



**EXPERTENEMPFEHLUNGEN AUS DEN
ARBEITSGRUPPEN FÜR DEN KONSULTATIONSPROZESS
ZUM 7. ENERGIEFORSCHUNGSPROGRAMM**



FORSCHUNGSNETZWERK
ENERGIE BIOENERGIE

**Expertenempfehlungen aus den Arbeitsgruppen
für den Konsultationsprozess zum 7. Energieforschungsprogramm**

FORSCHUNGSNETZWERK BIOENERGIE

Einleitung

Transparenz und Partizipation sind wichtige Ziele der Bundesregierung im 6. Energieforschungsprogramm. Die sieben Forschungsnetzwerke Energie sind somit ein wichtiges Instrument der Energieforschungspolitik des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Sie tragen maßgeblich dazu bei, alle wesentlichen Akteure eines Themenschwerpunkts der Energieforschung zu vernetzen und an Strategieprozessen zu beteiligen. Dazu erarbeiten die Mitglieder der Forschungsnetzwerke Expertenempfehlungen zum künftigen Forschungsbedarf sowie zu möglichen Förderschwerpunkten und -formaten.

Im Dezember 2016 hat das BMWi als federführendes Ministerium für die Energiewende den Konsultationsprozess für ein neues Energieforschungsprogramm gestartet. Dieser Prozess bindet alle relevanten Akteure der Energieforschung und -wirtschaft frühzeitig in die Diskussion zur Weiterentwicklung der Energieforschungsförderpolitik ein und soll bis Ende 2017 abgeschlossen werden. Die Mitglieder des Forschungsnetzwerks Bioenergie haben konkrete Expertenempfehlungen für den Konsultationsprozess zum 7. Energieforschungsprogramm erarbeitet, die in dieser Broschüre vorgestellt werden.

Themen des Forschungsnetzwerks

Das Forschungsnetzwerk Bioenergie gliedert sich in vier Arbeitsgruppen (AGs). Diese sind ein wichtiges Instrument für die Vernetzung innerhalb des Förderprogramms des BMWi. Die Arbeitsgruppen vereinen vor allem Experten aus dem Förderprogramm, eingeladen sind aber auch externe Experten aus Politik, Praxis und Wissenschaft. Es werden aktuelle übergeordnete Forschungsfragen im Bereich der angewandten energetischen Biomassenutzung diskutiert. Die Arbeitsgruppen des Netzwerks:

- AG 1 – Bioenergie im Wärmemarkt
- AG 2 – Bioenergie im Strommarkt
- AG 3 – Normierung/Standardisierung
- AG 4 – Bioenergie und Integration im Verkehr

Das Ziel ist, gemeinsam wissenschaftliche und politische (sowie gesellschaftliche) Konsultationsprozesse mit wissenschaftlich fundiertem Output aus dem Programm zu unterstützen. Herausforderungen werden analysiert, relevante Problemstellungen identifiziert und Lösungsvorschläge und Handlungsempfehlungen erarbeitet. Die AGs bilden eine Plattform für den Politik- und Forschungsdialog. Die Ergebnisse der Projekte des Programms fließen entsprechend in die Diskussionsprozesse ein.

Gründung und Entwicklung des Forschungsnetzwerks

Für einen engen Praxisbezug und einen raschen Transfer von Forschungsergebnissen in die Anwendung sind stetige Diskussionen und ein konstruktiver Erfahrungsaustausch zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik wertvolle Instrumente. Mit dem Forschungsnetzwerk Bioenergie hat das BMWi eine Plattform initiiert, die diesen Dialogprozess innerhalb des Forschungsfeldes unterstützt und alle Akteure zusammenführt. Seit Ende 2016 ist das Förderprogramm "Energetische Biomassenutzung" unter dem Namen Forschungsnetzwerk Bioenergie Teil der Forschungsnetzwerke Energie des BMWi. Der Grundstein für das Forschungsnetzwerk wurde im Jahr 2008 mit dem Start des Förderprogramms gelegt. Aktuell umfasst das Programm und nun das Forschungsnetzwerk Bioenergie 133 Einzel- und Verbundprojekte mit über 500 Partnern aus Forschungseinrichtungen, Universitäten, Unternehmen und weiteren Institutionen.

Es wurde durch eine Vernetzungsplattform begleitet, die (1) den beteiligten Experten kontinuierlichen Erfahrungsaustausch und Reflektion der offenen Forschungsfragen ermöglichte, (2) die schrittweise Harmonisierung wesentlicher Mess-, Analyse und Bewertungsmethoden vorantrieb, (3) die wissenschaftlichen Ergebnisse der Forschung zielgruppengerecht und kontinuierlich präsentierte und (4) wissenschaftliche, politische und gesellschaftliche Konsultationsprozesse kohärent bedienen konnte.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Impressum

Herausgeber
Projektträger Jülich (PtJ)
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Redaktion und verantwortlich für den Inhalt
Forschungsnetzwerk Bioenergie,
Einleitung: Projektträger Jülich (PtJ)

Gestaltung und Produktion
Projektträger Jülich (PtJ)
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Stand
November 2017

Konkret nahmen in 2009 4 Arbeitsgruppen mit 12 Unterarbeitsgruppen, sowie eine Fokusgruppe ihre Arbeit auf, die kontinuierlich weiter entwickelt wurden. Es wurden u. a. vier Methodensammlungen und themenspezifische Sammlungen der Forschungsergebnisse in einer selbstverlegten Schriftenreihe mit bislang 20 Bänden publiziert. In verschiedenen Veranstaltungen (u. a. sieben Statuskonferenzen, Fachkonferenzen und diversen Workshops und Seminaren) konnte die Wissenschaft mit weiteren Akteuren vernetzt und Forschungsansätze definiert werden.

Mit Blick auf die Herausforderungen für die Bioenergie im Rahmen der Energiewende wurde das Förderprogramm im Jahr 2015 neu ausgerichtet. Folglich wurden die AGs neu strukturiert und entsprechend inhaltlich fokussiert. Die bisherigen Aktivitäten drehten sich dabei vorrangig um die Erstellung der Themenblätter für den Konsultationsprozess zum 7. Energieforschungsprogramm.

Generelle Themen in den Arbeitsgruppen sind die drängenden Herausforderungen der Energiewende, wie Energie- und Kosteneffizienz, Markthemmnisse, Netzausbau, Systemintegration, Nachhaltigkeit, Partizipation im Bereich Wärme, Strom und KWK. Daneben sollen Fragestellungen zur Normierung/Standardisierung (z. B. Brennstoffe, Komponenten, Emissionen, Nachhaltigkeit), Zertifizierungsfragen, sowie die Weiterentwicklung der Analyse-, Berechnungs- und Bewertungsmethoden im Förderprogramm in der AG Normierung/Standardisierung diskutiert werden. Das Netzwerk reagiert somit kontinuierlich auf die Erfordernisse der Energiewende und den zusätzlichen Systemerwartungen, die an die Bioenergie gestellt werden.

Die Programmbegleitung angesiedelt am DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH ist für die wissenschaftliche Begleitung und Öffentlichkeitsarbeit des Förderprogramms zuständig.

Der Projektträger Jülich ist als Geschäftsstelle der Forschungsnetzwerke Energie Ansprechpartner für alle interessierten Akteure. Für die energetische Biomassenutzung stellt der PtJ Geschäftsbereich

„Energiesystem: Integration“ (ESI) darüber hinaus einen Koordinator als Ansprechpartner für fachliche Fragen zur Verfügung.

Expertenempfehlungen für den Konsultationsprozess

Um das gemeinsame Erarbeiten der Expertenempfehlungen aus dem Forschungsnetzwerk Bioenergie anzustoßen, haben mehrere Konsultierungsrunden in den AGs stattgefunden. Die AG Wärmemarkt traf sich zusätzlich im Rahmen eines Workshops bereits Ende 2016 zur Erstellung eines Statement- und Hintergrundpapiers auf dem Holzenergiekongress in Augsburg, welches als Grundlage für die Erarbeitung der Themenblätter diente. Aus diesen Treffen und weiteren AG-internen Abstimmungen haben die Mitglieder für die Arbeitsgruppe Strommarkt und Wärmemarkt Themenblätter mit Empfehlungen für das 7. Energieforschungsprogramm zur Bioenergie verfasst, die möglichst den gesamten Förderbedarf von der Flexibilisierung der Strom- und Wärmeproduktion, systemischen Aspekten über emissionsfreie/-arme Biomassefeuerungen bis hin zu Hybrid- und Multibridsysteme für die Bioenergienutzung der Zukunft abdecken. Die AG Bioenergie und Integration im Verkehr bildet im Forschungsnetzwerk Bioenergie eine Sonderstellung, da diese Themen aktuell nicht über das BMWi-Programm "Energetische Biomassenutzung" gefördert werden. Nichtsdestotrotz versammelt das Netzwerk einen Pool an Experten, die den Förderbedarf zu den Aspekten effiziente Bereitstellung von biomassebasierten Kraftstoffen in ausgewählten Anwendungen zusammengestellt haben. Die Empfehlungen aus der Arbeitsgruppe Normierung/Standardisierung sind zum Teil in den Themenblättern der AG Strom- und Wärmemarkt aufgegangen.

Jede Arbeitsgruppe hat konkrete Forschungsziele für die aktuellen und künftigen Anforderungen an die Biomasse erarbeitet. Unterteilt in Motivation, Forschungsinhalte, erwartete Ergebnisse sowie eine Beschreibung der dafür benötigten Art von Forschung sind die einzelnen Themen übersichtlich strukturiert und gut nachzuvollziehen. Die Netzwerkmitglieder möchten mit ihren Empfehlungen Impulse für die künftige Forschungsförderung im Bereich Energie geben.

INHALT

AG 1 BIOENERGIE IM WÄRMEMARKT	2
AG 2 BIOENERGIE IM STROMMARKT	18
AG 3 BIOENERGIE UND INTEGRATION IM VERKEHR	26

AG 1 BIOENERGIE IM WÄRMEMARKT

AG 1-1. Qualitätsbrennstoffe aus biogenen Rest- und Abfallstoffen

Eine weitgehende Vermeidung von Treibhausgasemissionen bedeutet, dass stofflich nutzbare Biomassefraktionen, die nicht zur Nahrungs- oder Futtermittelbereitstellung benötigt werden, vorrangig stofflich genutzt werden, wenn dadurch ein höhere Wertschöpfung als bei der energetischen Nutzung erzielt werden kann, um insbesondere Erdölprodukte zu vermeiden. Bei der Verarbeitung der Biomassen und am Ende der Nutzungskaskade bleiben feste biogene Rest- und Abfallstoffe übrig, die einer systemdienlichen energetischen Verwertung zugeführt werden sollten. Hierzu ist eine geeignete Sammlung und Aufbereitung sowie die zugehörige Qualitätssicherung erforderlich.

AG1-1A: ERFASSUNG BIOGENER REST- UND ABFALLSTOFFE ZUR ENERGETISCHEN NUTZUNG

In einer zukünftigen Bioökonomie besteht eine erste wesentliche Aufgabe darin, biogene Rest- und Abfallstoffe so vollständig und so sortenrein wie möglich zu erfassen, einzusammeln und einer Verwertung mit möglichst hoher Wertschöpfung zuzuordnen.

■ MOTIVATION

Mit der Substitution von Erdölprodukten durch biogene Rohstoffe und dem Wunsch einer verstärkten Kaskadennutzung der biogenen Produkte und Rohstoffe steigt die Gesamtmenge an biogenen Rest- und Abfallstoffen als auch die Produktvielfalt. Für eine hochwertige Weiterverwendung (Kaskade) ist eine möglichst vollständige Erfassung der Stoffströme und eine geeignete Sortierung der einzelnen Qualitäten sowie deren Qualitätssicherung im Prozess notwendig. Darauf aufbauend muss die Recyclingwirtschaft eine zielführende Trennung von stofflich und energetisch nutzbaren Fraktionen vornehmen und diese Stoffströme so aufbereiten, dass sie technisch und rechtlich wieder als Sekundärrohstoffe in neuen Produkten genutzt werden können. Dabei sind

neben kosteneffizienten Trenn-, Sammel- und Transportkonzepten, geeignete Erkennungs- und Sortierverfahren sowie angepasste rechtliche Regelungen (inkl. Qualitätssicherungsnormen) notwendig.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Aufbauend auf heutigen Verfahren der Abfall- und Recyclingwirtschaft sind folgende Forschungsfragen von besonderer Bedeutung:

- Erforschung und Prognose der Veränderungen der Abfall- und Reststoffströme (u. a. Menge, Anfallorte, Zusammensetzung, Eigenschaften) in der Bioökonomie
- Erarbeitung von geeigneten Trenn-, Sammel- und Transportkonzepten aufbauend auf den lokalspezifischen Herausforderungen, inkl. Qualitätssicherung und der notwendigen Normen
- Entwicklung von kostengünstigen und praxistauglichen Schnellerkennungsverfahren zur Nachsichtung von getrennt erfassten Fraktionen und zur weiteren Sortierung der Biomassen
- Erarbeitung einer Entscheidungshilfe mit der kontinuierlich angepasst an den Stand der Technik auf Basis von Nachhaltigkeits- und Wertschöpfungsaspekten eine schnelle, einfache und weitgehend automatisierte Zuordnung der unterschiedlichen Fraktionen zur stofflichen Wiederverwendung und zur energetischen Nutzung erfolgen kann
- Erarbeitung eines Entscheidungstools, welches unter Abwägung der verfügbaren Aufbereitungsverfahren und der vorgesehenen Weiternutzung des „recycelten“ Reststoffes abwägt, welcher Aufwand (energetisch, chemisch, technisch) sinnvoll ist
- Klärung der rechtlichen Herausforderungen bei der hochwertigen Weiterverwendung von Rest- und Abfallstoffen auch aus dem landwirtschaftlichen Bereich (z. B. Festmist) und Erarbeitung entsprechender rechtlicher Anpassungsnotwendigkeiten

THEMEN | AG 1:

- AG 1-1. Qualitätsbrennstoffe aus biogenen Rest- und Abfallstoffen
- AG 1-2. Emissionsfreie/-arme Biomassefeuerungen
- AG 1-3. Hybrid- und Multibridsysteme für die Bioenergienutzung der Zukunft
- AG 1-4. Bioenergie als Systemintegrator
- AG 1-5. Wertschöpfung aus den Reststoffen bei der Wärmebereitstellung aus Bioenergieträgern

■ ERGEBNISSE

Neben einem möglichst vollständigen Überblick derzeitiger Rest- und Abfallstoffmengen nach Anfall, Qualität, Mengen und derzeitigen Hauptverwertungswegen wird ein Verfahren für ein kontinuierliches Monitoring der Stoffströme und Technologien am Markt erwartet. Prognosemodelle werden, basierend auf technologischen Entwicklungen und politischen Rahmenbedingungen, Veränderungen der Stoffströme vorhersagen und erlauben damit die Einschätzung zukünftiger Bedarfe für neue Trenn-, Sammel- und Transportkonzepte. Diese werden entwickelt und führen zu einem zielgerichteten Umbau der Abfallwirtschaft. Mittels der in der Forschung entwickelten Schnellerkennungsverfahren können nahezu fraktionsreine Chargen kostengünstig und automatisiert bereitgestellt werden, so dass diese im Anschluss einer hochwertigen Aufbereitung/Weiterverwendung zugeführt werden. Auch wird das energetische Nutzpotenzial prognostiziert und die verbleibenden Fraktionen der energetischen Verwendung zugeordnet. Mit den erarbeiteten Empfehlungen zu den rechtlichen Rahmenbedingungen ist die Politik in der Lage, den Umbau der heutigen Biomassenutzung zur Bioökonomie effizient und zielführend zu begleiten und zu gestalten.

■ ART DER FORSCHUNG

Die gestellten Forschungsfragen lassen sich der angewandten Forschung und der experimentellen Entwicklung zuordnen. Die Eignung der neuen Produkte und Verfahren kann in Pilot- bzw. Demoprojekten gezeigt werden.

AG 1-1 B: TECHNISCHE AUFBEREITUNG DER BIOGENEN REST- UND ABFALLSTOFFE ZU HOCHWERTIGEN BIOENERGIETRÄGERN

Nach der Sammlung und Zuordnung der biogenen Rest- und Abfallstoffe zur energetischen Verwertung stellt sich die Frage nach den technischen Optionen zur Aufbereitung für eine anschließende hochwertige Nutzung in einer zukünftigen Bioökonomie und einem erneuerbaren Energiesystem.

■ MOTIVATION

Grundsätzlich könnten biogene Rest- und Abfallstoffe wie heute üblich Kompostierungsanlagen, Abfallvergärungsanlagen und Müllverbrennungsanlagen zugeführt werden. Dabei wird vor allem auf eine umweltfreundliche Entsorgung der Stoffe oder eine stoffliche Verwertung z. B. auf Feldern und weniger auf eine systemdienliche Nutzung der Energiepotenziale geachtet. Dies liegt insbesondere an einer fehlenden Aufbereitung zu hochwertigen Bioenergieträgern, die transportfähig und sowohl lagerfähig als auch flexibel und emissionsarm in energetischen Konversionsanlagen einsetzbar sind.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Ergänzend zu bisherigen energetischen Verwertungswegen stellen sich folgende Forschungsfragen:

- Verfahren zur Aussortierung von kritischen Stoffen (z. B. Mineralboden, Plastik und insbesondere auch Batterien)
- Waschverfahren für biogene Feststoffe
- Additivierungsansätze für Brennstoffe
- Thermo-chemische Aufbereitungsverfahren wie Torrefizierung und hydrothermale Carbonisierung (HTC) und deren technologieoffene Auswahl und Bewertung
- Kompaktierungs-, Entwässerungs- und Trocknungsansätze passend zu den Transport-, Lager- und Nutzungsanforderungen
- Detaillierte Kostenanalysen und Kostensimulationen zur Identifizierung möglicher Geschäftsmodelle (auch unter Berücksichtigung der Verwertung aussortierter Fraktionen) und notwendiger Anpassungen der Rahmenbedingungen (rechtlicher Anforderungen, Qualitätsnormen, Vergabeverfahren)
- Nachweis der Eignung der neuen Brennstoffe für die hochwertige (smarte) energetische Nutzung und der Unbedenklichkeit im täglichen Umgang

- Anpassung bzw. Erarbeitung von Standardisierungs- und Zertifizierungsverfahren für die innovativen Brennstoffe, auf deren Basis bestehende rechtl. Rahmenbedingungen zur energetischen Einsatzfähigkeit angepasst werden sollten, um die Transformation der Brennstoffpalette mittelfristig zu beschleunigen und das Konsumentenvertrauen in die „Wertigkeit“ der Produkte zu stärken

■ ERGEBNISSE

Ziel sind marktfähige Produkte in den beschriebenen Forschungsinhalten, geprüfte Geschäftsmodelle und zielführende Anforderungen bezüglich der notwendigen Rahmenbedingungen. Außerdem sollen die Produkte und Verfahren den Nachweis erbracht haben, dass sie unbedenklich in einer großen Stückzahl am Markt flächendeckend eingesetzt werden können. Je nach Ausgangszustand sollen die Produkte in den nächsten fünf bis fünfzehn Jahren am Markt erhältlich sein. Die Anforderungen an die Rahmenbedingungen sollen bereits innerhalb der nächsten fünf Jahre weitgehend definiert sein.

■ ART DER FORSCHUNG

Da die grundlegenden Verfahren weitestgehend vorhanden sind, konzentriert sich die Arbeit vor allem auf angewandte Forschung, experimentelle Entwicklung sowie Pilot- bzw. Demoprojekte je nach Fortschritt und Stand der Verfahren.

AG 1–1 C: MARKTEINFÜHRUNG AUFGEWERTETER BIOGENER QUALITÄTSBRENNSTOFFE

Bereits heute vorhandene Aufbereitungsverfahren erlauben es, aus biogenen Abfällen wieder hochwertige Brennstoffe zu gewinnen (z. B. Pelletierung von A1-Holz), die vergleichbare Eigenschaften aufweisen wie solche aus naturbelassenen Biomassen und deren Umweltwirkungen (z. B. Emissionen, THG, Flächenverbrauch) zum Teil sogar noch niedriger liegen. Trotzdem dürfen diese Brennstoffe nur in Abfallverbrennungsanlagen eingesetzt werden, so dass die Kosten für die Aufbereitung nicht amortisiert werden können

■ MOTIVATION

Die Aufbereitung von biogenen Reststoffen, Nebenprodukten und Abfällen ist aufwendig und mit signifikanten Kosten verbunden. Diese rentieren sich nur,

wenn die gewonnenen Produkte auch in hochwertigen Anwendungen mit entsprechenden Vergütungen für die Brennstoffe eingesetzt werden können. Dies ist durch die rechtliche Lage heute häufig nicht möglich. Eine Anpassung des rechtlichen Rahmens erscheint unabdingbar, um die vorhandenen Potentiale an Rest- und Abfallstoffen ohne massive Subventionen erschließen zu können (mindestens noch 450 PJ¹).

■ FORSCHUNGSINHALTE

Neben den in AG1–1B beschriebenen Forschungsinhalten zur Klärung der technischen Herausforderungen zur Gewinnung hochwertiger Brennstoffe aus biogenen Rest- und Abfallstoffen sowie Nebenprodukten sind folgende Forschungsfragen für eine Markteinführung entscheidend:

- Es sind Anforderungen zu definieren, die sicherstellen, dass die gewonnenen Brennstoffe kontinuierlich Eigenschaften aufweisen, die ihre umwelttechnische Unbedenklichkeit im Umgang mit den Brennstoffen und bei ihrer geplanten Nutzung garantieren.
- Es sind Methoden zur kontinuierlichen Qualitätssicherung zu entwickeln und Verfahren zu etablieren, die eine verlässliche Dokumentation und Nachvollziehbarkeit der Qualität erlauben (Zertifizierung).
- Die gesundheitliche und ökologische Unbedenklichkeit der neuen Verfahren und Produkte sind umfassend zu überprüfen und die Ergebnisse der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Gegebenenfalls sind angepasste oder neue Prüfverfahren notwendig. Diese sind dann zu entwickeln und einer Normung zuzuführen.
- Der derzeitige rechtliche Rahmen ist auf die Nutzbarkeit der gewonnenen Brennstoffe in hochwertigen Anwendungen zu überprüfen, notwendige Anpassungen sind zu identifizieren und für die politische Umsetzung vorzubereiten (u. a. 1.BImSchV, KrWG). Dabei sollte auch geklärt werden, dass energetische Nutzungsansätze mit höherer Wertschöpfung und höherem Nutzen für das Energiesystem solchen mit vorwiegend Entsorgungscharakter bevorzugt werden.
- Die Bevölkerung, sowie die Nutzer sind in die Zulassung vorgesehener Aufbereitungsverfahren und die gewünschten rechtlichen Änderungen frühzeitig einzubinden.

■ ERGEBNISSE

Im Ergebnis der Forschungsarbeiten soll die Markteinführung biogener Qualitätsbrennstoffe wissenschaftlich fundiert vorbereitet sein. Der Politik sollen wissenschaftsbasierte Handlungsempfehlungen vorliegen und die Bevölkerung soll die neuen Ansätze und Brennstoffe akzeptieren. Mit den entwickelten Qualitätssicherungsverfahren und Zertifizierungen soll auch bei schwankenden Qualitäten der biogenen Eingangsstoffe eine gleichbleibend hohe Umweltverträglichkeit auch in anspruchsvollen und mit höherer Zahlungsbereitschaft verbundenen Anwendungen, wie zum Beispiel Kleinf Feuerungsanlagen bis 1 MW_{th}, garantiert werden.

■ ART DER FORSCHUNG

Bei den Forschungsfragen handelt es sich vor allem um experimentelle Entwicklungen und Maßnahmen zur Markteinführung, also um theoretische und praktische Grundlagen für Pilot- und Demoprojekte.

AG 1–2: EMISSIONSFREIE/-ARME BIOMASSEFEUERUNGEN

Bei der als klimafreundlich geltenden Verbrennung von fester Biomasse können in Anlagen nach heutigem Stand der Technik Luftschadstoffe entstehen, welche eine toxikologische Wirkung entfalten und das klimafreundliche Image der Biomasseverbrennung herabsetzen, und welche selbst zu erheblichen Klimawirkungen führen können (z. B. Ruß). Durch den Einsatz schwierigerer Brennstoffe (siehe Thema 1–1) und einen lastflexibleren Betrieb (siehe Thema 1–3 und 4) können die emissions-technischen Herausforderungen weiter steigen. Die genannten Schadstoffe müssen weitestgehend gemindert werden, um eine Nutzung von Biomasse in Feuerungsanlagen zukünftig auch unter klassischen Umweltschutzaspekten zu rechtfertigen.

AG 1–2 A: NEUARTIGE UND OPTIMIERTE VERBRENNUNGS- KONZEPTE IN KOMBINATION MIT INTEGRIERTEN EMISSIONSMINDERUNGSTECHNOLOGIE

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass Emissionsminderungen um mehr als eine Größenordnung (Faktor 10) das Ausreizen aller technischen Möglichkeiten erfordert. Neben neuen Konversionskonzepten und optimierten Reaktionsräumen sind integrierte (in der Feuerung oder regelungstechnisch vollständig eingebunden), an die Feuerung angepasste

sowie gemeinsam geregelte primäre und sekundäre Minderungsmaßnahmen notwendig. Außerdem sind die Verbesserungen der aktuellen Geräte und der neuen Entwicklungen praxisnah nachzuweisen und in die deutschen Emissionsbilanzen einzubringen.

■ MOTIVATION

Regenerativ erzeugte Wärme auf Basis der Verbrennung von fester Biomasse soll zukünftig wie auch heute schon einen signifikanten Beitrag an der klimaschonenden Energieversorgung leisten. Zukünftig werden voraussichtlich drei Anwendungen neben der Vielzahl anderer Nutzungsoptionen von erheblicher Bedeutung sein:

1. Kleinstfeuerungen für Niedrigenergie- und Passivhäuser auf Basis von hochqualitativen Holzbrennstoffen (Scheitholz, Pellets, Holzhackschnitzel)
2. Kesselanlagen für alternative Biomassen aus Rest- und Abfallstoffen zur dezentralen Energieversorgung in Quartieren
3. Anlagen zur Erzeugung von Hochtemperatur-Prozesswärme aus allen geeigneten Biomassen

Der Anwendungsfall 1 ist im modernen und zukünftigen Baubestand von Bedeutung, da durch den hohen Wärmedämmstandard die erforderliche Nennleistung von Feuerungsanlagen unter 5 kW liegt. Heutige Holzfeuerungsanlagen weisen Nennleistungen von deutlich über 5 kW auf, so dass diese Anlagen bei Einsatz im Niedrigenergie- und Passivhaus im niedrigen Teillastbereich oder im Taktbetrieb arbeiten würden, wodurch die auf dem Typenprüfstand ermittelten Emissionswerte vielfach überschritten werden. Die Erforschung von emissionsarmen Kleinstfeuerungen ist gekoppelt an verfügbare integrierte Maßnahmen zur Emissionsminderung wie Abscheider und Katalysatoren, die für diesen Anwendungsfall entwickelt werden müssen. Dadurch soll der Ausstoß von Luftschadstoffen wie Feinstaub, Ruß, Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide aus den Kleinstfeuerungen weitestgehend vermieden werden.

Der Anwendungsfall 2 ist von hoher Bedeutung für die Energieversorgung der Quartiere in urbanen Räumen. Nahwärmenetze werden heute schon dezentral mit Kesselanlagen mittlerer Leistung betrieben. Diese Kesselanlagen werden gegenwärtig oft mit hochwertigen Holzbrennstoffen betrieben. Zukünftig ist eine weitergehende Kaskadennutzung von Holz sowie eine Verwertung von anderen Rest- und Abfallstoffen

¹) FNR (Hrsg.) (2015): Biomassepotentiale von Rest- und Abfallstoffen - Status Quo in Deutschland. Band 36.

anzustreben, so dass für Kesselanlagen mittlerer Leistung noch stärker als heute nur Brennstoffe aus schwierigeren Ausgangsmaterialien zur Verfügung stehen werden. Da die emissionsarme Verbrennung von Rest- und Abfallstoffen ein Anlagensystem bestehend aus optimal gestalteter Feuerungstechnik und daran adaptierter Abgasnachbehandlung erfordert, ist die Erforschung von kombinierten technischen Prinzipien von hoher Relevanz. Die Staubabscheidung und die simultane Minderung von gasförmigen Schadstoffen wie Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide sind hierfür zu entwickeln. Die Abgasnachbehandlung soll dabei alle Schadstoffe möglichst weitgehend auf das Niveau von Gas- und Ölfeuerungen mindern. Das betrifft die Emissionen an Kohlenstoffmonoxid, Partikeln, Chlorwasserstoff, Schwefeldioxid, polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Dioxinen und Furanen sowie Stickstoffoxiden.

Anwendungsfall 3 behandelt die Bereitstellung von Hochtemperatur-Prozesswärme. So wird zum Beispiel in der Stahlherstellung ein fester Kohlenstoffenergieträger benötigt. Bei der Herstellung von Email wird heute Gas als Brennstoff gebraucht. Wenn diese Prozesse auch auf erneuerbare Energien umgestellt werden sollen, muss hier sehr wahrscheinlich Biomasse zum Einsatz kommen. In industriellen Anwendungen werden auch regelmäßig Temperaturen von über 200 °C benötigt. Hier sind Solarthermie oder Wärmepumpen an ihrer Leistungsgrenze, so dass entweder regenerativ erzeugter Strom oder aber Biomasse zur Bereitstellung der Temperaturniveaus nötig sind. Insofern sind auch für diese Anwendungen geeignete und emissionsarme Technologien zur Biomassenutzung erforderlich.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Die Erforschung der Verbrennungstechnik für nahezu emissionsfreie/-arme Kleinstfeuerungen mit einer Nennleistung unter 10 kW und integrierten Schadstoffminderungsmaßnahmen für die Wärmeversorgung von Niedrig- und Passivenergiehäusern ist notwendig und umfasst insbesondere:

- Brennraumentwicklung und Verbrennungsprozessforschung
- Emissionsminderung durch integrierte Katalysatoren und Abscheider bzw. Filter
- Beschickungstechnik für Pellets bzw. Holzhackschnitzel oder angepasste Scheitholzgrößen

- Regelungstechnik der Feuerungsanlage
- Systemtechnik für die Einbindung in das Haus-system in Kombination mit anderen regenerativen Energiequellen

Die Erforschung der Anlagen- und Verbrennungstechnik für nahezu emissionsfreie Kesselanlagen für alternative Rest- und Abfallstoffe mit einer Nennleistung ab 50 kW und daran adaptierten Schadstoffminderungsmaßnahmen in kombinierten Verfahren für die Wärmeversorgung von Quartieren und Nahwärmenetzen umfasst folgende Forschungsfragen:

- Verbrennungsanlagenoptimierung
- Abgasnachbehandlung durch Staubabscheider und Stickoxidminderung durch SCR
- Beschickungstechnik für kleinstückige, alternative Brennstoffe
- Regelungstechnik des Gesamtsystems bestehend aus Feuerung, Abgasnachbehandlung und Wärmespeicher
- Systemtechnik für die Einbindung in das Wärmenetz von Quartieren in Kombination mit anderen regenerativen Energiequellen

Die Erforschung von Anlagen zur Erzeugung von Hochtemperatur-Prozesswärme umfasst folgende Forschungsfragen:

- Identifikation von Hochtemperatur-Prozesswärmeanwendungen, die zwingend auf Bioenergieträger oder synthetische Kohlenstoffträger angewiesen sind (chemische bedingt oder kostentechnisch im Vergleich zu erneuerbarem direkten oder indirekten Stromeinsatz)
- Emissionstechnische Optimierung der Prozesse (primär- und sekundärseitig)

Zusätzlich zu den praktischen Verbesserungen sind diese reproduzierbar und praxisnah nachzuweisen und in die Emissionsinventare und Emissionsbewertungsprogramme einzubringen. Hierzu sind die entsprechenden Mess- und Bilanzierungsmethoden zu erforschen, festzulegen und auf den aktuellen Gerätebestand sowie zukünftige Geräte anzuwenden.

■ ERGEBNISSE

Das Ziel der Forschungsaktivitäten ist die Entwicklung von emissionsarmen vollautomatischen Kleinstfeuerungen für Niedrigenergie- und Passivhäuser bis zum Jahr 2030. Ebenfalls bis 2030 ist die Entwicklung von emissionsarmen Kesselanlagen für die Verwertung von alternativen Biomassen im Leistungsbereich über 50 kW abzuschließen. Grundsätzlich soll dabei eine kompakte Bauweise berücksichtigt sein, um den Aufstellungsraum zu minimieren. Bis 2040 sollen für alle Hochtemperatur-Prozesswärmeanwendungen erneuerbare Lösungen identifiziert und marktreif entwickelt sein. Für den praxisnahen Nachweis der Emissionsminderungen sollen innerhalb von drei Jahren neue Verfahren definiert sein und zur Aktualisierung der spezifischen Emissionsfaktoren beitragen.

■ ART DER FORSCHUNG

Die Emissionsminderung an Biomasseverbrennungsanlagen für die drei dargestellten Anwendungen ist zu einem erheblichen Teil der angewandten Forschung zuzuordnen. Zur Zielerreichung sind jedoch auch Anteile der experimentellen Entwicklung und in einer späteren Phase vor der Markteinführung auch Pilot- und Demonstrationsprojekte notwendig. Im gewissen Maße ist ebenfalls Grundlagenforschung für die Materialentwicklung (z. B. Katalysatoren) und Verbrennungsprozessforschung notwendig.

AG 1 – 2 B: BIOENERGIEANLAGEN MIT HOHER BRENNSTOFFFLEXIBILITÄT

Mit dem Übergang auf den bevorzugten Einsatz von biogenen Rest- und Abfallstoffen, sowie Nebenprodukten für die energetische Nutzung steigen nicht nur die Herausforderungen für eine saubere und effiziente Verbrennung, selbst wenn die Brennstoffe aufbereitet und zertifiziert wurden, sondern es ist auch zu erwarten, dass das Brennstoffangebot abhängig von örtlichen Voraussetzungen und ggf. auch von jahreszeitlichen Rahmenbedingungen schwankt.

■ MOTIVATION

Rest- und Abfallstoffe, sowie Produktionsnebenprodukte fallen örtlich und zeitlich zum Teil sehr differenziert an. Damit Wärmeerzeuger in ihrer örtlichen Einbindung das ganze Jahr zuverlässig betrieben werden können, ergibt

sich daraus insbesondere für größere Anlagen mit über 50 kW ggf. der Bedarf, einige Male im Jahr den Brennstoff für eine Anlage zu wechseln und entsprechend die Anlage anzupassen. Auch müssen Hersteller einer Kesselserie flexibler bei der Anpassung ihrer Anlagen an regionale Brennstoffqualitäten werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Zur Flexibilisierung von Bioenergieanlagen im Hinblick auf die Anpassbarkeit auf verschiedene Brennstoffe sind vor allem folgende Forschungsfragen essentiell:

- Grundlegende Untersuchungen wie sich spezielle Eigenschaften der Brennstoffe (einzeln und in ihrer Kombination) auf die Funktion der Bioenergieanlagen auswirken
- Überprüfung und Vervollständigung des Wissens zu den bautechnischen und betriebstechnischen Optionen zur Anpassung der Bioenergieanlagen, der Lageroptionen und des Handlings an die geänderten Brennstoffparameter (von Brennstoffzufuhr und Luftregelung bis zum Austausch von z. B. Brennkammermodulen; Lagermöglichkeiten und Risiken – Safety & health aspects)
- Entwicklung von Lösungskonzepten zur einfachen Anpassbarkeit der Bioenergieanlagen an veränderte Brennstoffe, wobei sowohl eine Beschränkung der Variationsbreite der Brennstoffe (zertifizierte Qualitätsbrennstoffe) als auch eine möglichst einfache Anpassbarkeit der Anlagen (verschiedene vorgegebene Regelungsprogramme, modulare Systemkomponenten zum Austausch) durch geübte Nutzer berücksichtigt werden soll. Weitergehend sollen automatisierte Anpassungsansätze entwickelt werden.
- Maßnahmen zur (Optimierung der) Qualitätssicherung der Brennstoffe am Einsatzort in Hinblick auf die Lagerung verschiedener Brennstoffe mit unterschiedlichen brennstofftechnischen Eigenschaften und Lagerungsansprüchen
- Erforschung der Akteursbeziehungen und Akteursbedarfe/-ansprüche, um die sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen für die praktische Umsetzbarkeit der zu entwickelnden Konzepte zu erkennen und bei der Entwicklung und Markteinführung zu berücksichtigen

• ERGEBNISSE

Die Forschung soll zu Bioenergieanlagen führen, die sowohl in der Produktion leicht auf die Kundenwünsche angepasst werden können (bedarfsorientierte Produktion) als auch im späteren Betrieb ohne viel Mühe und Kosten auf wechselnde Qualitätsbrennstoffe angepasst werden können, um stets hohe Effizienzen und niedrigste Emissionen zu gewährleisten. Erste Produkte sollen in ca. fünf Jahren auf den Markt kommen. Weitergehende Entwicklungsschritte werden aber auch mittelfristig folgen müssen.

■ ART DER FORSCHUNG

Einige grundlegende Fragen zu den Reaktionszusammenhängen und zur Methodik der Akteursuntersuchungen sind der Grundlagenforschung zuzuordnen. Der wesentliche Anteil der Arbeiten fällt jedoch in den Bereich der angewandten Forschung und experimentellen Entwicklung. Die so kontinuierlich entstehenden neuen Produkte sind jeweils in Pilot- und Demoprojekten auf ihre Markteinführung vorzubereiten.

AG 1–2 C: MARKTEINFÜHRUNG OPTIMIERTER FEUERUNGSANLAGEN

Inbesondere aus Gesundheitsschutzaspekten ist eine weitere Verringerung der Feinstaubemissionen, sowie der anderen klassischen Luftschadstoffe wie CO, org.-C und NOx um eine Größenordnung (Faktor 10) innerhalb der nächsten ein bis zwei Dekaden unerlässlich. Ansonsten ist eine weitere positive Beförderung der Wärme aus Biomasse in der Allgemeinheit schwer zu argumentieren. Rein freiwillige Emissionsminderungen sind aus der bisherigen Erfahrung nur schwer am Markt zu etablieren, da die anfallenden Mehrkosten bei freiwilligen Emissionsminderungen über das gesetzliche Maß hinaus den Kunden nur schwer zu verkaufen sind. Insofern besteht hier maßgeblicher politischer Handlungsbedarf.

■ MOTIVATION

Weitergehende Emissionsminderungen (Staub, CO, org.-C, NOx) sind in einem relevanten Marktumfang nur zu etablieren, wenn entweder Investitionszuschüsse gewährt werden, die am besten höher sind als die Mehrkosten oder zumindest große Teile dieser Mehrkosten kompensieren oder gesetzliche Pflichten vorliegen und deren Einhaltung regelmäßig geprüft wird. Deutschland kann bei den angestrebten, weitgehend

emissionsfreien Technologien nur dann die Technologieführerschaft behaupten bzw. zurückerobern, wenn auch in Deutschland ein entsprechender Markt für diese innovativen Technologien zur Verfügung steht. Das Beispiel nicht am realen Praxisbetrieb orientierter Typenprüfungen bei Einzelraumfeuerstätten und hohe Toleranzen (Messgeräte, Brennstoff) bei wiederkehrenden Messungen im Rahmen der 1.BImSchV zeigt, wie sich der Technologiezweig der Abscheiderherstellung im Leistungsbereich unter 500 kW zunehmend aus dem deutschen Markt zurückzieht. Einen ähnlichen Effekt haben Prüfmethode für die Zulassung von Einzelraumfeuerstätten, die schwierige Betriebszustände (wie z. B. das Anzünden) nicht berücksichtigen und damit die Einführung innovativer Geräte verhindern, die gerade in diesen Betriebszuständen zu einer deutlichen Emissionsminderung führen. Dieser Tendenz kann nur durch entsprechende Förder- oder immissionsrechtliche Maßnahmen entgegen gewirkt werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Neben den oben beschriebenen technischen Forschungs- und Entwicklungsbedarfen gibt es eine Reihe von Fragen zur Markteinführung der neuen Technologien:

- Erforschung der Wirkung verschiedener Instrumente (insbesondere gesetzliche Regelungen zur Grenzwertverschärfung, Förderprämien für besondere Umweltverträglichkeit oder Strafgebühren auf Emissionen immer auch im Vergleich zu den Regelungen für Konkurrenzprodukte wie Öl- und Gasfeuerungen) und Ableitung von wissenschaftlichen Handlungsempfehlungen für die Anpassung der rechtlichen Rahmensetzung für eine weitere deutliche Senkung der Emissionsniveaus bei gleichzeitigem weiteren Ausbau einer umweltfreundlichen und systemdienlichen Wärmebereitstellung aus Biomasse (Flexibilisierung des Betriebs)
- Erarbeitung von Verfahren und Methoden zum zumindest quasi-kontinuierlichen Markt- und Emissionsmonitoring und Ansätzen zu deren Etablierung
- Grundlagenbetrachtungen zu den geltenden Mess- und Prüfnormen, sowie für die Produktüberwachung zur Glaubwürdigkeitssteigerung bei der Frage der technischen Überwachung (z. B. auch die Frage der Beeinflussung von Feinstaubmessgeräten durch elektrostatische Abscheider)

■ ERGEBNISSE

Spätestens in fünf Jahren soll ein quasi-kontinuierliches Monitoring der Marktentwicklung biogener Wärmeerzeuger, deren Nutzung und der Emissionsmengen aufgebaut sein, um Änderungen von Rahmenbedingungen in ihrer Wirkung evaluieren und in einem zweiten Schritt auch voraussagen zu können. Ebenfalls in spätestens fünf Jahren soll geklärt sein, wie eine zeitnahe signifikante Minderung der Emissionsniveaus von Biomassefeuerungsanlagen und mit aufbereiteten Rest- und Abfallstoffen ermöglicht werden kann. Der Politik sollen wissenschaftliche kurz-, mittel- und langfristige Handlungsempfehlungen vorliegen. Durch modifizierte Mess- und Prüfnormen sowie eine verbesserte Marktüberwachung sollen Ansätze definiert sein, um die Glaubwürdigkeit in das politische Handeln im Umfeld der Luftschadstoffemissionen aus Biomassefeuerungen wieder herzustellen bzw. zu sichern.

■ ART DER FORSCHUNG

Die Forschung ist im Wesentlichen der angewandten Forschung und der experimentellen Entwicklung zuzuordnen.

AG 1–3. Hybrid- und Multibrid-Systeme für die Bioenergienutzung der Zukunft

Bisher wurden Biomassefeuerungsanlagen im kleinen Leistungsbereich fast ausschließlich zur Bereitstellung der gesamten Wärmenachfrage ausgelegt und eingesetzt. In mittleren Leistungsbereichen ab rund 150 kW wurden vornehmlich Kombinationen aus einer Grundlastfeuerung auf Biomassebasis mit einer Öl- oder Gasspitzenlastkessel eingesetzt. In einem weitgehend vollständig auf erneuerbare Energien umzustellenden Energiesystem ist dieser Betriebsansatz nur noch in Ausnahmefällen zielführend. Die vielfältig nachgefragte Biomasse wird in diesem vor allem zum stromnetzstabilisierenden Schließen von Wärmeversorgungslücken und in bestimmten Sonderanwendungen (Industrielle Hochtemperatur-Prozesswärme und feststoffbasierte Energiebereitstellung, ggf. als Kraftstoff im Luftverkehr, sowie als Kraftstoff im land- und forstwirtschaftlichen Verkehr) einzusetzen sein.

AG 1–3 A: INTELLIGENTE KOMBINATIONEN AUS VERSCHIEDENEN ERNEUERBAREN WÄRME- OPTIONEN MIT BIOMASSE

Die primäre Wärmeversorgung sollte zukünftig aus kostenfreien erneuerbaren Quellen stammen (z. B. Solarenergie, Umgebungswärme, Abwärme usw.). Für die verbleibenden Versorgungslücken könnte sich Wärme aus Biomasse aufgrund ihrer Speicherfähigkeit als ökonomisch vorteilhaft erweisen.

■ MOTIVATION

Die begrenzten Bioenergiepotentiale sind so einzusetzen, dass der Nutzen für eine erfolgreiche Energiewende maximal ist. Ein intelligenter Einsatz der speicher- und lagerfähigen Biomasse in Kombination mit zumindest zeitweise sehr kostengünstigen erneuerbaren Energiequellen kann zu volks- und einzelwirtschaftlich vorteilhaften Lösungen beitragen.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Sollen mehrere unterschiedliche Anlagen die gleiche Wärmenachfrage abdecken, steigen die Investitionskosten, so dass die Gesamtlösung nur schwerlich kostengünstig realisierbar sein kann. Hier sind neue Konzepte und Lösungen anzudenken und zu erforschen:

- Grundlegende Erforschung von Systemkonzepten aus der Verbindung verschiedener erneuerbarer Wärmeoptionen in Hybrid- und Multibrid-Systemen mit dem Ziel, Planungs- und Auslegungswerkzeuge zu definieren und zu entwickeln. Diese sollen helfen, für gegebene lokale Situationen möglichst optimale Systeme auszuwählen, passend zu dimensionieren und die korrekte Betriebsweise zu empfehlen
- Erforschung und Entwicklung von eigenen Hybrid- und Multibrid-Wärme-Erzeugern, d. h. Integration verschiedener erneuerbarer Wärmeoptionen und Speichertechnologien in einer gemeinsamen Anlage mit innovativen Synergien bei der gemeinsamen Nutzung möglichst vieler Systemkomponenten, um die Effizienz zu maximieren und den Material- und Investitionskostenaufwand zu minimieren
- Erforschung der gesellschaftlichen Anforderung an diese neuen Anlagen und Entwicklung von Konzepten und Marktunterstützungsansätzen (rechtlich, fördertechisch), um eine aus Nutzersicht schnelle Marktintegration zu ermöglichen

■ ERGEBNISSE

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sollen in den nächsten 15 Jahren zu einer Palette an neuen Wärmeerzeugerprodukten führen, die für den Bereich der Einzelgebäude und -objekte unterschiedlicher Größe und Wärmebedarfe einfach zu installieren und zu betreiben sind und dabei eine hohe Versorgungssicherheit mit Wärme bei minimierten Kosten erlauben.

■ ART DER FORSCHUNG

Nach anfänglicher Grundlagenforschung in Einzelgebieten konzentrieren sich die Arbeiten vor allem auf die angewandte Forschung und die experimentelle Entwicklung mit möglichst hoher Industriebeteiligung. Schnell sollen erste Produkte in eine Pilot- und Demophasen übergehen.

AG 1–3 B: FLEXIBEL BETREIBBARE WÄRME-KRAFT-KOPPLUNGSANLAGEN FÜR BIOGENE FESTBRENNSTOFFE

Eines der wesentlichen Themen der Energie- und Wärmewende ist die Sektorkopplung. In diesem Sinne müssen bioenergiebasierte Wärmeerzeuger mit ihren hohen Reaktionstemperaturen vermehrt auch Stromerzeugungskapazitäten zur Stabilisierung des Stromnetzes anbieten.

■ MOTIVATION

Sowohl eine stabile Wärme- und zunehmend auch Kälteversorgung als auch eine gesicherte Stromversorgung sind für unser modernes Leben unabdingbar. Aufgrund des hohen Werts der Biomasse und ihrer unter den erneuerbaren Energien einzigartigen Speicherfähigkeit sollte Biomasse möglichst häufig in Wärme/Kälte-Kraft-Anwendungen zum Einsatz kommen, bei denen die Anlage im Betriebsumfang über den Bedarf an Wärme/Kälte geregelt wird. Der genaue Betriebszeitpunkt wird jedoch abhängig vom aktuellen Stabilisierungsbedarf im Stromnetz definiert. Die zeitlichen Unterschiede können in der Regel meist leicht über Wärmespeicher ausgeglichen werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Für die neu zu entwickelnden Anlagen ergeben sich folgende Forschungsfragen:

- Weiterentwicklung von Biomassevergasungsanlagen für unterschiedliche Brennstoffe und verschiedenste

Leistungsbereiche (von wenigen kW bis in den MW-Bereich) insbesondere mit dem Ziel einer hohen zeitlichen Flexibilität in der Gasproduktion

- Erforschung und Entwicklung von Verfahren zur Zwischenspeicherung von Vergasergasen
- Optimierung von Kleinstmotoren für den Einsatz von Vergasergasen
- Erforschung, Entwicklung und Optimierung von Gasaufbereitungsverfahren zum Einsatz in Brennstoffzellen
- Erforschung und Entwicklung von flexiblen Vergaser-Brennstoffzelleneinheiten in allen relevanten Leistungsbereichen von wenigen kW bis in den MW-Bereich
- Untersuchung der Handhabbarkeit, Nutzungssicherheit und Genehmigungsfähigkeit der Geräte in der Breitenanwendung (Gasdichtheit, Umgang mit Eingangs- und Ausgangsstoffen, Wartung und Betrieb usw.)
- Technologien für neuartige Rankine-Prozesse (Dampfkraftprozesse, ORC-Prozesse) zur Stromerzeugung und Wärme-Kraft-Kopplung aus beliebigen Biomassen (Hochleistungswärmeübertrager, neue Turbinentechnologien)
- Neuartige Kreisprozesse (neue Prozessverschaltungen, neue Arbeitsfluide)
- Hochtemperaturwärmespeicher

■ ERGEBNISSE

In fünf Jahren sollen erste Kleinvergaser (unter 5 kW elektrisch) mit angeschlossener motorischer Wärme-Kraft-Kopplung für den Einsatz in Einzelobjekten zur Verfügung stehen. Spätestens in 15 Jahren sollen erste Produkte einer flexiblen Biomassevergasung in Kombination mit einem flexiblen Brennstoffzellenbetrieb am Markt erhältlich sein. Ziel ist es, langfristig hohe Flexibilitäten zusammen mit elektrischen Jahresnutzungsgraden von über 50 % zu realisieren.

In fünf Jahren sollen zudem Rankine-Prozesse für die Kraft-Wärme-Kopplung aus festen Biomassen mit neu entwickelten und optimierten Hochleistungswärmeübertragern sowie neuen Turbinentechnologien in ersten Demonstrationsprojekten erprobt werden und

in 10 Jahren als marktfähige Anlagen für ein breites Biomassespektrum zur Verfügung stehen. Hochtemperaturwärmespeicher ermöglichen eine bedarfsgerechte Stromproduktion.

■ ART DER FORSCHUNG

Insbesondere im Bereich der Vergasung und der Gasaufbereitung zum Einsatz in Brennstoffzellen ist noch Grundlagenforschung erforderlich. Parallel sind aber schon heute Arbeiten im Bereich der angewandten Forschung und experimentellen Entwicklung zielführend, um neue Produkte zu entwickeln und für den dann folgenden Einsatz in Pilot- und Demoprojekten vorzubereiten.

Im Bereich der neuartigen Rankine-Prozesse werden insbesondere Projekte zur Technologieentwicklung sowie Pilot- und Demonstrationsprojekte benötigt.

AG 1–4: Bioenergie als Systemintegrator

Das Potenzial für die Energiebereitstellung aus biogenen Rest- und Abfallstoffen, sowie Nebenprodukten liegt in Deutschland bei rund 1.000 PJ. Dies kann bei der angestrebten Verringerung des Primärenergiebedarfs zu einem Beitrag von rund 10 % in der Zukunft führen. Das heißt Bioenergie wird die Energiefrage nicht mengenmäßig lösen, sie kann aber aufgrund ihrer Speicherfähigkeit in Verbindung mit flexibel zu betreibenden Anlagen essentiell zur Stabilität und zur Versorgungssicherheit des gesamten zukünftigen erneuerbaren Energiesystems beitragen. Hierzu ist eine intelligente und innovative Einbindung und Vernetzung der Bioenergie notwendig (SmartBioenergy). Die Kopplung der Wärme- und Stromerzeugung ggf. zusätzlich der Kraftstoffherstellung ist hierfür essentiell.

AG 1–4 A: INNOVATIVE UND INTEGRIERTE SYSTEM-REGELUNGSKONZEPTE UND -REGLER

Die gemeinsame und effiziente Nutzung verschiedener erneuerbarer Energiequellen wird aufgrund der Komplexität der Einzelsysteme und der Vielfalt der Verschaltungsoptionen immer herausfordernder. Sie lässt sich immer weniger durch ein einfaches Zusammenschalten der Einzelkomponenten mit separaten Regelungskomponenten lösen. Bioenergie spielt hier als Flexibilitäts- und Komplementäroption im Gesamt-energiesystem und der weiter dringenden Notwendigkeit der Decarbonisierung eine entscheidende Rolle.

■ MOTIVATION

Die Energiewende kann nur im Mix aller erneuerbaren Optionen gelingen. Diese müssen dann aber auch effizient und effektiv miteinander arbeiten. Dazu werden verlässliche Informationen zu den aktuellen Rahmenbedingungen, z. B. zu Wetter, den Nutzerwünschen oder zu den erwarteten Erzeugungskapazitäten der Anlagen und des Anlagenparks benötigt. Einzelne Anlagen bzw. Aggregatoren und Netzverantwortliche müssen diese Informationen dann möglichst schnell und optimiert verarbeiten, damit die verschiedenen Komponenten des komplexer werdenden Energiesystems gemeinsam optimiert werden können.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Zur Beantwortung der Forschungsfragen und Entwicklung der benötigten Systemregelungskonzepte und -regler sind folgende Forschungsfragen relevant:

- Erforschung der Anforderungen an Systemregelungskonzepte für eine systemdienliche Integration von Bioenergieanlagen und zur Umsetzung der Sektorkopplung mit all ihren bisher noch nicht vollständig bekannten Facetten
- Erarbeitung von vereinheitlichten digitalen Vernetzungsoptionen und -strukturen für alle Komponenten der Strom- und Wärmeversorgung in Objekten unter Beachtung der Datensicherheit und der Vermeidung ungewollter Zugriffe (Hardware inkl. der Basisprotokolle)
- Erforschung und Entwicklung von vereinheitlichten Kommunikationssprachen und Erarbeitung entsprechender standardisierter Protokolle, so dass die unterschiedlichen Komponenten im Plug-and-Run-Prinzip miteinander verbunden werden können
- Erforschung und Erarbeitung von Reglerarchitekturen, die eine weitgehend automatische Integration verschiedenster Datengeber und Aktuatoren erlauben und je nach übermittelten Parametern der neu angeschlossenen Komponente eine automatische Optimierung ihrer Regelungsalgorithmen vornehmen (maximal mit ein bis zwei Fernzugriffen des Anbieters der Software)
- Entwicklung neuer hardwareseitiger Verbindungsoptionen für Heizanlagen (standardisierte und vereinheitlichte Verbindungsoptionen von z. B. Rohrleitungen

mit automatischem Schutz vor falschen Einbau-
richtungen)

- Entwicklung von Fehlersuchroutinen, die in einem installierten System Ausfälle oder nach Erweiterungen Fehleinbauten automatisch erkennen und eine entsprechende Benachrichtigung absetzen
- Sozioökonomische Untersuchungen zu den Akzeptanzvoraussetzungen bei Nutzern, Heizungsinstallateuren, Ableitung von technischen Anforderungen an die Techniken und Integration in die Entwicklungsaufgaben
- Entwicklung eines Marktdesigns, in dem Bioenergie im Verbund mit anderen erneuerbaren Energien seine systemdienlichen Effekte optimal entfalten kann

■ ERGEBNISSE

Trotz deutlich steigender Komplexität der zukünftigen Heiz-(Kraft-)Systeme wird die Installation durch einheitliche Industriestandards noch leichter und fehlerärmer als heute, um das Heizungsbauhandwerk auch ohne Spezialausbildung zu befähigen, komplexe Systeme aufzubauen und in Betrieb zu nehmen. Erste Konzepte sollten spätestens in 5 Jahren am Markt verfügbar sein und dann schrittweise weiterentwickelt werden. Erfahrungsgemäß wird eine finale Normierung und Standardisierung 10 bis 15 Jahre in Anspruch nehmen.

■ ART DER FORSCHUNG

Insbesondere die Fragen rund um die Reglerarchitektur sind teilweise noch der Grundlagenforschung zuzuordnen. Unabhängig davon sollen erste Produkte im Rahmen der angewandten Forschung und experimentellen Entwicklung rasch in den Reifegrad für Pilot- und Demoprojekte kommen.

AG 1–4 B: SYSTEMISCHE LÖSUNGSANSÄTZE FÜR WÄRME- NETZE UND QUARTIERE

Energieverbrauch, Abfallanfall und Bevölkerung werden sich immer mehr in Ballungsräumen konzentrieren. Insofern gewinnen Wärmenetze und Quartiersbetrachtungen eine wachsende Bedeutung für eine erfolgreiche Energiewende. Dabei ergeben sich auf diesen Betrachtungsebenen besondere Herausforderungen, aber auch besondere Chancen.

■ MOTIVATION

Viele Großstädte verfügen über Fernwärmenetze mit zum Teil hohen Betriebstemperaturen, die von großen Kohle-, Schweröl- oder Erdgasheizkraftwerken mit Wärme versorgt werden. Auch diese Anlagen müssen schrittweise auf erneuerbare Energien umgestellt werden, wobei ein direkter Ersatz eines fossilbefeuerten Kraftwerks durch ein erneuerbares Kraftwerk aus verschiedensten Gründen nur sehr schwer zu realisieren ist. Gleichzeitig haben sich Quartiere in Ballungsräumen als eine der geeignetsten Gebietsgrößen für die praktische Realisierung der Energiewende vor Ort erwiesen. Insofern gilt es zu überlegen, wie Fernwärmenetze schrittweise in Quartiersnetze aufgeteilt und diese jeweils unter versorgungssichernder Integration der Bioenergie auf erneuerbare Energien umgestellt werden können.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Folgende Forschungsfragen ergeben sich bei der Umstellung fossil versorgter Fernwärmenetze im Zusammenhang mit einer Quartiersbetrachtung:

- Erforschung und Entwicklung von automatisierten Lösungshilfen zur Unterteilung von bestehenden Fernwärmenetzen in Quartiersnetze, die wasserseitig über eine physikalische Trennung mittels Wärmetauscher verfügen sollen, um in den Quartieren eigene Temperaturbereiche und eigene Leitungsoptimierungsoptionen ausschöpfen zu können (z. B. Dreileiter-Systeme, „Kalte“ Netze oder Flexible Netze)
- Erforschung und Erarbeitung von technischen Hilfsmitteln zur Überplanung von Quartieren mit vorhandenen Netzen und einer bestehenden Heißwasserversorgung im Hinblick auf eine Integration aller möglichen erneuerbaren Wärmeoptionen in den verschiedensten Größen unter besonderer Beachtung der Möglichkeiten von leistungsmäßig angepassten Biomasse-Wärme-Kraftanlagen, die sowohl die Wärmeversorgungssicherheit gewährleisten können und gleichzeitig auch Stromschwankungen innerhalb des Quartiers abfedern können
- Erforschung der gegenseitigen Einflussnahme von Quartieren aufeinander im Hinblick auf Stoff- und Energieströme unter Beachtung übergeordneter Rahmensetzungen und Potenzialbegrenzungen und Integration dieser Erkenntnisse in die lokalen Planungshilfen

- Anpassung von Gebäuderegeln auf die Regelung einer Quartiersversorgung unter Beachtung der Datensicherheit und der Vermeidung von ungewollter Einflussnahme
- Entwicklung von hardwareseitigen Lösungen zur vereinheitlichten Datenkommunikation, zur nachträglichen Integration von physikalischen Trennungen in Fernwärmenetzen und zur Modernisierung und Flexibilisierung von Quartiersnetzen auch unter Berücksichtigung von Synergien durch das Bündeln von Leitungen (z. B. Wärmeleitung, Stromleitung, Datenkommunikationsleitungen, Schnelles Internet)

■ ERGEBNISSE

Innerhalb der nächsten fünf Jahre sollen die wesentlichen grundlegenden Erkenntnisse zu Handlungsoptionen und Handlungsempfehlungen vorliegen. Danach sollen vermehrt Fernwärmenetze umgestaltet und parallel die notwendigen Produkte in den Markt eingeführt sein. Bis 2050 sollen alle deutschen Fernwärmenetze auf diese Art auf erneuerbare Energien umgestellt und umstrukturiert worden sein. Die Erkenntnisse aus der Umgestaltung der Netze im Quartiersumfeld können natürlich auch zur Auslegung, Planung und Realisierung neuer Quartiersnetze angewandt werden.

■ ART DER FORSCHUNG

Die Grundlagen für die softwareunterstützten Planungshilfen sind im Rahmen der Grundlagenforschung zu erarbeiten. Diese Ergebnisse sind dann schnell im Rahmen der angewandten Forschung soweit zu entwickeln, dass damit erste Objekte theoretisch überplant und simuliert werden können. Wenn dies positiv gelungen ist, beginnt die experimentelle Entwicklung der notwendigen Hard- und Softwareprodukte und deren Einsatz in Pilot- und Demoprojekten vor der breiten Markteinführung.

AG 1–4 C: LANGZEITSTRATEGIEN ZUR WÄRMEWENDE MIT SYSTEMINTEGRIERENDEN BIOWÄRMELÖSUNGEN

Der Wärmemarkt ist sehr heterogen, sowohl im Bereich der Technologien und Produkte (Niedertemperaturanwendungen bis hin zu Hochtemperaturprozesswärme) aber auch im Hinblick auf die Akteure, deren Bildungsstand und Zahlungsbereitschaft. Insofern sind langfristige verlässliche Planungen und Rahmenbedingungen notwendig.

■ MOTIVATION

Die Wärmewende kann nur in einem intelligenten Mix aller erneuerbaren Wärmeoptionen im Zusammenspiel mit der Wärmeverbrauchsminderung gelingen. Da es dazu aber vieler Einzelentscheidungen von einem sehr großen Kreis unabhängig voneinander handelnder Akteure bedarf, kann diese Abstimmung nur mit einer klaren Langfriststrategie und einer kontinuierlichen und abgestimmten Umsetzung vor Ort erfolgen. Hier unterscheidet sich der Wärmemarkt eklatant vom Strommarkt, in dem das Stromnetz eine bundesweit einheitliche Schnittstelle darstellt, die die Einzelakteure zumindest in dem Umfang in ihrem Handeln entkoppelt, dass die Politik nachsorgend steuernd eingreifen kann. Im Unterschied dazu führen Fehlentwicklungen im Wärmebereich i. d. R. sehr schnell und sehr pointiert zu Fehlinvestitionen und Versorgungsausfällen, was zu Verärgerungen und Ablehnung führen kann.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Für eine gesteuerte und erfolgreiche Wärmewende sind folgende Forschungsfragen zu klären:

- Beginnend in den Regionen mit dem höchsten Sanierungsbedarf sind flächendeckende Wärmebereitstellungs- und Wärmeverbrauchskataster inkl. möglicher geplanter oder absehbarer Änderungen zu erstellen, damit eine gezielte Quartiersüberplanung (siehe auch AG1–4B) überhaupt erst möglich wird. Hierfür sind geeignete, möglichst automatisierte Verfahren und Methoden zu erforschen und zu entwickeln, um ein kontinuierliches Monitoring zu etablieren.
- Es sind geeignete Verfahren und Methoden zu erforschen und zu entwickeln, die die unterschiedlichen Quartiere und Gebiete Deutschlands im Hinblick auf ihren Handlungsdruck (z. B. Alter der Heizanlagen und Gebäude) und die Handlungsmöglichkeiten (z. B. Zahlungsbereitschaft, technische Optionen) analysieren können und Empfehlungen abgeben, in welcher Reihenfolge mit welcher Intensität die unterschiedlichen Quartiere/Gebiete überplant werden sollen (Methodik der Überplanung siehe AG1–4B).
- Unter Berücksichtigung der klimapolitischen Zielsetzungen der Bundesregierung sind mindestens fünfjahresweise Zwischenziele mit Blick auf Strategien für die Wärmewende auf wissenschaftlicher Basis abzuleiten und der Politik als Handlungsempfehlung vorzulegen.

- Mittels sozio-ökonomischer Studien sind Ansätze und Möglichkeiten zu erarbeiten, mit denen die Bevölkerung/Nutzer der Quartiere/Gebiete frühzeitig eingebunden und mit ihren Interessen berücksichtigt werden können, so dass die Umsetzung auch erfolgreich ablaufen kann.

■ ERGEBNISSE

Die Methodik für die entsprechenden Kataster sollten innerhalb der nächsten drei bis fünf Jahre vorliegen. Danach sollten die notwendigen Forschungen innerhalb der nächsten 10 Jahre weitestgehend abgeschlossen sein, damit bis 2050 die Wärmewende erfolgreich gestaltet ist.

■ ART DER FORSCHUNG

Bei den Forschungsfragen handelt es sich im Wesentlichen um angewandte Forschung, und experimentelle Entwicklung, die zeitnah in Pilot- bzw. Demoprojekten münden muss.

AG 1 – 5. Wertschöpfung aus den Reststoffen bei der Wärmebereitstellung aus Bioenergieträgern

Mit einer steigenden Verwendung von biogenen Rest- und Abfallstoffen und Nebenprodukten in Kombination mit immer flexibleren Betriebsweisen und sinkenden Vollbenutzungsstunden wird die Frage des Reststoffhandlings im Hinblick auf Aschen und Vergaserkokse für die Gesamtwirtschaftlichkeit der Anlagenkonzepte immer wichtiger.

AG 1 – 5 A: AUFWERTUNG DER RESTSTOFFE DER ENERGETISCHEN BIOMASSENUTZUNG ZU DÜNGERN

Mit dem Pflanzenwachstum werden dem Boden Mineralstoffe und insbesondere bei einjährigen Pflanzen auch Kohlenstoff entzogen. Beides muss bei einer langfristig nachhaltigen Lebensweise kompensiert werden. Verbrennungaschen enthalten einen Großteil der Mineralstoffe der Biomasse und Vergaserkokse enthalten einen nennenswerten Anteil an Kohlenstoff. Insofern liegt der Gedanke nahe, diese Rückstände wieder als Dünger einzusetzen.

■ MOTIVATION

Der Erhalt der Fruchtbarkeit der land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden ist eine der großen

Herausforderungen unserer Zeit, insbesondere wenn der Einsatz künstlich gewonnener Dünger und der damit verbundene Energieverbrauch reduziert werden sollen. Gleichzeitig müssen die Verbrennungaschen und Vergaserkokse einer zielführenden Verwertung zugeführt werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Für eine nachhaltige Nutzung biogener Verbrennungaschen und Vergaserkokse als Dünger und Bodenverbesserer sind folgende Forschungsfragen zu beantworten:

- Erforschung und Erarbeitung eines umfassenden Verständnisses über die möglichen Einflussoptionen bei der thermo-chemischen Energiebereitstellung auf die Zusammensetzung der Rückstände (Aschen und Kokse) inklusive der Effekte auf die Effizienz und Luftschadstoffemissionen bei einem auf die Nutzbarkeit der Rückstände optimierten Betrieb
- Erforschung der Wirkung (inkl. Langzeiteffekte) der Verbrennungaschen und Vergaserkokse in der Land- und Forstwirtschaft und auf die Pflanzen und Tiere in den behandelten Böden und daraus Ableitung von Standards für die Rückstände im Hinblick auf die Unbedenklichkeit beim Einsatz als Bodenverbesserer/Dünger
- Erforschung und Entwicklung von Verfahren zur Entfernung von umwelttechnisch bedenklichen Substanzen aus Verbrennungaschen und Vergaserkokse zur Erreichung der notwendigen Qualitäten bez. der Nutzung als Dünger/Bodenverbesserer
- Erforschung von Verfahren und Konzepten zum möglichst störstoffarmen Einsammeln auch kleinerer Mengen aus der Fläche
- Optimierung der Düngewirkung der Bodenverbesserer/Dünger
- Erforschung bzw. Optimierung praktischer kostenfreundlicher Verfahren zur Ausbringung der Bodenverbesserer/Dünger (z. B. mit Komposten)
- Erarbeitung von Qualitätskontrollmechanismen und Zertifizierungssystemen für den Einsatz der Rückstände als Bodenverbesserer/Dünger
- Erforschung wirtschaftlich tragfähiger Gesamtkonzepte

- Klärung der rechtlichen Rahmenbedingungen und sonstigen Regelungen (z. B. Waldzertifizierung) für den Einsatz dieser Rückstände direkt oder indirekt als Bodenverbesserer/Dünger und Erarbeitung wissenschaftlicher Handlungsempfehlungen zur Adaptierung der rechtlichen Rahmenbedingungen (z. B. Düngemittelverordnung) – auch zur Vereinheitlichung der aktuell z. T. bundeslandspezifischen Rechtslagen
- Sozioökonomische Begleitforschung zu möglichen Widerständen und Bedenken in der Land- und Forstwirtschaft sowie in der allgemeinen Bevölkerung und zu Wirtschaftlichkeitsfragestellungen und Ableitung von Anforderungen an die oben angesprochenen Nutzungsansätze

■ ERGEBNISSE

Abhängig von den thermo-chemischen Verfahren und der Art der eingesetzten Ausgangsbio-massen wird zeitlich gestaffelt für alle Ansätze eine Lösung für eine zielführende und umweltgerechte Verwertung der Verbrennungsrückstände und Vergaserkokse erwartet.

■ ART DER FORSCHUNG

Gerade im Bereich der Wirkungsforschung in der Konversion aber auch im Zusammenspiel zwischen Produkt und Umwelt ist noch umfangreiche Grundlagenforschung notwendig. Die Erarbeitung der eigentlichen Verfahren und Vorgehensweisen fällt vor allem unter die angewandte Forschung und vielfach experimentelle Entwicklung und ist anschließend in Pilot- und Demo-Projekten der Land- und Forstwirtschaft und der Bevölkerung nahe zu bringen.

AG 1 – 5 B: INNOVATIVE WERTSCHÖPFENDE STOFFLICHE NUTZUNGSOPTIONEN FÜR RESTSTOFFE AUS DER ENERGETISCHEN BIOMASSENUTZUNG

Aschen aus bestimmten Brennstoffen können spezielle z. B. mineralisch-physikalische Eigenschaften aufweisen, die für spezielle Produkte und Anwendungen (z. B. Einsatz im Wegebau oder als Roh- und Zuschlagstoff) sehr gut geeignet sind und damit den Einsatz fossiler Ressourcen einsparen können.

■ MOTIVATION

Das 2 °C-Ziel ist nur zu erreichen, wenn der Energieverbrauch auch in der klassischen Herstellung von

verschiedenen Produkten deutlich reduziert werden kann. Hierzu können ganz neue Verfahren beitragen, die quasi als „Abfallprodukt“ aus der energetischen Nutzung der Biomasse anfallen können. Die Vermeidung der energieintensiven Gewinnung von Primärrohstoffen trägt neben der Ressourcensicherheit auch zum Klimaschutz bei. Mit den zu erforschenden Verfahren wird dann auch die Wertschöpfung innerhalb des energetischen Nutzungsprozesses in einem ganzheitlichen Bioökonomieansatz gesteigert.

■ FORSCHUNGSINHALTE

In diesem neuen Forschungsfeld sind heute folgende Fragen absehbar:

- Grundlegende Untersuchung möglicher Nutzungsoptionen von Aschen aus Biomasseverbrennungen und Vergaserkoksen, wobei gezielt in verschiedenste Richtungen geforscht wird, auch unter dem Aspekt, dass ggf. speziell aufbereitete Brennstoffe unter speziellen thermischen Bedingungen eingesetzt werden müssen
- Vertiefte Untersuchung identifizierter Themenfelder insbesondere im Hinblick auf großtechnische Machbarkeit, Umweltverträglichkeit und mögliche ökonomische Effekte
- Entwicklung und Erforschung spezifischer Verfahren zur Rückgewinnung spezifischer Elemente zur weiteren Nutzung
- Prüfung der rechtlichen Rahmenbedingungen und ggf. Erarbeitung wissenschaftlicher Handlungsempfehlungen zur Anpassung der Rahmenbedingungen und bestehenden Regelungen, um den Markteintritt der neuen Produkte und Verfahren zu ermöglichen und zu erleichtern
- Sozioökonomische Begleitforschung im Hinblick auf Markteinführungschancen im Zusammenspiel mit Kunden- und Nutzerakzeptanz sowie der Bereitschaft der Bevölkerung neue Anwendungen zu akzeptieren

■ ERGEBNISSE

Es sollen möglichst viele neue Verfahren und innovative Produkte entstehen, die die deutsche Industrie und Exportwirtschaft stärken, Ressourcenkreisläufe schließen und die Gesamtwirtschaftlichkeit der Bioenergiebereitstellung steigern.

■ ART DER FORSCHUNG

Hier liegt zunächst ein starker Schwerpunkt auf der Grundlagenforschung, die dann in vielversprechenden Gebieten durch angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung bis hin zu Pilot- bzw. Demoprojekten abgelöst wird.

AG 1–5 C: CO₂-SEQUESTRIERUNG MITTELS REAKTIONS- RESTSTOFFEN DER ENERGETISCHEN NUTZUNG DER BIOMASSE

Viele Klimamodelle sehen in der Zukunft den Bedarf einer massiven CO₂-Sequestrierung vor, um das 2 °C-Ziel einhalten zu können.

■ MOTIVATION

Vergaserkokse beinhalten einen hohen Kohlenstoffgehalt in einer nur langsam zerfallenden Form. Hier besteht die Möglichkeit gerade bei besonders mit z. B. Schwermetallen belasteten Chargen einer stabilen Untertagelagerung und damit dem Entzug von Kohlenstoff aus der Biosphäre.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Wesentliche Forschungsfragen sind:

- Langzeitstabilität und Umweltverträglichkeit der Vergaserkokse je nach Ausgangsstoff und Vergasungsverfahren
- Erforschung und Entwicklung optimierter Lagerformen (Pellets, Pulver etc.) und Lagerverfahren (im Boden, Untertage etc.)
- Abschätzung der mengenmäßigen Wirksamkeit und der ökonomischen Herausforderungen
- Untersuchung der rechtlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen und Ableitung wissenschaftlicher Handlungsempfehlungen
- Sozioökonomische Begleitforschung zu den in der Bevölkerung ggf. gesehenen Hemmnissen und Vorbehalten

■ ERGEBNISSE

Innerhalb der nächsten fünf bis acht Jahre sollen die möglichen Chancen und Optionen identifiziert und

wissenschaftlich gesichert werden, um danach ggf. in eine breite Umsetzung einsteigen zu können.

■ ART DER FORSCHUNG

Hierbei handelt es sich zu Beginn um fast ausschließlich Grundlagenforschung und angewandte Forschung. Der Übergang zur experimentellen Entwicklung bedarf einer grundsätzlichen politischen Entscheidung.



AG 2 BIOENERGIE IM STROMMARKT

AG 2 – 1. Biogas

Biogasanlagen sind eine etablierte Technologie zur biochemischen Konversion von Biomasse über anaerobe Fermentation zu Biogas, welches überwiegend direkt zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt wird.

■ MOTIVATION

Biogasanlagen spielen die dominierende Rolle bei der Strombereitstellung aus Biomasse, sowohl in Bezug auf die installierte Leistung, als auch die erzeugte Strommenge. Sie haben ein großes Potenzial als Flexibilitätsoption und gelten somit als Schlüsseltechnologie zum Ausgleich volatiler Erzeugungsleistung aus Solar- und Windenergieanlagen und zur Bereitstellung gesicherter Erzeugungskapazitäten im Strommarkt. Es bestehen jedoch neben diesen technologischen Aspekten unerschlossene Effizienzreserven hinsichtlich des ökologischen Fußabdruckes (u. a. Treibhausgasvermeidung und Biodiversitätsaspekte über die gesamte Prozesskette) und der technischen Gesamteffizienz. Darüber hinaus können Biogasanlagen bei weiterer Diversifikation des Substratspektrums noch stärker als bisher in die Kreislaufwirtschaft eingebunden werden (Waste-to-energy) und damit in Zero-Waste-Konzepten dienlich sein. Die nachhaltige Akzeptanz bei den verschiedenen Akteuren und damit Weiterentwicklung dieser Technologie hängen wesentlich von der Umweltverträglichkeit und den Risiken ab, die von Biogasanlagen ausgehen. Von zentraler Bedeutung für die Akzeptanz sind unter anderem der Einsatz konfliktarmer Rohstoffe, die Einbindung in landwirtschaftliche Verwertungskreisläufe und die Wertschöpfungseffekte, vor allem im ländlichen Raum.

■ FORSCHUNGSINHALTE

I. FLEXIBILISIERUNG DER STROMPRODUKTION BEI GLEICHZEITIGER EFFIZIENZSTEIGERUNG

- Entwicklung und Bewertung von Repowering-Konzepten von Biogasanlagen (BGA) zur Steigerung

der Gesamteffizienz (insbesondere im Zusammenhang mit Flexibilisierung)

- Effektive Flexibilisierung von BGA zur Deckung von Flexibilitätsbedarfen der Residuallastschwankungen im Strommarkt, bei gleichzeitig hoher Gesamteffizienz
- Emissionsbewertung bei flexiblem Betrieb und geeignete Minderungsmaßnahmen
- Entwicklung von Bewertungsansätzen zur Darstellung der Gesamteffekte einer flexiblen Fahrweise in Bezug auf die nationalen THG-Emissionen
- Gasaufbereitung für Biomethaneinspeisung zur Effizienzsteigerung hinsichtlich Energieaufwand, Investitionskosten und Methanschluß
- Verbesserte Steuerbarkeit der gesamten Prozesskette, insbesondere Gasproduktion und Gasspeichermanagement für maximale Flexibilität der Stromspeisung
- Netzdienlichkeit der Anlagen im Verteil- und Übertragungsnetz (z. B. Redispatch)
- Evaluierung des Einflusses von dezentralem Lastausgleich durch flexible Biogasverstromung auf die Gesamtkosten des Stromnetzausbaus

II. WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN FLEXIBLER STROM- UND WÄRMEERZEUGUNG

- Bewertung der Wechselwirkungen der flexiblen Stromproduktion auf KWK-Nutzungskonzepte wie dezentrale Wärmenetze
- Bewertung und Einordnung von Sektorkopplungskonzepten wie z. B. KWK in Verbindung mit PtH/Wärmepumpen und Wärmespeichern

THEMEN | AG 2

AG 2 – 1. Biogas

AG 2 – 2. Festbrennstoffe

AG 2 – 3. Biomasse und PtX

AG 2 – 4. Systemintegration

III. STEUER- UND REGELPROZESSE FÜR EFFIZIENTE BETRIEBSFÜHRUNG

- Entwicklung Prognose-basierter Steuer- und Regelalgorithmen für flexible Erzeugung durch modelltechnische Abbildung und Optimierung aller Prozessstufen an BGA
- Entwicklung von Steuerungs- und Automatisierungskonzepten sowie Messmethoden zur Verringerung der Methanemissionen
- Steigerung der Betriebssicherheit bei Rohstoff- und Beladungsflexibilität durch Prozesskontrolle und Automatisierung

IV. ENTWICKLUNG VON BETRIEBS- UND SICHERHEITSKONZEPTEN SOWIE FÖRDERSTRATEGIEN

- Entwicklung von Förderstrategien und Finanzierungskonzepten – Schwerpunkt Biogasanlagen mit auslaufender EEG-Vergütung und Effizienzsteigerung des bisher flexibilisierten Anlageparks
- Entwicklung von Betriebs- und Förderstrategien zur mittelfristigen Absicherung eines ausreichend großen Anlagenportfolios für Technologieentwicklung
- Betrachtung von Biogasanlagen in weiter gefassten Wertschöpfungsketten der Kreislaufwirtschaft zur Ableitung zusätzlicher Wertschöpfungspotenziale
- Entwicklung von Methoden zur umfassenden Wertermittlung bzw. Vermarktung von Grünstrom, z. B. über Direktvermarktung mittels „Blockchain“
- Entwicklung von Null-Emissionen Betriebskonzepten und Expertensystemen für Risikoanalysen, zur Verbesserung der Anlagensicherheit
- Prädiktion der ökonomischen Perspektiven zur Bewertung der Förderwürdigkeit von Biogasstrom und -wärme

- Entwicklung von digitalen prozessgekoppelten Schutzeinrichtungen (Industrie 4.0)

V. VERBESSERUNG DER PROZESSIERBARKEIT ANSPRUCHSVOLLER EINSAZTSOFFE

- Bedarfsgerechte Erzeugung aus Lignozellulose-basierten Substraten (=Reststoffen)
- Entwicklung von Technologie- und Logistikkonzepten zur Nutzung neuer oder bisher unzureichend genutzter Rest- und Abfallstoffe (z. B. Stroh, Wirtschaftsdünger)
- Entwicklung von kosteneffizienten Technologien/Verfahren zur Aufbereitung von Gärresten bzw. Gewinnung von bestimmten Stofffraktionen aus Gärresten

■ ERGEBNISSE

I. FLEXIBILISIERUNG DER STROMPRODUKTION BEI GLEICHZEITIGER EFFIZIENZSTEIGERUNG

- Handlungsempfehlungen für Anlagenplaner, -erbauer und -betreiber zur Hebung von Effizienzreserven und Erarbeitung von Umsetzungsstrategien zur Flexibilisierung
- Methoden zur Bestimmung des Flexibilitätspotenzials der gesamten Prozesskette, insbesondere der Fermentation und des Gasmanagements
- Ansätze zur steuerbaren Gasproduktion zur Deckung langfristiger Ausgleichsbedarfe

II. WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN FLEXIBLER STROM- UND WÄRMEERZEUGUNG

- KWK-Konzepte unter Beachtung der Wechselwirkungen zur flexiblen Stromproduktion
- Erweiterte Konzepte von Biomasse-KWK im Zusammenspiel mit Power-to-Heat (PtH)

III./IV. STEUER- UND REGELPROZESSE FÜR EFFIZIENTE BETRIEBSFÜHRUNG UND ENTWICKLUNG VON BETRIEBSKONZEPTEN UND FÖRDERSTRATEGIEN

- Modellprädiktive Regler für Biogasanlagen zur Integration in virtuelle Kraftwerke
- Methoden zur Verbesserung der Anlagensicherheit und Verringerung von Emissionen
- Expertensystem für Risikoanalysen von Biogasanlagen
- Neue Schutzeinrichtungen für Biogasanlagen

V. VERBESSERUNG DER PROZESSIERBARKEIT ANSPRUCHSVOLLER EINSAZSTOFFE

- Verfahren und Prozesse zur Nutzung alternativer Substrate und Biogasaufbereitung
- **ART DER FORSCHUNG**
- Grundlagenforschung: Variable Gasproduktion durch neue Prozessansätze, Bioaugmentation/Optimierung der Prozessresilienz, Vorbehandlung von Substraten zur Flexibilisierung, Nährstoff- und Energiebilanzen (regional mit und ohne Biogasanlagen), Ökobilanzierung verschiedener Szenarien
- Angewandte Forschung: Variable Gasproduktion durch neue Betriebskonzepte, Minderung betrieblicher Emissionen, Abstimmung aller Komponenten auf die flexible Produktion, Vorbehandlung von Substraten zur Flexibilisierung, Optimierung von wärme- und stromorientierten Betriebskonzepten, Verfahren zur Sektorkopplung, Verbesserung der Anlagensicherheit
- Experimentelle Entwicklung: Betriebsstrategien zum effizienten Gasspeichermanagement, Entwicklung und Test neuer Aufbereitungstechnologien für neue Einsatzstoffe, Schutzeinrichtungen
- Pilot- bzw. Demoprojekt: Strategien zum Repowering von Bestandsanlagen, Vollautomatisierte, hochflexible Biogasanlagen, Demonstration der Sektorkopplung, Einsatz neuer Substrate (in aufbereiteter Form) in großtechnischen Biogasanlagen

AG 2 – 2: Festbrennstoffe

Stromerzeugung aus fester Biomasse spielt bisher vor allem im größeren Leistungsbereich in Form von Biomasseheiz(kraft)werken, als auch im unteren bis mittleren Leistungsbereich in Form von Feststoffvergaser-BHKW-Kombinationen eine Rolle bei der Strom- und Wärmeerzeugung aus holzartigen Reststoffen des Forstsektors.

■ MOTIVATION

Festbrennstoffanlagen leisten heute einen Beitrag zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung aus Rohstoffen, die nur geringen Nutzungskonkurrenzen unterliegen. Technologisch könnten die eingesetzten Rohstoffe auch zur ausschließlichen Wärmeproduktion genutzt werden, die KWK-Nutzung liefert aber einen wichtigen Beitrag zur steuerbaren Stromproduktion aus erneuerbaren Energieanlagen. Die Anlagen sind aus technischer Sicht zwar nicht so flexibel wie Biogasanlagen, können aber vor allem für langfristige Ausgleichsbedarfe (saisonale Fahrweise in Kopplung mit saisonalen Wärme- und Stromlücken) einen wichtigen Beitrag zum Ausgleich von Residuallastschwankungen leisten.

■ FORSCHUNGSINHALTE

I. FLEXIBILISIERUNG DER STROMPRODUKTION BEI GLEICHZEITIGER EFFIZIENZSTEIGERUNG

- Erhöhung der Last- und Lastwechselflexibilität durch lastflexible Brenner, weitergehende Flexibilisierungsansätze für Dampfkreislauf-Kraftwerke und Erhöhung der Lastwechselfähigkeit für Vergasungsprozesse
- Entwicklung von Ansätzen zur Steigerung der Lastflexibilität von Bestandsanlagen
- Emissionsbewertung bei flexiblem Betrieb und geeignete Minderungsmaßnahmen
- Entwicklung von Bewertungsansätzen zur Darstellung der Gesamteffekte einer flexiblen Fahrweise in Bezug auf die nationalen THG-Emissionen
- Business-Cases für einen saisonalen und flexibilisierten Betrieb von Biomasseheizkraft-Anlagen
- Entwicklung von KWK-Anlagenkonzepten zur flexiblen thermischen Nutzung von regional überschüssigem Stroh

II. WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN FLEXIBLER STROM- UND WÄRMEERZEUGUNG

- Optimierung bestehender Biomasse-KWK-Anlagen und Umrüstungsfragen fossiler KWK-Anlagen auf Biomasse bzgl. Brennstoffflexibilität, Ascheproblematik (Schlackebildung) und Wirkungsgrad (Dampfparameter) bei flexibilisiertem Betrieb
- Optionen zur nachträglichen Wärmenutzung von reinen Biomassekraftwerken
- Erweiterung des Einsatzspektrums neuartiger Rankine-Prozesse (Dampfkraft-prozesse, ORC-Prozesse) zur Stromerzeugung und Kraft-Wärme-Kopplung aus beliebigen Biomassen, vorzugsweise festen (und gasförmigen) Biomassen
- Integration von Biomasseheizkraft-Anlagen in erneuerbare Wärme- und Stromverbünde unter Einbeziehung von zentralen Fernwärmenetzen (hard- und softwareseitige Einbindung inkl. optimierter Systemregelungsalgorithmen)
- Steuer- und Regelkonzepte für flexible KWK-Konzepte zur Zielkonfliktminderung

III. EFFIZIENTE EMISSIONSMINDERUNG

- Allgemeine Verbesserung des Emissionsverhalten für Verbrennungs- und Vergasungsprozesse
- Angepasste Emissionsminderungsmaßnahmen für lastflexiblen Betrieb außerhalb des Auslegungspunktes

IV. VERBESSERUNG DER PROZESSIERBARKEIT ANSPRUCHSVOLLER BRENNSTOFFE AUS DEM BEREICH BIOGENE REST- UND ABFALLSTOFFE

- Zulassung (z. B. Stroh, biogene Reststoffe)
- Technologien zur Brennstoffkonditionierung in Bezug auf die der mechanischen und thermochemischen Verbrennungseigenschaften (z. B. zur Emissionsminderung)

■ ERGEBNISSE

Empfehlungen für einen mittel- bis langfristig konsistenten Umbau der Energieversorgung:

I. FLEXIBILISIERUNG DER STROMPRODUKTION BEI GLEICHZEITIGER EFFIZIENZSTEIGERUNG

- Technologische Ansätze zur Flexibilisierung von Festbrennstoffheizkraftanlagen
- Methoden zur besseren Regelbarkeit von Vergasungsprozessen
- Anforderungen an rechtliche und ökonomische Rahmenbedingungen für einen ökonomisch tragfähigen flexiblen Betrieb von Biomasseheizkraft-Anlagen
- Neue Turbinentechnologien
- Neuartige Kreisprozesse (innovative Prozessverschaltungen, neue Arbeitsfluide)

II. WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN FLEXIBLER STROM- UND WÄRMEERZEUGUNG

- Hochleistungswärmeübertrager für Rankine-Kreisprozesse
- Hochtemperaturwärmespeicher
- Systemintegrationskonzepte und technische Lösungen zur Systemintegration Strom und Wärme von Biomasseheizkraft-Anlagen in zukünftigen erneuerbaren Energieversorgungsstrukturen (inkl. der notwendigen Systemregler)

III./IV. EFFIZIENTE EMISSIONSMINDERUNG & VERBESSERUNG DER EINSETZBARKEIT ANSPRUCHSVOLLER SUBSTRATE

- Ansätze, Technologien und Materialien zur Emissionsminderung für Verbrennungs- und Vergasungsprozesse mit dem Ziel der weitestgehenden Vermeidung von klassischen Luftschadstoffen (CO, PAK, Staub, NOx)
- **ART DER FORSCHUNG**
- Grundlagenforschung: Flexibilisierung von Vergasungsprozessen ohne Emissionserhöhung bzw. Verschlechterung der Gasqualität, Materialien und Technologiekonzepte zur Abgasaufbereitung
- Angewandte Forschung: Systemintegration (Konzepte und Technologie)

- Experimentelle Entwicklung: Ausweitung der Brennstoffpalette, Optimierung der Brennstofflogistik, Beratungsinstrumente für neue Geschäftsmodelle, Nutzungsoptionen für Neben- und Reststoffströme (Asche, Prozesswasser etc.), KWK-Anlagen zur thermischen Strohnutzung
- Pilot- bzw. Demoprojekt: Retrofitting-Maßnahmen für die Erhöhung der Flexibilität für Bestandsanlagen; Integrationsbeispiele für Energieversorgungsstrukturen in Ballungsräumen, im ländlichen Raum und in Industriegebieten

AG 2 – 3. Biomasse und Power-to-X (PtX)

Die Umstellung der Stromerzeugung auf 100 % erneuerbare Energien erfordert langfristig Optionen zum Ausgleich von unregelmäßig anfallendem Solar- und Windstrom. Neben Optionen wie dem Netzausbau, der Verwendung von z. B. Pump- und Batteriespeichern sowie der bedarfsgerechten Stromerzeugung werden weitere Technologien unter dem Begriff Power-to-X (PtX) bzw. Power-to-Gas (PtG) diskutiert. Hierbei steht das „X“ für eine breite Palette an möglichen flüssigen oder gasförmigen Energieträgern und Kraftstoffen, wie z. B. Methan, Methanol, Fischer-Tropsch Diesel, höheren Alkoholen oder Kerosin. Der Bereich der Biomasse basierten PtX Technologien umfasst prinzipiell zwei grundlegend verschiedene Synthesewege (1) die biologische Umwandlung von biogenem CO₂ in CH₄ mittels Elektrolysewasserstoff oder Elektronentransfer (biologische Methanisierung) sowie (2) die thermochemische Umwandlung biogener Gase unter Verwendung von Elektrolysewasserstoff und geeigneter Katalysatoren in verschiedenste Kohlenwasserstoffe (z. B. Methan, Alkene, Methanol, Oxymethylenether).

■ MOTIVATION

Biomasse und biogene Reststoffe als einzige nachhaltige Kohlenstoffquellen, neben CO₂ aus der Luft (Direct-Air-Capture), müssen in Zukunft in relevantem Maßstab effizient und möglichst vollständig nutzbar gemacht werden. So kann z. B. durch die Prozesskette Biomasse-Vergasung mit anschließender Chemikaliensynthese inklusive Elektrolysewasserstoff-Einbindung nahezu 100 % des biogenen Kohlenstoffs im Endprodukt gebunden werden. Um einen wirtschaftlichen Einsatz biomasse-basierter PtX Technologien zu ermöglichen bedarf es aber der generellen Effizienzsteigerung der einzelnen Prozesse und Prozessketten. Langfristig fehlt es noch an tragfähigen Konzepten zum ökonomischen Betrieb jeglicher PtX Anlagen.

■ FORSCHUNGSINHALTE

I. EFFIZIENZSTEIGERUNG DER „BIOLOGISCHEN METHANISIERUNG“:

- Verbesserung der spezifischen Methanbildungsrate
- Verbesserung der Wasserstoffeinbringung
- Erforschung alternativer/optimierter Reaktorkonzepte
- Neuartige Technologiekonzepte (z. B. bioelektrochemische Methanisierung)

II. EFFIZIENZSTEIGERUNG DER KATALYTISCHEN UMSETZUNG BIOGENER GASE:

- Auswahl und Modifikation von Katalysatoren und Reaktoren zur selektiven Produktsynthese
- Entwicklung von verfahrenstechnischen Anlagenkonzepten

III. ALLE PTX TECHNOLOGIEN:

- Bestimmung von Standort- bzw. Infrastrukturvoraussetzungen zur Definition von Best-Practice-Konzepten
- Verknüpfung von Überschussstrom mit notwendigen Anlagenkapazitäten und möglichen Jahresbetriebsstunden
- Erforschung prozess- und systemtechnischer Fragestellungen

Das zukünftige Potential dieser Technologie wird durch den Umfang und die räumliche Verteilung der notwendigen Biomassepotentiale limitiert, wodurch auch die Frage zur Potentialermittlung biogener Kohlenstoffquellen relevant wird. Weiterhin müssen Konzepte entwickelt werden, die ökonomisch tragfähige Antworten auf den geringen zeitlichen Umfang und ausgeprägte Lastspitzen bei der Nutzung von Überschussstrom liefern.

■ ERGEBNISSE

I. EFFIZIENZSTEIGERUNG DER „BIOLOGISCHEN METHANISIERUNG“:

Das Ziel der Forschungsaktivitäten ist die zeitnahe Leistungssteigerung und der ökonomische Betrieb

von Anlagen zur biologischen Methanisierung (konventionelle und neue Technologiekonzepte).

II. EFFIZIENZSTEIGERUNG DER KATALYTISCHEN UMSETZUNG BIOGENER GASE:

Das vorrangige Forschungsziel im Bereich der katalytischen Umsetzung biogener Gase ist eine hoch-selektive Produktsynthese und die verfahrenstechnische Prozessoptimierung. Dazu müssen insbesondere Betriebsparameter und Katalysatoreigenschaften in Einklang gebracht werden.

Weiterhin müssen Konzepte für einen ökonomischen Betrieb entwickelt werden. Es wird mit einer Realisierung der Ziele bis 2030 gerechnet.

■ ART DER FORSCHUNG

I. EFFIZIENZSTEIGERUNG DER „BIOLOGISCHEN METHANISIERUNG“:

Im Bereich der biologischen Methanisierung muss teilweise noch Grundlagen- und Vorlafforschung, aber vorwiegend angewandte Forschung geleistet werden (z. B. Leistungssteigerung der Mikrobiologie, Verbesserung der Wasserstoffeinbringung).

II. EFFIZIENZSTEIGERUNG DER KATALYTISCHEN UMSETZUNG BIOGENER GASE:

Aufgrund des Entwicklungsstadiums der katalytischen Umsetzung biogener Gase ist vor allem Grundlagenforschung sowie angewandte Forschung notwendig. Erfolgreiche technische Neuerungen müssen in der experimentellen Entwicklung bzw. der Umsetzung in Pilotprojekte münden.

III. ALLE PTX TECHNOLOGIEN:

Für alle PtX Technologien müssen ökonomische tragfähige Konzepte bei der Nutzung von begrenzt verfügbarem Überschussstrom und biogenem Kohlenstoff entwickelt werden. Diese müssen auch die Frage aufgreifen, wie PtX-Technologien im Regulierungsrahmen im Vergleich zu anderen Stromspeicheroptionen behandelt werden.

AG 2 – 4. Systemintegration

Bioenergie hat auf Grund vielfältiger Nutzungsmöglichkeiten sektorübergreifend eine Schlüsselrolle unter den

erneuerbaren Energien. Bioenergie kann Systembeiträge leisten von der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme über die Integration dargebotsabhängiger erneuerbarer Energien (z. B. durch die Flexibilisierung und bedarfsorientierte Betriebsweise) bis hin zur Bereitstellung von emissionsarmen Brenn- und Kraftstoffen für die Anwendungsbereiche Elektrizität, Wärme und Mobilität. Damit verbunden sind auch wichtige Beiträge zur Senkung der energiebedingten Treibhausgasemissionen. Erzeugung und Bereitstellung von Bioenergieträgern bzw. die Bioenergie zeigen auch positive Effekte für die Kreislauf- oder Landwirtschaft und tragen zur Entwicklung innovativer und hocheffizienter Wertschöpfungsketten bei.

■ MOTIVATION

Auf Grund begrenzter Biomassepotenziale ist ein gezielter Einsatz der Bioenergie in den Nutzungspfaden anzustreben, in denen ein hohe relative Vorzüglichkeit gegeben ist. Zur vergleichenden Bewertung der Nutzungspfade sind technologie- und sektorübergreifende Wechselwirkungen und Effekte im Energie- und Wirtschaftssystem zu berücksichtigen. Die Analyse, Bewertung und Identifizierung der optimalen Integration von Biomastechnologien im Gesamtsystem erfordert z. T. neue systemanalytische Methoden und Modelle. Diese müssen ein breites Technologiespektrum und den gesamten Lebenszyklus berücksichtigen. Weiterhin sollten die Vielfalt der Akteure und Energieräume abgebildet und neue Ansätze zur Inwertsetzung der Bioenergiebeiträge im Systemkontext entwickelt werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

I. BEWERTUNG DER BIOENERGIEANLAGEN UND SYSTEME

- Neue Methoden der Lebenszyklusanalyse (Life cycle optimization, consequential LCA) und der Bewertung (Monetarisierung, sLCA, agentenbasierte Ansätze) zur ganzheitlichen Optimierung und Bewertung der Nutzungspfade unter Einbeziehung von Wechselwirkungen
- Berücksichtigung der Wechselwirkungen zu stofflichen Nutzungspfaden von Biomasse
- Ansätze zur (ökonomischen) Bewertung der Systembeiträge der Bioenergie (qualitative und quantitative Ansätze)

II. ADÄQUATE ABBILDUNG VON BIOENERGIE IN ENERGIE-SYSTEMMODELLEN

- Identifikation der Beiträge und Wirkungen von Bioenergie im System, z. B. mit Szenarien für verschiedene Systemebenen
- Differenzierte methodische und modelltechnische Abbildung von Bioenergie-technologien (z. B. Bio-CCS, etc.)
- Methoden zur Ermittlung und Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungspfade der Bioenergie (z. B. flexible Strombereitstellung, integrierte Wärmebereitstellung mit Strom als Nebenprodukt) in Systemmodellen

III. SYSTEMMODELLE

- Integration von Bioenergieanlagen in zukünftige Strukturen des Strom- und Wärmemarktes, z. B. lokale/regionale Märkte, Sektorgekoppelte-Markt-instrumente
- Integration der Bioenergieanlagen in Mobilitätsanwendungen (biogene Kraftstoffe; synthetische regenerative Kraftstoffe) und ihre Vermarktung
- Zusammenspiel von Bioenergie und (Überschuss-) Strom für eine effiziente Sektorkopplung bei hohen Anteilen dargebotabhängiger EE

IV. TRANSFORMATIONSPFADE

- Möglichkeiten und Grenzen der Transformierbarkeit des Anlagenbestandes für einen verbesserten Systembeitrag unter Berücksichtigung der räumlichen Verteilung
- Entwicklung zukünftiger Energieszenarien für die Bioenergie unter Berücksichtigung der Technologieentwicklung aller im Strommarkt relevanten Technologien (z. B. Marktdurchdringung PV, Batteriespeicher, PtX-Technologien)
- Erforschung der Wechselwirkung von Landflächennutzung für Biomasseerzeugung auf globale Stoffströme, Substitutionseffekte im Handel und wirtschaftliche Effekte auf Produktionsketten für Nahrung- und biogene Rohstoffe

■ ERGEBNISSE

I. BEWERTUNG DER BIOENERGIEANLAGEN UND SYSTEME

- Methoden und Verfahren zu Analysen und integrierten Bewertung für verschiedene Szenarien der Integration von Bioenergie in Wertschöpfungsketten und Systeme

II. ADÄQUATE ABBILDUNG VON BIOENERGIE IN ENERGIESYSTEMMODELLEN

- Differenzierte modelltechnische Ansätze und Herangehensweisen zur Ermittlung der Systembeiträge von Bioenergie zur Erreichung energiepolitischer Ziele (CO₂-Budget bzw. Dekarbonisierung, Zielanteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch, KWK-Ziele)
- Systemrelevante Auswirkungen von Ex- und Importen von Biomasse und Bioenergie

III. SYSTEMMODELLE

- Anteile, Effekte und Wechselwirkungen der Nutzung von Bioenergie in verschiedenen Sektoren und Bereichen: Quantifizierung (Systemgesamtkosten, genutzte Potenziale, erzeugte Endenergie, installierte Leistung, vermiedene Emissionen)

IV. TRANSFORMATIONSPFADE

- Optimierte Nutzungspfade und Einsatzbereiche von Bioenergie-technologien in integrierten Energiesystemen; insbesondere Transformationspfade unter Beachtung der Entwicklung anderer EE;
- Zielgruppen- und regionalspezifische Konzepte
- Wirtschaftliche Auswirkungen auf den Energiesektor unter Berücksichtigung der Integration von Bioenergieanlagen in die Sektoren „nachhaltige Land- und Forstwirtschaft, Kreislauf- und Abfallwirtschaft“

■ ART DER FORSCHUNG

- Grundlagenforschung: Die Forschungstätigkeiten tragen zur Weiterentwicklung und Kopplung methodischer Herangehensweisen und von Modellen für eine systemische Bewertung der Bioenergie bei. Darüber hinaus haben die Forschungstätigkeiten auch Studiencharakter. Sie sollen Politik und Entscheidungsträgern Ansatzpunkte und Wirkungen

von Weichenstellungen für die zukünftige Nutzung und Bedeutung der Bioenergie aufzeigen.

- Anwendungsorientierte Forschung: Die gewonnenen Erkenntnisse liefern wichtige Hinweise für die zielgerichtete Weiterentwicklung der Bioenergie-technologien. Die Arbeiten liefern auch Argumente für die Ausgestaltung von Fördersystemen für die Bioenergie. Erkenntnisse liefern wichtige Hinweise für die zielgerichtete Weiterentwicklung der Bioenergie-technologien. Die Arbeiten liefern auch Argumente für die Ausgestaltung von Fördersystemen für die Bioenergie.



AG 3 BIOENERGIE UND INTEGRATION IM VERKEHR

AG 3 – 1. Effiziente Bereitstellung von biomassebasierten Kraftstoffen

Neben den etablierten Produktionsverfahren für biogene Kraftstoffe, wie z. B. Bioethanol, Biodiesel (FAME), HVO/HEFA und Biomethan gibt es weitere Biokraftstoffverfahren in der Entwicklung. Durch eine Weiterentwicklung der Produktionsverfahren kann sowohl die Bandbreite an Rohstoffen als auch an Biokraftstoffen vergrößert werden. Die Ausgestaltung all dieser Produktionsverfahren bezüglich der Verschaltung von Konversionsschritten, Trennverfahren, Energieversorgung und anderen Details hat einen großen Einfluss auf die Effizienz und damit auch auf die ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen.

■ MOTIVATION

Sowohl die Europäische Union als auch die Bundesregierung in ihrem Klimaschutzplan haben das Ziel, die Treibhausgasemissionen im Verkehr bis 2030 um 40–42 % sowie bis 2050 um 80–95 % (jeweils gegenüber 1990) zu reduzieren. Damit ist die Verkehrswende eine zentrale Herausforderung für eine erfolgreiche Klimapolitik. Eine flächendeckende Einführung der Elektromobilität ist in den genannten Zeiträumen schwer zu realisieren. Solange nennenswert Neuwagen mit Verbrennungsmotoren zugelassen werden, werden diese auch im PKW-Bestand eine erhebliche Rolle spielen. Gleichzeitig stellen Klimagasemissionen und besonders in Ballungszentren und Städten die lokalen Emissionen der Fahrzeuge ein Problem dar, da die Schadstoffkonzentrationen Gesundheit und Umwelt belasten. Klima- und Umweltschutz im Verkehr brauchen daher ein „Maßnahmenbündel“, aus Elektromobilität, Effizienzsteigerungen, innovativen Verkehrskonzepten und Einsatz von flüssigen sowie gasförmigen Biokraftstoffen.

Biokraftstoffe können einen schnellen und wirksamen Beitrag zum Klimaschutz im Verkehr leisten. Dabei gilt es, durch eine effiziente und nachhaltige Bereitstellung und abgestimmte Nutzung möglichst umfassende Systemeffekte hinsichtlich Kosteneffizienz, Klimaschutz und Minderung der lokalen Schadstoffbelastung zu erzielen.

Durch eine bessere Erschließung aller Biomassepotenziale kann im Rahmen der jeweiligen nachhaltigen Verfügbarkeit der Anteil an erneuerbaren Energien im Verkehr bei bestehender Infrastruktur erhöht werden. Im Sinne der vollständigen Nutzung der Rohstoffe gilt es besonders, die bislang wenig genutzten Potenziale einer Wertschöpfung zuzuführen. Neben den bisher genutzten biogenen Rohstoffen sollen vor Allem bislang wenig genutzte Reststoffe aus Land- und Forstwirtschaft, Industrie und Haushalten verstärkt erschlossen werden. Ziel ist es dabei, Stoffkreisläufe zu schließen und Wertschöpfungsketten zu erweitern.

Der etablierte Wirtschaftszweig der Biokraftstoffproduktion, inklusive der vor- und nachgelagerten Aktivitäten, muss durch Forschung und Entwicklung technologisch gestärkt werden. Effizienzsteigerungen bei der Biomassekonversion und Produktaufbereitung können zu Ressourcenschonung und zusätzlicher Wertschöpfung beitragen. Durch Forschung und Entwicklung zur effizienten Produktion von Biokraftstoffen erzielte Fortschritte sollen allen Akteuren der Wertschöpfungskette (Rohstoffproduzenten, Anlagenbauer, Kraftstoffproduzenten, Endnutzer etc.) am Industriestandort Deutschland dienen.

Bei der Markteinführung neuartiger Kraftstoffe sind Normungs- und Sicherheitsthemen von großer Bedeutung. Bereits in der Pilotierung neuer Kraftstoffherstellungsverfahren ist daher die Produktion entsprechender Mengen zu Testzwecken erforderlich.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Erschließung zusätzlicher Biomassepotenziale und Entwicklung neuer Biokraftstoffe durch:

- Identifizierung, Quantifizierung und Charakterisierung von zusätzlichen Biomassepotenzialen (z. B. Produktionsreststoffe) und Entwicklung von Ansätzen zu deren Erschließung
- Entwicklung von Konversions- und Aufbereitungstechnologien zur Erweiterung der Rohstoffpalette

THEMEN | AG 3:

AG 3 – 1. Effiziente Bereitstellung von biomassebasierten Kraftstoffen

AG 3 – 2. Nutzung von Synergien bei der Biokraftstoffproduktion

AG 3 – 3. Biokraftstoffe in ausgewählten Anwendungen

- Entwicklung biochemischer und thermochemischer Konversionsverfahren für Biokraftstoffe mit verbesserten Verbrennungseigenschaften in Motoren und Turbinen

- Entwicklung energieeffizienter Verfahren zur Produktabtrennung und -aufreinigung

Anlagenkonzeptionierungen und -skalierung durch:

- Technische und organisatorische Entwicklung von effizienten Anlagenkonzepten, inklusive der Abtrennung und Vermarktung wertbringender Produktfraktionen
- Prozesssimulationen zur frühzeitigen Analyse von Anlagenkonzepten
- Entwicklung von Konzepten zur effizienten und hochwertigen Verwertung der Nebenprodukte
- Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Kraftstoffproduktion durch hochwertige Nebenprodukte, um zu günstigen erneuerbaren Energieträgern zu kommen
- Untersuchung des Zusammenspiels der Anlagenkomponenten in anwendungsnahen Umgebungen wie Pilot- oder Demonstrationsanlagen
- Produktion von neuartigen Biokraftstoffen in ausreichenden Mengen zur Zertifizierung und für Anwendungstests
- Konzeptbewertungen und Systemanalysen bezüglich maßgeblicher Nachhaltigkeitskriterien für eine Marktimplementierung wie insbesondere Kosten, Treibhausgasemissionen und sozioökonomischen Aspekten

■ ART DER FORSCHUNG

Anwendungsorientierte Forschung und Technologieentwicklung:

- a) Einzeltechnologien wie Anlagenkomponenten müssen weiterentwickelt werden (Labor-, Technikums-, Pilotmaßstab)

b) Verfahrensentwicklung und Skalierung der Technologien in größer angelegten Pilot- und Demonstrationsprojekten als unabdingbare Grundlage zur Umsetzung von Gesamtkonzepten im industriellen Maßstab

c) Anwendungstests neuartiger Biokraftstoffe (siehe auch Thema AG 3–3)

d) Durchführung von konkreten Machbarkeitsuntersuchungen (z. B. am Industriestandort Deutschland)

Begleitforschung:

Die übergeordneten Fragestellungen der Begleitforschung beinhalten u. a. technisch-ökonomische Bewertungen, Potenzialanalysen zur Quantifizierung der verfügbaren Rohstoffmengen, Analysen von Einsatzfeldern für neue Biokraftstoffe, gegebenenfalls Standortanalysen für Pilot- oder Demonstrationsanlagen, Life cycle assessments (LCA), konzeptionell-methodische Weiterentwicklungen von Nachhaltigkeitsbewertungen z. B. für verbesserte Nutzbarkeit in Zertifizierungssystemen, Expertisen für Entscheidungsträger aus Politik, Wirtschaft und unabhängige Organisationen sowie Wissenschaft.

■ ERGEBNISSE

Das Ziel der Forschungsaktivitäten ist die Entwicklung von Technologien und Anlagenkonzepten, die es ermöglichen die Klimaschutzziele der Bundesregierung für die Jahre 2030 und 2050 von 40–42 % bzw. 80–95 % Emissionsminderung auch im Verkehrssektor zu unterstützen. Dies umfasst sowohl die Entwicklung neuartiger als auch die Optimierung bestehender Produktionsanlagen sowie die Identifizierung vor-dringlicher Einsatzbereiche der erzeugten Kraftstoffe.

AG 3 – 2. Nutzung von Synergien bei der Biokraftstoffproduktion

Die Biokraftstoffproduktion ist bereits jetzt stark mit einigen Industriezweigen der Bioökonomie (z. B. Lebens- und Futtermittelproduktion, chemische Industrie) und der Energiewirtschaft verknüpft. Diese Vernetzung gilt es zu unterstützen und auf andere Energiesektoren und

Industriezweige auszuweiten, um Synergieeffekte für eine erfolgreiche Energiewende zu erreichen.

■ MOTIVATION

Synergien mit der Bereitstellung von Nahrungs- und Futtermitteln.

Die Abtrennung und Aufbereitung von Teilen der Biomasse zu Nahrungs- und Futtermitteln ist Stand der Praxis bei der Biokraftstoffproduktion. Durch einen Ausbau dieses Ansatzes kann das in der Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 identifizierte Handlungsfeld „Gesunde und sichere Lebensmittel produzieren“ unterstützt werden.

Synergien mit der stofflichen Nutzung von Biomasse in Bioraffinerien.

Auch die stoffliche Nutzung von Nebenprodukten der Biokraftstoffproduktion bietet Vorteile für eine biobasierte Wirtschaft, entsprechend dem Handlungsfeld „Nachwachsende Rohstoffe industriell nutzen“ (Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030). Die schrittweise Weiterentwicklung von Bioraffinerien bietet ein großes Potenzial, die begrenzte Biomasse möglichst vollständig und effizient einer Verwertung zuzuführen. Nicht zuletzt ist auch die Umstellung großer Bereiche der chemischen Industrie auf erneuerbare Rohstoffe eine wesentliche Herausforderung.

Synergien mit anderen Bioenergieanlagen.

Insbesondere bei biochemisch-basierten Anlagen fällt prozessbedingt erneuerbares biogenes CO₂ an, das mit vergleichsweise geringerem Aufwand für die weitere Verwertung nutzbar gemacht werden kann für z. B. Kraftstoff- und Produktsynthesen. Durch eine Aufwertung und damit verbundene Vermarktung können bereits etablierte Wertschöpfungsketten erweitert werden. Gleichzeitig kann die Gesamttreibhausgasbilanz weiter verbessert werden.

Synergien mit dem Stromsektor.

Die Energiewende ist im Stromsektor schon weiter fortgeschritten als im Verkehrssektor. Die aus der diskontinuierlichen Stromproduktion von Wind- und Solarkraftanlagen resultierenden Herausforderungen können durch eine Sektorkopplung abgefangen werden. Dies kann geschehen durch Einsatz von erneuerbarem Strom zur Produktion von Wasserstoff durch Elektrolyse, welcher gemeinsam mit biogenen Kohlenstoffverbindungen zu

Kraftstoffen verarbeitet wird (siehe z. B. „White Paper E-Fuels“ der DECHEMA). Eine weitere Option ist die Umstellung der Energieversorgung der Produktion von Biokraftstoffen auf erneuerbare Energien. So kann durch eine Elektrifizierung der Produktionsprozesse, beispielsweise zur Bereitstellung von Prozesswärme, der derzeitige Einsatz von fossilen Brennstoffen minimiert werden. Hier können unter Berücksichtigung des fluktuierenden Angebots von erneuerbarem Strom durch interdisziplinäre Zusammenarbeit entsprechende Konzepte entwickelt werden.

■ FORSCHUNGSINHALTE

- Prozessentwicklung und -optimierung von Bioraffinerien. Hebung von Synergien zwischen Biokraftstoffproduktion, stofflicher Biomassenutzung sowie Produktion von Lebens- und Futtermitteln
- Entwicklung und Ausbau von Konzepten für die Sektorkopplung; z. B. elektrochemische Prozesse zur Biomassekonversion sowie Einsatz bioelektrochemischer Produktionssysteme (siehe auch Themenblatt Biomasse und PtX der AG Strommarkt)
- Entwicklung von Lösungen für sog. demand side management durch flexible Fahrweise von Anlagen (bereichen) oder Apparaten, ermöglicht durch Anlagenkonzepte unter Berücksichtigung von stofflicher Speicherung, Wärmespeicherung und Stromspeicherung
- Entwicklung von Verwertungsmöglichkeiten für CO₂ aus der Biokraftstoffproduktion, insbesondere aus Bioethanol- und Biomethananlagen
- Entwicklung von integrierten Konzepten, in denen aus Biomasse und biogenem CO₂ unter Einsatz von Strom flüssige und gasförmige Kraftstoffe hergestellt werden
 - Beispiele:
 - Herstellung von synthetischen Kraftstoffen, die durch PtX-Verfahren produziert werden (siehe auch Themenblatt Biomasse und PtX der AG Strommarkt)
 - Untersuchung von Hybridkonzepten, in denen das für die Kraftstoff- und Produktsynthesen (z. B. Methanol, Dimethylether, Oxymethylenether, Fischer-Tropsch-Kohlenwasserstoffe, Alkene) verwendete Synthesegas sowohl biomasse- als auch strombasiert bereitgestellt wird

- Biologische Methanisierung von CO₂ und H₂ durch hydrogenotrophe Methanogenese
- Herstellung von Methanol für die Biodieselherstellung mit CO₂ aus der Ethanolproduktion und H₂ via Elektrolyse
- H₂ als Einsatzstoff im Hydrotreatment für die HVO/HEFA-Produktion aus biogenen Ölen und Fetten oder für die Kraftstoff, z. B. in Fischer-Tropsch-Prozessen

- Entwicklung von innovativen Lösungen zur Verzahnung der Produktionskette von Biokraftstoffen durch moderne Informations- und Kommunikationstechnik (Industrie 4.0), um so übergeordnete Anforderungen an eine nachhaltige Biokraftstoffproduktion zu unterstützen (z. B. durch intelligenten, angebotsangepassten Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien in Produktionsanlagen)
- Systembetrachtungen, um die geeigneten Einsatzgebiete von Biokraftstoffen und E-Mobilität weiter zu konkretisieren und somit beide Zukunftstechnologien möglichst effizient voranzutreiben

■ ART DER FORSCHUNG

Anwendungsorientierte Forschung und Technologieentwicklung:

- a) Entwicklung von integrierten Produktionsverfahren und Anlagenkonzepten für fortschrittliche Kraftstoffe mit minimalen Klimagasemissionen
- b) Machbarkeitsstudien, Modellierung und Simulation des Zusammenspiels von Anlagen in der Sektorkopplung
- c) Pilot- und ggfs. Demoprojekte zur Umsetzung von Gesamtkonzepten, z. B. integrierte bzw. hybride Bioraffinerien

Begleitforschung:

Die übergeordneten Fragestellungen der Begleitforschung beinhalten u. a. technisch-ökonomische Bewertungen, Potenzialanalysen zur Quantifizierung der verfügbaren Rohstoffmengen, Analysen von Einsatzfeldern für neue Biokraftstoffe, gegebenenfalls Standortanalysen für Pilot- oder Demonstrationsanlagen, Life cycle assessments (LCA), konzeptionell-methodische Weiterentwicklungen von Nachhaltigkeitsbewertungen, z. B. für verbesserte Nutzbarkeit in Zertifizierungssystemen, operationalisierbare

Monitoringsysteme, Expertisen für Entscheidungsträger aus Politik, Wirtschaft und unabhängigen Organisationen sowie Wissenschaft.

■ ERGEBNISSE

Das Ziel der Forschungsaktivitäten ist die Entwicklung von Systemlösungen für das Zusammenspiel von nachhaltigen, innovativen, emissionsarmen und biomassebasierten Kraftstoffen mit anderen Energiesektoren und Industriezweigen.

AG 3 – 3. Biokraftstoffe in ausgewählten Anwendungen

In Verkehrssektoren wie Luftfahrt, Schifffahrt, Schwerlastverkehr, Land- und Forstwirtschaft sowie Baumaschinen ist die Einführung von strombasierten Antriebssystemen mit besonderen Herausforderungen verbunden. Daher ist es unerlässlich, neben entsprechend geeigneten synthetischen Kraftstoffen auch der Einsatz von Biokraftstoffen in spezifischen Anwendungsbereichen weiterzuentwickeln. Dabei sind auch die anwendungsspezifischen Vorteile beim Einsatz gasförmiger Kraftstoffe zu berücksichtigen.

■ MOTIVATION

Klimaschutz

Sowohl die Europäische Union als auch die Bundesregierung in ihrem Klimaschutzplan haben das Ziel, die Treibhausgasemissionen im Verkehr bis 2030 um 40–42 % sowie bis 2050 um 80–95 % (jeweils gegenüber 1990) zu reduzieren. Daher ist die Einbindung aller Verkehrsträger in die Dekarbonisierung unerlässlich. Zum Ziel der deutlichen Reduktion von Klimagasemissionen ist der Einsatz jeweils geeigneter, flüssiger und gasförmiger Biokraftstoffe zu forcieren. Die wissenschaftliche Bearbeitung von Lösungsansätzen in den genannten Verkehrssektoren soll sich damit an der Weiterentwicklung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie und den Maßnahmen des Klimaschutzplans orientieren.

Energiedichte

Aufgrund des vergleichsweise hohen Energiebedarfs der einzelnen Fahrzeuge und Maschinen stellen Batterien mit ausreichend Speicherkapazität sowie geeignete Möglichkeiten zum Aufladen für den Betrieb in den o. g. Sektoren bislang eine bedeutende Hürde dar. Ergänzend zu den Bemühungen um elektrische Antriebe, können auch durch eine Anpassung der eingesetzten

Verbrennungskraftmaschinen an Biokraftstoffe nachhaltige Energieträger mit hoher Energiedichte eingesetzt werden.

Kraftstoffqualität

Die Kraftstoffe müssen gängige Normen und Qualitätsanforderungen z. B. hinsichtlich Lagerfähigkeit, Motoren- und Materialverträglichkeit sowie Abgaswerten erfüllen, um sie in der bestehenden Vertriebsinfrastruktur uneingeschränkt einsetzen zu können. Vor dem Hintergrund globaler Märkte für Antriebstechnologien und Energieträger ist eine internationale Harmonisierung der Kraftstoffanforderungen anzustreben. Dies erfordert u. a. eine enge Zusammenarbeit mit Akteuren der Kraftstofflogistik und des Vertriebs. Eine weitere Optimierung der Kraftstoffqualität richtet zudem den Blick auf verbesserte Verbrennungseigenschaften mit dem Ziel eines angemessenen Aufwandes bei der Abgasnachbehandlung.

Umweltwirkung

Durch die breite Einführung klimaeffizienter Antriebe sollen mittelfristig (2030) Verkehrsmittel ohne klima-, gesundheits- und umwelt-gefährdende Emissionen insbesondere in dicht besiedelten Metropolen ermöglicht werden. Technische Lösungen, die einen Beitrag zur lokalen Emissionsminderung liefern, sind weltweit gefragt. Biokraftstoffe zeichnen sich im Vergleich zu fossilen Diesel- und Benzinkraftstoffen vielfach durch homogenere Eigenschaften und einen höheren Sauerstoffgehalt aus, wodurch sich Vorteile bei der Verbrennung und damit den Aufwendungen bei der Abgasnachbehandlung ergeben können. Ziel ist es, durch eine konsequente Abstimmung des Systems Biokraftstoff, Verbrennungskraftmaschine und Abgasnachbehandlung noch erhebliche Verbesserungen bei der Schadstoffreduktion zu erreichen. Beispielsweise kann so auch das Betriebspersonal von Baumaschinen besser vor schädlichen Abgasen geschützt werden.

Zudem kann eine Verbesserung beim Gewässer- und Umweltschutz erreicht werden, da ausgewählte Biokraftstoffe biologisch schneller abbaubar und weniger wassergefährdend sind als fossile Kraftstoffe.

■ FORSCHUNGSINHALTE

Um Biokraftstoffe als unabdingbaren Teil der erforderlichen erneuerbaren Kraftstoffoptionen in den o. g. Verkehrssektoren anzuwenden, muss die Kraftstoffqualität gesichert und spezielle Anforderungen an den Einsatzzweck berücksichtigt werden. Daraus ergeben sich die folgenden Forschungsinhalte:

- Entwicklung von Antriebssystemen für Schwerlastverkehr, Schifffahrt und Flugverkehr, die auf flüssige und/oder gasförmige Biokraftstoffe abgestimmt sind
- Entwicklung von Range-Extendern und Brennstoffzellen auf Grundlage von Biokraftstoffen
- Untersuchung der Kompatibilität mit der Vertriebsinfrastruktur (Tanklager, Zollager, Tankfahrzeuge, Tankstellen) und kraftstoffführenden Komponenten im Fahrzeug und in der Maschine
- Weiterentwicklung geeigneter Sensor- und Steuerungssysteme zur Erkennung von Kraftstoffqualitäten für flexiblen Einsatz unterschiedlicher Kraftstoffe
- An Biokraftstoffe angepasste Systeme zur Abgasnachbehandlung und Überprüfung der Emissionswerte im realen Anwendungsfall (z. B. zur Reduktion der sog. Real Driving Emissions)
- Entwicklung und Untersuchung von Non Road Mobile Machinery für den Einsatz von Biokraftstoffen
- Optimierung der Kraftstoffeigenschaften durch Additivierung, Behandlung und/oder Mischung etc. bezüglich anwendungsspezifischer Normen und Qualitätsanforderungen
- Untersuchungen zu Einführungsmöglichkeiten von reinen Biokraftstoffen oder höheren Beimischungsanteilen, auch in Multiblends mit Anteilen aus unterschiedlichen Biokraftstoffen, unter Einhaltung der relevanten Anforderungen und Normen (z. B. an Lagerfähigkeit, Motoren- und Materialverträglichkeit sowie Abgaswerte)
- Vorbereitung der nationalen und internationalen Anerkennung als geeigneter Kraftstoff
- Bearbeitung weiterer übergeordneter Fragestellungen zur Entwicklung des Verkehrssystems hinsichtlich fortschrittlicher Energie- und Verkehrsträger

■ ART DER FORSCHUNG

Anwendungsorientierte Forschung und Technologieentwicklung:

- Weiterentwicklung und Optimierung von geeigneten Verbrennungskraftmaschinen, Fahrzeugkomponenten und Abgasnachbehandlungssystemen

- Identifikation von technischen und organisatorischen Herausforderungen beim Einsatz von Biokraftstoffen in den genannten Verkehrssektoren sowie Erarbeitung geeigneter Maßnahmen zu deren Lösung
- Demonstration der Realisierbarkeit aussichtsreicher Anwendungen im Rahmen von Flotten- oder ähnlichen Einsatztests

Begleitforschung:

Flankiert werden die oben genannten, technisch ausgerichteten Forschungsaspekte durch Machbarkeitsanalysen sowie Untersuchungen zu erschließbaren Mengenpotenzialen und deren Systemintegration sowie damit verbundenen Effekte in Bezug auf Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz.

■ ERGEBNISSE

Einsatzmöglichkeiten von Biokraftstoffen in den Verkehrssektoren Luftfahrt, Schifffahrt, Schwerlastverkehr, Land- und Forstwirtschaft sowie Baumaschinen werden weiter entwickelt. Zudem werden konkrete technische Lösungsansätze entwickelt, die einen Einsatz von Biokraftstoffen in den genannten Sektoren ermöglichen. Diese werden bezüglich ihrer Emissionsminderungen überprüft. Das Ziel ist es, den Klimaschutzziele der Bundesregierung in allen Verkehrssektoren adäquat Rechnung zu tragen und gleichzeitig den Schadstoffausstoß zu minimieren.



Bildnachweis

Titel, AG 1, AG2: ©DBFZ, AG 3: Jan Gutzeit (DBFZ)

