

# Bioenergie in der europäischen Zeitenwende:

## Ein intelligenter Baustein für ein nachhaltiges Energie- und Kreislaufwirtschaftssystem als Beitrag zum European Green Deal



DBFZ

Dr. Peter Kornatz  
peter.kornatz@dbfz.de

Martin Dotzauer  
martin.dotzauer@dbfz.de

Dr. Harry Schindler  
harry.schindler@dbfz.de

Uta Schmieder  
uta.schmieder@dbfz.de

Dr. Nora Szarka  
nora.szarka@dbfz.de

ISFH

Oliver Mercker  
mercker@isfh.de

IZES

Dr. Patrick Matschoss  
matschoss@izes.de

Katharina Laub  
laub@izes.de

Bernhard Wern  
wern@izes.de

KIT

Dr. Sabine Fleck  
sabine.fleck@kit.edu

Dr. Christine Rösch  
christine.roesch@kit.edu

UFZ

Prof. Dr. Daniela Thrän  
daniela.thraen@ufz.de

### 1. Bioenergie in der europäischen Energiewende

In der Vergangenheit wurden auf dem Weg zur europäischen Energiewende schon bedeutende Meilensteine erreicht. So ist der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoenergieverbrauch der EU zwischen 2004 und 2018 von 9,6% auf 18,9% gestiegen [1].

Weiterführend hat sich die EU zum Ziel gesetzt, im Jahr 2050 die Netto-Klimaneutralität zu erreichen, sowie die Umweltverschmutzung einzudämmen und somit das menschliche Leben und die Tier- und Pflanzenwelt zu schützen [2]. Hierfür wurde der European Green Deal mit konkreten Zeitlinien und dem Aktionsplan zur Umsetzung formuliert [3]. Bis zum Jahr 2020 soll der Anteil der erneuerbaren Energiequellen am Bruttoenergieverbrauch 20% betragen. Bis 2030 soll der Anteil bisher auf 32% erhöht werden, während gleichzeitig eine Reduktion der Treibhausgasemissionen auf 55% im Vergleich zu 1990 als Ziel festgelegt wurde [4].

Biomassenutzung wird einen bedeutenden Beitrag zur Bereitstellung erneuerbarer Energien in der EU leisten. So ist in Biomasse-Kaskadenprozessen am Ende der Kaskaden eine energetische Nutzung von Biomasse notwendig [5], und es ist davon auszugehen, dass ca. 16% des Bruttoenergiebedarfs der EU 2025 durch nachhaltige Biomasse abdeckbar ist [6]. Somit kann Bioenergie als ergänzender Part zu Windenergie und Photovoltaik zu einem nachhaltigen Energiesystem beitragen.

### 2. Bioenergie als intelligenter Baustein im Energiesystem

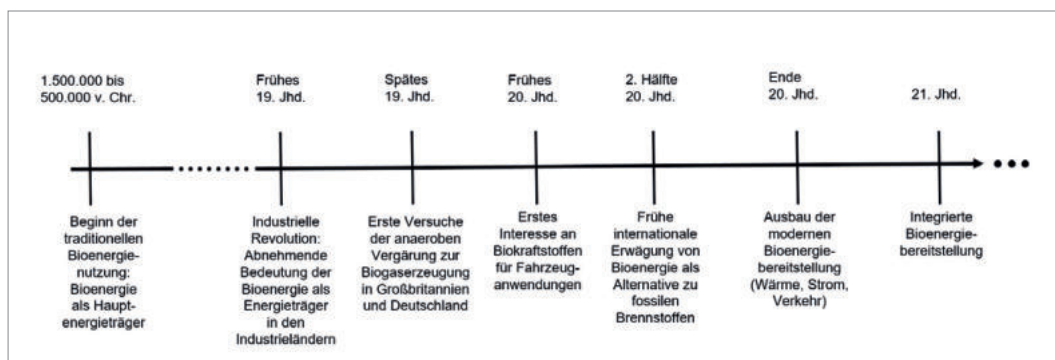
Die zukünftige Nutzung von Bioenergie soll effizient und systemdienlich gestaltet werden. Hierbei ist es wichtig, Bioenergie als integrativen Baustein im Zusammenspiel mit anderen erneuerbaren Energieträgern im Gesamtsystem zu sehen. Die besondere Stärke von Bioenergie ist hierbei ihre bedarfsgerechte Bereitstellung sowie die Möglichkeit, im Rahmen einer zukünftigen Kreislaufwirtschaft zusätzliche Wertschöpfung und Ressourceneinsparpotenziale zu ermöglichen (Ergänzung der Kaskadennutzung).

Dabei ist die Bioenergienutzung in der menschlichen Geschichte kein neues Phänomen. Die traditionelle Biomassenutzung in Form von fester Biomasse, hauptsächlich Holz und Holzkohle oder landwirtschaftlicher Biomasse, fungieren schon seit Anbeginn der Menschheitsgeschichte als Energieträger, Nahrungsmittellieferant oder Baumaterial. Seitdem hat sich die Bioenergienutzung in Bezug zu den veränderten Nutzungsanforderungen stetig gewandelt (► *Abbildung 1*).

Für die heutigen Nutzungsanforderungen ist zu erwarten, dass sich die Bioenergienutzung zu einem integrierten und vielfältigen Technologieansatz mit hoher Systemdienlichkeit entwickelt, welcher mehrere Anforderungen und Dienstleistungen erfüllen kann [7].

Abbildung 1

**Bioenergie-Nutzung**  
im Kontext der Menschheitsgeschichte [7].



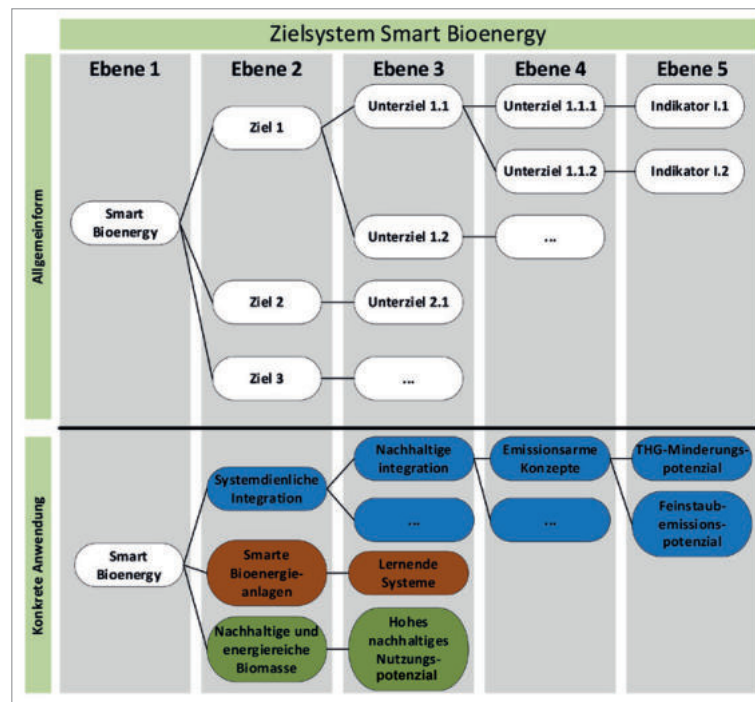


Abbildung 2  
Smart Bioenergy Zielsystem  
Abbildung nach [7]

Zudem wird die Nutzung von Biomasse in Hochtemperaturprozessen immer wichtiger, aus makroökonomischer Sicht, aus betriebswirtschaftlicher Sicht und aus exergetischer Sicht [8]. Hierdurch charakterisieren sich die Technologien, die als intelligenter Bausteine fungieren können und als Smart Bioenergy Konzepte bezeichnet werden. Smart Bioenergy ist in Hinblick auf die Bioenergienutzung der Vergangenheit die konsequente Fortführung der bisherigen Entwicklung.

### 3. Bewertung intelligenter Biomasse-Nutzungsoptionen

Bioenergie kann zum Erreichen der Ziele des European Green Deals maßgeblich beitragen, z. B. indem sie die Kosten für den Umbau des Energiesystems verringert. Hierbei ist es wichtig, dass umweltverträgliche sowie effiziente Technologien und Ausbaupfade determiniert und gewählt werden. So werden einerseits naturschutzfachliche Fragestellungen im Rahmen von Monitormaßnahmen im Kontext zu den Ausbaupfaden und ihrer Umweltwirkung untersucht [9] und öffentlich zugänglich gemacht [10] sowie andererseits technologische und systemdienliche Aspekte zur Bewertung systematisiert.

Für die Systematisierung und Bewertung sind reproduzierbare Indikatoren notwendig. Wichtig ist hier vor allem das spezifische, messbare, erreichbare und realistische Ziele mit definierter Zeitlinie zur

Indikatorfindung gesetzt werden (im Sinne des S. M. A. R. T.-Konzepts: spezifisch, messbar, akzeptiert, realistisch und terminiert). Das „SmartKt-Bewertungssystem“ verfolgt diesen Ansatz. Hier wird das übergeordnete Ziel „Smart Bioenergy“ in untergeordnete Zielebenen zerlegt, die zu definierten, reproduzierbaren Indikatoren führen (► *Abbildung 2*).

Anhand der Zielebenen und Indikatoren können Technologieoptionen differenziert nach Zielebene bewertet werden. Hierdurch werden einerseits die Erreichung der gesetzten Hauptziele, und andererseits zusätzliche positive Effekte einer Technologieoption sichtbar. Somit lassen sich Technologieoptionen und Maßnahmen bewerten und sind direkt vergleichbar. Auf diesem Weg lassen sich die jeweils effizientesten und systemdienlichsten Optionen im Sinne des „Smart-Bioenergy“-Ansatzes bestimmen. (► *Abbildung 2* und ► *Abbildung 3*)

### 4. Blick in die Forschung: Beispiele für intelligente Bioenergienutzung

Optionen für die intelligente Bioenergienutzung sind Gegenstand der aktuellen Forschung. Hier steht nicht ausschließlich die energetische Nutzung von Biomasse im Fokus, sondern es wird die gesamtgesellschaftliche Nutzung im Sinne der Kreislaufwirtschaftskaskadennutzung adressiert.

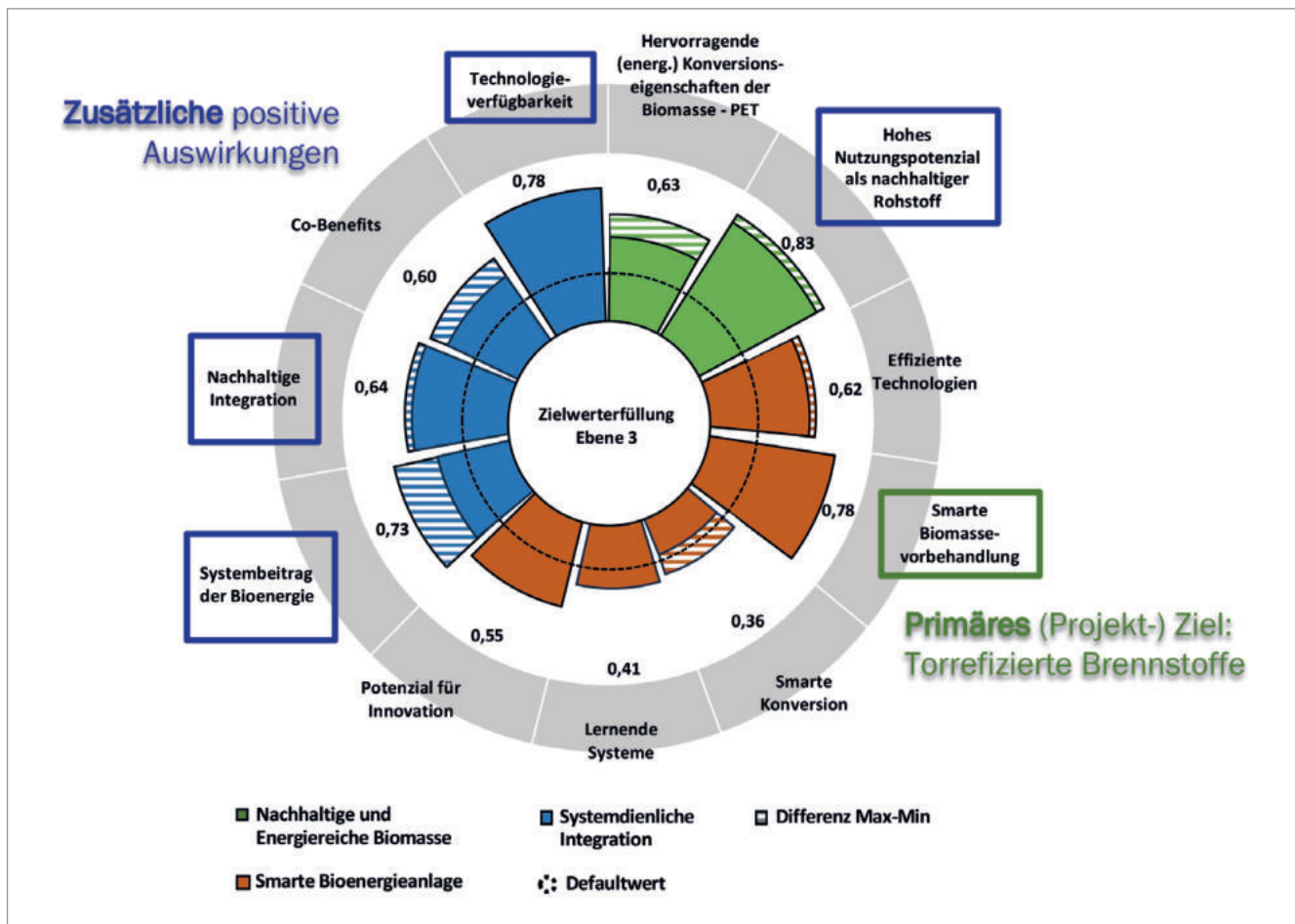


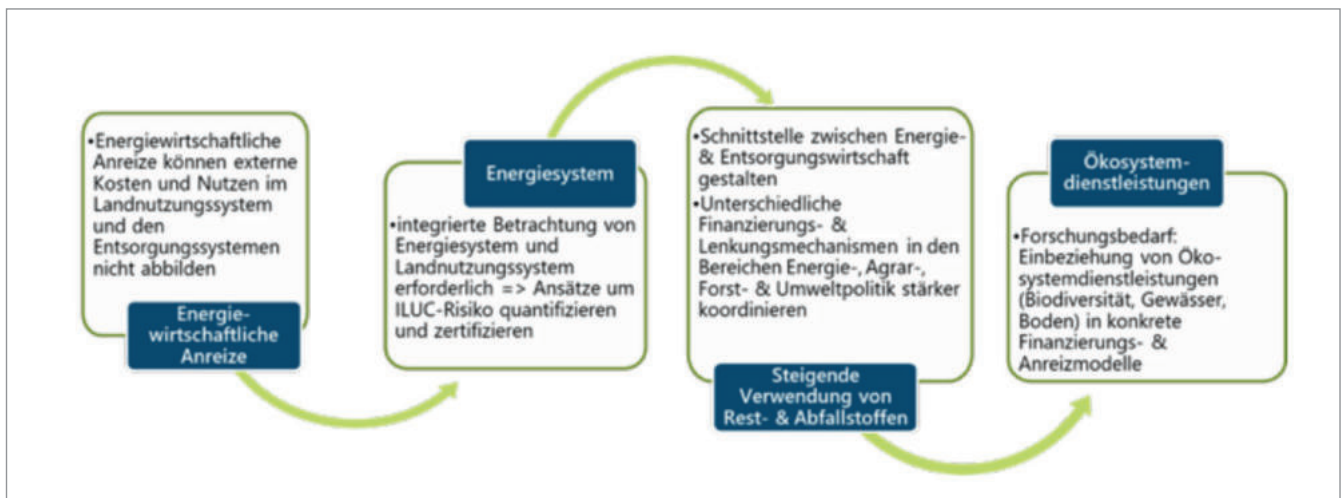
Abbildung 3

**Das SmartKT Bewertungssystem an einem Beispiel demonstriert**

Forschungsziel des bewerteten Projektes ist die Flexibilisierung der Energiebereitstellung in Bioenergiekleinanlagen durch Einsatz torrefizierter Brennstoffe. Forschungsgegenstand ist die Vorbehandlung holzartige Reststoffe zur Nutzung in Holzvergasanlagen kleiner Leistungsbereiche

(Quelle: [7])

- Ein Beispiel hierfür ist das Vorhaben **ReNu2Farm**. Durch die Anpassung von Herstellungsprozessen (z. B. Biogas) für die bedarfsangepasste Produktion von Naturprodukten verschiedener Herkunft (Bioabfälle und Wirtschaftsdünger) soll der Import von Mineraldünger minimiert werden. Momentan werden fast 100% des Mineraldüngers in Nordwesteuropa importiert, während nur ca. 5% auf organisch recycelten Materialien basieren [11]. Hierdurch werden deutliche Einsparungen beim Energiebedarf für Bereitstellung von Mineraldünger erwartet.
- Das Vorhaben **MakroBiogas** zielt auf die Einschätzung der gesamtheitlichen Wirkung von Biogasanlagen über den Stromsektor hinaus. Hierfür werden Biogasleistungen in anderen Sektoren wie zum Beispiel Ökosystemdienstleistungen (Wirkungen auf Boden, Wasser, Landnutzung, Biodiversität u. ä.) systematisiert und quantifiziert. Die Ergebnisse zeigen, dass bei Wegfall des Biogasanlagenbestandes nicht nur 30TWh Strom und 15 TWh Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung bis 2035 wegfallen, sondern darüber ein deutlich negativer Einfluss auf die oben genannten Faktoren entstehen würde [12].
- Im Sinne der Kreislaufwirtschaft ist die Verwertung von Altholz von essenzieller Bedeutung, welche im Vorhaben **Altholz-Quo vadis?** untersucht wurde. In der Regel findet diese durch energetische Nutzung als Bestandteil einer europaweiten Nutzungskaskade statt [13]. Durch Wegfall von Anlagen zur energetischen Nutzung innerhalb des EEG fehlen Optionen zur Altholznutzung. Die Kapazität von Müllverbrennungsanlagen oder die weitere stoffliche Nutzungsmöglichkeit für Multifaserplatten ist marginal, sodass Lösungen für die weitere energetische Nutzung gefunden werden müssen.
- Ebenfalls relevant sind innovative Nutzungstechnologien. Zum Beispiel kann durch Hochdruck-Flugstromvergaser Biomasse im breiten Spektrum zur Herstellung von Synthesegasen eingesetzt werden, die wiederum eine hohe Produktflexibilität aufweisen und entweder für erneuerbare Chemikalien, Brennstoffe oder zur bedarfsgerechten Erzeugung von systemdienlicher elektrischer Energie verwendet werden können. Die Forschungsinitiative **reFuels** bewertet dahingehend Konzepte besonders für Biokraftstoff, in Hinblick auf Mengengerüst, gesellschaftliche Akzeptanz und CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial bis 2030 [14].



- Großtechnische Anlagen stellen einen Aspekt dar, jedoch bilden Kleinanlagen auf der Ebene einzelner Haushalte ebenfalls eine Möglichkeit der systemdienstlichen Bioenergienutzung. Besonders Einzelraumfeuerstätten, die im weitesten Sinne aus der traditionellen Bioenergienutzung hervorgegangen sind, bieten sich für den nächsten Evolutionsschritt zur intelligenten Bioenergiebereitstellung an. Das Projekt **OptDienE** untersucht hierfür Optionen zum netzdienstlichen Betrieb von Einzelraumfeuerstätten im dezentralen Versorgungssystem. Aufgrund der (noch) geringen Automatisierung von Einzelraumfeuerstätten sind hier besondere Herausforderungen gegeben, für die Lösungsansätze notwendig sind [15].
- Die Biomasseerzeugung kann Flächenkonkurrenzen verstärken oder verursachen. Aus diesem Grund ist es relevant, nicht nur Biomasse-Verwertungsoptionen, sondern auch deren Produktion zu betrachten und Flächen möglichst effizient zu nutzen. Ein Ansatz hierfür bietet das Vorhaben **APV-RESOLA** [16]. Eine Kombination von landwirtschaftlicher Fläche mit aufgeständerten Photovoltaikanlagen kann den Energieertrag erhöhen und Flächenkonkurrenzen verringern.

## 5. Zukünftige Gestaltung der Bioenergieforschung und Bioenergiepolitik

Die Beispiele zeigen, dass die Bioenergieforschung sich auf verschiedenen Ebenen, mit unterschiedlichsten Aspekten und Konzepten zur Systemintegration auseinandersetzt. Der Pfad zur intelligenten Bioenergienutzung ist hier deutlich zu erkennen.

Die Bioenergieforschung der Zukunft muss diesen Pfad weiterverfolgen und darauf hinwirken, dass Technologien optimiert, Infrastrukturen ausgebaut

und Geschäftsmodelle im Sinne der energiesystemdienlichen Bioenergienutzung entwickelt werden.

In Zukunft ist darüber hinaus die Etablierung negativer Emissionen notwendig, um die Klimaziele 2050 zu erreichen. Auch hier kann die Bioenergieforschung Nutzungskonzepte entwickeln, beispielsweise durch die stoffliche Nutzung des CO<sub>2</sub> (Methanisierung) in einer kohlenstoffarmen Wirtschaft.

Die Digitalisierung bietet hier Chancen, um die unterschiedlichen erneuerbaren Energielinien mit den Technologien der Bioenergie zu kombinieren. Die Verfügbarkeit von Informationen, etablierten und standardisierten Schnittstellen sowie intelligenter Steuerung und Regelung von Prozessen ist hierfür ein absolutes Erfordernis. Die unterschiedlichen Energielinien dürfen hierbei nicht in Konkurrenz, sondern in Ergänzung zueinander gesehen werden.

Die unterschiedlichen Sparten der Politik wie Energie-, Agrar- und Forstwirtschaft- sowie Umweltpolitik müssen sich in Zukunft als Teil einer integrierten Bioenergiepolitik sehen. Über die energiewirtschaftlichen Anreize hinaus ist hier eine integrierte Betrachtung von Energie und Landnutzungssystem dringend erforderlich. Die Umorientierung zur vermehrten Verwendung von Rest- und Abfallstoffen bedarf konkreter Schnittstellen zwischen Energie- und Entsorgungswirtschaft. Oberste Koordinationsaufgabe ist die Lenkung und effektive Verwendung von Stoffströmen auf ihren unterschiedlichen Nutzungspfaden. Darüber hinaus müssen in Zukunft Ökosystemdienstleistungen, die durch die Bioenergienutzung bereitgestellt werden berücksichtigt und vor allem bewertet, aber auch vergütet werden, um die Vorteile, die die Bioenergienutzung bietet, ausreichend zu würdigen. (► **Abbildung 4**)

Abbildung 4

**Energie- und Agrar-, Forst und Umweltpolitik als Teil einer integrierten Bioenergiepolitik [17]**

## Literatur

- [1] Europäische Kommission (2020). Im Blickpunkt - Erneuerbare Energien in Europa. [https://ec.europa.eu/info/news/focus-renewable-energy-europe-2020-mar-18\\_de](https://ec.europa.eu/info/news/focus-renewable-energy-europe-2020-mar-18_de)
- [2] Europäische Kommission (2019). Was ist der europäische Grüne Deal? [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/fs\\_19\\_6714](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/fs_19_6714)
- [3] Europäische Kommission (2019). The European Green Deal. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1596443911913&uri=CELEX:52019DC0640#document2>
- [4] Neues Klimaziel: EU-Kommission schlägt 55 Prozent weniger Emissionen bis 2030 vor (2020), [https://ec.europa.eu/germany/news/20200917-neues-klimaziel\\_de](https://ec.europa.eu/germany/news/20200917-neues-klimaziel_de)
- [5] Umweltbundesamt (2019). BioRest: Verfügbarkeit und Nutzungsoptionen biogener Abfall- und Reststoffe im Energiesystem (Strom-, Wärme- und Verkehrssektor) <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/bioest-verfuegbarkeit-nutzungsoptionen-biogener>
- [6] European Environment Agency (2006). How much bioenergy can Europe produce without harming the environment? ISBN 92-9167-849-X
- [7] Nora Szarka, Christopher Schmid, Diana Pfeiffer, Daniela Thrän (2020). All in One: A Comprehensive Goal and Indicator System for Smart Bioenergy. *Chemical Engineering & Technology*, Volume 43, Issue 8, August 2020, Pages 1554–1563 <https://doi.org/10.1002/ceat.202000033>
- [8] Volker Lenz, Nora Szarka, Matthias Jordan, Daniela Thrän (2020). Status and Perspectives of Biomass Use for Industrial Process Heat for Industrialized Countries. *Chemical Engineering & Technology*, Volume 43, Issue 8, August 2020, Pages 1469–1484 <https://doi.org/10.1002/ceat.202000077>
- [9] Bundesamt für Naturschutz (2020). Naturschutzfachliches Monitoring des Ausbaus der erneuerbaren Energien im Strombereich und Entwicklung von Instrumenten zur Verhinderung der Beeinträchtigung von Natur und Landschaft. ISBN 978-3-89624-304-1 <https://doi.org/10.19217/skr562>
- [10] Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (2020). <https://www.ufz.de/ee-monitor-app/>
- [11] Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme (2020). RENU2Farm [http://www.izes.de/sites/default/files/publikationen/ST\\_ReNu2Farm\\_de.pdf](http://www.izes.de/sites/default/files/publikationen/ST_ReNu2Farm_de.pdf)
- [12] Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme (2020). MakroBiogas <http://www.izes.de/de/projekte/makrobiogas>, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13184.17920>
- [13] Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme (2020). Altholz Quo Vadis [http://www.izes.de/sites/default/files/publikationen/ST\\_16\\_079.pdf](http://www.izes.de/sites/default/files/publikationen/ST_16_079.pdf), <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22503.47526>
- [14] Karlsruher Institut für Technologie (2020). Das Projekt „reFuels – Kraftstoffe neu denken“ <https://www.refuels.de/108.php>
- [15] Institut für Solarenergieforschung in Hameln (2020). Optionen zum letztendlichen Betrieb von Einzelraumfeuerstätten <https://isfh.de/forschung/solare-systeme/projekte/optdiene/>
- [16] Karlsruher Institut für Technologie (2020). APV-RESOLA – Innovationsgruppe Agrophotovoltaik: Beitrag zur ressourceneffizienten Landnutzung, [https://www.itas.kit.edu/projekte\\_roes15\\_apvres.php](https://www.itas.kit.edu/projekte_roes15_apvres.php)
- [17] Daniela Thrän (2019). Biomasse im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik: Strategien für eine nachhaltige Bioenergienutzung [https://www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/media/3\\_Veranstaltungen/8\\_SK/Programm\\_Anfahrt\\_Hotels/Plenum\\_Votr%C3\\_%A4ge/Thr%C3%A4n\\_DBFZ\\_8SK2019\\_web.pdf](https://www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/media/3_Veranstaltungen/8_SK/Programm_Anfahrt_Hotels/Plenum_Votr%C3_%A4ge/Thr%C3%A4n_DBFZ_8SK2019_web.pdf)