichen Netzwerk-Aktivitäten. Der Tagungsreader zur Veranstaltung steht kostenfrei auf der Webseite als PDF-Download zur Verfügung. Die kommende Veranstaltung wird am 13./14. September 2022 am DBFZ in Leipzig stattfinden und in inhaltlicher Kooperation mit EERA Bioenergy ausgerichtet werden.

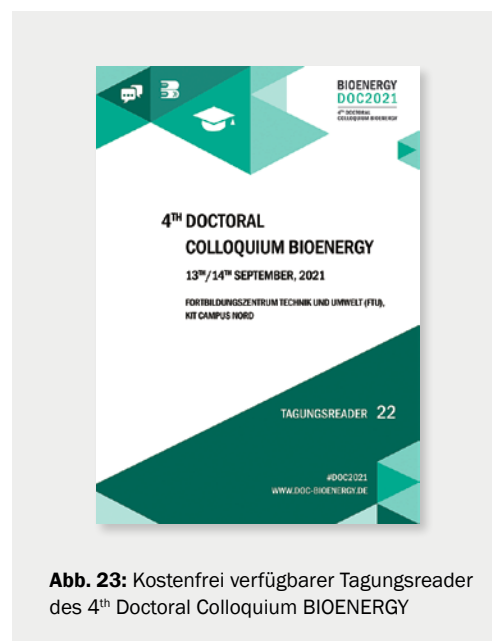
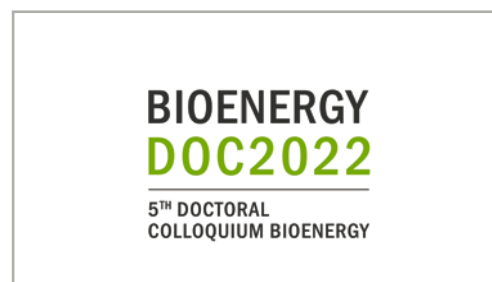


Abb. 23: Kostenfrei verfügbarer Tagungsreader des 4th Doctoral Colloquium BIOENERGY

→ **Weitere Informationen:**
www.doc-bioenergy.de

Promotionsbeispiel von Hossein Beidaghy Dizaji



Abb. 24: Doktorand Hossein Beidaghy Dizaji

Aschebedingte Probleme bei der thermochemischen Konversion von siliziumreichen Biomassesortimenten

Jährlich werden weltweit rund 800 Millionen Tonnen Reis produziert [1]. Etwa 20–25 und 40–60 Ma.-% des Reises sind Reisspelzen (RH) bzw. Reisstroh (RS) [2,3]. Die unkontrollierte Verbrennung dieser landwirtschaftlichen Rückstände verursacht vor allem in Entwicklungsländern jedes Jahr Umwelt- und Gesundheitsprobleme. Im Unterschied dazu zeichnen sich diese Materialien durch einen hohen Siliziumdioxidgehalt (>70 Ma.-% TM) in ihrer Brennstoffasche aus, was sie zu einer potenziellen Quelle für die Produktion von biogenem Silica macht. Qualitativ hochwertiges biogenes Silica kann für verschiedene Anwendungen wie Katalyse, Herstellung von Arzneimitteln und Energiespeicherung eingesetzt werden, wenn die erzeugte Asche mehrere Kriterien erfüllt, die in Abbildung 25 aufgeführt sind.

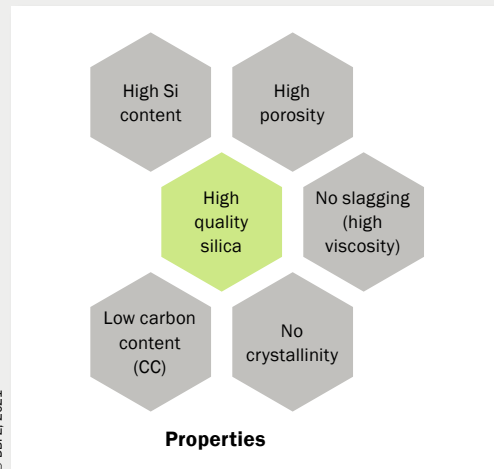
Um die gewünschte Qualität der siliziumreichen Aschen für die stoffliche Nutzung zu gewährleisten, sind jedoch noch wissenschaftliche Untersuchungen über die Auswirkungen der Brennstoffvorbehandlung und der Parameter bei der thermochemischen Konversion erforderlich. In der Dissertation „Ash-related aspects during the thermo-chemical conversion of leached silicon rich biomass assortments“ von Hossein Beidaghy Dizaji wurden die folgenden spezifischen Ziele verfolgt:

- _ Klärung des Einflusses der Brennstoffvorbehandlung und der Verbrennungsparameter auf die Qualität des biogenen Silicas und die Schlackenbildung durch eine umfassende Literaturrecherche und eine systematische experimentelle Untersuchung.
- _ Klärung des Mechanismus der Aschetransformation im Hinblick auf makroskopische und mikroskopische Aspekte und die Rolle verschiedener aschebildender Elemente bei den Ascheumwandlungsreaktionen.
- _ Vorhersage der Schlackenbildung und der Qualität des biogenen Silicas unter Verwendung thermodynamischer Gleichgewichtsrechnungen, relevanter Brennstoffindizes, die aus der chemischen Zusammensetzung der Brennstoffaschen definiert werden, und der Ascheviskosität.

Die Ergebnisse des Projekts wurden in mehreren begutachteten Artikeln veröffentlicht [4–7] und lassen sich wie folgt zusammenfassen:

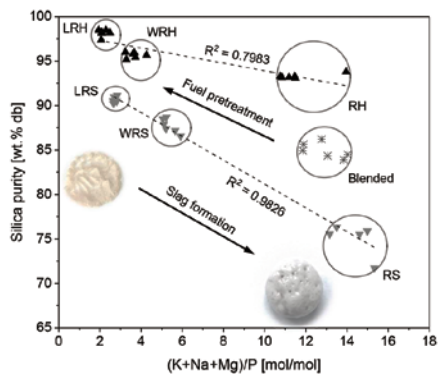
- _ Im Vergleich zur chemischen Brennstoffvorbehandlung ist die Anwendung von Brennstoffmischungen auf die Verminderung der Schlackenbildung in der Asche und die Produktion von biogenem Silica mit hoher Qualität beschränkt. Bei Reisstroh ist die Auslaugung mit Zitronensäure wirksamer, während bei Reisspelzen eine Vorbehand-

lung mit Wasser ausreicht, um die Qualität des biogenen Silicas zu verbessern und eine Verschlackung der Asche während der thermochemischen Konversion zu vermeiden.



© DBFZ, 2021

Abb. 25: Parameter für hochwertiges biogenes Silica



© DBFZ, 2021

Abb. 26: Reinheit des biogenen Silicas in Abhängigkeit vom ausgewählten neuen Brennstoffindex $(K+Na+Mg)/P$. Abkürzungen: Reisspelzen mit Zitronensäure vorbehandelt (LRH), Reisstroh mit Zitronensäure vorbehandelt (LRS), Reisspelzen (RH), Reisstroh (RS), Mischung

Die Reinheit und die spezifische Oberfläche des biogenen Silicas aus der Verbrennung der ausgelaugten Reisspelzen ermöglichen den Einsatz für medizinische Anwendungen, z. B. für die Verabreichung von Medikamenten.

Unterhalb eines kristallinen Anteils in der Asche von etwa 10 Ma.-% beeinflussen die Konversionstemperatur sowie die Art der Brennstoffvorbehandlung die Qualität des biogenen Silicas. Um qualitativ hochwertiges biogenes Silica zu erzeugen, sollte daher der kristalline Anteil der Asche unter diesem Schwellenwert gehalten werden.

Ein neu definierter Brennstoffindex $(K+Na+Mg)/P$ [mol/mol] bietet ein hohes Potenzial zur Klassifizierung des Verschlackungsverhaltens der Aschen und der Reinheit des biogenen Silicas (Abbildung 26).

Künftige Untersuchungen sollten die folgenden Aspekte berücksichtigen:

Eine Optimierung der chemischen Brennstoffvorbehandlung bzgl. Temperatur, Zeit und Säurekonzentration ist notwendig, da diese einen erheblichen Einfluss auf die Schlackenbildung in der Asche und die Qualität der biogenen Kieselsäure hat.

Die technische Skalierung des Waschverfahrens und die Kompaktierung des Brennstoffs sollte in Betracht gezogen werden, um den Einsatz in kleinen und mittleren Feuerungsanlagen zu ermöglichen.

Die gesamte Bereitstellungskette sollte mittels einer Lebenszyklusanalyse (LCA) analysiert werden, um Nachhaltigkeitsaspekte zu bewerten.

Der Einsatz von Si-reichen Biomassen in Verbrennungsanlagen sollte mit Hilfe von CFD-Simulationen untersucht werden, um Verbrennungstemperaturen über 900 °C zu vermeiden, die zu einer Kristallisation in der Asche führen können.

Quellen

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rice market monitor: April 2018. Available online: www.fao.org/3/19243EN/i9243en.pdf (Zugriff am 29. September 2021).
- [2] Chen H, Wang W, Martin JC, Oliphant AJ, Doerr PA, Xu JF et al. Extraction of Lignocellulose and Synthesis of Porous Silica Nanoparticles from Rice Husks: A Comprehensive Utilization of Rice Husk Biomass. *ACS Sustainable Chem. Eng.* 2013;1(2):254–9.
- [3] Kadam KL, Forrest LH, Jacobson WA. Rice straw as a lignocellulosic resource: Collection, processing, transportation, and environmental aspects. *Biomass and Bioenergy* 2000;18(5):369–89.
- [4] Beidaghy Dizaji, H.; Zeng, T.; Enke, D. (2022). „New fuel indexes to predict ash behavior for biogenic silica production“. *Fuel* (ISSN: 0016-2361), H. 310, Part B. DOI: 10.1016/j.fuel.2021.122345
- [5] Beidaghy, H. D.; Zeng, T.; Hölzig, H.; Bauer, J.; Klöß, G.; Enke, D. (2022). „Ash transformation mechanism during combustion of rice husk and rice straw“. *Fuel* (ISSN: 0016-2361), H. 307. DOI: 10.1016/j.fuel.2021.121768.
- [6] Zarehassangheshlaghi, A.; Beidaghy Dizaji, H.; Zeng, T.; Huth, P.; Ruf, T.; Denecke, R.; Enke, D. (2020). „The behavior of metal impurities on surface and bulk of biogenic silica from rice husk combustion and their impact on ash melting tendency“. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* (ISSN: 2168-0485), Vol. 8, Nr. 28. S. 10369–10379. DOI: 10.1021/acssuschemeng.0c01484.
- [7] Beidaghy Dizaji, H.; Zeng, T.; Hartmann, I.; Enke, D.; Schliermann, T.; Lenz, V.; Bidabadi, M. (2019). „Generation of High Quality Biogenic Silica by Combustion of Rice Husk and Rice Straw Combined with Pre- and Post-Treatment Strategies: A Review“. *Applied Sciences* (ISSN: 2076-3417), Vol. 9, Nr. 6. DOI: 10.3390/app9061083.



Liste der aktuellen Promotionen am DBFZ

(Stand: 1. Februar 2022)/

* Erfolgreicher Abschluss in 2021/2022

Ackermann, Konstantin

Betriebsoptimierung mittels digitaler Zwillinge
[Zulassungsverfahren offen](#)

Adam, Roman

Weiterentwicklung des Kompaktierungsprozesses von Biomassen mit Hilfe von DEM-Simulationen
[Technische Universität Berlin](#)

Beidaghy Dizaji*, Hossein

Ash-related aspects during the thermo-chemical conversion of leached silicon rich biomass assortments
[Universität Leipzig/Iran University of Science and Technology \(IUST\)](#)

Bindig, René

Verfahren zur Entwicklung von Katalysatoren für die Emissionsminderung an Verbrennungsanlagen
[Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg](#)

Brosowski*, André

National resource monitoring for biogenic residues, wastes and by-products – Development of a systematic data collection, management and assessment for Germany
[Universität Leipzig](#)

Büchner*, Daniel

Optimierte Regelungsstrategien für Pellet-Solar-Kombianlagen zur Steigerung der Systemeffizienz bei gleichzeitiger Minimierung der Umweltauswirkungen
[Technische Universität Dresden](#)

Chang, Yingmu

Improvement of biogas use of agricultural residues in China combined with Germany's experience
[Universität Leipzig](#)

Delory, Felix

Model-based monitoring of anaerobic digestion plants
[Zulassungsverfahren offen](#)

Dernbecher, Andrea

Numerische Untersuchung von Emissionen aus Biomassekleinfeuerungsanlagen
[Technische Universität Berlin](#)

Dietrich, Sebastian

Biogasaufbereitung zu H-Gas durch direkte Synthese kurzketziger Kohlenwasserstoffe
[Technische Universität Berlin](#)

Dietrich, Steffi

Bewertung von Politikinstrumenten zur Förderung von bioökonomischen Lösungen zur landwirtschaftlichen Reststoffverwertung
[Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg](#)

Dotzauer, Martin

Betriebswirtschaftliche Bewertung von Politikinstrumenten zur Erreichung der Ausbauziele von Bioenergieanlagen im Stromsektor mit Hilfe objektorientierter Programmierung
[Universität Leipzig](#)

Gallegos, Daniela

Optimization of ensiling fermentation of Elodea genus for biogas production
[Universität Rostock](#)

Gebhardt, Heike

Wärmenetze 4.0 – Optionen zum Einsatz fester Biomasse in dekarbonisierten Wärmenetzen
[Technische Universität Dresden](#)

Hahn, Alena

The role of smart bioenergy in combination with CO₂ removal in decarbonisation scenarios
[Universität Leipzig](#)

Hellmann, Simon

Robust and adaptive control of anaerobic digestion plants
[Technische Universität Chemnitz](#)

Hirschler, Olivier

Potenzial von nachwachsenden Rohstoffen für die Ersetzung von Torf als Substratausgangsstoff im deutschen Gartenbau
[Universität Leipzig](#)

Karras, Tom

Biomassebereitstellungskosten für biogene Reststoffe
[Universität Leipzig](#)

Kirsten*, Claudia

Beitrag zur Optimierung des Pelletierverhaltens von Gärresten und Landschaftspflegeheu sowie deren Mischungen
[Technische Universität Berlin](#)

Kirstein, Niels

Zukünftige Nutzung biogener Festbrennstoffe vor dem Hintergrund des Zwei-Grad-Ziels
[Universität Leipzig](#)

Klüpfel, Christan Paul

Hydrothermale Verflüssigung von Reststoffbiomassen
[Technische Universität Berlin/ Aarhus University, Dänemark](#)

Köchermann, Jakob

Hydrothermale Umwandlung von Holzaufschlusslösungen zur Herstellung von Furanderivaten
[Technische Universität Berlin](#)

König, Mario

Untersuchungen zur Entwicklung und Anwendung neuartiger SCR-Katalysatoren zur Stickstoffoxidminderung von Abgasen aus der thermo-chemischen Konversion biogener Festbrennstoffe
[Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg](#)

Kurth, Matthis

Betriebsbedingungen und Stofftransportbeschreibungen von Wasserabscheidenden Membranen in Bioraffinerieprozessen
[Technische Universität Berlin](#)

Meola, Alberto

Artificial Intelligence for process simulation of anaerobic digestion plants
[Universität Leipzig](#)

Ngoumelah, Daniel Dzofou

Development of microbial electrochemical technologies for material and energetic use of humans' and animals' raw liquid manure
[Universität Leipzig](#)

Nieß, Selina

Untersuchung von Methanisierungskatalysatoren für die Aufwertung von aufgereinigtem Biogas im kontinuierlichen Betrieb
[Technische Universität Berlin](#)

Nitzsche, Roy

Adsorption und Membranfiltration zur Aufarbeitung wässriger Produktlösungen in Lignocellulose-Bioraffinerien
[Technische Universität Berlin](#)

Pouresmaeil, Shabnam

Bioelectrochemical Power-to-Gas using bed electrodes based on biochar
[Universität Leipzig](#)

Prempeh, Clement Owusu

Generation of silicon dioxide from biogenic residues for advanced applications
[Universität Rostock/Universität Stellenbosch, Südafrika](#)

Pujan, Robert

Systematic modelling of biorefinery processes
[Norwegian University of Science and Technology](#)

Reinelt, Torsten

Überwachung ortsunbekannter und zeitlich veränderlicher Methanemissionen an Biogasanlagen
[Technische Universität Dresden](#)

Richter, Lukas

Optimiertes Energiemanagement in einer Energiezelle
[Zulassungsverfahren offen](#)

Richter, Sören

Entwicklung von Bioökonomieszenarien bis 2050
[Universität Leipzig](#)

Röder, Lilli Sophia

Die Implementierung eines Demand Side Management in Bioraffinerien
[Ruhr-Universität Bochum](#)

Schliermann, Thomas

Synthese und Eigenschaftsoptimierung von biogenem Silica durch thermochemische Konversion auf der Basis von Reisspelzen in Konversionsanlagen unterschiedlicher Skalierung vom Labor- bis zum kg-Maßstab
[Zulassungsverfahren offen](#)

Siol, Christoph

Assessing new technologies for the circular bioeconomy with combined environmental and economic LCSA
[Universität Leipzig](#)

Sumfleth, Beike

Assessment of low indirect land use change risk indicators in the sustainability certification of biobased products
[Universität Leipzig](#)

Thiel, Christian

Minderung von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC), Ruß, polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) sowie Feinstaub an einer Einzelraumfeuerung
[Zulassungsverfahren offen](#)

Udiandeye, Jerome Anguel

Fermentation of agricultural residues for energetic and material utilization
[Universität Rostock](#)

Wedwitschka, Harald

Methodenentwicklung zur Einsatzstoffcharakterisierung für Boxenfermentationsverfahren
[Universität Rostock](#)

Zerback, Timo Rolf

Einfluss der hydrothermalen (HT) Vorbehandlung auf die anaerobe Vergärbarkeit lignocellulosehaltiger Rest- und Abfallstoffe
[Zulassungsverfahren offen](#)



Liste der laufenden Promotionen mit dem Kooperationspartner Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ

(Stand: 1. Februar 2022)/
*Erfolgreicher Abschluss in 2021/2022

Baleeiro, Flávio César Freire

A biorefinery on sugarcane by-products based on the carboxylate and syngas platforms
[Karlsruher Institut für Technologie](#)

Chan, Katrina

Modellierung der energetischen Biomassennutzung in nachhaltigen Landwirtschafts- und Ernährungsszenarien
[Universität Leipzig](#)

Cheng, Zhe

Fate and effects of antibiotics in anaerobic digestion systems
[Technische Universität Berlin](#)

Grosch Schröder, Bruna

Development of a biogas production process inspired by the *Pachnoda marginata* larvae gut system
[Universität Leipzig](#)

Jordan*, Matthias

The future role of bioenergy in the German heat sector: Insights from an energy system analysis
[Universität Leipzig](#)

Jusakulvijit, Piradee

Sustainable bioethanol development for an approach to circular economy in Thailand – an evaluation by multi-criteria decision making
[Universität Leipzig](#)

Kühl, Daniel

Reduzierung der Hemmeffekte von Propion- und Buttersäure bei der Methanisierung durch Förderung des direkten Interspezies-Elektronentransfers
[Universität Leipzig](#)

Logroño, Washington

Flexible alkalitolerant biomethanation of renewable hydrogen derived from excess electricity
[Universität Leipzig](#)

Musonda, Frazer

Modelling of Bioenergy and bioeconomy futures: The optimal allocation of biomass to competing sectors
[Universität Leipzig](#)

Schäfer, Christina

Engineering microbial communities for the conversion of lignocellulose into medium-chain carboxylates
[Universität Leipzig](#)

Tafarte*, Philip

Assessing the potential of immediate technical options for an optimized renewable energy supply – a case study for Germany
[Universität Leipzig](#)

Zeug, Walter

A holistic life cycle sustainability assessment for bioeconomy regions – linking regional assessments, stakeholders and global goals
[Universität Leipzig](#)



Ansprechpartnerin

Dr. Elena H. Angelova

Tel.: +49 (0)341 2434-553

E-Mail: elena.angelova@dbfz.de



„Ich promoviere am DBFZ, weil mich zukunftsorientierte Themen interessieren und ich mein erworbenes Wissen gleichzeitig praktisch anwenden möchte!“

7 Wissenschaftskommunikation

Wie können aktuelle Forschungsthemen im Bereich der Bioenergie und der Bioökonomie verständlich an die verschiedenen Zielgruppen des DBFZ kommuniziert werden? Diese Frage stand auch im Jahr 2021 im Fokus der Wissenschaftskommunikation. Neben der Erarbeitung verschiedenster wissenschaftlicher Publikationen sowie Presse- und Medienarbeit konnte auch das Veranstaltungsmanagement des DBFZ wieder eine Vielzahl von virtuellen, hybriden und Präsenzveranstaltungen realisieren. Seit 2021 wird angestrebt, insbesondere die projektbezogene Wissenschaftskommunikation weiter auszubauen.

Presse- und Medienarbeit

Im Bereich Presse- und Medienarbeit waren Wissenschaftler*innen des DBFZ im Jahr 2021 wiederholt als Sachverständige für eine Vielzahl von Forschungsthemen im Bereich der Bioenergie und der Bioökonomie gefragt. So konnten unter anderem für die TV-Magazine „MDR Wissen“, „ARD plusminus“ oder „Quer“ (BR) wissenschaftliche Einschätzungen zu verschiedenen Forschungsthemen abgegeben werden. Medienbeiträge (TV/Print/Online) mit DBFZ-Beteiligung beschäftigten sich u.a. mit der Vermeidung schädlicher Emissionen von Kaminöfen, der energetischen Nutzung von Stroh oder mit politischen Positionspapieren des DBFZ, bspw. zur möglichen Umrüstung von Kohlekraftwerken auf Biomasse. Insbesondere die stellvertretende wissenschaftliche Geschäftsführerin Prof. Dr. Daniela Thrän war erneut eine gefragte Interviewpartnerin für das Thema der Bioökonomie und die erneuerbare Energiewende.

Im Bereich Presse- und Medienarbeit hat auch die Nutzung sozialer Medien deutlich zugenommen: Veranstaltungsthemen, (Open-Access)-Publikationen, Pressemitteilungen, Stellenausschreibungen und nicht zuletzt Projektergebnisse werden regelmäßig

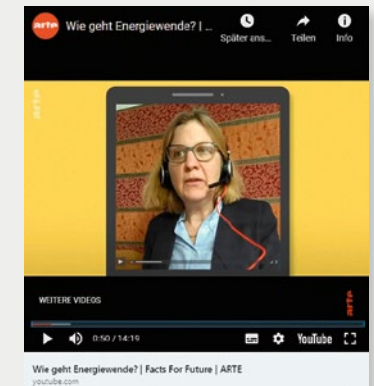


Abb. 27: Prof. Dr. Daniela Thrän bei „Facts for Future“ (arte)



Abb. 28: Dreharbeiten des MDR im Bioraffinerieteknikum und der Forschungsbiogasanlage des DBFZ



Abb. 29: Wissenschaftler Prof. Dr. Ingo Hartmann (Forschungsbereich Thermochemische Konversion) im NDR-Beitrag „Kaminöfen: Gemütlich, aber schädlich?“

Forschungsthemen des DBFZ wurden in folgenden Medien/Sendungen veröffentlicht (Auswahl):

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Leipziger Volkszeitung | <input type="checkbox"/> Tagesspiegel |
| <input type="checkbox"/> MDR Wissen | <input type="checkbox"/> Bayerischer Rundfunk |
| <input type="checkbox"/> ARD plusminus | <input type="checkbox"/> Welt |
| <input type="checkbox"/> Agrarzeitung | <input type="checkbox"/> Deutschlandfunk |
| <input type="checkbox"/> NDR | <input type="checkbox"/> VDI-Nachrichten |
| <input type="checkbox"/> TopAgrar | <input type="checkbox"/> Energie und Management |
| <input type="checkbox"/> Holz-Zentralblatt | |

auf den Social-Media-Kanälen des DBFZ bei LinkedIn, Twitter und XING veröffentlicht. Zusätzlich konnte auch die Produktion von Wissenschaftsthemen und Präsentationen bei Youtube im Jahr 2021 weiter ausgebaut werden. Sie möchten immer auf dem Laufenden bleiben in Sachen Bioenergie und Bioökonomie? Folgen Sie uns auf unseren Social Media-Kanälen.



Neue Publikationen (DBFZ Schriftenreihe)

Fünf neue Ausgaben der DBFZ Schriftenreihe „DBFZ Report“ sind im Jahr 2021 veröffentlicht worden. Hierzu zählen Dissertationsschriften zu den Themen „Optimierte Regelungsstrategien für Pellet-Solar-Kombiheizanlagen zur Steigerung der Systemeffizienz bei gleichzeitiger Minimierung der Energiekosten“, „Beitrag zur Optimierung des Pelletierverhaltens von Gärresten und Landschaftspflegeheu sowie deren Mischungen“ und „National Resource Monitoring for Biogenic Residues, By-products and Wastes“. Weitere Ausgaben beschäftigten sich mit „Basics of Anaerobic Digestion – Biochemical Conversion and Process Modelling“ sowie den „Rahmenbedingungen für einen

optimierten Betrieb von kleinen biomassebasierten BHKW“. Diese und weitere Veröffentlichungen des DBFZ (siehe Tabelle 6) stehen als kostenfreie Downloads auf der Webseite des DBFZ zur Verfügung.

Auch die Begleitforschung des BMWK-Förderprogrammes „Energetische Biomassenutzung“ hat im Jahr 2021 neue Publikationen im Rahmen der Schriftenreihe erarbeitet. Zu den ebenfalls kostenfrei verfügbaren Publikationen zählen u.a. ein Fokusheft zum Thema „Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt (Projektergebnisse 2019–2020)“, zwei Tagungsreader sowie das Methodenhandbuch „Stoffstromorientierte Bilanzierung der Klimagaseffekte“.



Abb. 30: Dissertationsschriften im Rahmen der Schriftenreihe „DBFZ Report“

Tab. 6: Übersicht der 2021 veröffentlichten Publikationen (Schriftenreihen und Broschüren)

Schriftenreihe „DBFZ Report“
Report Nr. 39 „Optimierte Regelungsstrategien für Pellet-Solar-Kombiheizanlagen zur Steigerung der Systemeffizienz bei gleichzeitiger Minimierung der Energiekosten“ (Dissertationsschrift) ISBN 978-3-946629-67-2
Report Nr. 40 „Basics of Anaerobic Digestion – Biochemical Conversion and Process Modelling“ ISBN 978-3-946629-72-6
Report Nr. 41 „National Resource Monitoring for Biogenic Residues, By-products and Wastes – Development of a Systematic Data Collection, Management and Assessment for Germany“ (Dissertationsschrift) ISBN 978-3-946629-74-0
Report Nr. 42 „Rahmenbedingungen für einen optimierten Betrieb von kleinen biomassebasierten BHKW“ ISBN 978-3-946629-75-7
Report Nr. 43 „Beitrag zur Optimierung des Pelletierverhaltens von Gärresten und Landschaftspflegeheu sowie deren Mischungen“ (Dissertationsschrift) ISBN 978-3-946629-76-4
Schriftenreihe „DBFZ Tagungsreader“
Tagungsreader „12. Fachgespräch Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ ISBN 978-3-946629-70-2
Tagungsreader „4 th Doctoral Colloquium BIOENERGY“ ISBN 978-3-946629-77-1
Broschüren
Broschüre „Biomass expertise for the EU Green Deal“
Broschüre „Leitfaden zur Treibhausgasbilanzierung von Energie aus Biogas und Biomethan für die Nachhaltigkeitszertifizierung unter der RED II“ ISBN 978-3-946629-79-5

DBFZ Jahresbericht 2020
ISBN 978-3-946629-52-8

DBFZ Annual Report 2020
ISBN 978-3-946629-55-9

Schriftenreihe „Energetische Biomassenutzung“

Fokusheft „Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt (Projektergebnisse 2019-2020)“
ISBN 978-3-946629-71-9

Schriftenreihe: Methodenhandbuch „Stoffstromorientierte Bilanzierung der Klimagaseffekte (2021)“
ISBN 978-3-946629-58-0

Tagungsreader „10. Statuskonferenz 2021: Bioenergie – Eine Partnerin für alle Fälle“
ISBN 978-3-946629-78-8

Tagungsreader „V. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes“
ISBN 978-3-946629-68-9

→ Weitere Informationen und kostenfreie Downloads unter:

www.dbfz.de/reports
www.dbfz.de/tagungsreader
www.energetische-biomassenutzung.de/publikationen



Ansprechpartner
Paul Trainer

Tel.: +49 (0)341 2434-437
E-Mail: paul.trainer@dbfz.de

Veranstaltungen von und mit dem DBFZ

Coronabedingt hat sich das Veranstaltungsjahr 2021 erneut überwiegend virtuell abgespielt. Nicht nur als alleiniger Gastgeber, auch als Kooperationspartner hat das DBFZ über das Jahr gesehen dennoch wieder eine Vielzahl verschiedenster Veranstaltungsformate bestritten. Highlights waren neben dem 4th Doctoral Colloquium BIOENERGY (siehe Seite 74) auch das 12. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ sowie die virtuelle Teilnahme an großen Publikumsveranstaltungen wie der „Langen Nacht der Wissenschaften“ und der „Woche der Umwelt“ unter der Schirmherrschaft des Bundespräsidenten Frank Walter Steinmeier.

Das Veranstaltungsjahr 2021

Zum nunmehr 12. Mal fand am 4. Februar 2021 in bewährter Kooperation mit dem Technologie- und Förderzentrum (TFZ) das 12. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen

Feuerungen“ als virtuelle Veranstaltung statt. Das Fachgespräch zeigte abermals, dass im Bereich der Staubabscheider im Jahr 2021 bereits eine Vielfalt an neuen technischen Lösungen, Entwicklungen und Einbauvarianten existiert. Der Ende 2019 eingeführte Blaue Engel für Kaminöfen hat für ein deutlich gesteigertes Bestreben nach Luftreinheit in der Branche gesorgt, ambitionierte „Zero-Emission“-Ziele rücken vor diesem Hintergrund weiter in den Fokus. Mit insgesamt 142 Teilnehmenden aus Deutschland, Österreich und der Schweiz konnte eine neue Bestmarke erreicht werden. Der Tagungsreader zur Veranstaltung ist kostenfrei auf der Webseite des DBFZ als Download verfügbar.

Vom 10. bis 11. Juni war das DBFZ mit dem Forschungsthema „Emissionsarme Scheitholzfeuerung zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung im Wohnungsbestand“ zum zweiten Mal als Aussteller auf der „Woche der Umwelt“ vertreten. Zusätzlich hat sich das DBFZ am 16. Juli 2021 auch auf der in Leipzig stattfindenden „Langen Nacht der

Abb. 31: Branchentreff „Grüner Kohlenstoffkreislauf“ (20. Oktober 2021)



Wissenschaft“ mit verschiedenen Videobeiträgen und virtuellen Vorträgen präsentiert. Weitere Veranstaltungshighlights waren außerdem der am 20. Oktober gemeinsam mit dem BioEconomy e.V. veranstaltete Branchentreff „Grüner Kohlenstoffkreislauf“ sowie das Biokraftstoff-Fachgespräch zum Thema „Fortschrittliches Biomethan als Kraftstoff“, welches am 16. November 2021 als Online-Veranstaltung am DBFZ stattfand.

Save the date: DBFZ-Jahrestagung 2022

Der europäische Green Deal ist in aller Munde, aber wie kann er Wirklichkeit werden? An welche spannenden Ideen können Praktizierende anknüpfen, um nachhaltige Innovationen zu schaffen und wie kann die Politik dies unterstützen? Die DBFZ Jahrestagung 2022 steht unter dem Motto „Green Deal & beyond – der Beitrag biomassebasierter Forschung und Innovationen“ und bietet die Möglichkeit, diesen Fragen nachzugehen und Antworten aktiv mitzugestalten. Entgegen dem bisherigen Turnus wird die DBFZ Jahrestagung zukünftig nicht mehr im Herbst, sondern bereits im Frühjahr stattfinden. Gerne möchten wir Sie einladen, vom 21. bis 23. Juni 2022 an der in Präsenz stattfindenden Jahrestagung teilzunehmen, sich zu den aktuellen Forschungsthemen auszutauschen sowie sich mit einer Vielzahl von Expert*innen aus Forschung, Wirtschaft und Politik zu vernetzen. Interessenten, die nicht vor Ort in Leipzig sein können, haben die Möglichkeit, ausgewählten Veranstaltungsinhalten via Stream zu folgen. Die Jahrestagung



Abb. 32: Videobeitrag des DBFZ im Rahmen der Langen Nacht der Wissenschaften 2021



des DBFZ wendet sich an Forschende zu den Themen der Bioenergie und Bioökonomie, Entscheidungstragende aus dem Agrar-, Energie- und Umweltbereich sowie an Fachleute aus regional und überregional ansässigen Unternehmen sowie Verbänden und Vereinen der Energiebranche. Wir freuen uns auf Ihre Teilnahme!

→ Weitere Informationen:
www.bioenergiekonferenz.de

Die Highlights des Veranstaltungsjahres 2022

9. Februar 2022

Leipziger Biogas-Fachgespräch „Alterung von Anlagenkomponenten bei Biogasanlagen“

10. Februar 2022

13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

9.–12. Mai 2022

European Biomass Conference and Exhibition (EUBCE)

11./12. Mai 2022

15. BIOGAS Innovationskongress

16./17. Juni 2022

16. Rostocker Bioenergieforum

21.–23. Juni 2022

DBFZ Jahrestagung „Green Deal & beyond – Der Beitrag biomassebasierter Forschung und Innovationen“

13./14. September 2022

5th Doctoral Colloquium BIOENERGY

27./28. September 2022

7. Fachforum „Hydrothermale Prozesse“

Vorauss. Herbst 2022

Leipziger Biokraftstoff-Fachgespräch

November 2022

Leipziger Biogas-Fachgespräch



Abb. 33: Das Veranstaltungsteam des DBFZ

Ansprechpartnerinnen

Katja Lucke

Tel.: +49 (0)341 2434-119
E-Mail: katja.lucke@dbfz.de

Dana Poitschke

Tel.: +49 (0)341 2434-220
E-Mail: dana.poitschke@dbfz.de

Nicole Wolf (Auszubildende)

Tel.: +49 (0)341 2424-218
E-Mail: nicole.wolf@dbfz.de

Rouaa Dawod (Auszubildende)

Tel.: +49 (0)341 2434-323
E-Mail: rouaa.dawod@dbfz.de

8 Internationale Aktivitäten

Wissenschaftliche Projektarbeit im internationalen (außereuropäischen) Kontext zählt zu den wesentlichen Zielsetzungen des DBFZ. Das Ziel ist es, ausländischen Partnern die wissenschaftliche Expertise des DBFZ zur Verfügung zu stellen. Neben der gemeinsamen Bearbeitung von Forschungsprojekten sind auch der Austausch von Doktorand*innen sowie die Durchführungen von gegenseitigen Forschungsaufenthalten vorgesehen. Ein weiteres Ziel ist die Etablierung der Zusam-

menarbeit mit internationalen Universitäten und außeruniversitären Forschungsinstituten sowie die Festigung und selektive Erweiterung außereuropäischer Netzwerke. Hierzu zählt auch die Anbahnung und Vermittlung von gegenseitigen Besuchen sowie die Organisation von Workshops und Konferenzen. Trotz anhaltender weltweiter Pandemie konnten die internationalen Aktivitäten insbesondere im Bereich der Bodenverbesserung im Jahr 2021 weiter ausgebaut werden.

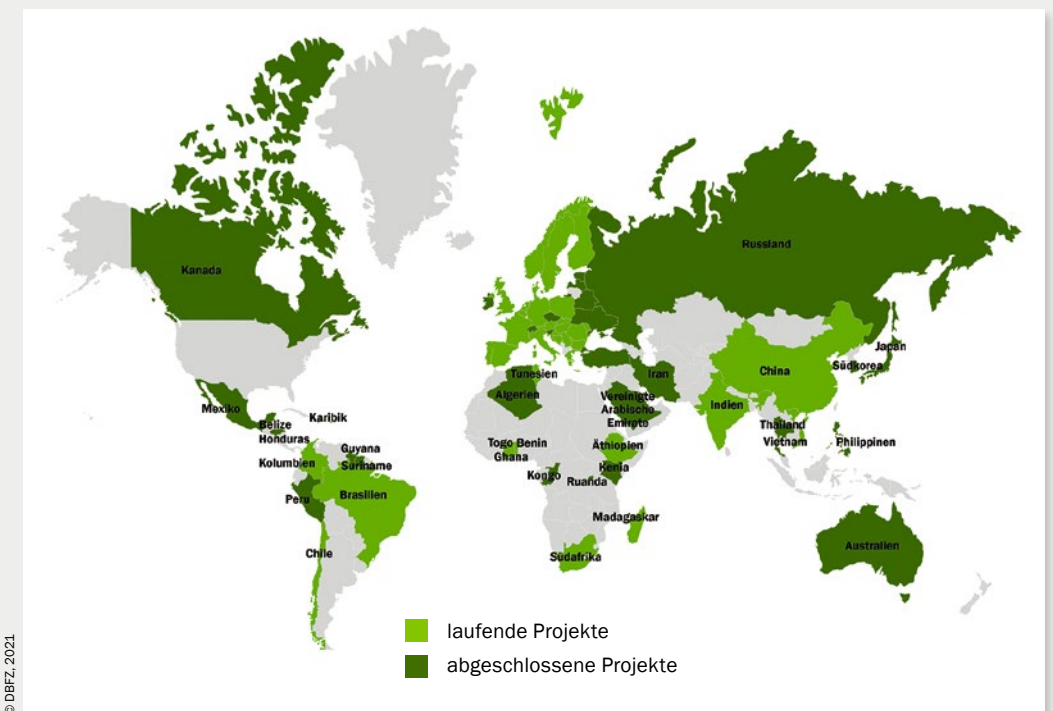


Abb. 34: Projektkooperationen des DBFZ im außereuropäischen Ausland



Abb. 35: Kleinbäuerliche Landwirtschaft in der Region Oromia, Äthiopien

ETH-Soil – Projekt zur Bodenverbesserung in Äthiopien gestartet

Das afrikanische Land Äthiopien konnte in den vergangenen zwei Jahrzehnten wichtige Entwicklungsfortschritte erzielen. Dennoch behindern Ernährungsunsicherheit und Unterernährung, welche auch durch eine zunehmende Bodendegradierung verursacht werden, ein nachhaltiges Wirtschaftswachstum. Zusätzlich wird die Situation durch aktuelle politische Konflikte und Unruhen weiter verschärft. Mit dem im Juni 2021 gestarteten Vorhaben „ETH-Soil“ soll die Ernährungssicherheit in drei äthiopischen Pilotregionen der Region Oromia durch die Anwendung eines organischen Düngers aus Pyrolyse- und Biogasanlagen signifikant verbessert werden. Bei dem einzusetzenden Verfahren wird Biokohle mit Gärresten aus Biogasanlagen oder Kompostmaterial zu einem Dünger zur Bodenver-

besserung kombiniert, um die Vorteile beider Ausgangsstoffe wirksam nutzen zu können. Wesentlicher Faktor zur Sicherstellung der Nachhaltigkeit sind hierbei die partizipative Weiterentwicklung der Pyrolysekocher sowie auch die im Projekt implementierten Module zur Aus- und Weiterbildung von Fachkräften. Mit dem genannten Ansatz leistet das Projekt einen wesentlichen Beitrag zur nationalen Umsetzung der Agenda 2030 und widmet sich der Bekämpfung von Hunger durch ungenutzte landwirtschaftliche und soziale Potenziale, einer nachhaltigen Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen sowie der Aus- und Weiterbildung für einen wirtschaftlichen, sozialen und technischen Fortschritt. Die Projektlaufzeit erstreckt sich über die Jahre 2021–2026.

→ **Weitere Informationen:**
www.eth-soil.com



„Das ETH-Soil-Projekt ist ein wichtiges Projekt für mein Land. Die Menschen in Äthiopien verwenden Biomasse zum Kochen, indem sie Bäume fällen. Das verursacht eine Menge Umweltzerstörung wie z. B. Bodenerosion. Wenn dieses Projekt den Boden verbessert, bin ich mir sicher, dass die Menschen eine bessere Ernte einfahren oder Landwirtschaft betreiben können. Das ist eine großartige Sache für uns.“

H. E. Mulu Solomon Bezuneh
 (Äthiopische Botschafterin)

Ökobilanzierung bei der Bereitstellung von Stoffen zur Bodenverbesserung in Indien/Benin/Madagaskar

Die Entwicklung nachhaltiger landwirtschaftlicher Anbausysteme stellt vor dem Hintergrund der global zunehmenden Ansprüche an Ökosystemdienstleistungen eine große Herausforderung dar. Dabei ist vor allem die dauerhafte Gewährleistung der Bodenfruchtbarkeit und -gesundheit bei gleichzeitiger Berücksichtigung verschiedener Nutzungsansprüche wie bspw. Ernährung, Erhalt von Biodiversität, etc. ein wesentlicher Aspekt. Die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) erarbeitet mit regionalen Partnern verschiedene Lösungen für den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit in Regionen in Benin, Indien und Madagaskar. Dabei werden unter anderem Rest- und Abfallstoffe zu Produkten für die Bodenverbesserung aufbereitet und in die regionalen landwirtschaftlichen Bewirtschaftungssysteme vor Ort integriert. Zu den fokussierten Produkten und Technologien zählen dabei beispielsweise Biokohle, Bio PROM (Phosphate Rich Organic Manure), Kompost, Gärrest aus der Biogasproduktion sowie aufbereitete Reststoffe aus der Verarbeitung von Zuckerrohr.

Das DBFZ begleitet die GIZ und ihre Regionalpartner bei diesem Prozess durch eine Analyse der Umweltwirkungen aus der Produktion dieser Bodenverbesserer. Dazu zählen unter anderem Emissionen aus der Nutzung von Energie bei der Aufbereitung oder direkte Prozessemissionen (z. B. aus der Kompostierung). Auf Basis der Ergebnisse dieser Bewertungen werden die Prozesse und Wertschöpfungsketten zur Herstellung der Bodenverbesserer zusammen mit der GIZ und den Regionalpartnern weiter optimiert um die entsprechenden Prozesse zukünftig noch nachhaltiger gestalten zu können. Eine der

wesentlichen Aufgaben für das DBFZ wird in der Erfassung der regionalspezifischen Technologie- und Logistikdaten, gemeinsam mit den Regionalpartnern liegen. Hierfür werden im Laufe des Frühjahrs 2022 eine Reihe von Workshops und Interviews zur Datenerhebung stattfinden. Das Projekt wurde im Dezember 2021 begonnen und wird bis zum Ende des Jahres 2022 abgeschlossen sein.

Studie zur Machbarkeit der In-Situ Gewinnung von biogenem Silica aus Reisspelzen im Mekong Delta

Vietnam ist mit einer Jahresproduktion von 44 Millionen Tonnen (2018)⁸ der fünftgrößte Reisproduzent weltweit. Allein im Mekong-Delta werden jährlich über 24 Millionen Tonnen Rohreis geerntet. Bei der Verarbeitung zu weißem Reis fallen 17 bis 20 Prozent der Gesamtmasse an Reisspelzen als Nebenprodukt an. Aufgrund des erhöhten Gehaltes an biogenem Silica sowie sehr geringem Nährwert⁹ werden Reisspelzen nicht als Nährstoffquelle favorisiert und können entsprechend für alternative Verwendungen genutzt werden. Die Verwendung von Reisspelzen für die Wärmebereitstellung ist in der Trocknung des nass geernteten Reises gängige Praxis¹⁰. Dabei werden vergleichsweise einfache Batch-Trockner verwendet. Aus Perspektive der Ressourceneffizienz wird die erzeugte Wärme bei der bisherigen Technologie aber weitgehend verschwendet und die Spelzasche oft nicht fachgerecht entsorgt.

⁸ FAO.

⁹ 7 NDDB report 2012.

¹⁰ Nguyen-Van-Hung, Tran-Van-Tuan, Pyseth Meas, Caesar Joventino M. Tado, Myo Aung Kyaw & Martin Gummert (2018): Best practices for paddy drying: case studies in Vietnam, Cambodia, Philippines, and Myanmar, Plant Production Science.



© apistwila129 - stock.adobe.com

Abb. 36: Aus den Spelzen der Reispflanze kann biogenes Silica gewonnen werden.

Ende September 2021 startete die Studie „MekongSi“ (P3110043) zur Machbarkeit der Gewinnung von biogenem Silica mit kombinierter Wärmenutzung aus Reisspelzen im Mekong-Delta (Inhouse, GIZ/Vietnam). Partner vor Ort in Vietnam sind das International Rice Institute (IRRI) und die GIZ. In Form einer Markterkundung sollen die Potenziale der Reisspelzen und Informationen zur derzeitigen Nutzung ermittelt sowie das Marktpotenzial von biogenem Silica erkundet werden. Damit verknüpft ist ein Ressourcenscreening zu anfallenden Mengen an Reisspelzen in der Region Mekong-Delta und an den Produktionsstätten für Rohreis. Für die gekoppelte stofflich-energetische Nutzung von biogenem Silica mit Wärmenutzung für Trocknungsprozesse erfolgt die Konzipierung und Anpassung des Prozesses exemplarisch an einer repräsentativen Reismühle im Mekong-Delta mit Erstellung einer Studie zur wirtschaftlichen

Machbarkeit. Die Auftragssumme für das DBFZ der bis Ende Juli 2022 laufenden Studie beläuft sich auf 60.000 EUR.

→ **Weitere Informationen:**
www.dbfz.de/international



Ansprechpartner
Dr. Sven Schaller

Tel.: +49 (0)341 2434-551
E-Mail: sven.schaller@dbfz.de

9 Wissens- und Technologietransfer

Das DBFZ forscht für eine künftige klimaneutrale Gesellschaft. Vor diesem Hintergrund zählt es zu den wesentlichen Zielrichtungen des Wissens- und Technologietransfers, F&E-Ergebnisse in Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft zu vermitteln und in Anwendung zu bringen.

Wissenstransfer

Ziel des Wissenstransfers ist es, wissenschaftliche Erkenntnisse an eine jeweils konkrete gesellschaftliche Zielgruppe zu übertragen, damit diese in einer konkreten Situation die bestmögliche, wissenschaftlich fundierte Entscheidung treffen kann. Das DBFZ nutzt hierfür eine Vielzahl unterschiedlicher Formate und Kanäle. Einen herausragenden Stellenwert nimmt seit vielen Jahren die Politikberatung (siehe Seite 101) ein. Inhaltlich wird in den kommenden Jahren voraussichtlich der Transfer über Datenprodukte an Bedeutung zunehmen (siehe Seite 26).

Technologietransfer

Ziel des Technologietransfers ist es, Innovationen an den Markt zu bringen oder Innovationszyklen zu verkürzen. Das DBFZ bietet umfangreiche technische Unterstützung bei der Entwicklung oder Verbesserung bestehender Technologien, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle. Die sehr gute Forschungsinfrastruktur des DBFZ ist auf Praxisbezug ausgerichtet und bietet im Rahmen von Kooperationen und Dienstleistungsaufträgen eine hervorragende Plattform für kleine, mittlere und große Unternehmen aus ganz unterschiedlichen Branchen, von der Land- & Forstwirtschaft über Anlagen- und Gerätebau bis hin zur Lebensmittel-, Papier-/Zellstoff- und Chemieindustrie. Eine Vielzahl von Lösungen und Informationen wurde bereits entwickelt bzw. nutzbar gemacht und kann durch aktiven Transfer Teil industrieller Prozessketten oder unternehmerischer Entscheidungen werden.

→ **Weitere Informationen:**
www.dbfz.de/dienstleistung



Video-Challenge „SogehBiö“

Im Rahmen der Video-Challenge „Sogeh-Biö“ waren Jugendliche im Alter zwischen 13 und 19 Jahren aufgerufen, aufzuzeigen, was Bioökonomie für ihren Alltag bedeutet/bedeuten kann. Im Wettbewerbszeitraum zwischen dem 01.05. und dem 31.08.2021 erstellten die Schüler*innen Filmbeiträge zu einem von mehreren vorgegebenen Themen, welche anschließend von einer interdisziplinären Jury bewertet wurden. Während des Wettbewerbs standen den Jugendlichen verschiedene wissenschaftlichen Partner, darunter das DBFZ, als Experten beratend zur Seite. Durch die Challenge, die im Rahmen des Wissenschaftsjahrs 2020/2021 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wurde, beschäftigten sich die Jugendlichen intensiv und z.T. erstmals mit dem Begriff Bioökonomie, erzählten in den Videos ihre Sicht auf eine nachhaltige Welt oder ihre Ideen für mögliche Veränderungen und lernten ganz nebenbei, eine Drehplan zu schreiben oder ein Video zu schneiden.

→ **Weitere Informationen:**
www.sogehbiooekonomie.de

Hochleistungs-Bioschmierstoffe aus Insektenfett

Mit dem Vorhaben „BioLube“ setzt das DBFZ seine erfolgreiche Forschung zum Thema Insekten-Biomasse in enger Zusammenarbeit mit der Wirtschaft fort. „BioLube“ zielt darauf ab, Hochleistungs-Schmierstoffe aus Fetten der schwarzen Soldatenfliege für die Industrie herzustellen und die Fütterung der Insekten besonders nachhaltig, d. h. auf Reststoffbasis, zu gestalten. Seit Projektbeginn im Frühjahr 2021 wurden hierfür diverse Fütte-



Abb. 37: Videochallenge „Welche Bedeutung hat die Bioökonomie für meinen Alltag?“

rungsversuche mit unterschiedlichen Stoffen vorgenommen und die Futtermittel analysiert, um erstmals vergleichbare und damit übertragbare Ergebnisse zu generieren. Limitierend sind hierbei rechtliche Hürden, da für Insekten dieselben Regeln gelten wie für andere Nutztiere: Viele Reststoffe, die zwar landwirtschaftlichen Ursprung haben, aber in späteren Verarbeitungsschritten anderen Branchen entstammen, sind nicht als Futtermittel zugelassen. Erste positive Ergebnisse der Futtermittelanalysen gibt es bereits. Für 2022 liegt der Fokus auf der Schmierstoff-Entwicklung mit den Praxispartnern Hermetia Baruth GmbH, Danico Biotech GmbH und Pilot Pflanzenöl Magdeburg e.V. (PPM). Eventuell werden im weiteren Projektverlauf noch weitere interessierte Unternehmen eingebunden. Das über das BMBF-Programm „KMU innovativ“ geförderte Vorhaben läuft noch bis April 2024.



Abb. 38: Schwarze Soldatenfliegen bei der Paarung

→ **Weitere Informationen:**
www.dbfz.de/biolube

9.1 Politikberatung

Die Forschung für eine nachhaltige stoffliche und energetische Nutzung von Biomasse umfasst eine Vielzahl von unterschiedlichen Themengebieten und Untersuchungsebenen. Diese müssen für eine gezielte Unterstützung von Entscheidungstragenden aus Politik und Wirtschaft regelmäßig zusammengeführt und aufbereitet werden. Hierfür bietet das DBFZ eine Vielzahl von Beratungsdienstleistungen für politische Entscheidungstragende in Ministerien, Parteien oder Verbänden sowie die Fachöffentlichkeit in den Themenfeldern Bioenergie und Bioökonomie an. Diese Leistungen erfolgen in Form von Stellungnahmen,

Hintergrundpapieren und Empfehlungen zu aktuellen Gesetzgebungsvorhaben, Verordnungen sowie Strategieprozessen, der Beantwortung ministerieller Anfragen bzw. Anfragen aus Parlamenten oder im Rahmen von Vorträgen und Fachgesprächen. Grundlage hierfür sind neben Ergebnissen der Forschung auch die kontinuierliche Beobachtung der Entwicklung von (Bio-)Energiamärkten und ihrer politischen Rahmenbedingungen, Monitoringvorhaben im Bereich der Stromerzeugung aus Biomasse und der Biokraftstoffnutzung sowie Szenarien für die mittel- und langfristige Nutzung von Biomasse in den Energiesektoren.



Schwerpunkte der Politikberatung im Jahr 2021

Trotz der zum Jahreswechsel 2020/21 abgeschlossenen Novellierung des EEG war die Förderung der erneuerbaren Energien im Stromsektor auch 2021 ein Schwerpunkt der wissenschaftlichen Politikberatung. Das DBFZ unterstützte bei Fragen der beihilferechtlichen Genehmigung des EEG durch die Europäische Kommission, bei der kosteneffizienten Gestaltung einer Anschlussförderung für Anlagen mit hohem Wirtschaftsdüngeranteil sowie bei Nachbesserungen am Flexibilitätzuschlag für Biomasse-Bestandsanlagen. Weitere nationale Themenschwerpunkte waren die Weiterentwicklung der Treibhausgasemissionsminderungsquote im Verkehrssektor, zu der das DBFZ, vertreten durch Dr. Franziska Müller-Langer (Bereichsleitung Bioraffinerien) im Deutschen Bundestag angehört wurde, die Herstellung von Wasserstoff aus und mit Biomasse sowie die Diskussion um eine mögliche Umrüstung von Kohlekraftwerken auf Biomasse.

In der zweiten Jahreshälfte standen die Einordnung und Bewertung der Vorschläge der Europäischen Kommission im Rahmen des „Fit for 55“-Pakets im Vordergrund: neben der vorgesehenen Novellierung der Erneuerbaren Energien Richtlinie (RED II) betraf dies die Überarbeitung der Energiesteuerrichtlinie (ETD) und die daraus folgenden Konsequenzen für die nationale Besteuerung von Biokraftstoffen und Energieträgern für Wärmeanwendungen. Weitere Themen waren die Ermäßigung von Brennholz im Rahmen der Umsatzsteuer, Emissionen aus der Holzverbrennung sowie die mögliche Nutzung von Holzaschen in der Zementindustrie. Weiterer Wissenstransfer erfolgte – pandemiebedingt weitgehend virtuell – im Rahmen unterschiedlicher Veranstaltungsreihen, etwa dem Aktionsbündnis Klimaschutz oder der Biogas-Jahrestagung als Teil des dena-Energiewende-Kongresses.

Bereits seit Januar 2017 berät das DBFZ die Bundesregierung kontinuierlich in Form einer direkten Entsendung von Mitarbeitenden an das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Ziel ist die inhaltliche Unterstützung des Referates 524 „Bioenergie und Energieangelegenheiten“.

Die politischen Beratungsleistungen in der Übersicht

- _ Wissenschaftliche Begleitung legislativer und administrativer Rechtssetzungsverfahren
- _ Unterstützung politischer Strategieentwicklung im Bereich Bioenergie/Bioökonomie
- _ Monitoring und Gesetzesfolgenabschätzung
- _ Analyse klima-, energie-, umwelt- und forschungspolitischer Rahmenbedingungen der Bioökonomie

→ Weitere Informationen:

www.dbfz.de/dienstleistung/politikempfehlungen-und-beratung/
www.dbfz.de/stellungnahmen

Ansprechpartner*in

Uta Schmieder

Tel.: +49 (0)341 2434-556
 E-Mail: uta.schmieder@dbfz.de

Dr. Harry Schindler

Tel.: +49 (0)341 2434-557
 E-Mail: harry.schindler@dbfz.de



Abb. 39: Wichtige Positionspapiere des DBFZ aus dem Jahr 2021

Tab. 7: Ausgewählte Aktivitäten und Positionen im Jahr 2021

Thema	Adressat
Positionspapier zur Umrüstung von Kohlekraftwerken	Politik, Ministerien, Fachöffentlichkeit
Hintergrundpapier zur Treibhausgasemissionsminderungsquote	Fachöffentlichkeit
Empfehlungen im Kontext des EEG 2021	BMEL, BMWi, EEG Clearingstelle
Hintergrundpapier Wasserstoff aus und mit Biomasse	PtJ, BMWi
Kommentierung des „Fit for 55“-Pakets der EU-Kommission	BMEL

9.2 Dienstleistungen

Als Forschungsinstitut mit überwiegend angewandter Forschung strebt das DBFZ eine enge Kooperation mit Projektpartnern aus der Wirtschaft an und bietet hierfür eine umfangreiche Auftragsforschung sowie verschiedenste wissenschaftsbasierte und technische Dienstleistungen an. Diese gehen über die Forschungsschwerpunkte hinaus und richten sich gleichermaßen an Politik wie an Wirtschaft, Verbände, Gutachter und Gremien. Die inhaltliche Bearbeitung wird bereichsübergreifend und interdisziplinär umgesetzt, so dass die gesamte Expertise des DBFZ umfassend und effizient für die folgenden Beratungs- und technischen Dienstleistungen genutzt werden kann.

Wissenschaftsbasierte Dienstleistungen

- _ Marktanalysen und Datenbereitstellung
- _ Technische, ökonomische und ökologische Bewertung
- _ Konzept- und Verfahrensentwicklung und -optimierung
- _ Wissenschaftliche Begleitung von F&E-Vorhaben

→ Weitere Informationen:

www.dbfz.de/dienstleistungen/wissenschaftliche-dienstleistungen



b

In Ergänzung bietet das DBFZ eine besondere FuE-Infrastruktur in den drei technischen Forschungsbereichen Biochemische Konversion, Thermo-chemische Konversion und Bioraffinerien sowie dem Analytiklabor an. Die technisch-wissenschaftlichen Dienstleistungen wenden sich an den Anlagen- und Maschinenbau, verfahrensentwickelnde Unternehmen, Anlagenbetreiber sowie weitere FuE-treibende Unternehmen und Einrichtungen.

Technisch-wissenschaftliche Dienstleistungen

Bereich Biochemische Konversion:

- _ Marktanalyse (u. a. auf Basis der jährlichen Betreiberbefragung), Prognose und Strategieberatung
- _ Wissenschaftliche Begleitung der Entwicklung von Anlagenkomponenten
- _ Bilanzierung und Bewertung von Prozessen hinsichtlich Effizienz, technischer Machbarkeit und Ökonomie
- _ Versuchsdurchführung (Batch und kontinuierliche Versuche, mikrobielle elektrochemische Versuche)
- _ Konzeptentwicklung für spezifische Standortbedingungen
- _ Biogas-Prozessanalytik
- _ Bestimmung von Energiemenge (Strom, Wärme) und Ermittlung von Optimierungspotenzialen

Bereich Thermo-chemische Konversion:

- _ Entwicklung, Charakterisierung, Vorbehandlung und Additivierung von Brennstoffen
- _ Verbrennungsversuche und vergleichende Einordnung der Verbrennungseigenschaften
- _ Abscheidervermessung Staub- und CO-Messungen
- _ CFD-Simulation von thermodynamischen Prozessen
- _ Untersuchung von Katalysatortechnik zur Feuerungsintegration
- _ Katalysatoruntersuchungen auf dem Prüfstand und in der Praxis im Hinblick auf Wirkungsgrad und Emissionen
- _ Katalysatorscreening im Modell- und Realgas
- _ Katalysatorcharakterisierung durch Physio- und Chemisorptionsmessung
- _ Katalysatorsynthese
- _ Innovative Konzepterstellung für integrierte erneuerbare Wärmesysteme

Bereich Bioraffinerien:

Technikumsversuche zu:

- _ Hydrothormaler Carbonisierung und Verflüssigung
- _ Festbett- und Staubvergasung
- _ Synthesegasverfahren
- _ Gasreinigung
- _ Fest-Flüssig-/Flüssig-Flüssig Trennverfahren für biogene Wertstoffe aus wässrigen Medien

Abb. 40 a–c: Das DBFZ bietet eine Vielzahl an technisch-wissenschaftlichen Dienstleistungen an.



c



a

Analytiklabor

Um die Einsatzmöglichkeiten verschiedener Biomassen zu beurteilen, werden im Analytiklabor des DBFZ die chemische Zusammensetzung und die brennstofftechnischen Eigenschaften von festen Biobrennstoffen, Biogassubstraten, flüssigen Kraftstoffen, Nebenprodukten aus der Land- und Forstwirtschaft und anderen biogenen Rest- und Abfallstoffen sowie deren Konversionsprodukten wie z. B. Aschen, Filterstäuben, HTC-Kohlen und Prozesswässern untersucht. Die Analytik erfolgt sowohl nach den gängigen Normen als auch nach problemorientierter Methodenentwicklung bzw. -anpassung. Mit der vorhandenen Ausstattung können die folgenden Parameter bestimmt werden: Pellettdichte, Schüttdichte, Partikelgrößenverteilung, Feinanteile, Abriebfestigkeit, Brenn-/Heizwert, Wassergehalt, Flüchtiganteil, diverse Kohlenstoffspezies, CHNS-Zusammensetzung, Aschegehalt, Elementzusammensetzung hinsichtlich der Haupt- und Spurenelemente, Gesamtgehalte

von Schwefel und Chlor sowie Konzentrationen von eluierbaren Komponenten, Dichte, Viskosität, Brechungsindex, Flammpunkt, Kupferkorrosionsgrad, Säure- und Verseifungszahl für Glycerin sowie der pH-Wert. Fettsäuremethylester (FAMES) und Phenole können mittels GC-Analysen identifiziert und quantifiziert sowie die Konzentrationen von Zuckern und Furanderivaten durch HPLC bestimmt werden. Perspektivisch soll eine Methode zur Bestimmung von flüchtigen organischen bzw. polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX bzw. PAK) mittels GC etabliert werden. Für diese Probenvorbereitung ist auch der Einsatz einer beschleunigten Lösemittelextraktion (ASE) geplant, deren Methoden sich noch in der Entwicklung befindet.

→ **Weitere Informationen:**
www.dbfz.de/dienstleistung/technisch-wissenschaftliche-dienstleistungen



Abb. 41: Neue HPLC-Anlage im Analytiklabor des DBFZ



Forschungsinfrastruktur

Tab. 8: Tabellarische Übersicht der Kontaktpersonen in den Laboren, Prüfständen und technischen Anlagen des DBFZ

Bereich	Bezeichnung	Kontaktpersonen
Biochemische Konversion	Forschungsbiogasanlage	Ulf Müller E-Mail: ulf.mueller@dbfz.de Christian Krebs E-Mail: christian.krebs@dbfz.de
	Biogaslabor	Dr. Liane Müller E-Mail: liane.mueller@dbfz.de Katrin Strach E-Mail: katrin.strach@dbfz.de
	Emissionsmessungen	Lukas Knoll E-Mail: lukas.knoll@dbfz.de
Thermo-chemische Konversion	Verbrennungstechnikum	Michael Junold E-Mail: michael.junold@dbfz.de
	Kompaktierungstechnikum	Dr. Claudia Kirsten E-Mail: claudia.kirsten@dbfz.de
Bioraffinerien	Bioraffinerietechnikum	André Herrmann E-Mail: andre.herrmann@dbfz.de
Bioenergiesysteme	Datenbanken/Forschungsdaten	Dr. Kai Radtke E-Mail: kai.radtke@dbfz.de
	Bewertungsmethoden	Stefan Majer E-Mail: stefan.majer@dbfz.de
	Potenzialanalysen	Dr. Friederike Nageli de Torres E-Mail: friederike.naegeli@dbfz.de
Bereichsübergreifend	Analytiklabor	Igor Adolf E-Mail: igor.adolf@dbfz.de



Ansprechpartnerin

Karen Deprie

Tel.: +49 (0)341 2434-118

E-Mail: karen.deprie@dbfz.de



Abb. 42: Neue Stempelbrikkettiermaschine im Technikum des DBFZ

10 Netzwerke/ Forschungsverbände

Das DBFZ ist Mitglied in zahlreichen Netzwerken und Forschungsverbänden mit Bezug zu den Themen Bioenergie und Bioökonomie. Die starke Vernetzung innerhalb der nationalen und internationalen Forschungslandschaft sowie mit der Wirtschaft ist von wesentlicher Bedeutung, um die komplexen Herausforderungen der Energie- und Rohstoffwende umfänglich und nachhaltig lösen zu können.

IEA Bioenergy

Die IEA Bioenergy ist eine 1978 von der International Energy Agency (IEA) gegründete Organisation mit dem Ziel, die internationale Zusammenarbeit und den Informationsaustausch zum Thema Bioenergieforschung zu verbessern. Mitglieder in den IEA Bioenergy Arbeitsgruppen (Tasks) sind ca. 200 Wissenschaftler*innen aus OECD und Nicht-OECD-

Ländern, die sich für dreijährige Arbeitsprogramme zusammenfinden. Im Triennium 2019–2021 engagierten sich Wissenschaftler*innen des DBFZ erfolgreich in fünf von 11 bestehenden Tasks. Highlights des Jahres 2021 waren u. a. zahlreiche Berichte und Publikationen (Country Reports, Open Access Artikel etc.) mit DBFZ-Autorenschaft. Bei der Abschlusskonferenz des Trienniums 2019–2021 „Bioenergy’s contribution to low-carbon energy systems“ im Dezember 2021 war das DBFZ mit zwei Vorträgen vertreten. Im neuen Triennium 2022–2024 wird es eine weiterführende Beteiligung in teilweiser Leitung bzw. aktiver Mitarbeit in den Tasks 37, 39, 40, 44 & 45 geben.

→ **Weitere Informationen:**
www.dbfz.de/iea-bioenergy

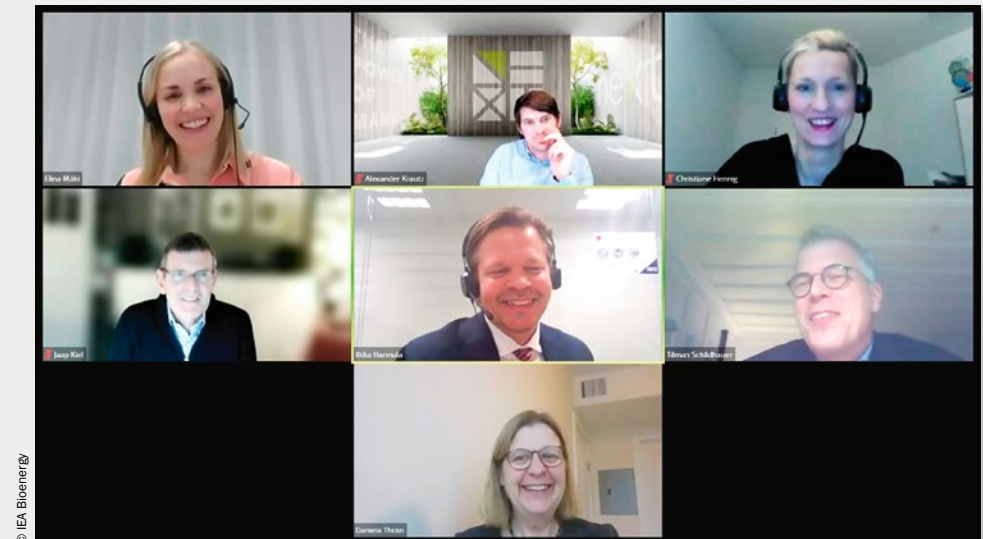


Abb. 43: Die Dreijahreskonferenz der IEA Bioenergy, Session „Bioenergy’s contribution to low-carbon energy systems“ (7. Dezember 2021)



EERA Bioenergy

Seit Ende 2019 vertritt das DBFZ als Vollmitglied der European Energy Research Alliance (EERA) verschiedene Aspekte der Bioenergie in fünf Untergruppen des EERA-Bioenergy-Programmes. Übergeordnetes Ziel der EERA Bioenergy ist die Entwicklung hin zu einem soliden Forschungs- und Entwicklungsinstrument um die Forschungsherausforderungen und -prioritäten zu bewerten, welche für Bioenergie in der Roadmap des Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan) der Europäischen Union festgelegt wurden. Durch die Aufnahme in die European Energy Research Alliance ist das DBFZ noch stärker in die europäische Bioenergieforschung eingebunden. Die Mitgliedschaft ergänzt das Portfolio der EERA dabei unter anderem um das Know-how des vom DBFZ entwickelten „Smart Bioenergy“-Ansatzes.

Weitere Aktivitäten finden u. a. in den folgenden Netzwerken statt, überwiegend mit Fokus auf den Austausch zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung:

- _ ForschungsVerbund Erneuerbare Energien – FVEE
- _ BioEconomy-Cluster
- _ BMWK-Forschungsnetzwerk Bioenergie/ Begleitforschung des BMWK-Förderbereichs „Energetische Biomassennutzung“
- _ Energie-Cluster Energy Saxony
- _ Leipziger Netzwerk Energie- und Umwelt – NEU e. V.
- _ TREC Donau Network (EU-Ebene)

Wissenschaftliche Kooperationen mit Universitäten und Forschungsinstituten

Die wissenschaftliche Kooperation mit Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen ist ein weiterer, essentieller Bestandteil der Netzwerkaktivitäten des DBFZ. Der Schwerpunkt der Aktivitäten liegt auf der Umsetzung der definierten Forschungsziele im Rahmen angewandter Forschung und Entwicklung (FuE). Für Fragen der Systembewertung von Bioenergie sowie der mikrobiologischen Grundlagen biochemischer Prozesse besteht eine langjährige Kooperation mit dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Hier arbeitet der DBFZ-Forschungsbereich „Bioenergiesysteme“ eng mit dem UFZ-Department „Bioenergie“ zusammen (Leitung in beiden Fällen: Prof. Dr. Daniela Thrän). Zum anderen kooperiert der Forschungsbereich „Biochemische Konversion“ mit dem UFZ-Department Mikrobiologie „MicAS“. Im Bereich der energetischen Verwertung von organischen Abfällen und Reststoffen besteht zudem eine strategisch ausgerichtete Zusammenarbeit der DBFZ-Forschungsschwerpunkte mit der Rostocker Professur für Abfall- und Stoffstromwirtschaft (ASW), vertreten durch den wissenschaftlichen Geschäftsführer des DBFZ, Prof. Dr. Michael Nelles. Gemeinsam mit dem DBFZ richtet die Universität Rostock das jährlich stattfindende Rostocker Bioenergieforum aus.

Bereits seit Ende 2011 ist die stellvertretende wissenschaftliche Geschäftsführerin des DBFZ, Prof. Dr. Daniela Thrän, über den Lehrstuhl Bioenergiesysteme der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät (IIRM – Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement) eng mit der Universität Leipzig verbunden. Über Dozententätigkeiten von DBFZ-Wissenschaftler*innen sind neben der Universität Leipzig

außerdem nationale Hochschulen wie die TU Chemnitz, die TU Dresden, die Hochschule Anhalt, die Hochschule Merseburg sowie die HTWK Leipzig mit dem DBFZ verknüpft. Seit dem Wintersemester 2020/2021 vertritt Prof. Dr. Ingo Hartmann (Leiter des Forschungsschwerpunktes „Katalytische Emissionsminderung“ am DBFZ) als Honorarprofessor für Luftreinigungstechnik außerdem das Modul „Spezialgebiete der Umwelttechnik III“ an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur (HTWK) Leipzig. Darüber hinaus konnte auch die wissenschaftliche Zusammenarbeit mit dem außereuropäischen Ausland, insbesondere China, in den vergangenen Jahren stark ausgeweitet werden. Wissenschaftler*innen des DBFZ sind als Gastprofessoren an der Universität Hefei sowie weiteren renommierten Hochschulen in China tätig.



UNIVERSITÄT
LEIPZIG

Universität
Rostock



Traditio et Innovatio

11 Gremientätigkeiten

Die Wissenschaftler*innen des DBFZ sind als Expert*innen in den verschiedensten wissenschaftlichen Gremien, Beiräten, Arbeitsgruppen, Netzwerken und Ausschüssen sowie als

(Gast-) Professor*innen im In- und Ausland vertreten. Ziel der Gremienarbeit ist es, einen intensiven Austausch mit der wissenschaftlichen Fachwelt zu erwirken.

Wissenschaftliche Beiräte/Vorstände/Direktorien (Auswahl)

Tab. 9: Ausgewählte Gremientätigkeiten von DBFZ-Mitarbeitenden (Stand: Februar 2022)

Gremium	Funktion	Land	Seit
Beirat der Aviation Initiative for Renewable Energy in Germany e.V. (aireg)	Mitglied des Beirates	Deutschland	2011
Biomass to Power and Heat- Tagung	Mitglied des Programmausschusses	Deutschland	2014
Bioökonomierat-unabhängiges Beratungsgremium für die Bundesregierung	Co-Vorsitzende	Deutschland	2021
BioEconomy Cluster des BioEconomy e.V.	Mitglied des Vorstandes	Deutschland	2012
Bundesverband Bioenergie e.V. (BBE)	Mitglied des Beirats	Deutschland	2012
Chinesisch-Deutsches Zentrum für Umwelttechnologie & Wissenstransfer (CETK) der Provinz Anhui	Direktor	China	2005
Circular Economy 4 Africa	Mitglied des Vorstandes	Deutschland	2020
Deutsch-Chinesisches Zentrum in der Provinz Anhui	Mitglied des Vorstandes	China	2009
Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e.V. (DGAW)	Mitglied des Vorstandes	Deutschland	2014
Doctoral Colloquium BIOENERGY	Mitglied des Programmbeirats	Deutschland	2018
Doctoral Colloquium BIOENERGY	Mitglied des wissenschaftlichen Beirats	Deutschland	2018
Energie- und Umweltstiftung Leipzig	Mitglied des Kuratoriums	Deutschland	2013
Energie- und Klimaschutzbeirat des Sächsischen Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL)	Mitglied	Deutschland	2021
European Biogas Association (EBA)	Mitglied des wissenschaftlichen Beirats	Belgien	2019
Exportinitiative RETech „Recycling & Waste Management in Germany“ der Bundesregierung (BMUV, BMWK, BMZ)	Mitglied des Vorstandes und Leiter der Arbeitsgemeinschaft China	Deutschland	2014
Förderkreis Abgasnachbehandlungstechnologien für Verbrennungskraftmaschinen e.V. (FAD)	Mitglied des Beirats	Deutschland	2013
ForschungsVerbund Erneuerbare Energien (FVEE)	Mitglied des Direktoriums	Deutschland	2015

Gremium	Funktion	Land	Seit
ForschungsVerbund Erneuerbare Energien (FVEE)	Experte Bioenergie (Strom, Wärme, Kraftstoffe) und FVEE-SprecherIn 2021	Deutschland	2016
ForschungsVerbund Erneuerbare Energien (FVEE) Jahrestagung	Mitglied der wissenschaftlichen Leitung	Deutschland	2022
ForschungsVerbund Erneuerbare Energien (FVEE) Jahrestagung	Mitglied des Programmkomitees	Deutschland	2016
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ	Mitglied des wissenschaftlichen Beirats	Deutschland	2013
IEA Bioenergy, Task 37 „Energy from Biogas“	Mitglied	International	2019
IEA Bioenergy, Task 39 „Commercialising Conventional and Advanced Transport Biofuels from Biomass and Other Renewable Feedstocks“	Nationale Teamleitung	International	2014
IEA Bioenergy, Task 40 „Deployment of biobased value chains“	Co-Task Leitung und nationale Teamleitung	International	2019
IEA Bioenergy, Task 44 „Flexible bioenergy and system integration“	Co-Task Leitung und nationale Teamleitung	International	2019
IEA Bioenergy, Task 45 „Climate and sustainability effects of bioenergy within the broader bioeconomy“	Nationale Teamleitung	International	2019
Institut für Nichtklassische Chemie e. V. an der Universität Leipzig (INC)	Mitglied des Beirats	Deutschland	2013



Abb. 44: Der Bioökonomierat der Bundesregierung mit der Co-Vorsitzenden Prof. Dr. Daniela Thrän (Mitte)

Gremium	Funktion	Land	Seit
IUTA e. V. – Projektbegleitender Ausschuss: Mehrphasige Anodenmaterialien für SOFC – Entwicklung effektiver Katalysatorsysteme auf Ceroxidbasis für die Ver- und Aufwertung von Biogas und Biomethan (KatCe)	Mitglied des Beirats	Deutschland	2014
Landesenergieerat Mecklenburg-Vorpommern	Mitglied und Leitung der Arbeitsgruppe F&L	Deutschland	2012
LaNDER3-Hochschule Zittau/Görlitz	Mitglied des Beirats	Deutschland	2017
Leitungsgruppe Forschung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)	Mitglied	Deutschland	2012
Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern	Mitglied des wissenschaftlichen Beirats	Deutschland	2017
Strategierat Wirtschaft-Wissenschaft Mecklenburg-Vorpommern	Sprecher des Zukunftsfeld Energie	Deutschland	2014
Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz	Mitglied im wissenschaftlichen Beirat für Klimaschutz und Klimafolgenanpassung	Deutschland	2019
verbio Biofuel and Technology-Tagungen „Stroh im Tank“	Mitglied des wissenschaftlichen Beirats	Deutschland	2017
Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Bezirksverein Mecklenburg-Vorpommern	Vorstandsmitglied	Deutschland	2008
Wissenschaftsmagazin „Müll & Abfall“	Mitglied des Beirats	Deutschland	2007



Professuren

Institution	Funktion	Land	Seit
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Universität Rostock	Professur	Deutschland	2006
Energie- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Luftfahrt Universität Shenyang	Professur	China	2011
Fakultät für Umwelt- und Biotechnologie, Universität Hefei	Professur	China	2002
Fakultät für Umwelt- und Biotechnologie, Universität Hefei	Professur	China	2018
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig	Professur	Deutschland	2020
Institut für erneuerbare Energien, Petroleum Universität Peking	Professur	China	2014
Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement, Lehrstuhl Bioenergiesysteme, Universität Leipzig	Professur	Deutschland	2011

Arbeitsgruppen/Arbeitskreise

Gremium	Funktion	Land	Seit
AG Biogas des VGB PowerTech e.V.	Mitglied	Deutschland	2019
AG Bioökonomie der strukturbezogenen Kommission Technikbewertung und -gestaltung (Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig)	Mitglied	Deutschland	2020
AG Wärmemarkt 2.0, BMWK/PtJ Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“	Stv. AG-Leiter	Deutschland	2019
Agru Ringversuch, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)	Mitglied	Deutschland	2018
Arbeitsgemeinschaft „Energie“, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)	Mitglied	Deutschland	2019
Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung (ASA) e.V.	Mitglied des Beirates	Deutschland	2009
Arbeitskreis „Bibliothekskonzepte“ der BMEL Ressortforschungseinrichtungen	Mitglied	Deutschland	2016
Arbeitskreis „OpenAgrar“ der BMEL-Ressortforschungseinrichtungen	Mitglied	Deutschland	2016
BMDV – Arbeitsgruppe 2 – Alternative Antriebe und Kraftstoffe für nachhaltige Mobilität	Mitglied	Deutschland	2019
BMWK – Forschungsnetzwerk Bioenergie, AG Strom/AG Wärme	Mitglied/Expertin	Deutschland	2017
BMWK – Forschungsnetzwerk Bioenergie, Methodenharmonisierung	Leitung	Deutschland	2010

Gremium	Funktion	Land	Seit
BMWK – Forschungsnetzwerk Bioenergie Methodenharmonisierung	Mitglied/Koordinatorin	Deutschland	2010
BMWK – Dialogplattform „Industrielle Bioökonomie“, AG 4 „Kommunikation“	Mitglied	Deutschland	2021
DECHEMA Fachgruppe „Industrielle Nutzung nachwachsender Rohstoffe“	Mitglied	Deutschland	2020
Fachgruppe „Messen und Regeln in der Biotechnologie“	Mitglied		2018
ProcessNet – Sustainable Production, Energy and Resources (SuPER), „Energieverfahrenstechnik“*	Mitglied		2014
ProcessNet – Sustainable Production, Energy and Resources (SuPER), „Alternative Brenn- und Kraftstoffe“*	Mitglied		2015
EERA Bioenergy; Subprogramme		EU/Belgien	
1: Sustainable production of biomass	Mitglied		2019
2: Thermochemical platform	Mitglied		2019
3: Biochemical platform	Mitglied		2019
4: Stationary bioenergy	Mitglied		2019
5: Sustainability/Techno-economic analysis/ Public acceptance	Mitglied		2019
European Biofuels Technology Platform (ETIP Bioenergy)		EU/Belgien	
WG1 Biomass availability	Mitglied		2007
WG4 Policy and Sustainability	Mitglied		2008
German RETech Partnership „Recycling & Waste Management in Germany“	Mitglied des Arbeitskreises Internationales (Schwellen- und Entwicklungsländer)	Deutschland	2017
Projektgruppe Russland der Stadt Leipzig	Mitglied	Deutschland	2020
RHC – European Technology and Innovation Platform on Renewable Heating and Cooling		Belgien	
Horizontal Working Group: 100% RE Individually Heated & Cooled Buildings	Mitglied		2019
Horizontal Working Group: 100% RE Cities	Mitglied		2019

* ProcessNet ist eine Initiative von Dechema und VDI-GVC



Netzwerke/Vereine/Verbände/Plattformen (Auswahl)

Gremium	Funktion	Land	Seit
BioEconomy e.V.	Mitglied	Deutschland	2012
BioWEconomy der Europäischen Kommission	Member Core Group/ Initiators	EU/Belgien	2020
BMDV – Nationale Plattform „Zukunft der Mobilität“, AG 2 – Alternative Antriebe und Kraftstoffe für nachhaltige Mobilität	Mitglied	Deutschland	2019
Committee on the Sustainability of Biofuels and Bioliquids der Europäischen Kommission	Mitglied	EU/Belgien	2017
DENA (Deutsche Energie Agentur) Biogaspartner – die Plattform zur Biogaseinspeisung	Mitglied	Deutschland	2017
DFBEW – Deutsch-französisches Büro für die Energiewende	Mitglied	Deutschland/ Frankreich	2016
Energieausschuss der Industrie- und Handelskammer zu Leipzig (IHK)	Mitglied	Deutschland	2016
Expertengremium des Energy Saxony e.V.	Mitglied	Deutschland	2013
Förderverband Humus e.V. (FVH)	Mitglied des wissen- schaftlichen Beirates	Deutschland	2019
ForschungsVerbund Erneuerbare Energien (FVEE), Fachausschuss Wasserstoff	Mitglied	Deutschland	2020
Netzwerk Energie und Umwelt e.V. (NEU e.V.) – Cluster Bioenergie	Mitglied im Beirat	Deutschland	2014
Netzwerk für Kohlenstoffkreislaufwirtschaft (NK2)	Mitglied	Deutschland	2019
PREVENT Abfall Allianz	Mitglied	Deutschland	2020
Sustainable Development Solutions Network (SDSN) des Dt. Institutes für Entwicklungspolitik	Mitglied des erweiterten Lenkungsausschusses	Deutschland	2016



Ansprechpartnerin
Dr. Elena H. Angelova
Tel.: +49 (0)341 2434-553
E-Mail: elena.angelova@dbfz.de



DIN/ISO – Normenausschüsse (Auswahl)

Gremium	Funktion	Land	Seit
CEN – European Committee for Standardization TC 454 Algae and algae products	Obmann WG 3 „Productivity“	Belgien	2015
Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)		Deutschland	
Arbeitsausschuss „Anforderungen an flüssige Kraftstoffe“ NA 062-06-32 AA	Mitglied		2020
Arbeitsausschuss „Flüssiggase, Anforderungen und Prüfung“ NA 062-06-31 AA	Mitglied		2021
Arbeitskreis „Staubabscheiderprüfung“ DIN 33999	Mitglied		2012
Arbeitsausschuss „Biogas“ NA 032-03-08 AA	Mitglied		2015
Arbeitsausschuss „Pyrogene Kohlenstoffe“ NA 062-02-85 AA	Obfrau		2021
Arbeitsausschuss „Biogene Festbrennstoffe“ NA 062-05-82 AA	Mitglied		2019
International Organization for Standardization (ISO)		Schweiz	
ISO TC 238 Solid Biofuels WG 1 „Terminology“	Convenor		2022
ISO TC 238 Solid Biofuels WG 2 „Fuel specifications and classes“	Task leader		2020
ISO TC 238 Solid Biofuels WG 7 „Safety of solid biofuels“	Mitglied		2019
ISO/TC 238 Task Group 1 „Biochar“	Mitglied		2021
ISO TC 255 Biogas WG 1 „Terms, definitions and classification scheme for the production, conditioning and utilization of biogas“	Mitglied		2015
Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI)		Deutschland	
VDI 3670 „Abgasreinigung – Nachgeschaltete Staubminderungseinrichtungen für Kleinfeuerungsanlagen für feste Brennstoffe“	Obmann		2014
VDI 3670: Abgasreinigung – Nachgeschaltete Staubminderungseinrichtungen für Kleinfeuerungsanlagen für feste Brennstoffe	Mitglied		2014
VDI 4630 „Vergärung organischer Stoffe Substratcharakterisierung, Probenahme, Stoffdatenerhebung, Gärversuche“	Mitglied im Richtlinienausschuss		2019
VDI 4635 „Power-to-X; CO ₂ -Bereitstellung“	Mitglied		2020
VDI/DIN Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL)		Deutschland	
AG 3933 „Erzeugung von Biomassekarbonisaten“	Mitglied		2013
Richtliniengremium für Grundlagenrichtlinie „Bioökonomie, biologische Transformation – Begriffe, Methoden, Definitionen“	Mitwirkende		2021
Gremium für Richtlinieerstellung VDI 3475 Blatt 8, „Emissionsminderung; Gärrestaufbereitungsanlagen“	Vorsitzender		2021
Gremium für Richtlinieerstellung VDI 3475 Blatt 9 „Emissionsminderung; Wirtschaftsdünger- aufbereitungsanlagen“	Vorsitzender		2021

12 Struktur und Organisation

Zur Bearbeitung der vielfältigen Forschungsaufgaben wurde am DBFZ eine organisatorische Struktur von vier Forschungsbereichen etabliert, welche in der Praxis eng miteinander kooperieren. Während die Bereiche Biochemische Konversion, Thermo-chemische Konversion und Bioraffinerien überwiegend angewandte Forschungsaufgaben im Bereich

der Bioenergie und Bioökonomie bearbeiten, werden im Bereich Bioenergiesysteme neben Politikempfehlungen- und beratung u.a. Potenzialanalysen, Akzeptanzstudien, verschiedenste Szenarien zur Biomassenutzung sowie datenbankbasierte Webanwendungen erarbeitet.

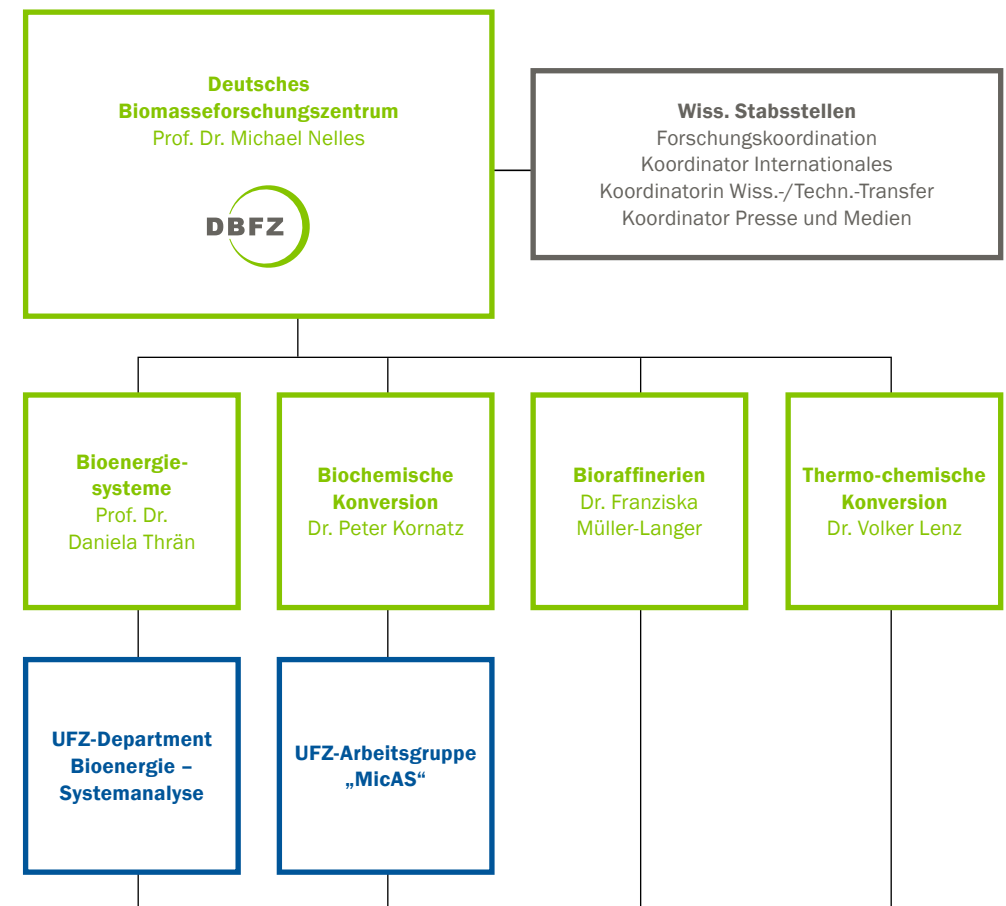


Abb. 45: Die vier Forschungsbereiche des DBFZ, die wissenschaftlichen Stabsstellen sowie die zwei Kooperationsdepartments mit dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)

12.1 Aufsichtsrat/Forschungsbeirat

Der Aufsichtsrat

Die inhaltlichen und organisatorischen Entscheidungen für die Entwicklung des DBFZ trifft der Aufsichtsrat, dem das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) vorsitzt. Weitere Mitglieder sind das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und

Verbraucherschutz (BMUV), das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV), das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) sowie das Sächsische Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL). Der Aufsichtsrat tagt zweimal pro Jahr am DBFZ.

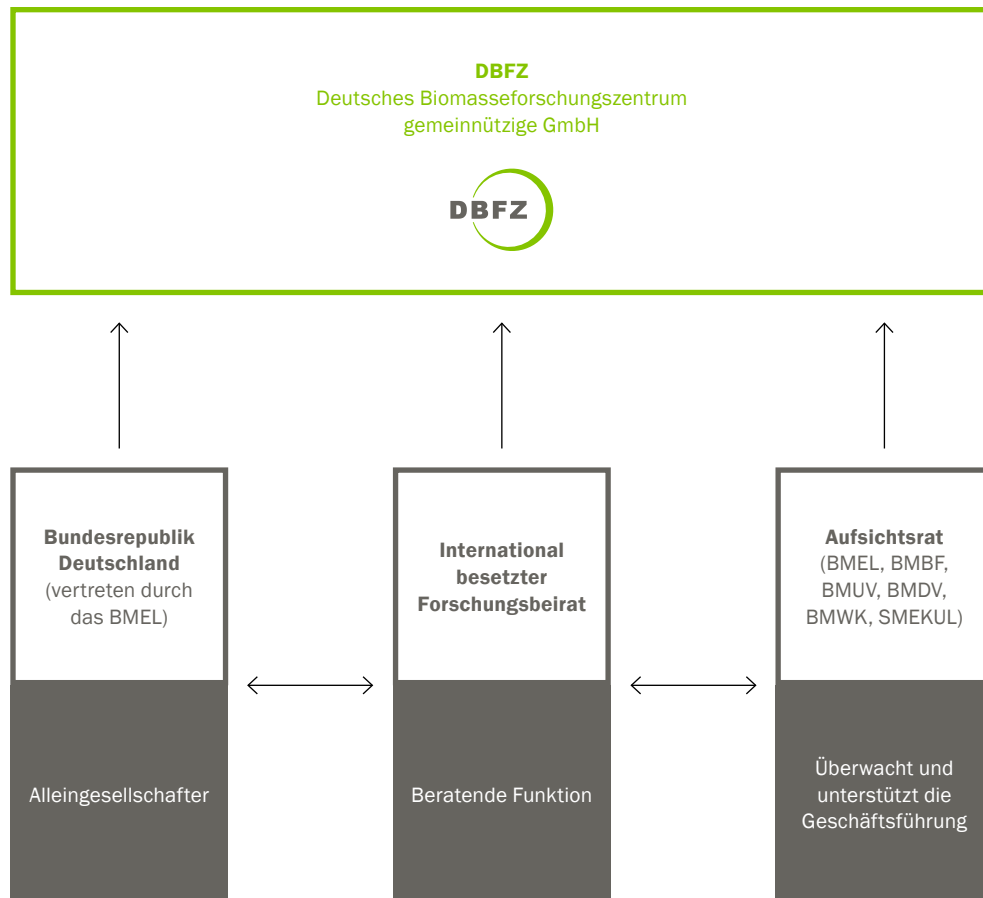


Abb. 46: Die Kontrollgremien des DBFZ (Stand: 28. Februar 2022)

Vertreter*innen des Aufsichtsrats sind die im Folgenden genannten Personen:

(Stand: 28. Februar 2022)

* ausgeschieden zum 28. Februar 2022

Olaf Schäfer (Vorsitzender)

Ministerialdirigent
 Unterabteilungsleiter „Nachhaltigkeit, Nachhaltige Rohstoffe und Biodiversität“,
 Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)

Berthold Goeke (stellvertretender Vorsitzender)*

Ministerialdirigent
 Unterabteilungsleiter „IK III Klimaschutzpolitik“,
 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)

Daniel Gellner

Abteilungsleiter 3 „Landwirtschaft“,
 Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL)

Dr. Christine Falken-Großer

Leiterin des Referats IIA2 – Bilaterale Energiepolitische Zusammenarbeit,
 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Dr. Kerstin Zimmermann

Oberregierungsrätin
 Abteilung 7 (Zukunftsvorsorge), Referat 722 „Energie, Wasserstofftechnologien“,
 Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Birgit Breituß-Renner

Ministerialdirigentin
 Unterabteilung G2, Umwelt und Lärmschutz
 Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)



Abb. 47: Der Aufsichtsrat des DBFZ

Der Forschungsbeirat

Der mit national und international renommierten Bioenergieexpert*innen besetzte Forschungsbeirat (Research Advisory Council) berät das DBFZ seit der Gründung im Jahr 2008 zur Ausrichtung der wissenschaftlichen Tätigkeiten. Durch die Beratung des Beirates wird sichergestellt, dass die aus Mitteln der in-

stitutionellen Förderung realisierte Forschung wissenschaftlich fundiert erfolgt und für die aktuelle und zukünftige Nutzung von Bioenergie im Energiesystem höchste Relevanz hat. Die Laufzeit des aktuellen Gremiums ist der Zeitraum 2020–2023.

Tab. 8: Vertreter*innen des Forschungsbeirats sind die im Folgenden genannten Personen (Stand: 1. Februar 2022)

* ausgeschieden zum 1. Februar 2022

Beiratsmitglied	Organisation	Ort und Land
Chiaromonti, Prof. Dr. David	Polytechnic University of Turin – DENERG – Department of Energy „Galileo Ferraris“; RE-CORD – Renewable Energy Consortium for Research and Demonstration	Turin (Italien)
Dong, Prof. Dr. Renjie (Stellvertr. Vorsitzender)	China Agricultural University (CAU) – National Center for International Research of BioEnergy Science and Technology	Peking (China)
Dornack, Prof. Dr. Christina (Vorsitzende)	Technische Universität Dresden – Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft	Dresden (Deutschland)
Grzybek*, Prof. Dr. habil. Teresa	AGH University of Science and Technology Kraków – Department of Fuel Technology	Krakau (Polen)
Hartmann, Dr. Hans	Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe	Straubing (Deutschland)
Kemfert, Prof. Dr. Claudia	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin)	Berlin (Deutschland)
Murphy, Prof. Dr. Jerry	University College Cork – Professorship of Civil Engineering	Cork (Irland)
Schenk, Prof. Dr. Joachim	Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig – Professur für Umwelttechnik	Leipzig (Deutschland)
Teutsch, Prof. Dr. Georg	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ	Leipzig (Deutschland)
Thiffault, PhD Evelyne	Laval University – Department of Wood and Forest Sciences	Québec (Kanada)
Wagemann, Prof. Dr. Kurt	DECHEMA – Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.	Frankfurt am Main (Deutschland)
Walter, Prof. Dr. Arnaldo	University of Campinas – Department of Energy	Campinas (Brasilien)



Abb. 48: Meeting des Forschungsbeirats am DBFZ (19. Oktober 2021)



Abb. 49: Mitglieder des Forschungsbeirats im Biogaslabor des DBFZ

12.2 Finanzen/Drittmittel

Das DBFZ wurde in seiner Form als institutioneller Zuwendungsempfänger im Geschäftsbereich des BMEL im Jahr 2008 als GmbH gegründet und ist nach §52 Abs. 2 Nr. 1 AO als gemeinnützig anerkannt. Ziel ist es, flexibel und transparent öffentliche Forschungsförderung in Anspruch zu nehmen und forschend und beratend im Auftrag Dritter arbeiten zu können. Die Finanzierung des DBFZ erfolgt durch eine institutionelle Fehlbedarfsfinanzierung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft sowie durch im Wettbe-

werb eingeworbene Projektzuwendungen, Auftragsforschung und Dienstleistungen. Im Jahr 2021 wurde das DBFZ mit 19,4 Millionen Euro durch das BMEL finanziert. Zusätzlich konnten etwa 12,9 Millionen Euro Drittmittel eingeworben werden (siehe Abbildung 50). Ausgabenseitig standen die Personalkosten mit 13,6 Millionen Euro im Vordergrund. Weitere Ausgaben verteilten sich mit ca. 5,2 Millionen Euro auf Investitionen sowie mit 6,9 Millionen Euro auf Sachausgaben.

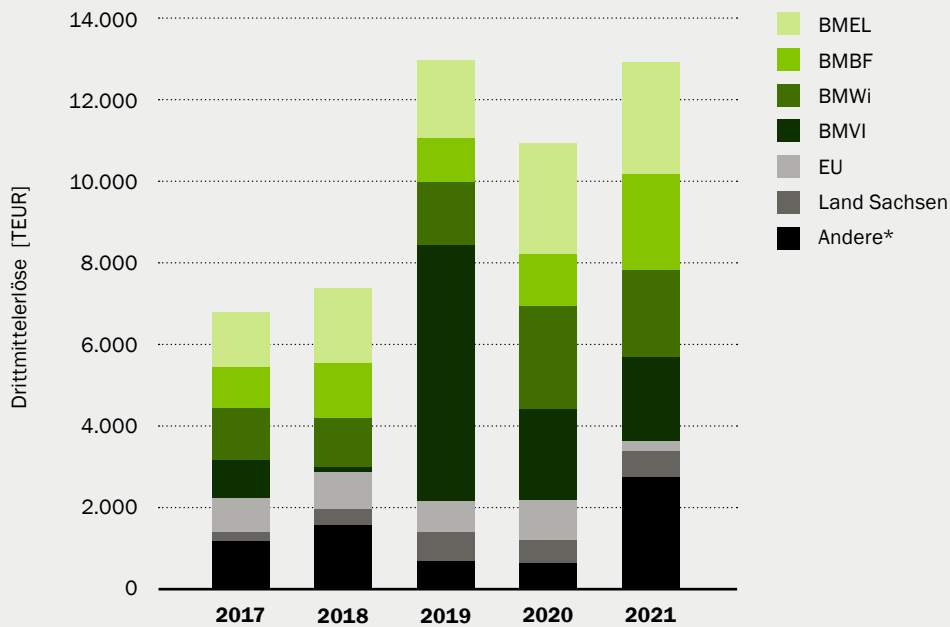


Abb. 50: Übersicht über die Drittmittelerlöse von 2017 – 2021 (vorläufige Zahlen)
* Auftragsforschung und Dienstleistungen privater sowie öffentlicher Auftraggeber

12.3 Personal/Ausbildung

Zum Stichtag 31. Dezember 2021 waren 265 Personen am DBFZ angestellt. Hiervon entfielen 206 Personen (inkl. wissenschaftliche Stabsstellen) auf den wissenschaftlich/technischen Bereich und 59 Personen auf den Bereich Administration (einschließlich der Abteilung für Infrastruktur und Immobilienbewirtschaftung sowie der IT). Im Jahr 2021 wurden

zudem wieder eine Vielzahl von Arbeiten am DBFZ betreut. Insgesamt konnten 23 Praktika- und Studienarbeiten sowie 49 Bachelor-, Master- und Diplomthemen fachlich begleitet werden. Darüber hinaus arbeiteten insgesamt 31 Gastwissenschaftler*innen, ausländische Praktikant*innen und Stipendiat*innen am DBFZ.

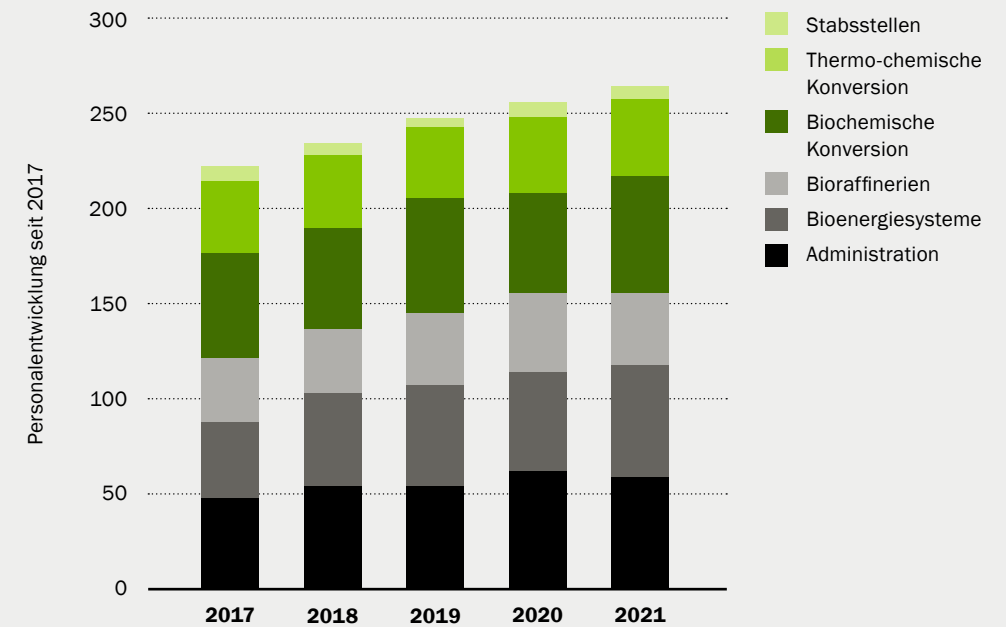


Abb. 51: Personalentwicklung am DBFZ (2017 – 2021)

Mitarbeitende nach Bereichen

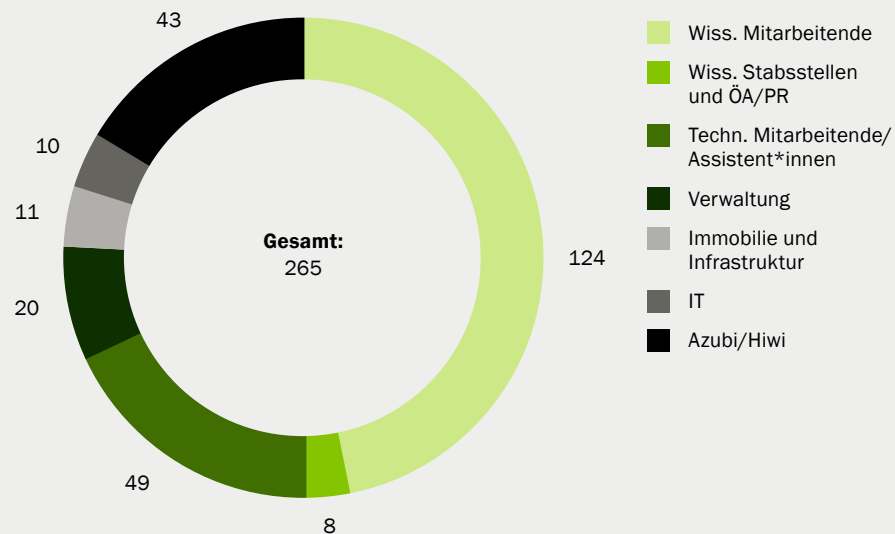


Abb. 52: Anzahl der Mitarbeitenden nach Bereichen (Stand: 31. Dezember 2021)

Betreute Arbeiten am DBFZ

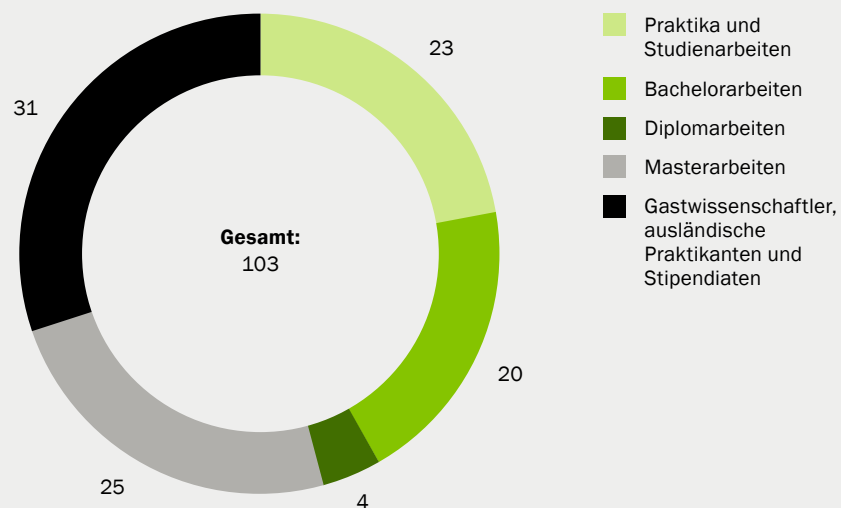


Abb. 53: Übersicht über die 2021 am DBFZ betreuten Arbeiten (Stand: 31. Dezember 2021)

Auszubildende am DBFZ

Das DBFZ ist seit der Gründung im Jahr 2008 Ausbildungsbetrieb. Bis Ende 2021 konnten insgesamt 34 Auszubildende und Umschüler*innen erfolgreich eine Ausbildung absolvieren. Im Jahr 2021 waren 13 Azubis/Umschüler*innen in den Bereichen „Veranstaltungskaufmann“, „Kaufmann für Büromanagement“, „Elektroniker für Betriebstechnik“, „Chemielaborant“ und „Mechatroniker“ (m/w/d) sowie sieben BA-Student*innen in den Bereichen „Informatik“, „Controlling“, „Umwelttechnik“ und „Labor- und Verfahrenstechnik“ in Ausbildung.

„Ich bin sehr froh, dass ich meine Ausbildung zum Mechatroniker am DBFZ trotz Coronapandemie im Januar 2022 erfolgreich abschließen konnte.“

Sebastian Völker



Interview mit Sina Braune



Abb. 54: Auszubildende Sina Braune

Frau Braune, seit dem 1. August 2021 sind Sie Auszubildende in der Administration des DBFZ. Womit sind Sie aktuell beschäftigt?

SINA BRAUNE: Derzeit bin ich in der Buchhaltung und beschäftige mich mit verschiedenen buchhalterischen Vorgängen, dazu zählt auch Archivarbeit. Ich bin im Rahmen meiner Ausbildung grundsätzlich in verschiedenen Abteilungen der Administration tätig, z. B. auch im Einkauf. Besonders interessiert mich aber das Sekretariat der Geschäftsführung. Hier gibt es genau die Tätigkeiten zu tun, die mir am meisten Spaß machen: Hotels buchen, Dienstreisen unterstützen und mit externen Personen in Kontakt stehen, das ist genau mein Ding. Die Aufgaben in den anderen Abteilungen machen aber natürlich auch viel Spaß.

Wie sind Sie auf das DBFZ aufmerksam geworden und was reizt Sie am Thema „Forschung“?

SINA BRAUNE: Ich bin durch das Internet auf das DBFZ aufmerksam geworden. Ich habe mich im vergangenen Jahr großflächig über meinen Ausbildungsberuf „Kauffrau für Büromanagement“ informiert und bin schnell auf

das DBFZ gestoßen. Das Thema Forschung finde ich persönlich besonders spannend, weil hier ganz konkret für die Umwelt geforscht wird. Das ist ein wichtiges Thema und geht uns alle an. Es ist gut, in einem Institut zu arbeiten, das in diesem Bereich forscht.

In wie weit haben Sie Kontakt zu den anderen Auszubildenden des DBFZ?

SINA BRAUNE: Wir sind ja insgesamt 13 Azubis und treffen uns immer mal wieder. Für mich ist es immer spannend zu erfahren, wie es in den anderen Bereichen so läuft, beispielsweise bei den technischen Auszubildenden, die ja ganz andere Lehrinhalte haben als ich. Mir war es auch von Anfang an wichtig, dass ich mich mit anderen Azubis gut austauschen kann, z. B. wenn etwas mal nicht so gut lief.

Haben Sie schon eine Idee, wie es nach Ihrer Ausbildung weitergehen soll?

SINA BRAUNE: Meine Ausbildung am DBFZ dauert noch zweieinhalb Jahre. Gern würde ich anschließend hier bleiben und meine erlernten Kenntnisse in eine kaufmännische Tätigkeit einbringen. Natürlich möchte ich mich auch gerne weiter entwickeln und mich für höhere Aufgaben qualifizieren. Sollte es mit dem DBFZ nicht klappen, würde mich auch die Gesundheitsbranche interessieren. Aber da habe ich mir ehrlich gesagt noch nicht so viele Gedanken zu gemacht.

→ **Weitere Informationen:**

www.dbfz.de/karriere/ausbildung/duales-studium



Geschäftsführung



Wissenschaftliche Geschäftsführung

Prof. Dr. mont. Michael Nelles

Tel.: +49 (0)341 2434-112

E-Mail: michael.nelles@dbfz.de



Administrative Geschäftsführung

Ronny Bonzek

Tel.: +49 (0)341 2434-111

E-Mail: ronny.bonzek@dbfz.de

Leitung der Forschungsschwerpunkte



Systembeitrag von Biomasse

Prof. Dr.-Ing. Daniela Thrän

Tel.: +49 (0)341 2434-435

E-Mail: daniela.thraen@dbfz.de



Anaerobe Verfahren

Dr. agr. Peter Kornatz

Tel.: +49 (0)341 2434-716

E-Mail: peter.kornatz@dbfz.de



Biobasierte Produkte und Kraftstoffe

Dr.-Ing. Franziska Müller-Langer

Tel.: +49 (0)341 2434-423

E-Mail: franziska.mueller-langer@dbfz.de



Intelligente Biomasseheiztechnologien

Dr.-Ing. Volker Lenz

Tel.: +49 (0)341 2434-450

E-Mail: volker.lenz@dbfz.de



Katalytische Emissionsminderung

Prof. Dr. rer. nat. Ingo Hartmann

Tel.: +49 (0)341 2434-541

E-Mail: ingo.hartmann@dbfz.de

Wissenschaftliche Stabsstellen



Forschungskordinatorin

Dr. rer. nat. Elena H. Angelova

Tel.: +49 (0)341 2434-553

E-Mail: elena.angelova@dbfz.de



Koordinator für internationalen Wissens- und Technologietransfer

Dr. rer. pol. Sven Schaller

Tel.: +49 (0)341 2434-551

E-Mail: sven.schaller@dbfz.de



Koordinatorin für Wissens- und Technologietransfer

Karen Deprie

Tel.: +49 (0)341 2434-118

E-Mail: karen.deprise@dbfz.de



Koordinator Presse und Medien

Paul Trainer

Tel.: +49 (0)341 2434-437

E-Mail: paul.trainer@dbfz.de

13 Anhang: Projekte und Veröffentlichungen

Projekte (Auswahl)

Hinweis: Die Ministeriumsbezeichnungen entsprechen dem Stand vor der Bundestagswahl 2021 und wurden für diesen Jahresbericht entsprechend beibehalten.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)

- A+BiOx – Thermo-chemical conversion of silicon rich biomass residues for the production of heat and power, and the combined generation of mesoporous biogenic silica for material application, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.1.2020–31.12.2022 (FKZ: 2819DOKA05)
- BIO2HY – Wasserstoff aus Biomasse, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.4.2021–31.12.2021
- BioHum – Klimaschutzorientierte Bioabfallverwertung in der Landwirtschaft (KlimaBioHum), Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.10.2018–31.5.2022 (FKZ: 281B303316)
- BioSim – Nachwuchsforschergruppe zur modellbasierten Zustandsüberwachung und Prozessführung an Biogasanlagen, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.11.2020–31.10.2023 (FKZ: 2219NR333)
- ChinaRes – Energetische Nutzung landwirtschaftlicher Reststoffe in Deutschland und China, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 15.8.2017–31.7.2021 (FKZ: 22025816)
- Effektor – Kontinuierliche Überwachung der technischen Effizienz von Biogasanlagen (Effektor), Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.10.2019–30.9.2022 (FKZ: 22038018)
- EmMinA – Emissionsminderung bei der Biogasaufbereitung, -verdichtung und -einspeisung, Teilvorhaben 1: Quantifizierung und Minderung von Methanemissionen an Biogasaufbereitungsanlagen in der Praxis, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.9.2021–29.2.2024 (FKZ: 2220NR151A)
- EvEmBi – Bewertung und Minderung von Methanemissionen aus verschiedenen europäischen Biogasanlagenkonzepten; Teilvorhaben 1: Quantifizierung und Minderung von Methanemissionen aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen und Wissenstransfer in die Praxis, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.4.2018–31.3.2021 (FKZ: 22407917)
- FlexiMod – Weiterentwicklung eines modellbasierten Prognosetools für die flexible Biogaserzeugung in großtechnischen Biogasanlagen, Bundesministeri-

- um für Ernährung und Landwirtschaft, 1.8.2020–31.7.2022 (FKZ: 2219NR313)
- FNRUVV – Entwicklung und Praxisdemonstration der nächsten Generation an Biomasseverbrennungsanlagen: Emissionsminderungsstrategien zur umweltverträglichen Verbrennung (UVV) auf Basis von aktuellen Forschungsergebnissen „UVV – Umweltverträgliche Verbrennung“, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.4.2019–31.3.2022 (FKZ: 22038418)
- GülleKOM – Kombiverfahren zur Gülleaufbereitung, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.11.2021–31.10.2024
- HTCGas – Vergasung von HTC-Kohle, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.7.2021–31.3.2022
- HypoBio – Entwicklung einer effizienten und emissionsarmen, kleinen Scheitholzfeuerung mittels kontinuierlicher Brennstoffzuführung, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.8.2020–31.7.2022 (FKZ: 2219NR273)
- IE-BioNetz – Integration und Bewertung regenerativer Energien in bestehenden Wärmenetzen und dezentralen Wärmeversorgungs-konzepten, 1.02.2019 – 30.09.2021 (FKZ: 22405317)
- IRASIL – Untersuchung des Ascheverhaltens während der thermo-chemischen Konversion vorbehandelter, siliziumreicher Biomassesortimente zur Strom- und Wärmeerzeugung und Nutzung der dabei anfallenden Aschen zur Gewinnung anorganischer Gerüstverbindungen mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.1.2018–30.6.2021 (FKZ: 2816DOKI03)
- MEMO – Methanemissionsmodell für offene Gärprodukt-/Güllelager (MEMO), Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.11.2021–31.10.2024 (FKZ: 2220WD003X)
- Mini-WS – Emissionsarme kleinskalige Wirbelschichtfeuerungen zur Verbrennung von biogenen Reststoffen, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.6.2019–31.5.2022 (FKZ: 2219NR010)
- MoBi_II – Aufbau eines systematischen Monitorings der Bioökonomie – Konsolidierungsphase; Teilvorhaben 2: Aktualisierung Reststoffmonitoring, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.11.2021–31.10.2024
- MoReBio – Modellregionen Bioökonomie im Mitteldeutschen Revier und im Lausitzer Revier, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Inhouse), 23.08.2019–30.06.2022 (FKZ: 2219NR295)
- Nährwert – Nährwert – Technisch unterstütztes Nährstoffmanagement, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.7.2021–30.6.2024 (FKZ: 2220NR255A)

Nred – Verstärkte Nutzung stickstoffreicher landwirtschaftlicher Abfallstoffe durch biologische Stickstoffreduzierung (Nred), Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.11.2019–31.10.2022 (FKZ: 22042118)

oNIRedu – Emissionsminderung durch angepasste Kesselsteuerung auf der Basis von Daten aus der kontinuierlichen online-NIR-Brennstoffanalyse, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.7.2019–30.6.2022 (FKZ: 22033218)

OptiFlex – Optimierung des Betriebs und Design von Biogasanlagen für eine bedarfsgerechte, flexible und effiziente Biogasproduktion unter Berücksichtigung der Prozessstabilität als Post-EEG Strategie, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.10.2017–30.6.2021 (FKZ: 22401717)

PapIGas – Biomethan & Torfersatzstoff aus Pappelholz, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.4.2019–30.6.2021 (FKZ: 22038318)

PapIGas2 – Biomethan & Torfersatzstoff aus Pappelholz – 2. Phase, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.12.2021–30.11.2023 (FKZ: 2221MT017A)

RestFlex – Eignung landwirtschaftlicher Reststoffe zur Flexibilisierung des Biogasprozesses, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.7.2019–30.6.2022 (FKZ: 22041818)

Sensomix – Entwicklung und Erprobung sensorbasierter Rührsysteme in Biogasanlagen zur Steigerung der Effizienz und Prozessstabilität bei einer lastflexiblen und bedarfsgerechten Biogasproduktion, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.5.2020–30.4.2023 (FKZ: 2219NR387)

SiTroFen – Entwicklung einer emissionsarmen Einzelraumfeuerung für bedarfsgerecht erzeugte und qualitätsgesicherte Holzhackschnitzel, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.4.2019–31.12.2021 (FKZ: 22016817)

TRANSBIO – Transferarbeitsgruppe für Bioenergieanlagen im zukünftigen Energiesystem (TRANSBIO), Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.5.2021–31.10.2023 (FKZ: 2220NR128A)

VABIFEX – Wertoptimierte Nutzung von Biomasse in einer flexiblen Energieinfrastruktur; Teilvorhaben 1: Theoretische und experimentelle Untersuchungen, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 1.9.2018 – 31.07.2021 (FKZ: 22408317)

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

abonoCAR – WK abonoCARE – TP 2.V – Entwicklung der säure- und membranbasierten Phosphorab-

scheidung während der HTC sowie der energieeffizienten Trocknung von HTC-Kohle im Labormaßstab, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 1.4.2019–31.12.2022 (FKZ: 03WKD12E)

BOGOTA-1 – Vorstudie zur Erarbeitung eines Abfallbehandlungskonzeptes für die Stadt Bogotá/Kolumbien, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH, 1.12.2020–31.1.2022 (FKZ: 81264100)

CarBiPho – Entwicklung eines integrierten Verfahrens zur Carbonisierung von Klärschlamm, Erzeugung von Biogas und Rückgewinnung von Phosphor, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 1.7.2018–30.06.2021 (FKZ: 02WQ1438B)

H2Mech – Machbarkeitsstudie zur biobasierten Wasserstoffherstellung – Abfallwirtschaftszentrum Mechernich, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 1.10.2021–30.9.2022

HemiFuel – IBÖ-08: HemiFuel – Simultane Herstellung von 2-Methylfuran in Lignocellulose-Ethanolanlagen: Entwicklung eines hydrothermalen Verfahrensansatzes zur Verwertung der Hemicellulose, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 1.10.2021–30.9.2022 (FKZ: 031B1190)

HTKkChem – Umwandlung von wasser- und kohlenhydratreichen Reststoffen der Biomasseverarbeitung in Chemikalien und Kraftstoffkomponenten durch hydrothermale Prozesse, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 1.11.2018–30.4.2022 (FKZ: 031B0674A)

HTPyr1 – Vorstudie zur Entwicklung einer Hochtemperaturpyrolyseanlage zur Stromerzeugung und Nutzung von Reststoffen, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 1.7.2021–30.06.2022 (FKZ: 03EI5433)

LabTogo – Aufbau von Forschungskapazitäten und Demonstration von Technologien zur Nutzung der Biomassepotenziale in Togo, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 02.01.2020–31.12.2023

SchlauF2 – IBÖM04: SchlauFe 2 – Entwicklung eines geotextilen, mehrjährig verwendbaren Schlauchfermentationsverfahrens für TS-arme Biomassen, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 1.5.2018–30.6.2021 (FKZ: 031B0578A)

SoGeBiÖ – #DasIstBioökonomie Hashtag Bioökonomie: Video-Challenge mit Jugendlichen für eine nachhaltige Lebensweise von morgen, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 1.3.2021–31.12.2021 (FKZ: 01WJ2115B)

Symbio+ – Systemisches Monitoring der Bioökonomie – TP DBFZ, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 1.9.2020–31.8.2021 (FKZ: 031B0281J)

Waste2Energy – Hybrid Waste to energy as a sustainable Solution for Ghana, Bundesministerium

für Bildung und Forschung, 1.1.2020–31.12.2023 (FKZ:03SF0591D)

ZirkulierBar – Interkommunale Akzeptanz für nachhaltige Wertschöpfung aus sanitären Nebenstoffströmen Nährstoffwende – von linearer Sanitärspülung zur zirkulären Nährstoffverwertung, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 1.7.2021–30.6.2024 (FKZ: 033L242H)

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)

BIOKRAFT – Rohstoffverfügbarkeit von holzartiger Biomasse zur Produktion von Biokraftstoffen in DE und EU bis 2040 (BIOKRAFT), Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 1.1.2020–31.8.2022

PILOT-SBG – Forschungs- und Demonstrationsvorhaben „Bioressourcen und Wasserstoff zu Methan als Kraftstoff – Konzeptionierung und Realisierung einer Anlage im Pilotmaßstab“, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 1.11.2018–31.12.2022

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

AbfallE – Abfall-Ende-Eigenschaft unbehandelter holzartiger Reststoffe durch Aufbereitungsverfahren und Qualitätssicherung, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 1.11.2019–30.4.2022 (FKZ: 03KB160A)

BeForce – Begleitforschung Bioenergie, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 1.4.2021–31.3.2025 (FKZ: 03EI5400)

BioBeton – Biomassebasierte und nachhaltige Herstellung von Betonprodukten, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH, 1.1.2021–30.6.2023 (FKZ: KK5045102KIO)

BioFeuSe – Neue Sensorik für die Prozessoptimierung von SCR-Verfahren und Partikelabscheidung an Biomasseverbrennungsanlagen, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 1.7.2021–30.6.2024 (FKZ: 03EI54346A)

Bio2Geo – Entwicklung und Demonstration eines innovativen ökologischen Hybridkraftwerks für die Kopplung von Bioenergie mit Geothermie zur Versorgung unterschiedlicher Abnehmerstrukturen, Teilvorhaben: Gesamtheitliche Systemanalyse mit Fokus auf ökonomische Aspekte des Anlagenbetriebs, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 1.10.2018–30.09.2021 (FKZ: 03ET1593B)

BiWiBi – Nachhaltige Kombination von bifaciale So-

larmodulen, Windenergie und Biomasse bei gleichzeitiger landwirtschaftlicher Flächennutzung und Steigerung der Artenvielfalt, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 1.5.2020–30.6.2021 (FKZ: 03EI5209C)

Calgonit – Entwicklung biogastoleranter Reinigungs- und Desinfektionsmittel zum Einsatz auf Agrarbetrieben mit Nutztierhaltung, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2.7.2018–30.4.2021 (FKZ: ZF4077205RH8)

E-Boot 2 – Entwicklung einer Ernteprozesskette mit Erntetechnologie zur umweltschonenden Ernte von Wasserpflanzen, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 1.8.2021–31.7.2024 (FKZ: 031B1095)

EEGMon – Dienstleistungsauftrag: „Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichtes gemäß §97 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2017) zum spartenspezifischen Vorhaben „Stromerzeugung aus Biomasse sowie Klär-, Deponie- und Grubengas“, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 6.8.2020–5.8.2023

FLXsynErgy – Flexible vollenergetische Nutzung biogener Rest- und Abfallstoffe: Faulungen und Biogasanlagen als Energiespeicher und -erzeuger, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 01.10.2020–30.09.2023 (FKZ: 03EI5420C)

GASASH – Thermo-chemische Konversion von Reststoffen in einem Vergaser-BHKW mit gekoppelter Aschegewinnung, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 01.09.2021–31.12.2021 (FKZ: 03KB139A)

IdDiaPro – Identifikation von Methoden zur Diagnose, Prognose und Behebung von nicht-nominalen Betriebszuständen in biomassebasierten Versorgungssystemen, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 1.3.2021–31.8.2022 (FKZ: 03EI5425A)

KeVergAv – Bestimmung von brennstoffspezifischen Kennzahlen zum Vergasungs- und Ascheverhalten, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 01.02.2021–31.01.2023 (FKZ: 03EI5416)

KonditorGas – Industrielle Prozesswärmeerzeugung durch katalytische Konditionierung von Biomassebasierten Synthesegasen, Teilvorhaben II: Katalytische Konditionierung von Synthesegasen aus der autothermen Vergasung, 01.09.2020–31.08.2023 (FKZ: 03EI5417B)

KoSaTZ – Behandlung und kombinierter Einsatz von Stroh- und Getreideausputzmischungen für eine Biogas-Technologieketten mit Zukunft, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 1.1.2020–31.12.2021 (FKZ:03EI5403D)

MoBiFuels – Analyse und Beseitigung von Markthemmnissen von technisch modifizierten Bioenergieträgern, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 01.11.2018–31.03.2023 (FKZ: 03KB136A)

NormAKR – Normung alternativer Kraftstoffe, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 1.1.2020–31.12.2022 (FKZ: 03EIV241C)

OBEN – Öl-Ersatz Biomasse Heizung, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 01.09.2019–28.2.2023 (FKZ: 03KB156)

NovoHTK – Neuartiges Verfahren zur Mono-Vergärung von Hühnertrockenkot, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 01.09.2018–30.11.2021 (FKZ: 03KB137)

OptDienE – Optionen zum netzdienlichen Betrieb von Einzelraumfeuerstätten, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 01.01.2018–30.11.2021 (FKZ:03KB138A)

OptoKNuS – Entwicklung einer „Toolbox“, basierend auf numerischen Modellen und Praxismessungen zur Auslegung bzw. Optimierung von thermochemischen Anlagen zur Energiebereitstellung aus alternativen Brennstoffen, Teilvorhaben: Untersuchung am DBFZ-Festbettlaborvergaser, 01.01.2020–31.12.2022 (FKZ: 03KB163B)

PaCoSil – Verbrennung regionaler Reststoffe zur energetischen Nutzung von Biomasse mit gekoppelter Erzeugung von biogenem Silica für Feinstaubfilter-Prozesse „PaCoSil“, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 1.7.2021–30.6.2024 (FKZ: 03E15436A)

PLASCRA – PlasmaCrack – Nachweis der Faulgassteigerung und Reduktion endokriner Substanzen, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 1.1.2019–31.12.2022 (FKZ: 16KN041344)

PROGBEG2 – Programmbegleitung des BMWi-Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“ (ProgBegII) – Ausbau des Wissenstransfers, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 1.7.2016–31.3.2021 (FKZ: 03KB001B)

VERGFLEX – Flexibilisierung der Biomassevergasung durch Nutzung des Vergaserkokses als Biomaterial für die stoffliche Verwertung und als Brennstoff für Kleinstvergaser <5 kWel, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 1.10.2019–31.3.2022 (FKZ: 03KB157A)

ZertGas – Implementierung der RED II und Entwicklung von praktikablen Zertifizierungslösungen und Handlungsoptionen für Betreiber von Biogas- und Biomethananlagen, 01.09.2019–31.12.2021 (FKZ: 03KB164)

EU-Projekte

BECOO – Brazil-EU Cooperation for Development of Advanced Lignocellulosic Biofuels, European Commission, 1.6.2017–31.5.2021 (GA 744821)

BIOFIT – Bioenergy retrofits for Europe's industry, Eu-

ropean Commission, 1.10.2018–31.03.2022 (GA 817999)

BRANCHES – Boosting Rural Bioeconomy Networks following multi-actor approaches, European Commission, 1.1.2021–31.12.2023 (GA 101000375)

CAFIPLA – (Carboxylic Acid & Fibre PLatform) – Pretreatment of organic waste for application of the carboxylic acid and fiber platform, European Commission, 1.6.2020–31.5.2023 (GA 887115)

DRALOD – Renewables-based drying technology for cost-effective valorisation of waste from the food processing industry, European Commission, 1.8.2018–30.6.2021 (GA 820554)

HYFLEXFUEL – „Hydrothermal liquefaction: Enhanced performance and feedstock flexibility for efficient biofuel production“, European Commission, 1.10.2017–30.9.2021 (GA 764734)

MUSIC – Market Uptake Support for Intermediate Bioenergy Carriers, European Commission, 1.9.2019–31.8.2022 (GA 857806)

POWER4BIO – emPOWERing regional stakeholders for realising the full potential of european BIOeconomy, Research Executive Agency, 1.10.2018–31.3.2021 (GA: 818351)

Dienstleistung/Auftragsforschung

AGEEstat – Wissenschaftliche Analysen zu ausgewählten Aspekten der Statistik erneuerbarer Energien und zur Unterstützung der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien Statistik (AGEE-Stat), Marktprojekt, 01.04.2019–30.06.2022

BASFCott – Untersuchungen zur kontinuierlichen Vergärung von Reststoffen der Alttextilaufbereitung in Kombination mit Klärschlamm, Marktprojekt, 1.12.2020–31.3.2021

Biolube – Biobasierte und biologisch-abbaubare Hochleistungsschmierstoffe auf Basis von Insektenfett, BASF SE, 1.5.2021–30.4.2024 (FKZ: 031B1111B)

BLAUEAb1 – Unterstützung bei der Erarbeitung von Vergabekriterien für Staubabscheider für den Blauen Engel, Institut für Ökologie und Politik GmbH, 1.12.2020–31.12.2022

CoFire3 – Begutachtung der Biowärmebereitstellung der Wärme Hamburg GmbH bis einschließlich 2023, Vattenfall Europe New Energy GmbH, 1.1.2020–29.12.2023 (FKZ: B25-4503965126)

Cycletes – Entwicklung eines fortschrittlichen Lastzyklus-Tests für automatisch befeuerte Holzkesel zur Bewertung der Leistung im realen Leben (Round Robin), Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Wachsende Rohstoffe, 1.1.2021–31.12.2021 (FKZ: 0272-10-141)

ETH-Soil – Bodenverbesserung in Äthiopien durch die energetische und materielle Nutzung landwirtschaftlicher Rückstände mit besonderem Schwerpunkt auf Bildung und Ausbildung, Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, 1.7.2021–31.12.2026

HTC-GMH – Erarbeitung einer klimafreundlichen Alternative für Schäumkohle für Elektrostahlwerke auf der Basis der HTC von Biomasse – Beispiel Georgsmarienhütte, Georgsmarienhütte Holding GmbH, 7.4.2020–31.7.2021

HTexC – Hydrothermale Behandlung von Baumwolle zum Textilrecycling, Marktprojekt, 1.5.2021–30.9.2021

IEA T37 – Report IEA Task 37 (Energy from Biogas), National University of Ireland, 20.9.2016–31.12.2021

IEA T39 – Lessons learned biofuels (Intertask project with T40, T45), Svebio, 01.07.2020–31.03.2022

IEA T40 – IEA Bioenergy Task 40 Deployment of bio-based value chains, IEA Bioenergy, 1.1.2019–31.12.2021

IEA T44 – IEA Bioenergy Task 44 Flexible Bioenergy and System Integration, IEA Bioenergy, 1.1.2019–31.12.2021

IRMD – ENERGIEKONZEPT Innovationsregion Mitteldeutschland – Energiebilanz, Potenziale und Maßnahmen für die Innovationsregion Mitteldeutschland (IRMD), Leipziger Institut für Energie GmbH, 1.7.2020–30.6.2021

KoGerste – Kontinuierlicher Gärtest Gerstenfaser-Kuchen, Marktprojekt, 1.8.2021–22.3.2022

Lekana – Prüfung eines Kaminofens unter Naturzug, Marktprojekt, 1.3.2021–31.3.2021

MekongSi – Studie zur Machbarkeit der in-situ Gewinnung von biogenem Silica aus Reisspelzen im Mekong-Delta, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 28.9.2021–29.7.2022

MethLab – Methodenentwicklung Biogas, IEA Bioenergy, 1.1.2020–31.12.2022

OSchein – Erstellung von Schulungsmaterial zum richtigen Heizen mit Holz-Ofenführerschein, Umweltbundesamt, 5.11.2021–31.5.2023 (FKZ: 3721533030)

POWER4BIO – emPOWERing regional stakeholders for realising the full potential of european BIOeconomy, Research Executive Agency, 1.10.2018–31.3.2021 (GA: 818351)

SIAP-2 – Klärschlamm und Abfall Paris, Marktprojekt, 1.11.2020–30.9.2021

Strohpapier – Substitution von Altpapier durch Getreidestroh und Spelzen, Marktprojekt, 5.11.2020–31.12.2022

SUVALIG – Bioraffineriekonzept Vietnam, Universität Rostock, 11.11.2019–31.12.2021 (FKZ: 5610)

TFraFuel – Megatrends and legal frame for renewable fuels in EU/DE, Marktprojekt, 15.12.2020–31.5.2021

VCIPOT – Erstellung einer umfangreichen PPT mit Daten und Informationen zum Thema Biomassepotenziale in der chemischen Industrie, Marktprojekt, 14.10.2021–31.12.2021

WasteGui – Leitfaden für urbane und ländliche organische Abfälle in afrikanischen Ländern am Beispiel Äthiopien, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH, 1.12.2020–30.6.2022

Sonstige Fördermittelgeber (Zuwendungen, Stiftungen, Land)

KaRo – Katalytischer Rohrbündelreaktor für die Totaloxidation von Brenngasen aus der thermischen Umsetzung von festen Biobrennstoffen zur emissionsarmen regenerativen Wärmeerzeugung (KaRo), Sächsische Aufbaubank, 1.10.2019–30.6.2022 (FKZ: 100332481)

TW-BioS – Transferwerkstätten Innovationspotenziale der Bioökonomie in Sachsen, Sächsische Aufbaubank, 01.05.2021–31.12.2022

Veröffentlichungen

Monographien

Barchmann, T.; Pohl, M.; Denysenko, V.; Fischer, E.; Hofmann, J.; Lenhart, M.; Postel, J.; Liebetau, J. (2021). *Biogas-Messprogramm III*. Gülzow-Prüzen: FNR. 180 S. ISBN: 978-3-942147-42-2.

Brosowski, A. (2021). *National Resource Monitoring for Biogenic Residues, By-products and Wastes: Development of a Systematic Data Collection, Management and Assessment for Germany*. Dissertationsschrift. (DBFZ-Report, 41). Leipzig: DBFZ. [128] S. ISBN: 978-3-946629-74-0.

Büchner, D. (2021). *Optimierte Regelungsstrategien für Pellet- Solar-Kombiheizanlagen zur Steigerung der Systemeffizienz bei gleichzeitiger Minimierung der Energiekosten: Dissertationsschrift*. (DBFZ-Report, 39). Leipzig: DBFZ. 116, XXXIII S. ISBN: 978-3-946629-67-2.

Dandikas, V.; Herrmann, C.; Hülsemann, B.; Jacobi, H.-F.; Krakat, N.; Meißner, G.; Merrettig-Bruns, U.; Oechsner, H.; Ohl, S.; Paterson, M.; Reinhold, G.; Roth, U.; Weinrich, S. (2021). *Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen: Potenziale, Erträge, Einflussfaktoren*. (KTBL-Schrift, 256). Darmstadt: KTBL. 84 S. ISBN: 978-3-945088-85-2.

Kirsten, C. (2021). *Beitrag zur Optimierung des Peltierverhaltens von Gärresten und Landschaftspflegeheu sowie deren Mischungen: Dissertationsschrift*. (DBFZ-Report, 43). Leipzig: DBFZ. 177 S. ISBN: 978-3-946629-76-4. DOI: 10.48480/pe97-5984.

Moosmann, D.; Oehmichen, K.; Majer, S.; Rensberg, N. (2021). *Leitfaden zur Treibhausgasbilanzierung von Energie aus Biogas und Biomethan für die Nachhaltigkeitszertifizierung unter der RED II: Ergebnisse aus dem Verbundvorhaben ZertGas*. Leipzig. 60 S. DOI: 10.48480/zthb-gs57.

Schraube, C.; Fehrenbach, D.; Kremers, E.; Büchner, D.; Theurich, S.; Wurdinger, K. (2021). *Rahmenbedingungen für einen optimierten Betrieb von kleinenbiomassebasierten BHKW: Begleitende Analysen zum Projekt „Steigerung des Nutzens von kleinen biomassebefeuerten BHKWs durch bedarfsgerechte Regelung“ (SNUKR FKZ 03KB121)*. (DBFZ-Report, 42). Leipzig: DBFZ. IV, 67 S. ISBN: 978-3-946629-75-7. DOI: 10.48480/w956-8a59.

Weinrich, S.; Nelles, M. (2021). *Basics of Anaerobic Digestion: Biochemical Conversion and Process Modelling*. (DBFZ-Report, 40). Leipzig: DBFZ. IX, 10-130 S. ISBN: 978-3-946629-72-6.

Sammelwerke

Thrän, D.; Pfeiffer, D. (Hrsg.) (2021). *Focus on Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt: Projektergebnisse 2019-2020*. (Fokusheft Energetische Biomassenutzung). Leipzig: DBFZ. ISBN: 978-3-946629-71-9. DOI: 10.48480/red6-sr61.

Thrän, D.; Pfeiffer, D. (Hrsg.) (2021). *Methodenhandbuch: Stoffstromorientierte Bilanzierung der Klimagaseffekte. Methoden zur Bestimmung von Technologie Kennwerten, Gesteigungskosten und Klimagaseffekten von Vorhaben im Rahmen des BMWi-Forschungsnetzwerkes Bioenergie/BMWi-Förderbereich „Energetische Biomassenutzung“*. 5. Aufl. (Schriftenreihe „Energetische Biomassenutzung“, 4). Leipzig: DBFZ. 233 S. ISBN: 978-3-946629-58-0. DOI: 10.48480/ddpt-ys74.

Tagungsbände/Tagungsreader

12. *Fachgespräch Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen: 4. Februar 2021 virtuell ausgetragen: TFZ, DBFZ* (2021). (Tagungsreader, 21). Leipzig: DBFZ. 127 S. ISBN: 978-3-946629-70-2. [12. Fachgespräch Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen, [online], 04.02.2021].

4th *Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th Sep-*

tember, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord (2021). (Tagungsreader, 22). Leipzig: DBFZ. 296 S. ISBN: 978-3-946629-77-1. [4th Doctoral Colloquium Bioenergy, 13.-14.09.2021, Karlsruhe]. DOI: 10.48480/2ebd-1q24.

Kretzschmar, J.; Weinrich, S.; Pfeiffer, D. (Hrsg.) (2021). *V. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes: March 23rd-25th 2021. Online Conference*. (Reader Energetische Biomassenutzung). Leipzig: DBFZ. 95 S. ISBN: 978-3-946629-68-9. [V. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes, [online], 23.-25.03.2021]. DOI: 10.48480/9s3n-p364.

Nelles, M. (Hrsg.) (2021). *15. Rostocker Bioenergieforum: am 16./17. Juni 2021 online als Videokonferenz. Tagungsband*. (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen, 105). Rostock: Univ., Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft. 488 S. ISBN: 978-3-86009-524-9. [15. Rostocker Bioenergieforum, [online], 16.-17.06.2021]. DOI: 10.18453/rosdok_id00003024.

Thrän, D.; Tens, V. (Hrsg.) (2021). *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. (Reader Energetische Biomassenutzung). Leipzig: DBFZ. 169 S. ISBN: 978-3-946629-78-8. [10. Statuskonferenz BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie, [online], 29.-30.11.2021]. DOI: 10.48480/3z9p-cy88.

Wong, J. W. C.; Tyagi, R. D.; Nelles, M.; Zhao, J. (Hrsg.) (2021). *International Conference on Sustainable Biowaste Management 2021: Abstract Book*. 12th-15th April 2021. Hong Kong SAR, P.R. China. Hong Kong (China): [s.n.]. 205 S. ISBN: 978-988-19988-3-5. [International Conference on Sustainable Biowaste Management, [online], 12.-15.04.2021].

Wong, J. W. C.; Tyagi, R. D.; Nelles, M.; Zhao, J. (Hrsg.) (2021). *International Conference on Sustainable Biowaste Management 2021: Proceedings Book*. 12th-15th April 2021, Hong Kong SAR, P.R. China. Hong Kong (China): Hong Kong Baptist University. 326 S. ISBN: 978-988-19988-0-4. [International Conference on Sustainable Biowaste Management, Hong Kong (China), 12.-14.04.2021].

Buchbeiträge

Adler, P.; Brosowski, A.; Kalcher, J.; Stecher, K.; Zeller, V. (2021). *Methodik zur Ermittlung von Biomassepotenzialen*. In: Thrän, D.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *Methodenhandbuch: Stoffstromorientierte Bilanzierung der Klimagaseffekte. Methoden zur Bestimmung von Technologie Kennwerten, Gesteigungskosten und Klimagaseffekten von Vorhaben im Rahmen*

des BMWi-Forschungsnetzwerkes Bioenergie/BMWi-Förderbereich „Energetische Biomassenutzung“. 5. Aufl. Leipzig: DBFZ. (Schriftenreihe „Energetische Biomassenutzung“, 4). ISBN: 978-3-946629-58-0. S. 46-55.

Bezama, A.; Mittelstädt, N.; Thrän, D. (2021). *A Systematic Approach for Assessing and Managing the Urban Bioeconomy*. In: Koukios, E.; Sacio-Szymanska, Anna (Hrsg.) *Bio#Futures: Foreseeing and Exploring the Bioeconomy*. Cham (Schweiz): Springer. ISBN: 978-3-030-64971-5. S. 393-410. DOI: 10.1007/978-3-030-64969-2_18.

Dotzauer, M.; Büchner, D.; Eitrop, L.; Härdtlein, M.; Hennig, C.; Herrmann, A.; Holzhammer, U.; Kornatz, P.; Mast, T.; Nage, S.; Oehmichen, K.; Philipp, M.; Pohl, M.; Selleneit, V.; Thrän, D. (2021). *Flexible Bereitstellung von Bioenergie*. In: Thrän, D.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *Methodenhandbuch: Stoffstromorientierte Bilanzierung der Klimagaseffekte. Methoden zur Bestimmung von Technologie Kennwerten, Gesteigungskosten und Klimagaseffekten von Vorhaben im Rahmen des BMWi-Forschungsnetzwerkes Bioenergie/BMWi-Förderbereich „Energetische Biomassenutzung“*. 5. Aufl. Leipzig: DBFZ. (Schriftenreihe „Energetische Biomassenutzung“, 4). ISBN: 978-3-946629-58-0. S. 56-108.

Herrmann, A.; Lenz, V.; Pohl, M. (2021). *Methoden zur Energie- und Stoffbilanzierung des Konversionsprozesses*. In: Thrän, D.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *Methodenhandbuch: Stoffstromorientierte Bilanzierung der Klimagaseffekte. Methoden zur Bestimmung von Technologie Kennwerten, Gesteigungskosten und Klimagaseffekten von Vorhaben im Rahmen des BMWi-Forschungsnetzwerkes Bioenergie/BMWi-Förderbereich „Energetische Biomassenutzung“*. 5. Aufl. Leipzig: DBFZ. (Schriftenreihe „Energetische Biomassenutzung“, 4). ISBN: 978-3-946629-58-0. S. 109-139.

Mauky, E.; Kretzschmar, J.; Pröter, J.; Hieber, H.; Fritzsche, M.; Stolberg, B. (2021). *OptiMand: Optimierter Einsatz von Mühlennachprodukten zur bedarfsgerechten Bioenergieproduktion durch innovative Überwachungs-, Mess- und Regelungsmethoden*. In: Thrän, D.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *Focus on Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt: Projektergebnisse 2019-2020*. Leipzig: DBFZ. (Fokusheft Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-71-9. S. 114-119.

Oehmichen, K.; Hennenberg, K.; Lenz, V.; Stinner, W.; Zeymer, M. (2021). *Methodik der Bilanzierung von Treibhausgasemissionen und weiteren Emissionen*. In: Thrän, D.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *Methodenhandbuch: Stoffstromorientierte Bilanzierung der Klimagaseffekte. Methoden zur Bestimmung von Technologie Kennwerten, Gesteigungskosten*

und Klimagaseffekten von Vorhaben im Rahmen des BMWi-Forschungsnetzwerkes Bioenergie/BMWi-Förderbereich „Energetische Biomassenutzung“. 5. Aufl. Leipzig: DBFZ. (Schriftenreihe „Energetische Biomassenutzung“, 4). ISBN: 978-3-946629-58-0. S. 160-174.

Pollex, A.; Herrmann, A. (2021). *StROHgas: Entwicklung eines Verfahrens zur Vergasung von asche- und chlorhaltiger Biomasse am Beispiel Stroh*. In: Thrän, D.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *Focus on Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt: Projektergebnisse 2019-2020*. Leipzig: DBFZ. (Fokusheft Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-71-9. S. 10-19.

Pollex, A.; Zeng, T.; Mühlenberg, J.; Oehmichen, K.; Kuptz, D.; Lesche, S.; Hartmann, H.; Kuffer, G. (2021). *VergaOpt: Mittel- und langfristige Sicherung des Holzvergaseranlagenbestandes und Beitrag zu dessen weiterem Ausbau durch Erschließung preiswerter Brennstoffsortimente*. In: Thrän, D.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *Focus on Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt: Projektergebnisse 2019-2020*. Leipzig: DBFZ. (Fokusheft Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-71-9. S. 20-29.

Pröter, J. (2021). *ELIRAS: Dynamik im Hexenkessel. Systematische Untersuchung von*. In: Thrän, D.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *Focus on Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt: Projektergebnisse 2019-2020*. Leipzig: DBFZ. (Fokusheft Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-71-9. S. 150-157.

Reinelt, T.; Wedwitschka, H.; Tietze, Michael, Reinhold, Jürgen (2021). *FermKomp: Abgestimmte Effizienzsteigerung und Emissionsminderung der Feststofffermentation mit nachfolgender Kompostierung*. In: Thrän, D.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *Focus on Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt: Projektergebnisse 2019-2020*. Leipzig: DBFZ. (Fokusheft Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-71-9. S. 120-127.

Szarka, N.; Schmid, C. (2021). *SMART: Bewertung des Marktpotenzials und Systembeitrags von integrierten Bioenergiekonzepten*. In: Thrän, D.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *Focus on Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt: Projektergebnisse 2019-2020*. Leipzig: DBFZ. (Fokusheft Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-71-9. S. 190-193.

Thrän, D.; Brosowski, A.; Dotzauer, M.; Hennenberg, K.; Hennig, C.; Herrmann, A.; Holzhammer, U.; Kalcher, J.; Kornatz, P.; Lenz, V.; Mast, T.; Nage, S.; Oehmichen, K.; Pohl, M. (2021). *Genereller Rahmen & Definitionen*. In: Thrän, D.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *Methodenhandbuch: Stoffstromorientierte Bilanzierung der Klimagaseffekte. Methoden zur Bestimmung von Technologie Kennwerten, Gesteigungskosten und Klimagaseffekten von Vorhaben*

- im Rahmen des BMWi-Forschungsnetzwerkes Bioenergie/BMWi-Förderbereich „Energetische Biomassenutzung“. 5. Aufl. Leipzig: DBFZ. (Schriftenreihe „Energetische Biomassenutzung“, 4). ISBN: 978-3-946629-58-0. S. 21–45.
- Zeng, T.; Bienert, K.; Oehmichen, K.; Schmidt-Baum, T.; Alt, D.; Klenk, W.; Burkhardt, H. (2021). DAMPF-KWK: Entwicklung eines Klein-KWK-Dampfmotors zur Nachrüstung von Feuerungsanlagen im mittleren Leistungsbereich. In: Thrän, D.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *Focus on Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt: Projektergebnisse 2019–2020*. Leipzig: DBFZ. (Fokusheft Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-71-9. S. 86–93.
- Zeymer, M.; Dögnitz, N.; Etzold, H.; Hennig, C.; Kornatz, P.; Lenz, V.; Thrän, D. (2021). Methodik zur Berechnung von Gesteungskosten. In: Thrän, D.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *Methodenhandbuch: Stoffstromorientierte Bilanzierung der Klimagaseffekte. Methoden zur Bestimmung von Technologiekenntnissen, Gesteungskosten und Klimagaseffekten von Vorhaben im Rahmen des BMWi-Forschungsnetzwerkes Bioenergie/BMWi-Förderbereich „Energetische Biomassenutzung“*. 5. Aufl. Leipzig: DBFZ. (Schriftenreihe „Energetische Biomassenutzung“, 4). ISBN: 978-3-946629-58-0. S. 140–159.
- Beiträge in Tagungsbänden**
- Antwi, E.; Narra, S.; Ekanthalu, V. S.; Morscheck, G.; Nelles, M. (2021). Hydrothermal carbonization of mango seeds. In: Wong, J. W. C.; Tyagi, R. D.; Nelles, M.; Zhao, Jun (Hrsg.) *International Conference on Sustainable Biowaste Management 2021: Proceedings Book. 12th–15th April 2021, Hong Kong SAR, P.R. China*. Hong Kong (China): Hong Kong Baptist University. ISBN: 978-988-19988-0-4. S. 200–203.
- Barchmann, T.; Dotzauer, M.; Rensberg, N. (2021). Bioenergieanlagen in Deutschland bis 2035: Eine ökonomische Analyse unter den Rahmenbedingungen des EEG 2021. In: Nelles, M. (Hrsg.) *15. Rostocker Bioenergieforum: am 16./17. Juni 2021 online als Videokonferenz. Tagungsband*. Rostock: Univ., Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft. (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen, 105). ISBN: 978-3-86009-524-9. S. 343–353.
- Beidaghy, H. D.; Zeng, T.; Enke, D. (2021). Mitigation of Ash-Melting Behavior during Combustion of Silica-Rich Biomass Assortments to Enhance Porosity of Biogenic Silica. In: Maugin, P.; Scarlat, N.; Grassi, A. (Hrsg.) *Papers of the 29th European Biomass Conference: Setting the course for a biobased economy. Extracted from the Proceedings of the International Conference held online 26–29 April 2021*. Florenz (Italien): ETA-Florence Renewable Energies. ISBN: 978-88-89407-21-9. S. 713–718. DOI: 10.5071/29thEUBCE2021-3A0.9.4.
- Bett, A.; Krugel, G.; Brödner, R.; Gils, H. C.; O’Sullivan, M.; Wenske, J.; Hauch, J.; Robinius, M.; Schlatmann, R.; Lim, B.; Püttner, A. (2021). Erneuerbare Energie: Chancen einer industriellen Wertschöpfung in Europa. In: *Forschung für den European Green Deal: Beiträge zur FVEE-Jahrestagung 2020*. Berlin: FVEE. (FVEE-Themen). S. 21–25.
- Braun, M.; Degner, T.; Kneiske, T.; Stock, S.; Wittwer, C.; Wurdinger, K.; Maydell, K. v.; Vogt, T.; Linßen, J.; Robinius, M.; Hagenmeyer, V.; Merten, F. (2021). Resiliente und kosteneffiziente Stromnetze für die europäische Energieversorgung. In: *Forschung für den European Green Deal: Beiträge zur FVEE-Jahrestagung 2020*. Berlin: FVEE. (FVEE-Themen). S. 93–97.
- Dietrich, S.; Nieß, S.; Rönsch, S. (2021). Synthesis of light hydrocarbons from biogas and hydrogen: Investigation of Fe-Mn-K/MgO catalyst. In: Held, J. (Hrsg.) *REGATEC 2020: 7th International Conference on Renewable Energy Gas Technology. Conference proceedings, 20–21 September 2021, Weimar, Germany*. Lund (Schweden): Renewable Energy Technology International AB. ISBN: 978-91-981149-6-6. S. 91–92.
- Engler, N.; Agboka, K.; Koledzi, E. K.; Fontodji, J. K.; Alouka, S.; Bellot, F.-F.; Fischer, P.; Helka, J.; Kalcher, J.; Krüger, D.; Lenhart, M.; Majer, S.; Özge Cepelouglular, M.; Naegeli de Torres, F.; Pohl, M.; Schaller, S.; Steinert, D. (2021). The LabTogo-Project: Analysis of the biomass potential and set-up of research capacities for the development of a biogas sector in Togo. In: Reiff-Stephan, J.; Amouzou, K.; Adanlete, Assiongbon (Hrsg.) *2nd German-West African Conference on Sustainable, Renewable Energy Systems – SusRES: 6th April 2021 – Kara, Togo. Conference Proceedings*. Hannover: TIB Open Publishing. (TH Wildau Engineering and Natural Sciences Proceedings). S. 65–75. DOI: 10.52825/thwildauensp.v1i.14.
- Foth, S.; Sprafke, J.; Nelles, M. (2021). COASTAL Biogas: Utilization of seaweed (*Zostera marina*) as co-substrate in anaerobic digestion. In: Nelles, M. (Hrsg.) *15. Rostocker Bioenergieforum: am 16./17. Juni 2021 online als Videokonferenz. Tagungsband*. Rostock: Univ., Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft. (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen, 105). ISBN: 978-3-86009-524-9. S. 431–442.
- Foth, S.; Sprafke, J.; Nelles, M. (2021). Utilization of water care material (WCM) in anaerobic digestion. In: Nelles, M. (Hrsg.) *15. Rostocker Bioenergieforum: am 16./17. Juni 2021 online als Videokonferenz. Tagungsband*. Rostock: Univ., Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft. (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen, 105). ISBN: 978-3-86009-524-9. S. 257–272.
- Fröhlich, J.; Narra, S.; Nelles, M.; Klepp, G.-H. (2021). FES Field Lab: Eine ortsunabhängiges Spreicherkraftwerk im Demonstrationsmaßstab. In: Nelles, M. (Hrsg.) *15. Rostocker Bioenergieforum: am 16./17. Juni 2021 online als Videokonferenz. Tagungsband*. Rostock: Univ., Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft. (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen, 105). ISBN: 978-3-86009-524-9. S. 391–392.
- Giovannetti, F.; Hüsing, F.; Büchner, D.; Gebhardt, H.; Schmidt, D.; Bongs, C.; Schnabel, L.; Schmidt, C.; Schill, E.; Schmidt, F.; Schüwer, D.; Büttner, B.; Hauer, A. (2021). Solar- und Umweltenergie für effiziente Wärme- und Kälteerzeugung. In: *Forschung für den European Green Deal: Beiträge zur FVEE-Jahrestagung 2020*. Berlin: FVEE. (FVEE-Themen). S. 71–77.
- Görsch, K.; Braune, M.; Knötig, P. (2021). Production of renewable biomethane using bioresources and hydrogen. In: Schubert, N. (Hrsg.) *13th International Colloquium Fuels: Conventional and Future Energy for Automobiles. Conference proceedings 2021*. Tübingen: expert verlag GmbH. ISBN: 978-3-8169-3539-1. S. 101–105.
- Görsch, K.; Brosowski, A.; Röder, L. S.; Knötig, P. (2021). Use of biogenic residues for the production of biomethane. In: Wong, J. W. C.; Tyagi, R. D.; Nelles, M.; Zhao, Jun (Hrsg.) *International Conference on Sustainable Biowaste Management 2021: Proceedings Book. 12th–15th April 2021, Hong Kong SAR, P.R. China*. Hong Kong (China): Hong Kong Baptist University. ISBN: 978-988-19988-0-4. S. 45–48.
- Hartmann, I.; Krämer, G.; Wiest, W.; Ho, J.; Hess, D.; Thiel, C.; Kossack, J.; Lehmenkühler, L.; König, M. (2021). Entwicklung einer mit Präzisionshackgut beschickten emissionsarmen Einzelraumfeuerungsanlage. In: Nelles, M. (Hrsg.) *15. Rostocker Bioenergieforum: am 16./17. Juni 2021 online als Videokonferenz. Tagungsband*. Rostock: Univ., Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft. (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen, 105). ISBN: 978-3-86009-524-9. S. 283–294.
- Knoll, L.; Reinelt, T.; Vesenmaier, A.; Reiser, M. (2021). EvEmBi: Methanemissionen von Biogasanlagen und mögliche Minderungsmaßnahmen. In: *Biogas in der Landwirtschaft: Stand und Perspektiven. FNR/KTBL-Online-Kongress am 29. und 30. September 2021*. Darmstadt: KTBL. (KTBL-Schrift, 524). ISBN: 978-3-945088-83-8. S. 122–131.
- Kornatz, P.; Dotzauer, M.; Schindler, H.; Schmieder, U.; Szarka, N.; Merker, O.; Matschoss, P.; Laub, K.; Wern, B.; Fleck, S.; Rösch, C.; Thrän, D. (2021). Bioenergie in der europäischen Zeitenwende: Ein intelligenter Baustein für ein nachhaltiges Energie- und Kreislaufwirtschaftssystem als Beitrag zum European Green Deal. In: *Forschung für den European Green Deal: Beiträge zur FVEE-Jahrestagung 2020*. Berlin: FVEE. (FVEE-Themen). S. 48–52.
- Leipprand, A.; Samadi, S.; Holtz, G.; Schneider, C.; Lenz, V.; Jordan, M.; Lorenz, T.; Pitz-Paal, R.; Dahmen, M.; Robinius, M.; Pesch, T.; Röben, F.; Markewitz, P.; Nitz, R.; Dittmeyer, R.; Stapf, D. (2021). Auf dem Weg zur klimaneutralen Industrie: Herausforderungen und Strategien. In: *Forschung für den European Green Deal: Beiträge zur FVEE-Jahrestagung 2020*. Berlin: FVEE. (FVEE-Themen). S. 15–20.
- Matschoss, P.; Hauser, E.; Müller-Langer, F.; Schröder, J.; Brand, U.; Dietrich, R.-U.; Eggemann, L.; Peters, R.; Theiss, L.; Dittmeyer, R.; Rösch, C.; Haase, M.; Millinger, M.; Terrapon-Pfaff, J.; Fuchs, A.-L.; Schmidt, M. (2021). Synthetische Kraftstoffe: Ökonomie, Gesellschaft, Nachhaltigkeit. In: *Forschung für den European Green Deal: Beiträge zur FVEE-Jahrestagung 2020*. Berlin: FVEE. (FVEE-Themen). S. 37–42.
- Mauky, E.; Weinrich, S.; Brosowski, A.; Krause, T.; Kretzschmar, J. (2021). Bewertungssystematik zur Eignung landwirtschaftlicher Reststoffe für die Flexibilisierung des Biogasprozesses. In: Nelles, M. (Hrsg.) *15. Rostocker Bioenergieforum: am 16./17. Juni 2021 online als Videokonferenz. Tagungsband*. Rostock: Univ., Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft. (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen, 105). ISBN: 978-3-86009-524-9. S. 169–175.
- Menden, M.; Sprafke, J.; Born, J.; Nelles, M.; Schneider, H. (2021). Standardisierte Kleinstbiogasanlagen zur Vergärung von Schweinegülle mit integrierter Methananreicherung, Gärrest und Abwasseraufbereitung. In: Nelles, M. (Hrsg.) *15. Rostocker Bioenergieforum: am 16./17. Juni 2021 online als Videokonferenz. Tagungsband*. Rostock: Univ., Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft. (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen, 105). ISBN: 978-3-86009-524-9. S. 103–108.
- Naumann, K.; Müller-Langer, F. (2021). Weiterentwicklung der Quote zur Treibhausgasvermeidung. In: Nelles, M. (Hrsg.) *15. Rostocker Bioenergieforum: am 16./17. Juni 2021 online als Videokonferenz. Tagungsband*. Rostock: Univ., Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft. (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen, 105). ISBN: 978-3-86009-524-9. S. 47–55.
- Nelles, M.; Al-Bewani, R.; Böning, T.; Nassour, A. (2021). Increasing the efficiency of mechanical-biological residual waste treatment through the fermentation of the liquids after the organic fractions. In: Wong, J. W. C.; Tyagi, R. D.; Nelles, M.; Zhao, Jun (Hrsg.) *International Conference on Sustainable Biowaste Management 2021: Proceedings Book*.

- 12th–15th April 2021, Hong Kong SAR, P.R. China. Hong Kong (China): Hong Kong Baptist University. ISBN: 978-988-19988-0-4. S. 30–36.
- Pohl, M.; Hülsemann, B.; Mächtig, T.; Barchmann, T.; Lenhart, M.; Liebetrau, J. (2021). Biogas Monitoring Programme III: Energy Efficiency Assessment of 61 Biogas Plants in Germany. Outcomes and Methodological Challenges. In: Wong, J. W. C.; Tyagi, R. D.; Nelles, M.; Zhao, Jun (Hrsg.) *International Conference on Sustainable Biowaste Management 2021: Proceedings Book. 12th–15th April 2021, Hong Kong SAR, P.R. China*. Hong Kong (China): Hong Kong Baptist University. ISBN: 978-988-19988-0-4. S. 52.
- Pujan, R.; Preisig, H. A. (2021). Systematic Modelling of Transport Processes across Interfaces. In: Turkey, M.; Gani, Rafiqul (Hrsg.) *31st European Symposium on Computer Aided Process Engineering: Escape-31. Part A*. Amsterdam (Niederlande) et al.: Elsevier. (Computer-aided chemical engineering, 50). ISBN: 978-0-323-88506-5. S. 637–642. DOI: 10.1016/B978-0-323-88506-5.50101-7.
- Schmidt-Baum, T.; García Laverde, L.; Pomsel, D.; Szarka, N.; Lenz, V. (2021). „Handwerkerschafts-Dilemma“ beim Umstieg auf Biomasseheizanlagen. In: Nelles, M. (Hrsg.) *15. Rostocker Bioenergieforum: am 16./17. Juni 2021 online als Videokonferenz. Tagungsband*. Rostock: Univ., Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft. (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen, 105). ISBN: 978-3-86009-524-9. S. 321–337.
- Schüch, A.; Klein, J.; Sprafke, J.; Nelles, M. (2021). Verwertung von Reststoffen aus der Aquakultur mit Schwerpunkt der anaeroben Vergärung von Schlamm aus der Prozesswasseraufbereitung. In: Nelles, M. (Hrsg.) *15. Rostocker Bioenergieforum: am 16./17. Juni 2021 online als Videokonferenz. Tagungsband*. Rostock: Univ., Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft. (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen, 105). ISBN: 978-3-86009-524-9. S. 241–256.
- Schumacher, B.; Rensberg, N.; Stinner, W.; Nelles, M. (2021). Gülle-Management an Biogasanlagen: Ergebnisse einer aktuellen Umfrage unter Biogasanlagenbetreibern in Deutschland. In: Nelles, M. (Hrsg.) *15. Rostocker Bioenergieforum: am 16./17. Juni 2021 online als Videokonferenz. Tagungsband*. Rostock: Univ., Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft. (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen, 105). ISBN: 978-3-86009-524-9. S. 131–139.
- Sprafke, J.; Narra, S.; Morscheck, G. (2021). Biodegradable plastics: Pros and cons bioplastics. In: Wong, J. W. C.; Tyagi, R. D.; Nelles, M.; Zhao, Jun (Hrsg.) *International Conference on Sustainable Biowaste Management 2021: Proceedings Book. 12th–15th April 2021, Hong Kong SAR, P.R. China*. Hong Kong (China): Hong Kong Baptist University. ISBN: 978-988-19988-0-4. S. 283–287.
- Thrän, D.; Daniel-Gromke, J.; Kornatz, P. (2021). Die Rolle der Biogasproduktion als Bestandteil zukünftiger bioökonomischer Produktionssysteme. In: *Biogas in der Landwirtschaft: Stand und Perspektiven. FNR/KTBL-Online-Kongress am 29. und 30. September 2021*. Darmstadt: KTBL. (KTBL-Schrift, 524). ISBN: 978-3-945088-83-8. S. 17–30.
- Thrän, D.; Moesenfechtel, U. (2021). Nachhaltige Bioökonomie in Deutschland: wie kann das funktionieren? In: Nelles, M. (Hrsg.) *15. Rostocker Bioenergieforum: am 16./17. Juni 2021 online als Videokonferenz. Tagungsband*. Rostock: Univ., Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft. (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen, 105). ISBN: 978-3-86009-524-9. S. 13–24.
- Weinrich, S. (2021). Möglichkeiten und Herausforderungen der praxisnahen Prozesssimulation an Biogasanlagen. In: *Biogas in der Landwirtschaft: Stand und Perspektiven. FNR/KTBL-Online-Kongress am 29. und 30. September 2021*. Darmstadt: KTBL. (KTBL-Schrift, 524). ISBN: 978-3-945088-83-8. S. 102–113.
- Abstracts in Tagungsreadern/Tagungsbänden**
- Adam, R.; Röver, L.; Berger, F.; Schneider, P.; Zeng, T.; Werner, H.; Lenz, V. (2021). Einsatz von Parklaub als „sonstiger nachwachsender Rohstoff“ gemäß § 3 (1) Nr. 13 der 1. BImSchV. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8. S. 73.
- Antwi, E.; Narra, S.; Ekanthalu, V. S.; Morscheck, G.; Nelles, M. (2021). Hydrothermal Carbonization of Mango Kernels. In: Wong, J. W. C.; Tyagi, R. D.; Nelles, M.; Zhao, Jun (Hrsg.) *International Conference on Sustainable Biowaste Management 2021: Abstract Book. 12th–15th April 2021. Hong Kong SAR, P.R. China*. Hong Kong (China): [s.n.]. ISBN: 978-988-19988-3-5. S. 142.
- Barchmann, T.; Raufuß, I.; Rensberg, N.; Daniel-Gromke, J. (2021). Entwicklung und Demonstration eines innovativen ökologischen Hybridkraftwerks für die Kopplung von Bioenergie mit Geothermie zur Versorgung unterschiedlicher Abnehmerstrukturen. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8. S. 94–95.
- Beidaghy, H. D.; Herrmann, A.; Zeng, T.; Pollex, A. (2021). Projektvorstellung KeVergAv-Projekt. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8. S. 28.
- Beidaghy, H. D.; Zeng, T.; Enke, D.; Hölzig, H.; Kloess, G. (2021). A comprehensive research study on the quality and behavior of silica-rich biomass ashes. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 43–51.
- Büchner, D.; Schraube, C.; Wurdinger, K.; Cardot, J.-S.; Kändler, C.; Theurich, S. (2021). Systematische Clusterung von brennstoff- und anlagenbezogenen Problemen am Beispiel von Holzhackschnitzelkesseln. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8. S. 42–43.
- Büchner, D.; Theurich, S.; Schraube, C. (2021). Systemdienlicher Betrieb von kleinen Biomasse-BHKW. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8.
- Chang, Y.; Thrän, D.; Stinner, W. (2021). Potential of agricultural residues and biogas development in China. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 183–192.
- Clauß, T.; Knoll, L.; Kornatz, P.; Wechselberger, V.; Vesenmaier, A.; Dahl, J. (2021). Model to estimate methane emissions of different biogas plant concepts and national biogas plant stocks. In: Kretzschmar, J.; Weinrich, S.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *V. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes: March 23rd–25th 2021. Online Conference*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-68-9. S. 54–55.
- Delory, F.; Weinrich, S. (2021). Implementation of a simple mass-based kinetic model for dynamic simulation of methane production rates. In: Kretzschmar, J.; Weinrich, S.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *V. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes: March 23rd–25th 2021. Online Conference*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-68-9. S. 66–67.
- Dietrich, S.; Klemm, M.; Nieß, S. (2021). Fischer-Tropsch synthesis for biogas upgrading. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 209–219.
- Dzofouf Ngoumelah, D.; Harnisch, F.; Kretzschmar, J. (2021). Inhibition of electroactive bacteria may hinder the combination of microbial electrochemical technologies with anaerobic digestion. In: Kretzschmar, J.; Weinrich, S.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *V. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes: March 23rd–25th 2021. Online Conference*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-68-9. S. 68–69.
- Dzofouf Ngoumelah, D.; Harnisch, F.; Kretzschmar, J. (2021). Interaction between Geobacter spp. dominated biofilms and methanogens from anaerobic digestion. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 155–163.
- Ekanthalu, V. S.; Narra, M.-M.; Narra, S.; Antwi, E.; Nelles, M. (2021). A Review on Organic Waste Management Strategy in Kerala. In: Ghosh, S. Kumar (Hrsg.) *Waste Management, Sustainable Development and Circular Economy: Abstract Book. Proceedings of the 11th IconSWM-CE & IPLA Global Forum 2021*. [s.l.]: [s.n.]. S. 220.
- Formann, S.; Körner, P. (2021). Wertschöpfung durch die thermische Behandlung von biogenen Stoffen. In: *Jahrestreffen der Fachgruppe Rohstoffe: 2. März 2021. Programm und Kurzfassungen*. [s.l.]: DECHEMA, VDI. S. 12–13.
- Formann, S.; Schliermann, T.; Hartmann, I.; Fellner, A.; Schneider, P. (2021). Combustion of Regionally Available Agricultural Residues for Energetic use of Biomass and coupled Production of Biogenic Silica for particulate matter Precipitation Processes. In: Ghosh, S. Kumar (Hrsg.) *Waste Management, Sustainable Development and Circular Economy: Abstract Book. Proceedings of the 11th IconSWM-CE & IPLA Global Forum 2021*. [s.l.]: [s.n.]. S. 85.
- Formann, S.; Schliermann, T.; Scheider, P.; Hoferecht, F.; Hartmann, I. (2021). Verbrennung regional verfügbarer Reststoffe zur energetischen Nutzung von Biomasse und zur gekoppelten Erzeugung von biogenem Silica für Feinstaubfilter-Prozesse. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8. S. 38.
- Görsch, K.; Naumann, K. (2021). Advanced Methane from Biogenic Wastes and Residues as well as Green Hydrogen: Pilot-SBG. In: Ghosh, S. Kumar

- (Hrsg.) *Waste Management, Sustainable Development and Circular Economy: Abstract Book. Proceedings of the 11th IconSWM-CE & IPLA Global Forum 2021*. [s.l.]: [s.n.]. S. 308.
- Görsch, K.; Naumann, K. (2021). Use of biogenic residues for the production of biomethane. In: Wong, J. W. C.; Tyagi, R. D.; Nelles, M.; Zhao, Jun (Hrsg.) *International Conference on Sustainable Biowaste Management 2021: Abstract Book. 12th-15th April 2021. Hong Kong SAR, P.R. China*. Hong Kong (China): [s.n.]. ISBN: 978-988-19988-3-5. S. 50.
- Gröngroft, A.; Nitzsche, R. (2021). Pentose purification with membrane filtration and adsorption. In: *ECCE 13 & ECAB 6: 20-23 September 2021. Book of abstracts*. [s.l.]: [s.n.]. S. [805-806].
- Grope, J.; Weinrich, S.; Nelles, M.; Scholwin, F. (2021). Simulating biogas production in agricultural biogas plants based on a first-order reaction model. In: Kretzschmar, J.; Weinrich, S.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *V. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes: March 23rd-25th 2021. Online Conference*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-68-9. S. 70-71.
- Hafner, S. D.; Astals, S.; Fruteau de Lacos, H.; Koch, K.; Weinrich, S.; Holliger, C. (2021). Making BMP measurement more reproducible: results, recommendations, and resources from the IIS-BMP project. In: Kretzschmar, J.; Weinrich, S.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *V. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes: March 23rd-25th 2021. Online Conference*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-68-9. S. 24-25.
- Hafner, S. D.; Astals, S.; Koch, K.; Weinrich, S. (2021). Inter-laboratory reproducibility in batch anaerobic digestion kinetics. In: Kretzschmar, J.; Weinrich, S.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *V. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes: March 23rd-25th 2021. Online Conference*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-68-9. S. 72-73.
- Jordan, M.; Hopfe, C.; Millinger, M.; Rode, J.; Thrän, D. (2021). The future role of bioenergy in the German heat sector under consideration of consumer choice in energy system optimization modeling. In: *16th conference on sustainable development of energy, water and environment systems: Book of abstracts. October 10-15, 2021, Dubrovnik, Croatia (hybrid event)*. Zagreb (Kroatien): Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture. S. 463.
- Jusakulvijit, P.; Bezama, A.; Thrän, D. (2021). Integrated assessment of a potential decentralized bioethanol production system from agricultural residues in Thailand. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 71-84.
- Keyu, B.; Schröter, B.; Thrän, D. (2021). Modelling and Assessment of Biomass Resource in Urban Energy Systems within the Framework of the Food-Energy-Water Nexus. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 65-70.
- König, M. (2021). Optimierung und Validierung von Verfahren zur kombinierten Reduktion von Feinstaub und sauren Schadgasen an Biomassefeuerungen. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8. S. 53.
- König, M.; Hartmann, I. (2021). Optimierung und Validierung von Verfahren zur kombinierten Reduktion von Feinstaub und sauren Schadgasen an Biomassefeuerungen. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8. S. 66-67.
- Mächtigt, T.; Hülsemann, B.; Pohl, M. (2021). Comparison of different methods for monitoring biological efficiency on agricultural biogas plants. In: Kretzschmar, J.; Weinrich, S.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *V. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes: March 23rd-25th 2021. Online Conference*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-68-9. S. 26-27.
- Moosmann, D.; Rensberg, N.; Majer, S.; Rauh, S. (2021). THG-Bilanzierung von Energie aus Biogas im Rahmen der RED II: Ergebnisse von Praxisrechnungen und Herausforderungen bei der Nachhaltigkeitszertifizierung von Biogas- und Biomethananlagen. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8. S. 90-91.
- Morscheck, G.; Narra, S.; Sprafke, J. (2021). Biodegradable Plastics: Pros and Cons Bioplastics. In: Wong, J. W. C.; Tyagi, R. D.; Nelles, M.; Zhao, Jun (Hrsg.) *International Conference on Sustainable Biowaste Management 2021: Abstract Book. 12th-15th April 2021. Hong Kong SAR, P.R. China*. Hong Kong (China): [s.n.]. ISBN: 978-988-19988-3-5. S. 186.
- Musonda, F.; Thrän, D. (2021). The potential for greenhouse abatement and the corresponding costs in the German chemicals sector. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 85-92.
- Nelles, M.; Morscheck, G.; Narra, S. (2021). Organic Waste and Residues in Germany: The Role in the Energy System, Bioeconomy and Climate Protection. In: Ghosh, S. Kumar (Hrsg.) *Waste Management, Sustainable Development and Circular Economy: Abstract Book. Proceedings of the 11th IconSWM-CE & IPLA Global Forum 2021*. [s.l.]: [s.n.]. S. 94.
- Nitzsche, R.; Köchermann, J.; Etzold, H.; Gröngroft, A. (2021). Separation and valorization of hemicellulose from lignocellulose hydrolysate streams by membrane filtration and adsorption. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 235-242.
- Pohl, M.; Hülsemann, B.; Mächtigt, T.; Barchmann, T.; Lenhart, M.; Liebetrau, J. (2021). Biogas monitoring programme III: Energy efficiency assessment of 61 biogas plants in Germany. Outcomes and methodological challenges. In: Wong, J. W. C.; Tyagi, R. D.; Nelles, M.; Zhao, Jun (Hrsg.) *International Conference on Sustainable Biowaste Management 2021: Abstract Book. 12th-15th April 2021. Hong Kong SAR, P.R. China*. Hong Kong (China): [s.n.]. ISBN: 978-988-19988-3-5. S. 54.
- Pollex, A. (2021). Heterogenität in ausgewählten holz- und nichtholzartigen Brennstoffsportimenten und deren Auswirkungen auf Verbrennungs- und Vergasungsprozesse. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8. S. 114-115.
- Röder, L. S.; Gröngroft, A.; Grünwald, M.; Riese, J. (2021). Systematische Analyse des theoretischen Demand Side Management Potentials in Bioraffinerien. In: *Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgemeinschaft Prozess-, Apparate- und Anlagentechnik (PAAT): 22.-23. November 2021. Virtuelle Tagung. Tagungsband*. [s.l.]: [s.n.]. S. [70].
- Schliermann, T.; Herrmann, A.; Hartmann, I.; Wiest, W.; Ho, J.; Köster, F.; Zimmermann, G. (2021). Thermo-Chemical Conversion of Ash-Rich Agricultural Residues in a Gasifier CHP. In: Ghosh, S. Kumar (Hrsg.) *Waste Management, Sustainable Development and Circular Economy: Abstract Book. Proceedings of the 11th IconSWM-CE & IPLA Global Forum 2021*. [s.l.]: [s.n.]. S. 86.
- Schliermann, T.; Herrmann, A.; Hartmann, I.; Wiest, W.; Ho, J.; Köster, F.; Zimmermann, G. (2021). Thermo-chemische Konversion aschereicher Agrarreststoffe in einem Vergaser-BHKW. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8. S. 72.
- Schumacher, B.; Wedwitschka, H.; Fischer, P.; Grundmann, J. (2021). Wood fibres as an example for innovative sector coupling. In: *Progress in Biogas V - Science meets Practice: Abstracts booklet of the International Conference. 22nd-24th September 2021. Kirchberg an der Jagst: GERBIO*. ISBN: 978-3-940706-11-9. S. 128-129.
- Selig, M.; Radtke, K. S. (2021). Die beste und einzige wissenschaftliche Praxis: Open Data. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8. S. 98-99.
- Vesenmaier, A.; Clauß, T.; Wechselberger, V.; Dahl, J.; Scheutz, C.; Schafy, D.; Reiser, M.; Kranert, M.; Kornatz, P.; Fredenslund, A. M. (2021). Evaluation and reduction of methane emissions from different european biogas plant concepts: An introduction of the EvEmBi Project. In: Kretzschmar, J.; Weinrich, S.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *V. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes: March 23rd-25th 2021. Online Conference*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-68-9. S. 50-51.
- Vesenmaier, A.; Reiser, M.; Kranert, M.; Reinelt, T.; Kornatz, P. (2021). Assessment and mitigation of methane emissions from agricultural biogas plants in southern Germany. In: Kretzschmar, J.; Weinrich, S.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *V. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes: March 23rd-25th 2021. Online Conference*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-68-9. S. 78.
- Wechselberger, V.; Meixner, K.; Clauß, T.; Knoll, L.; Reinelt, T.; Vesenmaier, A.; Bühler, M.; Yngvesson, J.; Scheutz, C.; Fredenslund, A. M.; Hubner-Humer, M.; Hrad, M. (2021). Evaluation of methane emissions from different european biogas plant concepts using harmonized methods including on-site and ground-based remote sensing approaches. In: Kretzschmar, J.; Weinrich, S.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *V. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes: March 23rd-25th 2021. Online Conference*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-68-9. S. 52-53.

- Wedwitschka, H.; Katz, H.; Glowacki, R.; Pröter, J. (2021). Wettbewerbsfähige Insektenprodukte (CIP) – Insektenmehlproduktion als Add-On für Biogasanlagen. In: *Biogas 2021: 14. Innovationskongress. Tagungsband 2021*. [s.l.]: [s.n.].
- Weinrich, S. (2021). Estimating biomethane potentials (BMP) and degradation kinetics in anaerobic digestion. In: *Progress in Biogas V – Science meets Practice: Abstracts booklet of the International Conference. 22nd–24th September 2021*. Kirchberg an der Jagst: GERBIO. ISBN: 978-3-940706-11-9. S. 100–101.
- Winkler, M.; Mauky, E.; Weinrich, S. (2021). Electricity-market-driven optimization of biogas plant operation: theory and application in full scale. In: Kretzschmar, J.; Weinrich, S.; Pfeiffer, Diana (Hrsg.) *V. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Processes: March 23rd–25th 2021. Online Conference*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-68-9. S. 18–19.
- (Abstract von) Poster in Tagungsbänden**
- Bindig, R. (2021). Procedure for the development of catalysts for the reduction of emissions from small-scale combustion. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 141–142.
- Mutlu, Ö. Ç.; Jordan, M.; Zeng, T.; Lenz, V. (2021). Zukünftiges Potenzial und Herausforderungen bei der Substitution von Erdgas durch biobasiertes Synthesegas in energieintensiven Sektoren: Eine technisch-ökonomische Analyse. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8. S. 142–143.
- Chan, K.; Thrän, D. (2021). How changing diets could reduce climate burdens in the German society. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 111–112.
- Dotzauer, M.; Thrän, D. (2021). Empirical greenhouse gas assessment for flexible bioenergy in interaction with the German power sector. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 107–108.
- García Laverde, L.; Schmidt-Baum, T.; Szarka, N.; Lenz, V. (2021). Heizungsaustausch: Erleichterung des Entscheidungs-, Planungs- und Installationsprozesses für Hauseigentümer:innen. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8. S. 146–147.
- Haufe, H.; García Laverde, L.; Schmidt-Baum, T.; Pannicke-Prochnow, N.; Birger, A.; Gerhards, C.; Schmeichel, A. (2021). BiWiBi-Projekt: Nachhaltige Kombination von bifacialen Solarmodulen, Windenergie und Biomasse bei gleichzeitiger landwirtschaftlicher Flächennutzung und Steigerung der Artenvielfalt. In: *Boden gut machen – neue Ackerbausysteme: KTBL-Tagung vom 16. bis 17. März 2021*. Darmstadt: KTBL. S. 220–221.
- Karras, T.; Thrän, D.; Brosowski, A. (2021). Supply costs of biogenic residues: Development of a regionalized supply cost model for Germany. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 101–102.
- Klüpfel, C.; Wirth, B.; Köchermann, J.; Biller, P. (2021). Experimental screening of process parameters for the hydrothermal liquefaction of digestate. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 145–146.
- Köchermann, J. (2021). Hydrothermal production of furfural and hydrochar using a vapor releasing reactor system. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 117–118.
- König, M.; Hartmann, I. (2021). Development and application of novel catalysts for the low-temperature NO_x abatement at combustion of biogenic solid fuels. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 135–136.
- Kurth, M.; Klemm, M. (2021). Water selective membranes for the methanation of CO₂. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 119–120.
- Mutlu, Ö. Ç.; Jordan, M.; Lenz, V.; Zeng, T. (2021). Future Competitive Potential of a Small-scale Fluidized-bed Combustion Technology in German heating Sector: An Economic Modelling Analysis. In: Maugin, P.; Scarlat, N.; Grassi, A. (Hrsg.) *Papers of the 29th European Biomass Conference: Setting the course for a biobased economy. Extracted from the Proceedings of the International Conference held online 26–29 April 2021*. Florenz (Italien): ETA-Florence Renewable Energies. ISBN: 978-88-89407-21-9. S. 573–576. DOI: 10.5071/29thEUB-CE2021-2BV.6.7.
- Nieß, S.; Klemm, M. (2021). Investigation of catalysts for direct biogas methanation. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 123–124.
- Prempeh, C. O.; Formann, S.; Nelles, M. (2021). The generation of a functional catalytic support system from silicon rich biomass residues for low-temperature methane oxidation operations. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 131–132.
- Pollex, A.; Kirsten, C.; Zeng, T.; Adam, R. (2021). Agglomeration of Vergaserkoks für die weitere stoffliche und energetische Nutzung. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8. S. 156–157.
- Richter, S.; Szarka, N.; Bezama, A.; Thrän, D. (2021). Drivers for a sustainable future bioeconomy in Germany. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 105–106.
- Röder, L. S.; Grünwald, M.; Riese, J.; Gröngroft, A. (2021). Systematic analysis of the theoretical demand side management potential in biorefineries. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 99–100.
- Schäfer, F.; Janke, L.; Niebling, F.; Himmelstoss, A.; Pröter, J. (2021). NovoHTK: a novel process for anaerobic mono-digestion of chicken manure. In: *Progress in Biogas V – Science meets Practice: Abstracts booklet of the International Conference. 22nd–24th September 2021*. Kirchberg an der Jagst: GERBIO. ISBN: 978-3-940706-11-9. S. 141–142.
- Schliermann, T. (2021). Synthesis and property optimization of biogenic silica by thermochemical conversion of rice husk in conversion reactors of variable size from laboratory to kilogram scale. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 139–140.
- Siol, C.; Majer, S.; Thrän, D. (2021). Assessing new technologies for the circular bioeconomy with combined environmental and economic. In: *4th Doctoral Colloquium Bioenergy: 13th/14th September, 2021. Fortbildungszentrum Technik und Umwelt (FTU), KIT Campus Nord*. Leipzig: DBFZ. (Tagungsreader, 22). ISBN: 978-3-946629-77-1. S. 95–96.
- Stolze, B.; Bindig, R.; Dernbecher, A. (2021). Katalytische Emissionsminderung in Biomasseverbrennungssystemen auf Basis von α -Al₂O₃ Hohlkugeln. In: Thrän, D.; Tens, Vera (Hrsg.) *10. Statuskonferenz Bioenergie: Eine Partnerin für alle Fälle*. Leipzig: DBFZ. (Reader Energetische Biomassenutzung). ISBN: 978-3-946629-78-8. S. 133.
- Winkler, M.; Mauky, E.; Weinrich, S.; Rabe, D.; Krebs, C.; Kretzschmar, J. (2021). Gazelle: „Ganzheitliche Regelung von Biogasanlagen zur Flexibilisierung und energetischen Optimierung. In: *Biogas in der Landwirtschaft: Stand und Perspektiven. FNR/KTBL-Online-Kongress am 29. und 30. September 2021*. Darmstadt: KTBL. (KTBL-Schrift, 524). ISBN: 978-3-945088-83-8. S. 171–172.
- Zeitschriftenartikel (peer reviewed)**
- Cai, Y.; Gallegos, D.; Zheng, Z.; Stinner, W.; Wang, X.; Pröter, J.; Schäfer, F. (2021). „Exploring the combined effect of total ammonia nitrogen, pH and temperature on anaerobic digestion of chicken manure using response surface methodology and two kinetic models“. *Bioresource Technology* (ISSN: 0960-8524), Nr. 337. DOI: 10.1016/j.biortech.2021.125328.
- Cai, Y.; Janke, L.; Zheng, Z.; Wang, X.; Pröter, J.; Schäfer, F. (2021). „Enhancing anaerobic digestion of chicken manure leachate: Effects of trace elements supplementation on methane production“. *Bioresource Technology Reports* (ISSN: 2589-014X), Nr. 14. DOI: 10.1016/j.biteb.2021.100662.
- Cai, Y.; Zheng, Z.; Schäfer, F.; Stinner, W.; Yuan, X.; Wang, H.; Cui, Z.; Wang, X. (2021). „A review about pretreatment of lignocellulosic biomass in anaerobic digestion: Achievement and challenge in Germany and China“. *Journal of Cleaner Production* (ISSN: 0959-6526), Nr. 299. S. 1–14. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.126885.
- Chaher, N. E. H.; Chakchouk, M.; Nassour, A.; Nelles, M.; Hamdi, M. (2021). „Potential of windrow food and green waste composting in Tunisia“. *Environ-*

- mental Science and Pollution Research* (ISSN: 0944-1344), Vol. 28, Nr. 34. S. 46540–46552. DOI: 10.1007/s11356-020-10264-7.
- Dzofou Ngoumelah, D.; Harnisch, F.; Kretzschmar, J. (2021). „Benefits of Age-Improved Resistance of Mature Electroactive Biofilm Anodes in Anaerobic Digestion“. *Environmental Science & Technology* (ISSN: 1520-5851), Vol. 55, Nr. 12. S. 8258–8266. DOI: 10.1021/acs.est.0c07320.
- Hildebrandt, J.; Thrän, D.; Bezama, A. (2021). „The circularity of potential bio-textile production routes: Comparing life cycle impacts of bio-based materials used within the manufacturing of selected leather substitutes“. *Journal of Cleaner Production* (ISSN: 0959-6526), Nr. 287. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.125470.
- Jalalipour, H.; Ahmadi, M.; Jaafarzadeh, N.; Morscheck, G.; Narra, S.; Nelles, M. (2021). „Provision of extended producer responsibility system for products packaging: A case study of Iran“. *Waste Management & Research* (ISSN: 0734-242X), Vol. 39, Nr. 10. S. 1291–1301. DOI: 10.1177/0734242X211040327.
- Jalalipour, H.; Jaafarzadeh, N.; Morscheck, G.; Narra, S.; Nelles, M. (2021). „Adoption of sustainable solid waste management and treatment approaches: A case study of Iran“. *Waste Management & Research* (ISSN: 0734-242X), Vol. 39, Nr. 7. S. 975–984. DOI: 10.1177/0734242X20978300.
- Jordan, M.; Hopfe, C.; Millinger, M.; Rode, J.; Thrän, D. (2021). „Incorporating consumer choice into an optimization model for the German heat sector: Effects on projected bioenergy use“. *Journal of Cleaner Production* (ISSN: 0959-6526), Nr. 295. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.126319.
- Kerrou, O.; Lahboubi, N.; Bakraoui, M.; Karouach, F.; El Gnaoui, Y.; Schüch, A.; Stinner, W.; El Bari, H. (2021). „Methane production from anaerobic digestion of date palm leafet waste in Morocco“. *Journal of Material Cycles and Waste Management* (ISSN: 1438-4957), Vol. 23, Nr. 4. S. 1599–1608. DOI: 10.1007/s10163-021-01238-z.
- König, M.; Hartmann, I.; Varas-Concha, F.; Torres-Fuchslocher, C.; Hoferecht, F. (2021). „Effects of single and combined retrofit devices on the performance of wood stoves“. *Renewable Energy* (ISSN: 0960-1481), Nr. 171. S. 75–84. DOI: 10.1016/j.renene.2021.02.050.
- Kretzschmar, J.; Harnisch, F. (2021). „Electrochemical impedance spectroscopy on biofilm electrodes: conclusive or euphonious?“. *Current Opinion in Electrochemistry* (ISSN: 2451-9103), Nr. 29. DOI: 10.1016/j.coelec.2021.100757.
- Lehmann, P.; Ammermann, K.; Gawel, E.; Geiger, C.; Hauck, J.; Heilmann, J.; Meier, J.-N.; Ponitka, J.; Schicketanz, S.; Stemmer, B.; Tafarte, P.; Thrän, D.; Wolfram, E. (2021). „Expertinnen und Experten uneinig: Nach welchen Kriterien soll der Windenergieausbau in Deutschland räumlich verteilt werden?“. *Natur und Landschaft* (ISSN: 0028-0615), Vol. 96, Nr. 5. S. 237–244. DOI: 10.17433/5.2021.50153907.237-244.
- Mühlenberg, J.; Pollex, A.; Zeng, T. (2021). „Development of a simple and rapid test method for potassium (RAPPOD) to ensure fuel quality of woody biomass fuels“. *Biomass and Bioenergy* (ISSN: 0961-9534), Nr. 152. DOI: 10.1016/j.biombioe.2021.106172.
- Musonda, F.; Millinger, M.; Thrän, D. (2021). „Optimal biomass allocation to the German bioeconomy based on conflicting economic and environmental objectives“. *Journal of Cleaner Production* (ISSN: 0959-6526), Nr. 309. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.127465.
- Nitzsche, R.; Köchermann, J.; Gröngroft, A.; Kraume, M. (2021). „Nanofiltration of Organosolv Hemicellulose Hydrolyzate: Influence of Hydrothermal Pretreatment and Membrane Characteristics on Filtration Performance and Fouling“. *Industrial & Engineering Chemistry Research* (ISSN: 0888-5885), Vol. 60, Nr. 2. S. 916–930. DOI: 10.1021/acs.iecr.0c03256.
- Prempeh, C. O.; Formann, S.; Schliermann, T.; Beidaghy, H. D.; Nelles, M. (2021). „Extraction and Characterization of Biogenic Silica Obtained from Selected Agro-Waste in Africa“. *Applied Sciences*, Vol. 11, Nr. 21. S. 10363. DOI: 10.3390/app112110363.
- Rojas Arboleda, M.; Pfeiffer, A.; Bezama, A.; Thrän, D. (2021). „Anticipatory study for identifying the key influential factors of the biogas system in Germany contributing to the energy system of 2050“. *Futures* (ISSN: 0016-3287), Nr. 128. DOI: 10.1016/j.futures.2021.102704.
- Sakri, A.; Aouabed, A.; Nassour, A.; Nelles, M. (2021). „Refuse-derived fuel potential production for co-combustion in the cement industry in Algeria“. *Waste Management & Research* (ISSN: 0734-242X), Vol. 39, Nr. 9. S. 1174–1184. DOI: 10.1177/0734242X20982277.
- Schmid, C.; Hahn, A. (2021). „Potential CO₂ utilisation in Germany: An analysis of theoretical CO₂ demand by 2030“. *Journal of CO₂ Utilization* (ISSN: 2212-9820), Nr. 50. DOI: 10.1016/j.jcou.2021.101580.
- Schrupp, T.; Grein, T.; Zinsmeister, J.; Oßwald, P.; Köhler, M.; Müller-Langer, F.; Hauschild, S.; Marquardt, C.; Scheuermann, S.; Schocke, A.; Posselt, D. (2021). „Technical application of a ternary alternative jet fuel blend: chemical characterization and impact on jet engine particle emission“. *Fuel* (ISSN: 0016-2361), Nr. 288. DOI: 10.1016/j.fuel.2020.119606.
- Sun, H.; Li, J.; Cui, X.; Stinner, W.; Guo, J.; Dong, R. (2021). „Enhancement mechanism of biogas potential from lignocellulosic substrates in the ensiling process via acid-based hydrolysis and biological degradation“. *Journal of Cleaner Production* (ISSN: 0959-6526), Nr. 319. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.128826.
- Weinrich, S.; Mauky, E.; Schmidt, T.; Krebs, C.; Liebetau, J.; Nelles, M. (2021). „Systematic simplification of the Anaerobic Digestion Model No. 1 (ADM1): Laboratory experiments and model application“. *Bioresource Technology* (ISSN: 0960-8524), Nr. 333. DOI: 10.1016/j.biortech.2021.125104.
- Weinrich, S.; Nelles, M. (2021). „Systematic simplification of the Anaerobic Digestion Model No. 1 (ADM1): Model development and stoichiometric analysis“. *Bioresource Technology* (ISSN: 0960-8524), Nr. 333. DOI: 10.1016/j.biortech.2021.125124.
- Zeng, T.; Mlonka-Mędrala, A.; Lenz, V.; Nelles, M. (2021). „Evaluation of bottom ash slagging risk during combustion of herbaceous and woody biomass fuels in a small-scale boiler by principal component analysis“. *Biomass Conversion and Biorefinery*, Vol. 11, Nr. 4. S. 1211–1229. DOI: 10.1007/s13399-019-00494-2.
- Zhou, Y.; Shi, W.; Engler, N.; Nelles, M. (2021). „High-value utilization of kitchen waste derived hydrochar in energy storage regulated by circulating process water“. *Energy Conversion and Management* (ISSN: 0196-8904), Nr. 229. DOI: 10.1016/j.enconman.2020.113737.
- Open Access Zeitschriftenartikel (peer reviewed)**
- Bao, K.; Padsala, R.; Coors, V.; Thrän, D.; Schröter, B. (2021). „A GIS-Based Simulation Method for Regional Food Potential and Demand“. *Land* (ISSN: 2073-445X), Vol. 10, Nr. 8. DOI: 10.3390/land10080880.
- Bezama, A.; Hildebrandt, J.; Thrän, D. (2021). „Integrating Regionalized Socioeconomic Considerations onto Life Cycle Assessment for Evaluating Bioeconomy Value Chains: A Case Study on Hybrid Wood–Concrete Ceiling Elements“. *Sustainability* (ISSN: 2071-1050), Vol. 13, Nr. 8. DOI: 10.3390/su13084221.
- Bezama, A.; Mittelstädt, N.; Thrän, D.; Balkau, F. (2021). „Trends and Challenges in Regional Life Cycle Management: A Bibliometric Analysis“. *Sustainability* (ISSN: 2071-1050), Vol. 13, Nr. 18. DOI: 10.3390/su131810335.
- Braune, M.; Yuan, B.; Sträuber, H.; McDowall, S. C.; Nitzsche, R.; Gröngroft, A. (2021). „A Downstream Processing Cascade for Separation of Caproic and Caprylic Acid from Maize Silage-Based Fermentation Broth“. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* (ISSN: 2296-4185), Vol. 9. DOI: 10.3389/fbioe.2021.725578.
- Cárdenas, A.; Ammon, C.; Schumacher, B.; Stinner, W.; Herrmann, C.; Schneider, M.; Weinrich, S.; Fischer, P.; Amon, T.; Amon, B. (2021). „Methane emissions from the storage of liquid dairy manure: Influences of reason, temperature and storage duration“. *Waste Management* (ISSN: 0956-053X), Nr. 121. S. 393–402. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.12.026.
- Chaher, N. E. H.; Nassour, A.; Hamdi, M.; Nelles, M. (2021). „Monitoring of Food Waste Anaerobic Digestion Performance: Conventional Co-Substrates vs. Unmarketable Biochar Additions“. *Foods* (ISSN: 2304-8158), Vol. 10, Nr. 10. DOI: 10.3390/foods10102353.
- Cowie, A. L.; Berndes, G.; Bentsen, N. S.; Brandão, M.; Cherubini, F.; Egnell, G.; George, B.; Gustavsson, L.; Hanewinkel, M.; Harris, Z. M.; Johnsson, F.; Junginger, M.; Kline, K. L.; Koponen, K.; Koppejan, J.; Kraxner, F.; Lamers, P.; Majer, S.; Marland, E.; Nabuurs, G. J.; Pelkmans, L.; Sathre, R.; Schaub, M.; Smith, C. T.; Soimakallio, S.; van der Hilst, F.; Woods, J.; Ximenes, F. A. (2021). „Applying a science-based systems perspective to dispel misconceptions about climate effects of forest bioenergy“. *GCB Bioenergy* (ISSN: 1757-1693), Vol. 13, Nr. 8. S. 1210–1231. DOI: 10.1111/gcb.12844.
- Echtermeyer, D.; Chrosziewski, S.; Krause, W.; Schneider, G.; Brutscher, J.; Müller, U.; Krebs, C.; Schäfer, F.; Beckmann, D.; Pliquet, U. (2021). „Untersuchung zur Desintegration von Gärmedien in einer parallel betriebenen Pilotbiogasanlage“. *Landtechnik* (ISSN: 0023-8082), Vol. 76, Nr. 3. S. 124–140. DOI: 10.1515/lt.2021.3270.
- Ekanthalu, V. S.; Narra, S.; Sprafke, J.; Nelles, M. (2021). „Influence of Acids and Alkali as Additives on Hydrothermally Treating Sewage Sludge“. *Processes* (ISSN: 2227-9717), Vol. 9, Nr. 4. DOI: 10.3390/pr9040618.
- Gievers, F.; Loewen, A.; Nelles, M. (2021). „Life cycle assessment of sewage sludge pyrolysis: environmental impacts of biochar as carbon sequestrator and nutrient recycler“. *Detritus* (ISSN: 2611-4135), Nr. 16. S. 94–105. DOI: 10.31025/2611-4135/2021.15111.
- Gökgöz, F.; Winkler, M.; Barchmann, T.; Weinrich, S.; Liebetau, J.; Nelles, M. (2021). „Combining Electricity and Fuel Supply: Operational Strategies for Biogas Plants“. *Chemical Engineering & Technology* (ISSN: 0930-7516), Vol. 44, Nr. 1. S. 183–193. DOI: 10.1002/ceat.202000268.
- Hassa, J.; Klang, J.; Benndorf, D.; Pohl, M.; Hülsemann, B.; Mächtigt, T.; Effenberger, M.; Pühler, A.; Schlüter, A.; Theuerl, S. (2021). „Indicative Marker Microbiome Structures Deduced from the Taxonomic In-

- ventory of 67 Full-Scale Anaerobic Digesters of 49 Agricultural Biogas Plants". *Microorganisms* (ISSN: 2076-2607), Vol. 9, Nr. 7. DOI: 10.3390/microorganisms9071457.
- Holliger, C.; Astals, S.; Laclos, H. F. de; Hafner, S. D.; Koch, K.; Weinrich, S. (2021). „Towards a standardization of biomethane potential tests: A commentary". *Water Science and Technology* (ISSN: 0273-1223), Vol. 83, Nr. 1. S. 247–250. DOI: 10.2166/wst.2020.569.
- Hülsemann, B.; Mächtig, T.; Pohl, M.; Liebetrau, J.; Müller, J.; Hartung, E.; Oechsner, H. (2021). „Comparison of Biological Efficiency Assessment Methods and Their Application to Full-Scale Biogas Plants". *Energies* (ISSN: 1996-1073), Vol. 14, Nr. 9. DOI: 10.3390/en14092381.
- Jaschke, N.; Schmidt-Baum, T. (2021). „Heat Recovery of Compost Reactors: Field Study of Operational Behaviour, Heating Power and Influence Factors". *Ecological Chemistry and Engineering S* (ISSN: 2084-4549), Vol. 28, Nr. 2. S. 201–217. DOI: 10.2478/eces-2021-0015.
- Jusakulvijit, P.; Bezama, A.; Thrän, D. (2021). „Criteria prioritization for the sustainable development of second-generation bioethanol in Thailand using the Delphi-AHP technique". *Energy, Sustainability and Society* (ISSN: 2192-0567), Vol. 11. DOI: 10.1186/s13705-021-00313-5.
- Jusakulvijit, P.; Bezama, A.; Thrän, D. (2021). „The Availability and Assessment of Potential Agricultural Residues for the Regional Development of Second-Generation Bioethanol in Thailand". *Waste and Biomass Valorization* (ISSN: 1877-2641), Vol. 12, Nr. 11. S. 6091–6118. DOI: 10.1007/s12649-021-01424-y.
- Knötig, P.; Etzold, H.; Wirth, B. (2021). „Model-Based Evaluation of Hydrothermal Treatment for the Energy Efficient Dewatering and Drying of Sewage Sludge". *Processes* (ISSN: 2227-9717), Vol. 9, Nr. 8. DOI: 10.3390/pr9081346.
- Kohlheb, N.; Wluka, M.; Bezama, A.; Thrän, D.; Aurich, A.; Müller, R. A. (2021). „Environmental-Economic Assessment of the Pressure Swing Adsorption Biogas Upgrading Technology". *BioEnergy Research* (ISSN: 1939-1234), Vol. 14, Nr. 3. S. 901–909. DOI: 10.1007/s12155-020-10205-9.
- König, M.; Müller, M.; Hartmann, I. (2021). „Emission reduction process for the energetic use of biogenic residues". *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (ISSN: 1755-1307), Nr. 642. DOI: 10.1088/1755-1315/642/1/012006.
- Körner, P. (2021). „Hydrothermal degradation of amino acids". *ChemSusChem* (ISSN: 1864-564X), Vol. 14, Nr. 22. S. 4947–4957. DOI: 10.1002/cssc.202101487.
- Krüger, D.; Mutlu, Ö. Ç. (2021). „Demonstration of a Top-Lit Updraft Based Pyrolytic Burner with Low Emission Operation and Automatic Process Control". *Energies* (ISSN: 1996-1073), Vol. 14, Nr. 13. DOI: 10.3390/en14133913.
- Lehmann, P.; Ammermann, K.; Gawel, E.; Geiger, C.; Hauck, J.; Heilmann, J.; Meier, J.-N.; Ponitka, J.; Schicketanz, S.; Stemmer, B.; Tafarte, P.; Thrän, D.; Wolfram, E. (2021). „Managing spatial sustainability trade-offs: The case of wind power". *Ecological Economics* (ISSN: 0921-8009), Nr. 185. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2021.107029.
- Lehmann, P.; Beck, S.; Madruga de Brito, M.; Gawel, E.; Groß, M.; Haase, A.; Lepenies, R.; Otto, D.; Schiller, J.; Strunz, S.; Thrän, D. (2021). „Environmental Sustainability Post-COVID-19: Scrutinizing Popular Hypotheses from a Social Science Perspective". *Sustainability* (ISSN: 2071-1050), Vol. 13, Nr. 16. DOI: 10.3390/su13168679.
- Lehmann, P.; Madruga de Brito, M.; Gawel, E.; Groß, M.; Haase, A.; Lepenies, R.; Otto, D.; Schiller, J.; Strunz, S.; Thrän, D. (2021). „Making the COVID-19 crisis a real opportunity for environmental sustainability". *Sustainability science*, Vol. 16, Nr. 6. S. 2137–2145. DOI: 10.1007/s11625-021-01003-z.
- Lehneis, R.; Manske, D.; Thrän, D. (2021). „Modeling of the German Wind Power Production with High Spatiotemporal Resolution". *ISPRS International Journal of Geo-Information* (ISSN: 2220-9964), Vol. 10, Nr. 2. DOI: 10.3390/ijgi10020104.
- Li, H.; Mou, H.; Zhao, N.; Yu, Y.; Hong, Q.; Philbert, M.; Zhou, Y.; Beidaghy, H. D.; Dong, R. (2021). „Nitrogen Migration during Pyrolysis of Raw and Acid Leached Maize Straw". *Sustainability* (ISSN: 2071-1050), Vol. 13, Nr. 7. DOI: 10.3390/su13073786.
- Millinger, M.; Tafarte, P.; Jordan, M.; Hahn, A.; Meisel, K.; Thrän, D. (2021). „Electrofuels from excess renewable electricity at high variable renewable shares: Cost, greenhouse gas abatement, carbon use and competition". *Sustainable Energy Fuels* (ISSN: 2398-4902), Vol. 5, Nr. 3. S. 828–843. DOI: 10.1039/D0SE01067G.
- Mutlu, Ö. Ç.; Büchner, D.; Theurich, S.; Zeng, T. (2021). „Combined Use of Solar and Biomass Energy for Sustainable and Cost-Effective Low-Temperature Drying of Food Processing Residues on Industrial-Scale". *Energies* (ISSN: 1996-1073), Vol. 14, Nr. 3. DOI: 10.3390/en14030561.
- Neubert, K.; Kretzschmar, J.; dos Santos Dantas, T. R.; Härtig, C.; Harnisch, F. (2021). „Making sense of gas measurements: Quantification of multicomponent gas mixtures in biological and chemical laboratory experiments". *ChemTexts* (ISSN: 2199-3793), Vol. 7, Nr. 4. DOI: 10.1007/s40828-021-00151-0.
- Nitzsche, R.; Gröngroft, A.; Köchermann, J.; Meisel, K.; Etzold, H.; Verges, M.; Leschinsky, M.; Bachmann, J.; Saake, B.; Torkler, S.; Patzsch, K.; Rößiger, B.; Pufky-Heinrich, D.; Unkelbach, G. (2021). „Platform and fine chemicals from woody biomass: Demonstration and assessment of a novel biorefinery". *Biomass Conversion and Biorefinery* (ISSN: 2190-6815), Vol. 11, Nr. 6. S. 2369–2385. DOI: 10.1007/s13399-020-00769-z.
- Oehmichen, K.; Majer, S.; Thrän, D. (2021). „Biomethane from Manure, Agricultural Residues and Biowaste: GHG Mitigation Potential from Residue-Based Biomethane in the European Transport Sector". *Sustainability* (ISSN: 2071-1050), Vol. 13, Nr. 24. DOI: 10.3390/su132414007.
- Reißmann, D.; Thrän, D.; Blöhse, D.; Bezama, A. (2021). „Hydrothermal carbonization for sludge disposal in Germany: A comparative assessment for industrial-scale scenarios in 2030". *Journal of Industrial Ecology* (ISSN: 1088-1980), Vol. 25, Nr. 3. S. 720–734. DOI: 10.1111/jiec.13073.
- Szarka, N.; Haufe, H.; Lange, N.; Schier, F.; Weimar, H.; Banse, M.; Sturm, V.; Dammer, L.; Piotrowski, S.; Thrän, D. (2021). „Biomass flow in bioeconomy: Overview for Germany". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (ISSN: 1364-0321), Nr. 150. DOI: 10.1016/j.rser.2021.111449.
- Yang, X.; Liu, Y.; Thrän, D.; Bezama, A.; Wang, M. (2021). „Effects of the German Renewable Energy Sources Act and environmental, social and economic factors on biogas plant adoption and agricultural land use change". *Energy, Sustainability and Society* (ISSN: 2192-0567), Vol. 11. DOI: 10.1186/s13705-021-00282-9.
- Yang, X.; Liu, Y.; Wang, M.; Bezama, A.; Thrän, D. (2021). „Identifying the Necessities of Regional-Based Analysis to Study Germany's Biogas Production Development under Energy Transition". *Land* (ISSN: 2073-445X), Vol. 10, Nr. 2. DOI: 10.3390/land10020135.
- pektiven der Bioabfallverwertung einer lateinamerikanischen Metropole". *Müll und Abfall* (ISSN: 0027-2957), Vol. 53, Nr. 6. S. 311–316. DOI: 10.37307/j.1863-9763.2021.06.05.
- Lenz, V.; Naumann, K.; Denysenko, V.; Daniel-Gromke, J.; Rensberg, N.; Schröder, J.; Janczik, S.; Maslaton, M.; Lange, J.; Daniel; Christ; Kaltschmitt, M. (2021). „Erneuerbare Energien". *BWK: Das Energie-Fachmagazin* (ISSN: 1618-193X), Vol. 73, Nr. E-Paper-Special. S. 56–86.
- Mauky, E.; Winkler, M.; Krebs, C.; Müller, U.; Rabe, D.; Weinrich, S.; Kretzschmar, J. (2021). „Gazelle" weist nach: Modellgestütztes Fütterungsmanagement ermöglicht flexible Prozessführung". *Biogas Journal* (ISSN: 1619-8913), Vol. 24, Nr. 4. S. 114–119.
- Nelles, M. (2021). „Editorial: Die klimaneutrale Gesellschaft: Das geht nur mit einer nachhaltigen internationalen Kreislaufwirtschaft!". *Müll und Abfall* (ISSN: 0027-2957), Vol. 53, Nr. 6. S. 293.
- Schindler, H. (2021). „The circular bioeconomy is on its way: Current developments in Germany". *Plattform Life Sciences* (ISSN: 2511-719X), Nr. 4. S. 10–12.
- Schrägle, R.; Adam, R.; Schmidmeier, T.; Trumpa, M. (2021). „Hürde bei der Realisierung von Holzenergieanlagen: Altholz im Spannungsfeld zwischen Klimaschutz, Dekarbonisierung, Umweltschutz und Genehmigungsrecht". *Holz-Zentralblatt* (ISSN: 0018-3792), Vol. 147, Nr. 8. S. 140–142.
- Thabit, Q.; Nassour, A.; Nelles, M. (2021). „Beitrag der Sektorenkopplung für Waste-to-Energy am Beispiel der MENA-Region: Contribution of sector coupling for waste-to-energy using the example of the MENA region". *Müll und Abfall* (ISSN: 0027-2957), Vol. 53, Nr. 6. S. 317–323. DOI: 10.37307/j.1863-9763.2021.06.06.
- Thrän, D. (2021). „The mission is: transition: Europe's contribution pushing the bioeconomy forward". *Plattform Life Sciences* (ISSN: 2511-719X), Nr. 4. S. 6–8.

Zeitschriftenartikel (nicht peer reviewed)

- Braune, M.; Naumann, K.; Görsch, K. (2021). „Stroh zur Produktion von Kraftstoff". *Biogas Journal* (ISSN: 1619-8913), Vol. 24, Nr. 6. S. 98–101.
- Hartmann, I.; Gerstner, J. R. (2021). „Bewegung für die Innovation: Future Lab Holzheizungen". *Kachelofen & Kamin* (ISSN: 0947-5192), Nr. 3. S. 6–7.
- König, M.; Hartmann, I. (2021). „SCRCOAT: Optimisation and validation of processes for the combined reduction of particulate matter and acidic pollutant gases on biomass furnaces". *Eebio News*, Nr. 15. S. 8–10.
- Lenhart, M.; Naegeli de Torres, F.; Zechendorf, M. (2021). „Bogotá: Herausforderungen und Pers-

Berichte, Reports, Hintergrundpapiere, Stellungnahmen usw.

- Pelkmans, L. (Hrsg.) (2021). Baumgarten, W.; Kerckow, B.; Hennig, C.; Thrän, D.; Fritsche, U. *Implementati-on of bioenergy in Germany: 2021 update*. [s.l.]: IEA Bioenergy. 22 S.
- Brödner, R.; Graffenberger, M.; Kropp, P.; Sujata, U. *Beschäftigungsstrukturen und Potenziale der Bioökonomie in den deutschen Braunkohlereviere* (2021). Nürnberg: IAB. 35 S.
- Jahresbericht 2020* (2021). Leipzig: DBFZ. 170 S. ISBN: 978-3-946629-52-8.
- Naumann, K.; Müller-Langer, F.; Meisel, K.; Majer,

- S.; Schröder, J.; Schmieder, U. *Hintergrundpapier zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminde-rungs-Quote* (2021). Leipzig: DBFZ. 25 S.
- Rohden, I.; Vögele, S.; Ball, C.; Kuckshinrichs, W.; Simon, S.; Mengis, N.; Baetcke, L.; Yeates, C.; Steuri, B.; Manske, D.; Thrän, D. *Policy Brief: Regionale Differenzen. Herausforderung und Chance für Net-to-Null 2050 in Deutschland* (2021). [s.l.]: [s.n.], 5 S.
- Rohden, I.; Vögele, S.; Ball, C.; Kuckshinrichs, W.; Simon, S.; Mengis, N.; Baetcke, L.; Yeates, C.; Steuri, B.; Manske, D.; Thrän, D. *Policy Brief: Spatial Heterogeneity. Challenge and Opportunity for Net-Zero Germany* (2021). [s.l.]: [s.n.], 19 S.
- Lange, N. (Hrsg.) (2021). Thrän, D.; Anderson, K.; Schildhauer, T.; Schipfer, F. *Five cornerstones to unlock the potential of flexible bioenergy*. [s.l.]: IEA Bioenergy. ISBN: 978-1-910154-99-1.
- Thrän, D.; Schering, K.; Schmieder, U.; Andersson, K.; Deane, P.; Dotzauer, M.; Hannula, I.; Hennig, C.; Höftberger, E.; Kiel, J.; Kranzl, L.; Kroon, P.; Lange, N.; Nielsen, M. P.; Norbeck, K.; Philbrook, A.; Rowe, I.; Schildhauer, T.; Schipfer, F.; Siikavirta, H.; Similä, L.; Talluri, G. *Expectation and implementation of flexible bioenergy in different countries* (2021). [s.l.]: IEA Bioenergy. 125 S.
- Vorträge**
- Adam, R.; Schrägle, R.; Schmidmeier, T.; Trumpa, M. (2021). *Altholz im Spannungsfeld zwischen Klimaschutz, Dekarbonisierung, Umweltschutz und Genehmigungsrecht*. Vortrag gehalten: Fachkongress Holzenergie, [online], 20.–23.09.2021.
- Barchmann, T. (2021). *Betriebszweigabrechnung und Kosten-Leistung-Rechnung: Bewertung von 50 Biogasanlagen*. Vortrag gehalten: Statusseminar Biogas-Messprogramm III, [online], 27.01.2021.
- Barchmann, T.; Daniel-Gromke, J.; Rensberg, N. (2021). *Biomethan als zukunftsfähiges Geschäftsfeld: Neuer Schwung durch die Biomethanaus-schreibung im EEG 2021?* Vortrag gehalten: Biogas Convention & Trade Fair – Digitale Tagung, [online], 22.–26.11.2021.
- Barchmann, T.; Daniel-Gromke, J.; Rensberg, N.; Raufuß, I. (2021). *Bio2Geo: Entwicklung und Demonstration eines innovativen ökologischen Hybridkraftwerks für die Kopplung von Bioenergie mit Geothermie zur Versorgung unterschiedlicher Abnehmerstrukturen*. Vortrag gehalten: 10. Statuskonferenz BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie, [online], 29.–30.11.2021.
- Barchmann, T.; Dotzauer, M. (2021). *Ergebnisse Projekt BE2Oplus: Potentiale, Langfristperspektiven und Strategien für Bioenergieanlagen zur Stromerzeugung nach 2020*. Vortrag gehalten: Online-Fachtagung „Biomasse in künftigen Energiesystemen – Post-EEG“, [online], 30.–31.03.2021.
- Barchmann, T.; Dotzauer, M.; Rensberg, N. (2021). *Bioenergieanlagen in Deutschland bis 2035: Eine ökonomische Analyse unter den Rahmenbedingungen des EEG*. Vortrag gehalten: 15. Rostocker Bioenergieforum, [online], 16.–17.06.2021.
- Beidaghy, H. D.; Zeng, T.; Enke, D. (2021). *Mitigation of the ash-melting behavior during combustion of silica-rich biomass assortments to enhance porosity of biogenic silica*. Vortrag gehalten: 29th European Biomass Conference and Exhibition, [online], 26.–29.04.2021.
- Beidaghy, H. D.; Zeng, T.; Enke, D. (2021). *New fuel indexes for prediction of ash-melting behavior in silica-rich biomass assortments*. Vortrag gehalten: 29th European Biomass Conference and Exhibition, [online], 26.–29.04.2021.
- Beidaghy, H. D.; Zeng, T.; Enke, D. (2021). *Simulation of ash transformation process during silica-rich biomass combustion using FactSage*. Vortrag gehalten: GTT Users' Meeting, [online], 23.06.2021.
- Beidaghy, H. D.; Zeng, T.; Enke, D.; Hölzig, H.; Klöß, G. (2021). *Quality and behavior of silica-rich ashes from biomass combustion*. Vortrag gehalten: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.–14.09.2021.
- Beidaghy, H. D.; Zeng, T.; Ruf, T.; Denecke, R.; Enke, D. (2021). *High-quality biogenic silica production from rice husk and rice straw*. Vortrag gehalten: 29th European Biomass Conference and Exhibition, [online], 26.–29.04.2021.
- Bellot, F.-F. (2021). *Quantification of Biomass Potentials and Identification of Preference Regions*. Vortrag gehalten: 11th EASN, [online], 01.–03.09.2021.
- Braune, M.; Sträuber, H. (2021). *Von der Biogasanlage zur Bioraffinerie: Verfahren zur kombinierten Produktion von Fettsäuren und Biogas aus regionaler Biomasse*. Vortrag gehalten: BIO-raffiniert XI, [online], 24.–25.02.2021.
- Braune, M.; Sträuber, H. (2021). *Von der Biogasanlage zur Bioraffinerie: Verfahren zur kombinierten Produktion von Fettsäuren und Biogas aus regionaler Biomasse*. Vortrag gehalten: 29. C.A.R.M.E.N.-Symposium, [online], 05.–14.07.2021.
- Braune, M.; Sträuber, H. (2021). *Von der Biogasanlage zur Bioraffinerie: Kombinierte Produktion von Chemikalien und Biogas*. Vortrag gehalten: Sächsische Innovationsbörse, [online], 13.07.2021.
- Braune, M.; Sträuber, H.; Gröngroft, A. (2021). *Höhere Wertschöpfung aus Biogasanlagen durch die Produktion von Plattformchemikalien*. Vortrag gehalten: Bioeconomy e.V. Branchentreff „Grüner Kohlenstoffkreislauf“, Leipzig, 20.10.2021.
- Braune, M.; Sträuber, H. (2021). *Von der Biogasanlage zur Bioraffinerie: Verfahren zur kombinierten Produktion von Fettsäuren und Biogas aus regionaler Biomasse*. Vortrag gehalten: 5. Bioökonomie Konferenz Anklam, Anklam, 28.10.2021.
- Brödner, R. (2021). *Regionale Netzwerke der Bioökonomie im Lausitzer und Mitteldeutschen Revier*. Vortrag gehalten: Kick-off-Treffen – Netzwerk Bioökonomie in der Praxis, [online], 25.11.2021.
- Brosowski, A.; Müller-Langer, F.; Thrän, D. (2021). *Biomass potentials of biogenic residues, by-products and wastes in Germany: What we do know and what we do not know*. Vortrag gehalten: 18th International Conference on Renewable Mobility „Fuels of the Future“, [online], 18.–22.01.2021.
- Chang, Y.; Thrän, D.; Stinner, W. (2021). *Potential of agricultural residues and biogas development in China*. Vortrag gehalten: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.–14.09.2021.
- Daniel-Gromke, J. (2021). *Bioabfallvergärung: Kriterien für einen emissionsarmen Betrieb*. Vortrag gehalten: Fachaustausch Klimaschutz in der Abfallbehandlung (Bioabfallvergärungsanlagen), [online], 10.02.2021.
- Daniel-Gromke, J.; Reinelt, T.; Rensberg, N. (2021). *Emissionen landwirtschaftlicher Biogasanlagen: Stand aktueller Forschungsvorhaben am DBFZ*. Vortrag gehalten: Fachgespräch „Emissionen aus Biogasanlagen in der Landwirtschaft. Werden Methanemissionen unterschätzt?“, [online], 18.03.2021.
- Daniel-Gromke, J.; Rensberg, N.; Denysenko, V. (2021). *Biogas: Status quo und Anlagenentwicklung*. Vortrag gehalten: Leipziger Biogas-Fachgespräch, [online], 02.03.2021.
- Daniel-Gromke, J.; Rensberg, N.; Denysenko, V. (2021). *Retrofitting of existing biogas plants towards upgrading to biomethane*. Vortrag gehalten: IEA Taskmeeting Biomethane, [online], 15.04.2021.
- Daniel-Gromke, J.; Rensberg, N.; Dotzauer, M.; Stinner, W. (2021). *What is the added value of bioenergies?* Vortrag gehalten: DFBEW Tagung „Ressourcen und Mehrwert der Bioenergie auf lokaler Ebene“, [online], 07.10.2021.
- Deprie, K.; Lenz, V.; Szarka, N.; Schmidt-Baum, T.; García Laverde, L.; Wurdinger, K.; Büchner, D.; Haufe, H.; Pomsel, D. (2021). *Lösungen ohne Heizöl: wie klappt der Umstieg auf „Biomasse plus X“*. Vortrag gehalten: 4. Informations- und Vernetzungsveranstaltung, Energieforschung, [online], 09.11.2021.
- Dernbecher, A. (2021). *Numerische Untersuchung von Emissionen aus Biomassekleinf Feuerungsanlagen*. Vortrag gehalten: Ingenieurinnen in der Praxis, [online], 19.05.2021.
- Dernbecher, A. (2021). *BIOSOL: Development and demonstration of a hybrid CSP-biomass gasification boiler system*. Vortrag gehalten: Energetic utilization of biogenic residual and waste materials in Jordan, [online], 14.–15.09.2021.
- Dernbecher, A.; Schliermann, T.; Formann, S. (2021). *Activities and projects at DBFZ*. Vortrag gehalten: Group meeting – German Chinese Cooperation, [online], 05.02.2021.
- Dietrich, S. (2021). *Bioresources and hydrogen to methane as fuel: conceptual design and realization of a pilot-scale plant*. Vortrag gehalten: 5th Nuremberg Workshop on Methanation and Methanation and 2nd Generation Fuels, [online], 27.5.–28.05.2021.
- Dietrich, S. (2021). *Fischer-Tropsch synthesis for biogas upgrading*. Vortrag gehalten: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.–14.09.2021.
- Dotzauer, M. (2021). *Geschäftsfelder im Strom- und Wärmemarkt für Holzenergie: KWK-Bestandsanlagen innerhalb & nach der EEG-Förderung*. Vortrag gehalten: Fachkongress für Holzenergie, [online], 20.–23.09.2021.
- Dotzauer, M. (2021). *Kraft-Wärme-Kopplung: Wie bekomme ich eine flexible Stromproduktion und hohe Wärmeauskopplung unter einen Hut?* Vortrag gehalten: Leipziger Biogas-Fachgespräch, 03.11.2021.
- Dotzauer, M.; Daniel-Gromke, J. (2021). *Umrüstung von Biogasbestandsanlagen über Sammelleitungen: Potentiale und Hemmnisse für einen erfolgreichen Umstieg*. Vortrag gehalten: Branchenfachgespräch Biomethan NRW, [online], 05.10.2021.
- Dotzauer, M.; Daniel-Gromke, J.; Barchmann, T. (2021). *Anlagenbestand Biogas und Biomethan Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland*. Vortrag gehalten: 6. INFO-Veranstaltung zum Klimaschutz – Zukunft der Biogasanlagen, [online], 12.03.2021.
- Dzofou Ngoumelah, D.; Harnisch, F.; Kretzschmar, J. (2021). *Inhibition of electroactive bacteria may hinder the combination of microbial electrochemical technologies with anaerobic digestion*. Vortrag gehalten: V. CMP International Conference on Monitoring and Process Control of Anaerobic Digestion Processes, [online], 23.–25.03.2021.
- Dzofou Ngoumelah, D.; Harnisch, F.; Kretzschmar, J. (2021). *Interaction between Geobacter spp. dominated biofilms and methanogens from anaerobic digestion*. Vortrag gehalten: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.–14.09.2021.

- Dzofou Ngoumelah, D.; Harnisch, F.; Kretzschmar, J. (2021). *La última batalla: Interaction between Geobacter spp. dominated biofilms and anaerobic digestion effluents*. Vortrag gehalten: 5th EU-ISMET, [online], 13.-15.09.2021.
- Engler, N. (2021). *The LabTogo-Project: Analysis of the biomass potential and set-up of research capacities for the development of a biogas sector in Togo*. Vortrag gehalten: 2nd German-West African Conference on Sustainable, Renewable Energy, [online], 06.04.2021.
- Formann, S. (2021). *Verbrennung regional verfügbarer Reststoffe zur energetischen Nutzung von Biomasse und zur gekoppelten Erzeugung von biogenem Silica für Feinstaubfilter-Prozesse (PaCoSil)*. Vortrag gehalten: 10. Statuskonferenz BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie, [online], 29.-30.11.2021.
- Formann, S.; Körner, P. (2021). *Wertelementgewinnung durch die thermische Behandlung von biogenen Stoffen*. Vortrag gehalten: Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppe Rohstoffe, [online], 02.03.2021.
- Formann, S.; Schliermann, T. (2021). *Feasibility study of in-situ production of biogenous silica from rice husks of region Mekong Delta, Vietnam*. Vortrag gehalten: GiZ-DBFZ-Fachgespräch, [online], 18.11.2021.
- Formann, S.; Schliermann, T.; Hartmann, I.; Fellner, A.; Schneider, P. (2021). *Combustion of Regional Available Residues for Energetic use of Biomass with Coupled Production of Biogenic Silica -PaCo-Sil*. Vortrag gehalten: 11th IconSWM-CE, [online], 01.-04.12.2021.
- Frazer, M.; Thrän, D. (2021). *The potential for greenhouse abatement and the corresponding costs in the German chemicals sector*. Vortrag gehalten: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.
- García Laverde, L. (2021). *Guideline for the establishment of regional bioeconomy strategies*. Vortrag gehalten: Regional Meeting on Bioenergy and Bio-Waste, [online], 28.05.2021.
- Görsch, K.; Brosowski, A.; Knötig, P.; Röder, L. S. (2021). *Use of biogenic residues for the production of biomethane*. Vortrag gehalten: Sustainable Biowaste Management, [online], 12.-14.04.2021.
- Gröngröft, A. (2021). *Bioraffinerien für biobasierte Produkte und Kraftstoffe*. Vortrag gehalten: Bioökonomie in Niedersachsen und Schleswig-Holstein – Bioraffinerie, [online], 11.11.2021.
- Hartmann, I. (2021). *Wegweisende Handlungsmöglichkeiten zur Feinstaubreduzierung an häuslichen Kleinf Feuerungen*. Vortrag gehalten: co2online: Diskussions-Workshop „Stilllegung oder Optimierung? Die Kontroversen und Chancen in der Debatte um die Feinstaubbelastung durch Kaminfeuerung, [online], 28.04.2021.
- Hartmann, I. (2021). *Gedanken zur Zukunft der häuslichen Holzfeuerungen*. Vortrag gehalten: Future Lab Holzheizung X Zukunftsworkshop X EFA: INNOVATION WANTED!, [online], 28.06.2021.
- Hartmann, I. (2021). *Zukunft der häuslichen Holzfeuerungen*. Vortrag gehalten: Strategieklausur Österreichischer Kachelofenverband, Ybbs an der Donau (Österreich), 02.09.2021.
- Hartmann, I.; Formann, S.; Müller, M.; Schliermann, T.; Prempeh, C. O.; Bindig, R. (2021). *Porous SiO₂ generated from solid biomass combustion as a suitable support for catalyst: BIOSILICA*. Vortrag gehalten: 2nd Workshop Solid Fuels Task in preparation for the 43rd Task Leaders Meeting (TLM), [online], 13.09.2021.
- Hartmann, I.; Formann, S.; Müller, M.; Schliermann, T.; Prempeh, C. O.; Bindig, R. (2021). *Low-emission combustion of siliconrich biogenic residues for the coupled generation of materials and energy*. Vortrag gehalten: EERA Bioenergy SP4 Workshop „Stationary Bioenergy“, [online], 16.11.2021.
- Hartmann, I.; Hoferecht, F. (2021). *Forschungstransfer am DBFZ am Beispiel der Luftschadstoffminderung an Biomassefeuerungen und mit erfolgreicher Gründung des Unternehmens ETE EmTechEngineering GmbH*. Vortrag gehalten: 4. Informations- und Vernetzungsveranstaltung für Akteure in den Bereichen Energieforschung und Energieinnovation – Chancen für sächsische Akteure, [online], 09.11.2021.
- Hartmann, I.; Tebert, C. (2021). *The new Blue Angel ecolabel certification method for firewood stoves*. Vortrag gehalten: Ren Luft Webinar, [online], 17.03.2021.
- Hartmann, I.; Tebert, C. (2021). *Blauer Engel für Kaminöfen, aktueller Stand und Ausblick*. Vortrag gehalten: DBI Online-Seminar Emissionsarme Feuerstätten, [online], 02.06.2021.
- Hartmann, I.; Thiel, C.; Wiest, J.; Kossack, W.; Lehmenkühler, L.; Ho, J.; Krämer, G.; Hess, D. (2021). *Entwicklung einer mit Präzisionshackgut beschickten emissionsarmen Einzelraumfeuerungsanlage: Verbundvorhaben: Entwicklung einer emissionsarmen Einzelraumfeuerung für bedarfsgerecht erzeugte und qualitätsgesicherte Holzackschnitzel; Förderkennzeichen: 22016817*. Vortrag gehalten: 15. Rostocker Bioenergieforum, [online], 16.-17.06.2021.
- Haufe, H.; Gerhards, C.; Pannicke, N.; Birger, J.; Volz, B.; Schmeichel, A. (2021). *BiWiBi: Nachhaltige Kombination von bifacialen Solarmodulen, Windenergie und Biomasse bei gleichzeitiger landwirtschaftlicher Flächennutzung und Steigerung der Artenvielfalt*. Vortrag gehalten: Agriphotovoltaik als Baustein der Klimawende, [online], 13.01.2021.
- Haufe, H.; Pannicke-Prochnow, N.; Gerhards, C.; Birger, A.; Schmeichel, A. (2021). *BiWiBi: Nachhaltige Kombination von bifacialen Solarmodulen, Windenergie und Biomasse bei gleichzeitiger landwirtschaftlicher Flächennutzung und Steigerung der Artenvielfalt*. Vortrag gehalten: KTBL-Jahrestagung, [online], 16.-17.03.2021.
- Hoferecht, F.; König, M. (2021). *Zero Emission Biomass Stove: Nachrüstlösung für Kaminöfen*. Vortrag gehalten: Future Lab Holzheizung X Zukunftsworkshop X EFA: INNOVATION WANTED!, [online], 28.06.2021.
- Jusakulvijit, P.; Bezama, A.; Thrän, D. (2021). *Integrated assessment of a potential decentralized bioethanol production system from agricultural residues in Thailand*. Vortrag gehalten: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.
- Keyu, B.; Schröter, B.; Thrän, D. (2021). *Modelling and Assessment of Biomass Resource in Urban Energy Systems within the Framework of the Food-Energy-Water Nexus*. Vortrag gehalten: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.
- Knoll, L. (2021). *Model to estimate methane emissions of different biogas plant concepts and national biogas plant stocks*. Vortrag gehalten: V. CMP International Conference on Monitoring and Process Control of Anaerobic Digestion Processes, [online], 23.-25.03.2021.
- Knoll, L. (2021). *EvEmBi: Methanemissionen von Biogasanlagen und mögliche Minderungsmaßnahmen*. Vortrag gehalten: Biogas in der Landwirtschaft, [online], 29.-30.09.2021.
- Köchermann, J.; Klüpfel, C.; Wirth, B. (2021). *Hydrothermale Herstellung von Lävulinsäure: Milde Alternativen zu korrosiven Katalysatoren*. Vortrag gehalten: Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppe Energieverfahrenstechnik, [online], 03-04.03.2021.
- König, M. (2021). *Desafíos en la combustión de pellets de biomasa alternativa*. Vortrag gehalten: Seminario „Pellet y combustión: Visión global y local hacia la eficiencia térmica y descontaminación“, [online], 31.03.2021.
- König, M. (2021). *Neue Sensorik für die Prozessoptimierung von SCR-Verfahren und Partikelabscheidung an Biomasseverbrennungsanlagen*. Vortrag gehalten: 10. Statuskonferenz BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie, [online], 29.-30.11.2021.
- König, M. (2021). *SCRCOAT: Optimierung und Validierung von Verfahren zur kombinierten Reduktion von Feinstaub und sauren Schadgasen an Biomassefeuerungen*. Vortrag gehalten: 10. Statuskonferenz BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie, [online], 29.-30.11.2021.
- Kornatz, P.; Thrän, D.; Daniel-Gromke, J. (2021). *Rolle der Biogasproduktion als Bestandteil zukünftiger bioökonomischer Produktionssysteme*. Vortrag gehalten: Biogas in der Landwirtschaft, [online], 29.-30.09.2021.
- Körner, P. (2021). *Phosphate mobilisation during hydrothermal carbonisation of sewage sludge*. Vortrag gehalten: AMAIZE-P Conference, [online], 25.10.-29.10.2021.
- Kretzschmar, J. (2021). *Entwicklung eines mikrobiellen elektrochemischen Sensors zur Messung von Acetat in aneroben Bioprozessen*. Vortrag gehalten: DECHEMA Virtual Talks – „Trend zur Mess- und Regelungstechnik in der Biotechnologie“, [online], 28.10.2021.
- Kretzschmar, J. (2021). *Wasserstoff aus und mit Biomasse: Gastechnologien für eine grüne Zukunft?* Vortrag gehalten: gat-wat, [online], 03.11.2021.
- Kretzschmar, J.; Hauschild, S. (2021). *Wasserstoff aus Biomasse: Eine Einordnung*. Vortrag gehalten: WT.SH Veranstaltung „Kaffee, Tee und Wasserstoff“, [online], 29.09.2021.
- Kurth, M. (2021). *Fabrication, characterization and modeling of water selective membranes for the methanation of CO₂*. Vortrag gehalten: dbta, [online], 31.08.2021.
- Lange, N.; Majer, S.; Meisel, K.; Oehmichen, K. (2021). *Ökobilanzierung der Bioenergie: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft am DBFZ*. Vortrag gehalten: Ökobilanzwerkstatt, [online], 24.09.2021.
- Lenz, V. (2021). *Energiewende ohne Holz?: Möglichkeiten und Grenzen der Holzwärme*. Vortrag gehalten: Future Lab Holzheizung X Zukunftsworkshop X EFA: INNOVATION WANTED!, [online], 28.06.2021.
- Lenz, V. (2021). *Innovative Wärmelösungen: Ist die Systemkombination der Schlüssel für einen effizienten Klimaschutz*. Vortrag gehalten: VDI FA-RE, [online], 15.09.2021.
- Lenz, V. (2021). *Perspektiven von Wasserstoff im Endkundenwärmemarkt*. Vortrag gehalten: H2-Wärme-Fachworkshop, [online], 25.11.2021.
- Lenz, V.; Nelles, M. (2021). *Wärme aus Biomasse: Stand, Perspektiven und innovative Ansätze*. Vortrag gehalten: Norddeutsche Wärme-Forschung, [online], 17.11.2021.
- Lenz, V.; Pfeiffer, D. (2021). *Aktivitäten aus dem BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie*. Vortrag gehalten: Forschungsnetzwerke Energie, [online], 20.04.2021.
- Lenz, V.; Pfeiffer, D.; García Laverde, L.; Theurich, S.; Krüger, D. (2021). *Raus aus Öl: Strategien für die 17 Millionen Ölheizungen (EU). Wie kann Digitalisierung helfen?* Vortrag gehalten: Europäische Pellets-konferenz, [online], 22.06.2021.
- Lenz, V.; Szarka, N.; Schmidt-Baum, T.; García Laverde, L.; Wurdinger, K.; Büchner, D.; Haufe, H.; Pomsel, D. (2021). *Klimaschutz im Heizungskeller: Wie gelingt*

- ein Wechsel von Öl auf Biomasse? Vortrag gehalten: Online Nutzer-Workshop im Projekt OBEN, [online], 05.10.2021.
- Meisel, K.; Naumann, K.; Müller-Langer, F.; Oehmichen, K. (2021). *Bioenergiesysteme: Biomethan. Neue Chancen im Verkehrssektor über die Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED II) und deren nationale Umsetzung*. Vortrag gehalten: Leipziger Biogas-Fachgespräch, [online], 03.02.2021.
- Meisel, K.; Röver, L. (2021). *Lignin-based fillers: Environmental impacts from the substitution of the conventional finite-resource-based fillers*. Vortrag gehalten: 29th European Biomass Conference and Exhibition, [online], 26.-29.04.2021.
- Müller-Langer, F. (2021). *Synergies of biobased and electricity based process chains: the example of a PTG HEFA refinery*. Vortrag gehalten: BBEST 2020-21 / Biofuture Summit II / TS 17 – IEA Task 39, [online], 24.05.-26.05.2021.
- Müller-Langer, F. (2021). *SynBioPTx-Ansätze: Wettbewerber oder Teamplayer? Impuls*. Vortrag gehalten: SynBioPTx – Synergien biomasse- und strombasierter Technologien, [online], 04.11.2021.
- Müller-Langer, F.; Bacovsky, D. (2021). *Contribution of Advanced Renewable Transport Fuels to the Decarbonisation of Transport in 2030 and beyond: Insights for biofuels*. Vortrag gehalten: World Future Fuel Summit & Expo, [online], 16.-17.02.2021.
- Müller-Langer, F.; Costa de Paiva, G.; Gröngröft, A. (2021). *Bioraffinerie und Bioenergie*. Vortrag gehalten: Impulsvortrag, [online], 27.09.2021.
- Müller-Langer, F.; Costa de Paiva, G.; Naumann, K. (2021). *Success stories and learned lessons in Germany*. Vortrag gehalten: Workshop „Guidelines to overcome barriers for commercialization of advanced biofuels“, [online], 25.11.2021.
- Müller-Langer, F.; Kornatz, P.; Kretzschmar, J.; Pohl, M.; Sauer, J.; Stoll, I. K.; Sträuber Heike (2021). *Wasserstoff aus Biomasse*. Vortrag gehalten: FVEE-Jahrestagung, [online], 10.-11.11.2021.
- Müller-Langer, F.; Naumann, K.; Schröder, J. (2021). *Beitrag erneuerbarer Kraftstoffe aus Biomasse zur Minderung der CO₂-Emissionen im Verkehr*. Vortrag gehalten: VDI Fachausschuss „Regenerative Energien“/ 62. FARE-Sitzung, [online], 23.03.2021.
- Müller-Langer, F.; Naumann, K.; Schröder, J. (2021). *Biokraftstoffe: Wohin geht die Reise?* Vortrag gehalten: 10. Statuskonferenz BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie, [online], 29.11.-30.11.2021.
- Müller-Langer, F.; Schröder, J.; Naumann, K.; Majer, S.; Brosowski, A. (2021). *Chancen und Herausforderungen für Bio-LNG im Straßengüterverkehr*. Vortrag gehalten: Chancen und Herausforderungen für Bio-LNG im Straßengüterverkehr, [online], 23.08.2021.
- Naumann, K. (2021). *Das Projekt Pilot-SBG: Zwischenstand der Marktanalyse*. Vortrag gehalten: Leipziger Biokraftstoff-Fachgespräch, [online], 16.11.2021.
- Naumann, K.; Schröder, J.; Müller-Langer, F. (2021). *Potenzieller Beitrag fortschrittlicher Gaskraftstoffe zur THG-Quote und den Klimazielen*. Vortrag gehalten: Leipziger Biokraftstoff-Fachgespräch, [online], 16.11.2021.
- Nelles, M.; Jalalipour, H.; Morscheck, G.; Narra, S.; Nassour, A.; Schaller, S.; Sprafke, J. (2021). *Ecologically and economically reasonable technical concepts for the utilisation of biogenic waste*. Vortrag gehalten: Internationale Konferenz „Klima- und Ressourcenschutz durch umweltverträgliche Sammlung und Verwertung biogener Abfälle“, Berlin, 04.-05.11.2021.
- Nieß, S. (2021). *Catalysts for biogas methanation: preliminary experiments*. Vortrag gehalten: 5th Nuremberg Workshop on Methanation and Second Generation Fuels, [online], 27.05.-28.05.2021.
- Nitzsche, R. (2021). *Separation and valorization of hemicellulose from lignocellulose hydrolysate streams by membrane filtration and adsorption*. Vortrag gehalten: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.
- Nitzsche, R.; McDowall, S. C.; Braune, M. (2021). *Gewinnung mittelkettiger Fettsäuren aus Fermentationsbrühen durch den Einsatz von Membrantechnik*. Vortrag gehalten: Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppen Membrantechnik und Extraktion, [online], 04.02.2021.
- Pohl, M. (2021). *Projektüberblick & ausgewählte Ergebnisse des Biogas-Messprogramm III*. Vortrag gehalten: Statusseminar Biogas-Messprogramm III, [online], 27.01.2021.
- Pohl, M.; Barchmann, T.; Hülsemann, B.; Mächtig, T.; Effenberger, M.; Liebetrau, J. (2021). *Biogas Monitoring Programme III: Energy Efficiency Assessment of 61 Biogas Plants in Germany. Outcomes and Methodological Challenges*. Vortrag gehalten: International Conference on Sustainable Biowaste Management, [online], 12.-15.04.2021.
- Pollex, A.; Mühlenberg, J. (2021). *Kostengünstige NIR Geräte: Neue Möglichkeiten zur Qualitätssicherung und Emissionsminderung bei der energetischen Verwertung von Holzbrennstoffen*. Vortrag gehalten: Expertenworkshop „Analytik chemischer Inhaltsstoffe in Holzbrennstoffen mittels Schnellmessverfahren und konventioneller Labormethoden“, [online], 24.02.2021.
- Pollex, A.; Mühlenberg, J. (2021). *Kostengünstige NIR Geräte: Neue Möglichkeiten zur Qualitätssicherung und Emissionsminderung bei der energetischen Verwertung von Holzbrennstoffen*. Vortrag gehalten: Fachkongress Holzenergie, [online], 20.-23.09.2021.
- Prempeh, C. O. (2021). *Generation of Silicon dioxide (silica) from agricultural residues for advanced applications*. Vortrag gehalten: BMEL Doctorate & Postdoc Meeting, [online], 09.02.2021.
- Prempeh, C. O. (2021). *The generation of a functional catalytic support system from silicon rich biomass residues for low-temperature methane oxidation operations*. Vortrag gehalten: Doktorandenkolloquium Universität Rostock, Rostock, 15.-16.07.2021.
- Pujan, R.; Preisig, H. A. (2021). *Providing Compound Models for Biorefinery Processes*. Vortrag gehalten: Bio4Fuels Days, Drammen (Norwegen), 17.-18.11.2021.
- Röver, L.; Adam, R.; Berger, F.; Schneider, P.; Zeng, T.; Werner, H.; Lenz, V. (2021). *MoBiFuels: Analyse und Beseitigung von Markthemmnissen von techn. modifizierten Bioenergieträgern*. Vortrag gehalten: 10. Statuskonferenz BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie, [online], 29.-30.11.2021.
- Schäfer, F. (2021). *NovoHTK: a novel process for anaerobic mono-digestion of chicken manure*. Vortrag gehalten: Progress in Biogas V, [online], 22.-24.09.2021.
- Schaller, S. (2021). *Virtuelles Treffen des Arbeitskreises „ISWA-Germany“*. Vortrag gehalten: Virtuelles Treffen des Arbeitskreises „ISWA-Germany“, [online], 21.01.2021.
- Schaller, S.; Thrän, D. (2021). *The way forward to a sustainable bioeconomy*. Vortrag gehalten: Dialogue on bioeconomy: Concepts and practise in Germany / Challenges and opportunities in Brazil, [online], 17.11.2021.
- Schindler, H. (2021). *Bioenergie und nachhaltige Entwicklung*. Vortrag gehalten: Workshop „Nutzung von Bioenergie in Deutschland im Kontext planetarer Grenzen, internationaler Flächenkonkurrenzen & Landkonflikte, Aktionsbündnis Klimaschutz“, [online], 06.09.2021.
- Schindler, H. (2021). *Umrüstung von Kohlekraftwerken auf Biomasse*. Vortrag gehalten: LAG Klima & Energie Bündnis 90/DIE GRÜNEN Bremen, [online], 15.11.2021.
- Schipfer, F.; Schildhauer, T.; Mäki, E.; Höftberger, E.; Thrän, D.; Hennig, C.; Rowe, I. (2021). *A techno-economic catalogue for system flexibilization*. Vortrag gehalten: IAEE 1st Online Conference, [online], 08.06.2021.
- Schipfer, F.; Schildhauer, T.; Mäki, E.; Thrän, D.; Hennig, C.; Schmieder, U.; Lange, N.; Higa, C. (2021). *Valorizing flexible bioenergy*. Vortrag gehalten: IEWT 1st Online Conference, [online], 08.09.2021.
- Schliermann, T. (2021). *Thermo-chemical conversion of ash-rich agricultural residues in a gasifier CHP*. Vortrag gehalten: 11th IconSWM-CE, [online], 01.-04.12.2021.
- Schliermann, T.; Herrmann, A.; Hartmann, I.; Wiest, W.; Ho, J.; Köster, F.; Zimmermann, G. (2021). *Thermo-chemische Konversion aschereicher Agrarreststoffe in einem Vergaser-BHKW*. Vortrag gehalten: 10. Statuskonferenz BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie, [online], 29.-30.11.2021.
- Schmidt-Baum, T.; García Laverde, L.; Pomsel, D.; Szarka, N.; Lenz, V. (2021). *„Handwerkerschafts-Dilemma“ beim Umstieg auf Biomasseheizanlagen*. Vortrag gehalten: 15. Rostocker Bioenergieforum, [online], 16.-17.06.2021.
- Schumacher, B.; Rensberg, N.; Stinner, W. (2021). *The state of manure management and biogas in Germany: A recent survey of biogas plant operators (2020)*. Vortrag gehalten: International Online Conference „Progress in the Treatment and Application of Manure and Digestate Products“, [online], 25.-27.01.2021.
- Schumacher, B.; Rensberg, N.; Stinner, W.; Nelles, M. (2021). *Güllemanagement an Biogasanlagen: aktuelle Umfrageergebnisse unter Biogasanlagenbetreibern*. Vortrag gehalten: 15. Rostocker Bioenergieforum, [online], 16.-17.06.2021.
- Schumacher, B.; Wedwitschka, H.; Fischer, P.; Nordzieke, B. H.; Grundmann, J. (2021). *Wood fibres as an example for innovative sector coupling*. Vortrag gehalten: Progress in Biogas V, [online], 22.-24.09.2021.
- Stinner, W. (2021). *Wirtschaftlichkeitsaspekte der Strohvergärung*. Vortrag gehalten: 5. Bayerische Biogasfachtagung, [online], 02.-03.03.2021.
- Stinner, W. (2021). *Wirtschaftsdüngernutzung und Gärrestverwertung: Zukunftsbausteine für Biogas? Klimaschutzeffekte, Rahmenbedingungen und Herausforderungen*. Vortrag gehalten: Biogastagung der Energieagentur Rheinland-Pfalz, [online], 03.03.2021.
- Stinner, W. (2021). *Wo steht die Biogaserzeugung? Potentiale, Agrareffekte, Klimaschutzeffekte, Rahmenbedingungen und Herausforderungen*. Vortrag gehalten: Biogas: Beiträge zu Klimaschutz und Energieversorgung, Kassel, 03.08.2021.
- Stinner, W. (2021). *Biogas als Schlüsseltechnologie einer produktiven, enkeltauglichen Landwirtschaft*. Vortrag gehalten: Biogas aus Stroh, Gülle & Co., [online], 25.-26.08.2021.
- Stinner, W. (2021). *Gärprodukt-Innovationen: Herausforderungen und Chancen*. Vortrag gehalten: Biogas aus Stroh, Gülle & Co., [online], 25.-26.08.2021.
- Susann Günther (2021). *Spatial feedstock screening for the CAFIPLA pilot plant*. Vortrag gehalten: Webinar CAFIPLA Projekt, [online], 10.12.2021.
- Teibert, C.; Hartmann, I. (2021). *Blauer Engel Vergabekriterien für Staubabscheider*. Vortrag gehalten: Sitzung der Jury Umweltzeichen, [online], 07.12.2021.

- Thiel, C.; Hartmann, I.; Kossack, J.; Wiest, W.; Lehmenkühler, L.; Ho, J.; Krämer, G.; Hess, D. (2021). *Entwicklung einer mit Präzisionshackgut beschickten emissionsarmen Einzelraumfeuerungsanlage: Verbundvorhaben: Entwicklung einer emissionsarmen Einzelraumfeuerung für bedarfsgerecht erzeugte und qualitätsgesicherte Holzhackschnitzel; Förderkennzeichen: 22016817*. Vortrag gehalten: 24. Fachgespräch Arbeitskreis Holzfeuerung, [online], 09.06.2021.
- Thrän, D. (2021). *IEA Bioenergy Task 44 Flexible Bioenergy: WP 2 Report „Expectation and implementation of flexible bioenergy in different countries“*. Vortrag gehalten: IEA Bioenergy Task 44 webinar, [online], 18.03.2021.
- Thrän, D. (2021). *Die Rolle des Bioökonomierats für die Umsetzung der Bioökonomiestrategie*. Vortrag gehalten: Meeting des Clusters Bioökonomie der Zuse-Gemeinschaft, [online], 04.05.2021.
- Thrän, D. (2021). *Der Bioökonomierat: Ziele, Aufgaben und Zusammensetzung*. Vortrag gehalten: [Webinar Bioökonomie IHK Lübeck], [online], 06.05.2021.
- Thrän, D. (2021). *Nachhaltige Bioökonomie in Deutschland: wie kann das funktionieren?* Vortrag gehalten: 15. Rostocker Bioenergieforum, [online], 16.-17.06.2021.
- Thrän, D. (2021). *Das System Bioökonomie*. Vortrag gehalten: Sitzung des Niedersächsischen Beirats für NawaRo und Bioökonomie Hannover, [online], 17.06.2021.
- Thrän, D. (2021). *Energy from biomass*. Vortrag gehalten: Joint EPS-SIF International School on Energy, [online], 23.07.2021.
- Thrän, D. (2021). *Biomassenutzung und Potenziale*. Vortrag gehalten: BMU Workshop Biomasse / Natürliche Senken, [online], 17.09.2021.
- Thrän, D. (2021). *Ways towards a Sustainable Bioeconomy*. Vortrag gehalten: BASF – Talk Sustainability: Ways Towards a Sustainable Bioeconomy, Ludwigshafen, 22.09.2021.
- Thrän, D. (2021). *How to Develop a Sustainable Bioeconomy*. Vortrag gehalten: Jülich biotech Day: how to develop a Sustainable Bioeconomy, [online], 01.10.2021.
- Thrän, D. (2021). *Biogas between energy and climate strategies*. Vortrag gehalten: University of Calgary. Department lecture, [online], 02.11.2021.
- Thrän, D. (2021). *Forschung für Bioenergie: ein Rückblick und die Aussichten*. Vortrag gehalten: 10. Statuskonferenz BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie, [online], 29.-30.11.2021.
- Thrän, D. (2021). *The role of biofuels in a sustainable circular bioeconomy*. Vortrag gehalten: 1st Sustainable Bioenergy and Processes Conference, [online], 13.-15.12.2021.
- Thrän, D.; Angelova, E. (2021). *[Closing event]*. Vortrag gehalten: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.
- Thrän, D.; Brödner, R. (2021). *Nachhaltige, kreislauforientierte Bioökonomie: von der Systemidee zum Handeln*. Vortrag gehalten: Schweriner Wissenschaftswoche, [online], 15.-19.11.2021.
- Thrän, D.; Kronhardt, A. (2021). *Biomasse in künftigen Energiesystemen: Weitere Optionen und Geschäftsmodelle*. Vortrag gehalten: Online-Fachtagung „Biomasse in künftigen Energiesystemen – Post-EEG“, [online], 30.-31.03.2021.
- Thrän, D.; Lange, N. (2021). *Bioenergy in a well below 2 degree world: expectations and success factors for long-term evolution*. Vortrag gehalten: IEA Bioenergy Triannual Online Conference, [online], 29.11.-09.12.2021.
- Thrän, D.; Lenz, V. (2021). *Rolle der Bioenergie: Stand, Erwartungen in zukünftigen Energiesystemen, Handlungsfelder*. Vortrag gehalten: BMWi Gespräch zur Rolle der Bioenergie, [online], 21.06.2021.
- Thrän, D.; Manske, D.; Bunzel, K. (2021). *Renewable energies, climate change and nature protection*. Vortrag gehalten: 3rd BA Wind EnSu Webinar „Climate change & Renewable Energy“ Vattenfall, [online], 02.06.2021.
- Wedwitschka, H.; Chen, F.; Stinner, W. (2021). *No success of biotech products without recycling strategy*. Vortrag gehalten: 9th International Bioeconomy Conference, [online], 09.-10.06.2021.
- Wedwitschka, H.; Chen, F.; Stinner, W. (2021). *Wettbewerbsfähige Insektenprodukte (CIP): Insektenmehlproduktion als Add-On für Biogasanlagen*. Vortrag gehalten: 14. Biogas-Innovationskongress, [online], 23.-24.06.2021.
- Weinrich, S. (2021). *Opportunities and challenges in anaerobic process modelling*. Vortrag gehalten: V. CMP International Conference on Monitoring and Process Control of Anaerobic Digestion Processes, [online], 23.-25.03.2021.
- Weinrich, S. (2021). *Möglichkeiten und Herausforderungen bei der Prozesssimulation an Biogasanlagen*. Vortrag gehalten: Biogas in der Landwirtschaft, [online], 29.-30.09.2021.
- Weinrich, S. (2021). *Möglichkeiten und Herausforderungen bei der Prozessmodellierung an Biogasanlagen*. Vortrag gehalten: DECHEMA Virtual Talks – „Trend zur Mess- und Regelungstechnik in der Biotechnologie“, [online], 28.10.2021.
- Weinrich, S.; Pröter, J.; Liebetrau, J. (2021). *Estimating biomethane potentials (BMP) and degradation kinetics in anaerobic digestion*. Vortrag gehalten: Progress in Biogas V, [online], 22.-24.09.2021.
- Winkler, M.; Mauky, E.; Weinrich, S. (2021). *Electricity-Market-Driven Optimization of Biogas Plant Operation: Theory and Application in Full Scale*. Vortrag gehalten: V. CMP International Conference on Monitoring and Process Control of Anaerobic Digestion Processes, [online], 23.-25.03.2021.
- Würdinger, K.; Büchner, D.; Mercker, O. (2021). *Systemeffekte von Kaminöfen in Kombination mit Wärmepumpen*. Vortrag gehalten: 24. Fachgespräch Arbeitskreis Holzfeuerung, [online], 09.06.2021.
- Zeng, T.; Mühlenberg, J.; Pollex, A. (2021). *Entwicklung einer einfachen und schnellen Testmethode für Kalium zur Sicherstellung der Qualität von holzartigen Biomassefestbrennstoffen*. Vortrag gehalten: Expertenworkshop „Analytik chemischer Inhaltsstoffe in Holzbrennstoffen mittels Schnellmessverfahren und konventioneller Labormethoden“, [online], 24.02.2021.

Poster

- Beidaghy, H. D.; Zeng, T.; Enke, D. (2021). *New fuel indexes for prediction of ash-melting behavior in silica-rich biomass assortments*. Poster präsentiert: 29th European Biomass Conference and Exhibition, [online], 26.-29.04.2021.
- Beidaghy, H. D.; Zeng, T.; Denecke, R.; Enke, D. (2021). *High-quality biogenic silica production from rice husk and rice straw*. Poster präsentiert: 29th European Biomass Conference and Exhibition, [online], 26.-29.04.2021.
- Bindig, R. (2021). *Procedure for the development of catalysts for the reduction of emissions from small-scale combustion plants*. Poster präsentiert: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.
- Chan, K.; Millinger, M.; Schneider, U.; Thrän, D. (2021). *How changing diets could reduce climate burdens in the German society*. Poster präsentiert: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.
- Dietrich, S.; Nieß, S. (2021). *Synthesis of light hydrocarbons from biogas and hydrogen: Investigation of Fe-Mn-K/MgO catalyst*. Poster präsentiert: 7th REGATEC, Weimar, 20.09.-21.09.2021.
- Dotzauer, M.; Oehmichen, K.; Thrän, D.; Weber, C. (2021). *Empirical greenhouse gas assessment for flexible bioenergy in interaction*. Poster präsentiert: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.
- Dzofou Ngoumelah, D.; Harnisch, F.; Kretzschmar, J. (2021). *Combining microbial electrochemical technologies (MET) and anaerobic digestion (AD): challenges from a biotechnological point of view*. Poster präsentiert: Higrade conference, 11.10.2021.
- García Laverde, L.; Schmidt-Baum, T.; Szarka, N.; Lenz, V. (2021). *Klimaschutz im Heizungskeller: Erleichterung des Entscheidungs-, Planungs- und Installationsprozesses beim Austausch der Heizungsanlage für Hauseigentümer/-innen*. Poster präsentiert: 10. Statuskonferenz BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie, [online], 29.-30.11.2021.
- Karras, T.; Brosowski, A.; Thrän, D. (2021). *Supply costs of biogenic residues: Development of a regionalized supply*. Poster präsentiert: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.
- Klüpfel, C.; Wirth, B.; Köchermann, J.; Biller, P. (2021). *Experimental screening of process parameters for the hydrothermal liquefaction of digestate*. Poster präsentiert: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.
- Köchermann, J.; Pietsch, S. (2021). *Hydrothermal production of furfural and hydrochar using a vapor releasing reactor system*. Poster präsentiert: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.
- König, M. (2021). *Development and application of novel SCR catalysts for the low-temperature denitrification of exhaust gases from the thermo-chemical conversion of biogenic solid fuels*. Poster präsentiert: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.
- Kurth, M. (2021). *Water Selective Membranes for CO₂ Methanation*. Poster präsentiert: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.09.-14.09.2021.
- Müller, M.; Hartmann, I.; König, M. (2022). *Small-scale biomass heating (< 5 kW): Plant development for future demand-oriented domestic heat supply*. Poster präsentiert: Workshop on Advances in Wood Heater Design and Technology, [online], 11.-12.01.2022.
- Mutlu, Ö. Ç.; Jordan, M.; Lenz, V.; Zeng, T. (2021). *Future Competitive Potential of a Small-scale Fluidized-bed Combustion Technology in German heating Sector: An Economic Modelling Analysis*. Poster präsentiert: 29th European Biomass Conference and Exhibition, [online], 26.04.-29.04.2021.
- Nieß, S. (2021). *Bioressourcen und Wasserstoff zu Methan als Kraftstoff: Konzeptionierung einer Pilotanlage*. Poster präsentiert: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.
- Prempeh, C. O.; Formann, S.; Hartmann, I.; Nelles, M. (2021). *Generation of Silicon Dioxide from Biomass for Industrial Applications*. Poster präsentiert: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.
- Pujan, R.; Preisig, H. A. (2021). *Systematic Modelling of Transport Processes across Interfaces*. Poster präsentiert: 31st European Symposium on Computer Aided Process Engineering, Istanbul (Türkei), 06.06.-09.06.2021.
- Pujan, R.; Preisig, H. A. (2021). *Rapid and Accessible Model Generation with the Aid of ProMo*. Poster

präsentiert: Bio4Fuels Days, Drammen (Norwegen), 17.-18.11.2021.

Richter, S.; Szarka, N.; Bezama, A.; Thrän, D. (2021). *Drivers for a sustainable future bioeconomy in Germany*. Poster präsentiert: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.

Röder, L. S. (2021). *Systematic analysis of the theoretical demand side management potential in biorefineries*. Poster präsentiert: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.11.2021.

Röder, L. S.; Gröngroft, A.; Grünwald, M.; Riese, J. (2021). *Systematische Analyse des theoretischen Demand Side Management Potenzials in Biorefineriem*. Poster präsentiert: Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgemeinschaft Prozess-, Apparate- und Anlagentechnik (PAAT), [online], 22.-23.11.2021.

Röder, L. S.; Gröngroft, A.; Riese, J.; Grünwald, M. (2021). *Flexibility options for demand side management in biorefineries*. Poster präsentiert: 13th European Congress of Chemical Engineering and 6th European Congress of Applied Biotechnology, [online], 20.09.-23.09.2021.

Schäfer, F.; Janke, L.; Niebling, F.; Himmelstoss, A.; Pröter, J. (2021). *NovoHTK: a novel process for anaerobic digestion of chicken manure*. Poster präsentiert: Progress in Biogas V, [online], 22.-24.09.2021.

Schliermann, T. (2021). *Synthesis and property optimization of biogenic silica by thermochemical conversion of rice husk in conversion reactors of variable size from laboratory to kilogram scale*. Poster präsentiert: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.

Siol, C.; Majer, S.; Thrän, D. (2021). *Assessing new technologies for the circular bio-economy with combined environmental and economic LCSA*. Poster präsentiert: 4th Doctoral Colloquium Bioenergy, Karlsruhe, 13.-14.09.2021.

Stolze, B. (2021). *Imprägnierung vs. Lösungsverbrennungsmethode: Katalytische Emissionsminderung in Biomasseverbrennungssystemen auf Basis von α -Al₂O₃ Hohlkugeln*. Poster präsentiert: 10. Statuskonferenz BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie, [online], 29.-30.11.2021.

Wedwitschka, H.; Katz, H. (2021). *Feedstock suitability assessment for Hermetia rearing and waste treatment of insect farming residues by anaerobic digestion*. Poster präsentiert: Insecta Conference, Magdeburg, 08.-09.09.2021.

Winkler, M.; Mauky, E.; Weinrich, S.; Rabe, D.; Krebs, C.; Kretschmar, J. (2021). *Gazelle: „Ganzheitliche Regelung von Biogasanlagen zur Flexibilisierung und energetischen Optimierung*. Poster präsentiert: Biogas in der Landwirtschaft, [online], 29.-30.09.2021.

Yuan, B.; Braune, M.; Gröngroft, A. (2021). *Recovery of caproic and caprylic acid from an anaerobic fermentation broth by liquid-liquid extraction*. Poster präsentiert: Biorestec, [online], 17.-19.05.2021.

Forschungsdaten

Bellot, F. B.; Horschig, T.; Brosowski, A (2021). *Quantification of European Biomass Potentials*. Version 1.0. Göttingen: Open Agrar Repository. DOI: 10.48480/pc11-xz36.

Kalcher, J.; Naegeli de Torres, F.; Gareis, E.; Cyffka, K.-F.; Brosowski, A. (2021). *Dashboard biogene Rohstoffe in Deutschland*. Version 1.1. Göttingen: Open Agrar Repository. DOI: 10.48480/95ct-gn40.

Stolze, B. (2021). *Long term monitoring of a SCR system in a research biogas plant*. Version 1. 2021. Mendeley Data. DOI: 10.17632/tfzxxfsdt6.1.

Szarka, N.; Schmid, C.; Pfeiffer, D.; Schindler, H.; Thrän, D. (2021). *Multikriterielle Smart Bioenergy Bewertungsdaten*. Göttingen: Open Agrar Repository. DOI: 10.48480/2npy-gv69.

Impressum

Herausgeber:

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig, mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Kontakt:

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116
04347 Leipzig
Tel.: +49 (0)341 2434-112
E-Mail: info@dbfz.de

Geschäftsführung:

Prof. Dr. mont. Michael Nelles (wiss. Geschäftsführer)
Ronny Bonzek (admin. Geschäftsführer)

Redaktion/V.i.S.d.P.: Paul Trainer

Für den Inhalt der Broschüre ist der Herausgeber verantwortlich.

ISBN: 978-3-946629-80-1

DOI: [https:// 10.48480/a0r5-ca44](https://10.48480/a0r5-ca44)

Bilder: Sofern nicht am Bild vermerkt: DBFZ, Privat, Jan Gutzeit, Kai und Kristin Fotografie, Titelseite: © zapp2photo – stock.adobe.com

Gestaltung: Stefanie Bader

© Copyright: DBFZ 2022

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Broschüre darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fällt insbesondere auch die gewerbliche Vervielfältigung bei Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf CD-ROM.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Zertifiziert seit 2014
nach DIN EN ISO 9001

ISO 9001
Zertifiziert



DBFZ JAHRESTAGUNG
„GREEN DEAL & BEYOND“

21.–23. Juni 2022 am DBFZ in Leipzig

Weitere Informationen unter:

www.bioenergiekonferenz.de

[#DBFZ2022](https://www.twitter.com/dbfz_de)

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH

Torgauer Straße 116

04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 2434-112

Fax: +49 (0)341 2434-133

E-Mail: info@dbfz.de

www.dbfz.de

