

# IEA Bioenergy Task 32: Biomasseverbrennung und -mitverbrennung

Arbeitsperiode 2016 - 2018

C. Schmidl

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**33/2020**

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe  
unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

### **Impressum**

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Auszugsweise Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in  
dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik  
Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:  
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

# IEA Bioenergy Task 32: Biomasseverbrennung und -mitverbrennung

Arbeitsperiode 2016 - 2018

Dr. Christoph Schmidl  
Bioenergy2020+

Wieselburg, Juni 2019

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)



## **Vorbemerkung**

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) initiiert, um Österreichische Forschungsbeiträge zu den Projekten der Internationalen Energieagentur (IEA) zu finanzieren.

Seit dem Beitritt Österreichs zur IEA im Jahre 1975 beteiligt sich Österreich aktiv mit Forschungsbeiträgen zu verschiedenen Themen in den Bereichen erneuerbare Energieträger, Endverbrauchstechnologien und fossile Energieträger. Für die Österreichische Energieforschung ergeben sich durch die Beteiligung an den Forschungsaktivitäten der IEA viele Vorteile: Viele Entwicklungen können durch internationale Kooperationen effizienter bearbeitet werden, neue Arbeitsbereiche können mit internationaler Unterstützung aufgebaut sowie internationale Entwicklungen rascher und besser wahrgenommen werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der beteiligten Forschungseinrichtungen ist Österreich erfolgreich in der IEA verankert. Durch viele IEA Projekte entstanden bereits wertvolle Inputs für europäische und nationale Energieinnovationen und auch in der Marktumsetzung konnten bereits richtungsweisende Ergebnisse erzielt werden.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse einer interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Publikationsreihe und die entsprechende Homepage [www.nachhaltigwirtschaften.at](http://www.nachhaltigwirtschaften.at) gewährleistet wird.

DI Michael Paula  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kurzfassung</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Abstract</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Ausgangslage</b> .....	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Projekthalt</b> .....	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>17</b>
5.1.	Dezentrale Wärmeerzeugung - Erfolgsgeschichten.....	17
5.1.1.	Eine Kaskade kleiner Hackschnitzel Kessel (Beggingen, Schweiz) .....	17
5.1.2.	Das BioSol Programm – ein Wegbereiter für Biomasse Kleinvergaser (Bayern, Deutschland) .....	18
5.1.3.	Kohlendioxid Besteuerung de-karbonisiert die Fernwärmeversorgung (Schweden) .....	18
5.1.4.	Kooperation macht ein Heizwerk erfolgreich (Niederlande) .....	19
5.1.5.	Umweltfreundliche Brennstoffe (Dänemark).....	19
5.1.6.	Entwicklung fortgeschrittener Regelungsstrategien (Österreich).....	19
5.1.7.	Waldholz ermöglicht erneuerbare Fernwärme (Schweiz).....	19
5.1.8.	Fossil-freie Wärme aus neuem Biomasse Kraftwerk (Dänemark).....	20
5.1.9.	Heizen mit der Kraft der Sonne und der Erde (Österreich) .....	20
5.1.10.	Moderne Pellet-befeuerte Biomasseheizanlage (Kanada) .....	21
5.1.11.	Pellets bringen die Molkerei zurück in die Natur (Schweden) .....	21
5.1.12.	Erneuerbare Küchen und Kaffeesysteme (Schweiz).....	21
5.1.13.	Ländliche Biomasse-Fernwärme (Deutschland) .....	21
5.1.14.	Stroh-Fernwärme in Nexø (Dänemark) .....	22
5.1.15.	Die Bäckerei, die mit Wärme aus Biomasse betrieben wird (Schweiz).....	22
5.2.	Fortschritte bei dezentralen Biomasse-befeuerten KWK-Anlagen.....	23
5.2.1.	Best-practice Bericht über dezentrale Biomasse KWK-Anlagen und Stand der Technik von mit Biomasse befeuerten Klein- und Micro- KWK-Technologien.....	23
5.2.2.	Die zukünftige Rolle von Biomasse Kraftwerken in erneuerbaren Energiesystemen.....	25
5.3.	Emissionsreduktion.....	28
5.3.1.	Aerosole aus der Biomasseverbrennung.....	28
5.3.2.	Stand der Technik bei PM-Emissionsmessmethoden und neuen Entwicklungen.....	30
5.3.3.	Erweiterte Testmethoden für Brennholzöfen .....	31
5.4.	Zusatzfeuerung und Brennstoffkonversion .....	33
5.4.1.	Stand der Technik von Biomasse Großfeuerungen .....	33
5.4.2.	Möglichkeiten für einen verstärkten Einsatz von Asche aus der Verbrennung und Mitverbrennung von Biomasse.....	35
5.5.	Abfallbrennstoffe und Brennstoffaufbereitung.....	36
5.5.1.	Brennstoffvorbehandlung von Biomasse-Rückständen in der Lieferkette zur thermischen Umwandlung.....	36

5.6. Biomasse CCS und CCU .....	37
5.6.1. Hintergründe .....	37
5.6.2. Perspektiven .....	38
<b>6 Vernetzung und Ergebnistransfer .....</b>	<b>39</b>
6.1. Workshop zu durch Biomasseverbrennung erzeugten Nanopartikeln .....	39
6.2. Workshop zu neuen Emissionsmessverfahren .....	40
6.3. Wood Pellet Association of Canada - Konferenz .....	40
6.4. WEBINAR: Aerosole aus der Verbrennung von Biomasse .....	41
6.5. Workshop zu Produktions- und Nutzungsoptionen für feste rückgewonnene Brennstoffe. ....	41
6.6. Internationaler Workshop: Zukunftsperspektiven der Entwicklung der Bioenergie in Asien .....	42
<b>7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen.....</b>	<b>43</b>



# 1 Kurzfassung

Die thermische Biomassenutzung in Verbrennungsprozessen ist die mit Abstand wichtigste Technologie zur Bereitstellung von erneuerbarer Energie. Angesichts der Tatsache, dass fast die Hälfte der in der EU verbrauchten Endenergie Wärme ist, stellt die Biomasseverbrennung zur Bereitstellung von Wärme und Warmwasser eine Schlüsseltechnologie zur Erreichung aller energie- und klimapolitischen Zielsetzungen auf nationaler, auf europäischer und auf weltweiter Ebene dar.

Am IEA Bioenergy Task 32 wirkt eine Gruppe von ExpertInnen mit, die durch ihre Arbeit einen Beitrag für den erweiterten Einsatz der Biomasseverbrennung zur Bereitstellung von Wärme und Strom leisten möchten. Kurzfristig zielen die Aktivitäten von Task 32 darauf ab, den Marktzugang für Biomasseverbrennungstechnologien zu erleichtern und damit deren Einsatz auszudehnen. Mittel- bis langfristig zielen die Aktivitäten des Tasks aber auch darauf ab, durch Optimierung der verfügbaren Technologien die Wettbewerbsfähigkeit der Biomasseverbrennung zu sichern. Angesichts der sich abzeichnenden Elektrifizierung der Energiesysteme in den Industriestaaten legt Task 32 auch ein Augenmerk auf kleine und mittelgroße Kraft-Wärme-Kopplungen und die Umstellung von bestehenden Kohlekraftwerken auf Biomasse. Ein spezieller Schwerpunkt liegt dabei auf der zukünftigen Rolle von Bioenergie als Ausgleichsenergie für Stromnetze mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energie.

Im vergangenen Triennium 2016-2018 wurden folgende Themen bearbeitet:

- (1) Dezentrale Wärmeerzeugung – hier wurden Erfolgsgeschichten gesammelt und aufbereitet, die die Stärken und Vorteile von Biomasse zur Wärmeerzeugung eindrucksvoll darstellen.
- (2) Fortschritte bei dezentralen Biomasse-befeuerten KWK-Anlagen – mit zwei Berichten, einem zum Stand der Technik/Entwicklung von dezentralen KWK-Anlagen, und einem weiteren zur Rolle von Biomasse im zukünftigen Stromsystem am Beispiel Deutschland wurde diese Thema bearbeitet.
- (3) Emissionsreduktion – folgende drei Berichte resultieren aus der Bearbeitung dieses Themas: Zusammenfassung des Standes des Wissens zur Aerosolbildung aus Biomasse in Verbrennungsprozessen, Übersicht und Vergleich von Partikelmessmethoden, Aktuelle Prüfmethode für Scheitholzöfen und neue Methodenentwicklungen
- (4) Zusatzfeuerung und Brennstoffkonversion – in der Bearbeitung dieses Themas wurde der Stand der Technik bei Biomasse Großfeuerungen in einer Studie zusammengefasst und in einem weiteren Bericht ein Überblick über Nutzungspfade für Biomasse Aschen gegeben.
- (5) Abfallbrennstoffe und Brennstoffaufbereitung – hier wurden gemeinsam mit andern Tasks Aufbereitungsketten als Fallstudien aufbereitet und veröffentlicht.
- (6) Biomasse CCS und CCU – auch die Bearbeitung des Themenfeldes Kohlendioxid Abscheidung/Nutzung erfolgte in Kooperation mit anderen ExpertInnengruppen in IEA Bioenergy. Der aktuelle Stand des Wissens wurde dabei im Rahmen von Veranstaltungen und nachfolgenden Berichten dargelegt.

Durch die österreichische Beteiligung an Task 32 von IEA Bioenergy konnten wesentliche Impulse für heimische Unternehmen und Forschungseinrichtungen gesetzt werden. So wurden etwa zwei Task Berichte in den besonders relevanten Themenbereichen Klein- und Micro-KWK und Kleinfeuerungen in Österreich erstellt und auf der Europäischen Biomasse Konferenz 2018 in Kopenhagen präsentiert.

Darüber hinaus wurde die internationale Vernetzung österreichischer Unternehmen und Forschungseinrichtungen durch folgende weitere Maßnahmen unterstützt:

- Beteiligung am ExpertInnenworkshop der Internationalen Energie Agentur in Paris zum Special Report *Energy and Air Pollution* der World Energy Outlook Series
- Vorstellung der nationalen IEA Bioenergy Task 32 Beteiligung in führenden nationalen Gremien (z.B. Vereinigung Österreichischer Kesselhersteller)
- Präsentation österreichischer Forschungsergebnisse im Rahmen einer Task 32 Session bei der Nanoparticle Konferenz 2016 in Zürich
- Organisation und Moderation eines IEA Bioenergy Task 32 Workshops im Rahmen der Mitteleuropäischen Biomasse Konferenz 2017 in Graz
- Präsentation von nationalen Forschungsergebnissen bei der Europäischen Biomasse Konferenz 2017 in Stockholm
- Bereitstellung einer österreichischen Erfolgsgeschichte („Biomasse Nahwärme in Österreich) für die IEA Bioenergy Success Stories
- Bereitstellung von zwei österreichischen Case Studies für das Erneuerbare Wärme Projekt von IEA Bioenergy Task 32
- Bereitstellung eines österreichischen Länderberichts für den Biomasse Aschenutzungsbericht von Task 32

In diesem Endbericht werden die wesentlichen Ergebnisse dieser Aktivitäten zusammengefasst und Hinweise auf weiterführende Literatur bereitgestellt.

## 2 Abstract

Thermal biomass utilization in combustion processes is by far the most important technology for the provision of renewable energy. Given that nearly half of the final energy consumed in the EU is heat, biomass combustion for the provision of heat and hot water is a key technology for achieving all relevant energy and climate policy objectives at national, European and world level.

The IEA Bioenergy Task 32 brings together a group of experts who are committed to contributing to the wider use of biomass combustion for the provision of heat and power through their work. In the short term, the activities of Task 32 aim to facilitate market access for biomass combustion technologies and thus extend their use. In the medium to long term, however, the activities of the Task also aim to ensure the competitiveness of biomass combustion by optimizing available technologies. In light of the emerging electrification of energy systems in industrialized countries, Task 32 also focuses on small and medium-sized cogeneration and biomass co-firing in traditional coal-fired boilers. One specific focus is on the future role of bioenergy as balancing energy for electricity grids with a high proportion of renewable energy

In the past triennium 2016-2018, the following topics were dealt with:

- (1) Decentralized heat generation – success stories have been collected and prepared that impressively demonstrate the strengths and benefits of biomass for heat generation.
- (2) Progress on decentralized biomass-fired cogeneration plants – the work on this topic resulted in two reports, one on the state of the art / development of decentralized CHP plants, and another on the role of biomass in the future electricity system using the example of Germany.
- (3) Emission Reduction – the following three reports result from working on this topic: Summarizing the state of knowledge on aerosol formation from biomass combustion processes, overview and comparison of particle measurement methods, current test methods for log burning furnaces and new method developments.
- (4) Supplementary firing and fuel conversion – the results of this topic have been summarized in a report on the state of the art of biomass large combustion and an overview of biomass ashes pathways in another summary report.
- (5) Waste fuels and fuel processing – Case studies of different treatment chains have been prepared and published together with other tasks.
- (6) Biomass CCS and CCU - the work on the topic carbon dioxide capture / utilization was also carried out in cooperation with other expert groups in IEA Bioenergy. The current state of knowledge was set out in the course of events and subsequent reports.

Austria's participation in Task 32 of IEA Bioenergy has provided significant impulses for domestic companies and research institutions. For example, two task reports in the particularly relevant thematic areas of small- and micro-CHP and small-scale combustion were prepared in Austria and presented at the European Biomass Conference 2018 in Copenhagen. Furthermore, the international

networking of Austrian companies and research institutions was supported by the following additional measures:

- Participation in the Expert Workshop of the International Energy Agency in Paris on the Special Report Energy and Air Pollution of the World Energy Outlook Series
- Presentation of the national IEA Bioenergy Task 32 Participation in leading national committees (e.g. Association of Austrian Boiler Manufacturers)
- Presentation of Austrian research results within the framework of a Task 32 session at the Nanoparticle Conference 2016 in Zurich
- Organisation and moderation of an IEA Bioenergy Task 32 workshop in the context of the Central European Biomass Conference 2017 in Graz
- Presentation of national research results at the European Biomass Conference 2017 in Stockholm
- Provision of an Austrian success story ("Biomass Local Heating in Austria) for the IEA Bioenergy Success Stories
- Provision of two Austrian case studies for the renewable heat project of IEA Bioenergy Task 32
- Provision of an Austrian country report for the biomass ash utilisation report of Task 32

This final report summarizes the main outcomes of these activities and provides references to further literature.

# 3 Ausgangslage

**IEA Bioenergy** ist ein Technology Collaboration Programme der IEA (International Energy Agency), das ein weltweites Netzwerk aus ExpertInnen in Bezug auf die Verwendung von Biomasse aus den Bereichen Industrie, Wissenschaft und staatlichen Organisationen umfasst. Das übergeordnete Ziel ist durch Bioenergie einen wesentlichen Beitrag zur Deckung des globalen Energiebedarfs zu leisten. Dazu soll die Produktion und Verwendung von umweltfreundlicher, sozialverträglicher und kostengünstiger Bioenergie nachhaltig gefördert werden, wodurch die Energieversorgungssicherheit erhöht und Treibhausgasemissionen reduziert werden können.

Um dieses Ziel zu erreichen, werden Informationen über Forschung und Entwicklung, Strategien und Regelwerke im Biomassebereich auf nationaler und internationaler Ebene gesammelt und veröffentlicht. Durch den Aufbau von Netzwerken innerhalb der Mitgliedsstaaten soll die Zusammenarbeit der Industrie mit der Forschung angetrieben werden. Da auch Entscheidungsträger aus der Politik miteingeschlossen werden, bekommen diese Einblicke in die Entwicklung in anderen Ländern und können entsprechende Rahmenbedingungen zur Stärkung des Biomassesektors schaffen.

IEA Bioenergy betreibt eine Reihe von Aufgaben (Tasks) zu verschiedenen Teilbereichen, wobei nicht alle Mitgliedstaaten in jedem Task aktiv mitarbeiten. Einer davon ist Task 32 "Biomass Combustion and Cofiring".

Die thermische Biomassennutzung in Verbrennungsprozessen ist die mit Abstand relevanteste Technologie zur Bereitstellung von erneuerbarer Energie. Angesichts der Tatsache, dass 48% der in der EU verbrauchten Endenergie Wärme ist, stellt die Biomasseverbrennung zur Bereitstellung von Wärme und Warmwasser eine Schlüsseltechnologie zur Erreichung aller relevanten energie- und klimapolitischen Zielsetzungen auf nationaler, auf europäischer und auf weltweiter Ebene dar.

Am IEA Bioenergy Task 32 wirkt eine Gruppe von ExpertInnen mit, die sich der Aufgabe verschrieben haben, durch ihre Arbeit einen Beitrag für den erweiterten Einsatz der Biomasseverbrennung zur Bereitstellung Wärme und Strom zu leisten. Kurzfristig zielen die Aktivitäten des Task 32 darauf ab, den Marktzugang für Biomasseverbrennungstechnologien zu erleichtern und damit den Einsatz von Biomasseverbrennungstechnologien auszudehnen. Mittel- bis langfristig zielen die Aktivitäten des Tasks aber auch darauf ab, durch Optimierung der verfügbaren Technologien die Wettbewerbsfähigkeit der Biomasseverbrennung zu sichern. Angesichts der sich abzeichnenden Elektrifizierung der Energiesysteme in den Industriestaaten legt Task 32 auch ein Augenmerk auf kleine und mittelgroße Kraft-Wärme-Kopplungen und die Zufeuerung von Biomasse in traditionellen mit Kohle befeuerten Kesseln.

Der Combustion and Cofiring Task hat sich für das Triennium 2016-18 ein umfangreiches Arbeitsprogramm vorgenommen und konnte zwei neue Mitglieder in der Arbeitsgruppe begrüßen. Mit Kanada und Italien haben sich neben den bestehenden Mitgliedern Dänemark, Deutschland, England, Irland, Japan, Niederlande, Norwegen, Südafrika, Schweden, Schweiz und Österreich zwei wichtige Biomasse-Länder an den Task Aktivitäten beteiligt.

Das für das Triennium 2016-18 vorgeschlagene Arbeitsprogramm umfasste die folgenden Themen:

- (1) Dezentrale Wärmeerzeugung,
- (2) Effiziente Verbrennung in Industrie- und KWK-Anlagen,
- (3) „Near Zero Emission“ von Industrieanlagen,
- (4) Zusatzfeuerung und Brennstoffkonversion,
- (5) Abfallbrennstoffe und Brennstoffaufbereitung,
- (6) Treibhausgaswirkungen der Biomasseverbrennung einschließlich Carbon Capture & Storage und
- (7) Informationsverbreitung.

Die nationalen Arbeiten im Task sollten insbesondere dazu beitragen,

- Marktbarrieren durch die Schaffung von einheitlichen ordnungspolitischen Rahmenbedingungen und Normen für die Einführung von Technologien zur Bereitstellung von Raumwärme für die Einführung von Mikro-KWKs zu beseitigen,
- belastbare Information über die weltweiten technologischen und politischen Entwicklungen zu beschaffen, zu analysieren, relevante Stakeholder zu informieren,
- durch rechtzeitige Involvierung der wissenschaftlichen, der industriellen und der politischen Stakeholder Entwicklungen national und international zu beeinflussen,
- die erlangten Informationen einer möglichst breiten Gruppe an relevanten Industrien zugänglich machen, um frühzeitig Produkt- und Technologieentwicklungen auf sich ändernde Rahmenbedingungen oder sich bietende Chancen abzustimmen.

# 4 Projektinhalt

Der Schwerpunkt von Task 32 liegt in der Verbreitung und dem Ausbau der Verbrennung von Biomasse zur Wärme- und Stromerzeugung. Dabei wird sowohl die Verbrennung von Biomasse allein, als auch die Mitverbrennung (Co-Firing) in Anlagen, welche eigentlich mit anderen Brennstoffen betrieben werden, forciert (z.B.: Kohlefeuerungen). Neben der Unterstützung bei der Einführung von neuen Technologien zur Erweiterung des Marktes, liegt das zweite Hauptaugenmerk auf Optimierungsmaßnahmen bekannter Technologien, um deren Wettbewerbsfähigkeit langfristig zu sichern.

Im Rahmen von Task 32 werden Informationen zu folgenden Themen im Bereich der Biomasseverbrennung gesammelt, analysiert und veröffentlicht:

- technologische Grundlagen der Biomasseverbrennung zur Wärmenutzung und zur Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)
- Möglichkeiten zur Mitverbrennung von Biomasse (Co-Firing)
- aktuelle technologische Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf nationaler und internationaler Ebene
- unterschiedliche Biomassebrennstoffe, deren Zusammensetzung und mögliche Aufbereitung (z.B.: Torrefizierung)
- Logistik und Versorgung von biogenen Brennstoffen
- Sicherheits- und Gesundheitsaspekte der Biomassenutzung
- Auflagen und Vorschriften bezüglich des Umweltschutzes
- finanzielle und politische Rahmenbedingungen national und international

Diese Dokumentationen und Analysen werden direkt an die Wissenschaft, Industrie und politische Entscheidungsträger kommuniziert. Daraus hervorgehende Berichte, Stellungnahmen, Broschüren und Präsentationen von diversen Workshops stehen unter <http://task32.ieabioenergy.com/> der Öffentlichkeit zum Download bereit.

Im Triennium 2016 – 2019 haben sich folgende Länder an den Arbeiten von Task 32 beteiligt: Dänemark, Deutschland, England, Irland, Japan, Kanada, Niederlande, Norwegen, Südafrika, Schweden, Schweiz, Österreich. Die Taskleitung wurde von Jaap Koppejan (Niederlande) übernommen. Österreich ist traditionell eines der aktivsten Länder in Task 32, was durch die Koordination und Erstellung mehrerer Task Berichte und die österreichischen Beiträge zu Task Projekten sichtbar wird (mehr dazu unter 5. Ergebnisse). Als besonderer Erfolgsfaktor hat sich hierbei die wesentliche Mitgestaltung des Arbeitsprogramms für die nächste Arbeitsperiode herausgestellt. Jene Länder, die bei der Planung schon Vorschläge für Aktivitäten und Schwerpunkte einbringen, erhalten in der Umsetzung dann auch die entsprechenden Arbeitsaufträge. So ist es gelungen, über die letzten Arbeitsperioden und auch im darauffolgenden Triennium Schwerpunkte in den Bereichen Kleinf Feuerungen und kleine und mittlere KWK Anlagen zu setzen. Gerade in diesen Anwendungsfeldern sind die österreichischen Unternehmen unter den Weltmarktführern und profitieren besonders von einer starken internationalen Vernetzung.

**Bedeutung eines intensiven Informationsaustausches zur Biomasseverbrennung:** Um die Nutzung der Biomasseverbrennung zur Wärme- und Stromerzeugung zu verbreiten, ist es wichtig, der Öffentlichkeit Informationen über die Technologien und Vorteile gegenüber fossilen Brennstoffen leicht verständlich zur Verfügung zu stellen. Durch Bereitstellung von Forschungsergebnissen aus verschiedenen Ländern können diese als Basis dienen, doppelte Arbeiten vermieden und Kooperationen zwischen mehreren Institutionen ermöglicht werden. Übersichten von internationalen Entwicklungen und Rahmenbedingungen sorgen für Transparenz und erleichtern Investitions- und Förderentscheidungen.

**Zukünftige Aufgabengebiete des Task 32:** Laut der „Roadmap on biomass heat and power“ der IEA wird bis 2050 die Stromproduktion basierend auf Biomasse um den Faktor 10 steigen, was zu einem Anteil von 7,5% der weltweiten Stromproduktion führen wird. Einen wesentlichen Anteil dazu werden die Technologien zur Verbrennung und Co-Verbrennung von Biomasse beitragen. Trotz dieser positiven Prognosen ist es wichtig, die Verwendung dieser Technologien weiter auszubauen und ihre Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern.

Für die folgende Periode der Task 32 ergeben sich anhand der Marktprognosen, der vermuteten Änderungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen und Schätzungen der Entwicklung des Energieverbrauchs folgende Themengebiete:

- Verbesserung der Verbrennungsqualität hinsichtlich Emissionen
- Weiterentwicklung von Prüfmethode zur Anpassung an den realen Betrieb („real life operation“) und Steigerung der Effizienz im Teillastbetrieb
- Entwicklung von Kombinationen aus Biomassefeuerungen mit anderen erneuerbaren Technologien (z.B.: Solarkollektoren) - „Bioenergy Hybrids“
- Weiterentwicklung von biomassebasierenden KWK-Anlagen mit neuen Technologien
- Möglichkeiten der Mitverbrennung (Co-firing) von Biomassebrennstoffen bzw. der Ersatz von fossilen Brennstoffen durch Biomasse (z.B.: Staubfeuerungen mit Kohle)
- Erweiterung des Reservoirs von Biomassebrennstoffen hin zu geringwertigeren biogenen Stoffen
- Reduktion der Treibhausgasemissionen durch Biomasseverbrennung inklusive Konzepte für Bio-Carbon Capture and Storage (BIO-CCS)

Besonders bei Biomassefeuerungen im kleinen und mittleren Leistungsbereich wird auch in Zukunft die Emissionsreduktion ein wichtiger Punkt bleiben, da die gesetzlichen Rahmenbedingungen immer strengere Grenzwerte vorsehen (z.B. Grenzwerte für Gesamtstaubemissionen im Feld der 1. Bundesimmissionsschutz Verordnung in Deutschland oder EU Ecodesign Anforderungen in LOT15-Kessel und LOT20-Öfen). Darüber hinaus gibt es Bestrebungen, Öfen und Kessel für Scheitholz oder Pellets so weiterzuentwickeln, dass bei der Verbrennung praktisch keine Emissionen mehr entstehen („near zero emissions“). Neben primären Maßnahmen (Feuerungstechnologie) werden auch unterschiedliche sekundäre Emissionsminderungsmaßnahmen (Abscheidetechnologien) untersucht. Besonders in Anbetracht der Vorhaben auch biogene Reststoffe zu verbrennen, werden hier technologische Entwicklungen notwendig sein.

Auch in der Prüfung und Bewertung von Biomassefeuerungen sind Änderungen notwendig. Derzeit werden Wirkungsgrad und Emissionen von Kessel und Öfen im konstanten Betrieb bei 100% und 30%/50% der Feuerungsleistung bestimmt (EN 303-5 für Kessel, EN13240 für Öfen). In Realität



werden diese aber häufiger bei geringeren und wechselnden Laststufen betrieben, was zu verringerten Wirkungsgraden und höheren Emissionen führen kann. Aus diesem Grund gibt es auf unterschiedlichen Ebenen Bestrebungen die Prüfmethode an die realen Bedingungen anzupassen („real-life-operation“), um eine Optimierung der Feuerungen im Teillastbetrieb voranzutreiben. Nicht zuletzt die Europäischen Energieeffizienz Prozesse EU-Ökodesign (Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG) und EU Energy Labelling (Rahmenrichtlinie 2010/30/EU), mit ihrer Forderung nach Verwendung des Jahresnutzungsgrads (seasonal efficiency) als Kriterium für die energetische Qualität von Produkten, geben diesen Bestrebungen auch entsprechende Unterstützung.

Die Forcierung von KWK-Anlagen auch im kleinen Leistungsbereich wird für die kommenden Jahre eine wichtige Aufgabe der Task 32 Mitglieder, da das Interesse an der eigenen Wärme- und Stromerzeugung steigt. Technologien wie Stirlingmotoren, ORC-Prozesse (Organic-Ranking-Cycle) oder Microturbinen werden mit Biomassefeuerungen gekoppelt, um Wärme und Strom zu erzeugen.

Bei einer Beimengung von bis zu 5% an Biomasse in einer Kohlefeuerung sind keine baulichen Änderungen zu unternehmen. In Zukunft soll dieser Anteil jedoch weiter erhöht bzw. die Kohle durch Biomasse ersetzt werden. Eine Möglichkeit ist es, Anpassungen der Feuerungsanlagen an die sich ändernden Bedingungen vorzunehmen. Unter anderem würde das das Lager, die Brennstoffzufuhr und Abgasreinigung treffen. Eine weitere Möglichkeit liegt in der Torrefizierung von Biomasse, um die Brennstoffeigenschaften an jene der fossilen Kohle anzupassen und sich bauliche Änderungen zu ersparen. In der kommenden Periode des Task 32 werden diese Herausforderungen weiter erforscht und Lösungsvorschläge mit den Experten aus Wissenschaft und Industrie erarbeitet. Unter anderem ist die Aktualisierung und Erweiterung einer Mitverbrennungs- Brennstoffdatenbank geplant, die als wichtige Basis für technologische Arbeiten zur Verfügung stehen wird.

Das Interesse, biogene Stoffe wie Holz auch für andere Branchen vermehrt einzusetzen, steigt (z.B.: chemische Industrie, Lebensmittelindustrie etc.). Aus diesem Grund wird es in Zukunft immer wichtiger, einerseits das Reservoir an biogenen Brennstoffen zu erweitern und auch nicht herkömmliche Biomassebrennstoffe künftig zu verbrennen. Außerdem ist damit zu rechnen, dass das Konzept der Bioraffinerien weiterentwickelt wird. Hier wird die Biomasse aufbereitet, bevor sie an die unterschiedlichsten Prozesse weitergeleitet wird. Zum Beispiel können hochwertige Bestandteile wie Kohlenstoff für Prozesse in der chemischen Industrie verwendet werden. Andere Bestandteile bzw. die Abfälle aus diesen Prozessen können anschließend in einer Feuerung zur Wärme- und Stromerzeugung verbrannt werden. Dadurch ändern sich wiederum Anforderungen an die Verbrennungstechnologien, weshalb eine Weiterentwicklung notwendig wird. Für die generelle Anwendbarkeit solcher Ideen ist eine Zusammenarbeit mit anderen Tasks, wie z.B. Task 42 (Biorefining – Sustainable Processing of Biomass into a Spectrum of Marketable Bio-based Products and Bioenergy) unumgänglich.

Durch die Teilnahme Österreichs an Task 32 werden Informationen, welche für die österreichische Biomassebranche von großer Bedeutung sind, schnell und unmittelbar verfügbar. Die regelmäßige Berichterstattung in Gremien der Branche (z.B. AG Biomasse oder AG Technik der Vereinigung österreichischer Kesselhersteller VÖK) haben sich dafür sehr bewährt. Dadurch steigen einerseits die Chancen für die Ofen- und Kesselhersteller und den Anlagenbau ihre Innovationen zielgerichteter auszuarbeiten und umzusetzen. Andererseits bietet die Teilnahme die Möglichkeit, die Ergebnisse nationaler Forschung und Entwicklung effizient international zu verbreiten. Dadurch werden ExpertInnen in IEA Partnerländern auf innovative Lösungen „Made in Austria“ aufmerksam gemacht

und somit die Chancen auf eine breite Umsetzung dieser Lösungen erhöht. Nicht zuletzt unterstreicht die aktive und deutlich sichtbare Beteiligung Österreichs in IEA Bioenergy Task 32 die international herausragende Stellung heimischer Unternehmen im Bereich der Biomasse-Verbrennungstechnik und die umfassende Expertise der einschlägigen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen im Land.

# 5 Ergebnisse

Folgende Themen hat IEA Bioenergy Task 32 als inhaltliche Schwerpunkte im Triennium 2016-2018 gesetzt: (1) Dezentrale Wärmeerzeugung, (2) Fortschritte bei dezentralen Biomasse-befeuerten KWK-Anlagen, (3) Emissionsreduktion, (4) Zusatzfeuerung und Brennstoffkonversion, (5) Abfallbrennstoffe und Brennstoffaufbereitung, (6) Treibhausgasereffekte der Biomasseverbrennung einschließlich Carbon Capture & Storage und (7) Informationsverbreitung. In den jeweiligen Task Projekten wurden einige Maßnahmen von Österreich geleitet oder es wurden nationale Beiträge zu den internationalen Tätigkeiten beigetragen. In der Folge werden die Ergebnisse der nationalen und internationalen Arbeiten zusammengefasst und Links zu weiterführenden Informationen angegeben.

## 5.1. Dezentrale Wärmeerzeugung - Erfolgsgeschichten

Wärme macht etwa die Hälfte des weltweiten Endenergieverbrauchs aus, während elektrische Energie und Transportkraftstoffe zusammen die andere Hälfte des Endverbrauchs ausmachen. Fossile Brennstoffe sind heute die vorherrschende Energiequelle (etwa 80%) für Heizzwecke. In vielen Ländern steht jedoch ausreichend nachhaltige Biomasse zur Verfügung, um die fossilen Brennstoffe, die heute zum Heizen verwendet werden, zu ersetzen. Die Umstellung von fossil befeuerten Kesseln auf mit Biomasse befeuerte Kessel könnte 40% des weltweiten fossilen Energieverbrauchs reduzieren!

Um das zu untermauern, sammelte IEA Bioenergy Task 32 fünfzehn Fallstudien, die reale Beispiele für modernes und nachhaltiges Heizen sowie Kraft-Wärme-Kopplung zeigen.

Die Umstellung geht oft mit einer verbesserten lokalen Wirtschaftsleistung einher, da die Wertschöpfung aus der Nutzung lokaler Reststoffe und Abfallfraktionen statt durch den Kauf fossiler Brennstoffe entsteht. Darüber hinaus werden neue Beschäftigungsmöglichkeiten geschaffen. Dieses Konzept sichert dadurch auch die Versorgung mit kostengünstiger Wärmeenergie, jetzt und für kommende Generationen. Biomasse ist daher nicht nur CO<sub>2</sub>-neutral und erneuerbar, sie kann auch die sozioökonomische Entwicklung vor Ort stark fördern.

Link zur Zusammenfassung der Fallstudien (in Englisch):

[http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/Success-Stories\\_FINAL.pdf](http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/Success-Stories_FINAL.pdf)

### 5.1.1. Eine Kaskade kleiner Hackschnitzel Kessel (Beggingen, Schweiz)

Ein Nahwärmenetz wird mit insgesamt 6 gleichen 200kW Hackgut Kesseln versorgt (Gesamtleistung 1200kW). Das bringt vor allem Vorteile in Zeiten mit geringerem Wärmebedarf. So sind beispielsweise in den Sommermonaten nur 1-2 Kessel in Betrieb, während im Winter alle 6 Kessel betrieben werden. Das reduziert Emissionen und steigert den Wirkungsgrad, da unvorteilhafte Betriebszuständen (Teil- bzw. Schwachlast) vermieden werden können. Darüber hinaus stehen bei Wartungsarbeiten an einem Kessel immer noch 80% der Wärmeleistung zur Verfügung und so kann eine durchgehende Versorgung ohne Hilfsbrennstoffe sichergestellt werden.

Link zur Erfolgsgeschichte (in Englisch):

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/A-cascade-of-small-wood-chip-boilers.pdf>

### **5.1.2. Das BioSol Programm – ein Wegbereiter für Biomasse Kleinvergaser (Bayern, Deutschland)**

Der Wunsch nach effizienter Koproduktion von Strom und Wärme aus Biomasse auch im kleinen Leistungsbereich hat in den vergangenen Jahrzehnten zu einer starken technologischen Entwicklung im Bereich der Biomasse Vergasungstechnik geführt. Trotz zahlreicher Neuentwicklungen konnte die Technologie im Markt nur schwer Fuß fassen. Gründe dafür waren unter anderen das mangelnde Vertrauen in die Technologie an sich, und die unsicheren wirtschaftlichen Bedingungen (z.B. Einspeisetarife) bei langen Amortisationszeiten, was viel Investoren abgeschreckt hat. Um diese Situation zu verbessern, hat man in Bayern das BioSol Programm ins Leben gerufen, das die Zahl an guten Anlagen im praktischen Betrieb erhöhen und so als Starthilfe für diese Technologie dienen sollte. Die Investitionsförderung im BioSol Programm von 30% der Projektkosten (max. 200.000€) war dabei unter anderem an klare Vorgaben im Hinblick auf die Betriebsstunden (> 5000 / Jahr) und die Wärmenutzung (> 60%) gekoppelt.

Link zur Erfolgsgeschichte (in Englisch):

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/BioSol-made-small-scale-gasifiers-possible.pdf>

### **5.1.3. Kohlendioxid Besteuerung de-karbonisiert die Fernwärmeversorgung (Schweden)**

Ein breiter politischer Konsens über die Parteigrenzen hinweg ermöglichte Anfang der 1990er Jahre die Einführung einer CO<sub>2</sub> Steuer in Schweden. Nach einem moderaten Preis am Beginn (umgerechnet 25€/t) wurde dieser nach einem klaren Fahrplan auf 112€/t ab 2015 angehoben. Das wiederum führte zu einer signifikanten Dekarbonisierung der Fernwärmeversorgung in Schweden. Beispielsweise fielen die CO<sub>2</sub> Emissionen aus diesem Sektor in 10 Jahren auf die Hälfte. Die langen Erfahrungen haben neben den positiven Effekten auch die Verbesserungspotenziale des Systems aufgezeigt – auch diese werden in der Erfolgsgeschichte angesprochen.

Link zur Erfolgsgeschichte (in Englisch):

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/Carbon-dioxide-tax-decarbonated-district-heating.pdf>

#### **5.1.4. Kooperation macht ein Heizwerk erfolgreich (Niederlande)**

Diese Erfolgsgeschichte zeigt, wie durch lokale Kooperation von Gemeinde, Land- und Forstwirten, Installateur und Wärmeabnehmern ein kleines Biomasse Heizwerk auch in einer Region mit bestehender Erdgas Infrastruktur wirtschaftlich erfolgreich sein kann.

Link zur Erfolgsgeschichte (in Englisch):

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/Cooperation-made-the-heating-plant-successful.pdf>

#### **5.1.5. Umweltfreundliche Brennstoffe (Dänemark)**

Diese Fallstudie zeigt wie das Fernwärmeheizwerk in Sindal im Jahr 2018 von Erdgas auf umweltfreundliche Brennstoffe (Garten- und Parkabfälle und Hackgut) umgestellt wurde. Das Feuerungsprinzip aus Teilvergasung und Nachverbrennung ermöglicht ein breites Brennstoff- sowie Leistungsspektrum. Dadurch ist sowohl Sommer- also auch Winterbetrieb mit derselben Anlage möglich. Nähere Infos zur Technologie und den Erfolgsfaktoren finden sich in der Erfolgsgeschichte auf der IEA Bioenergy Task 32 Webseite.

Link zur Erfolgsgeschichte (in Englisch):

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/Environmentally-friendly-fuels.pdf>

#### **5.1.6. Entwicklung fortgeschrittener Regelungsstrategien (Österreich)**

Konventionelle Regelungen sind oft nicht in der Lage die hohen Ansprüche an Wärmebereitstellung und Brennstoffflexibilität vollständig zu erfüllen. In Österreich wurden in den letzten Jahren allerdings neue Regelungskonzepte entwickelt, die auf einfachen mathematischen Modellen basieren, und so deutlich schneller und zielgenauer auf verschiedene Einflussfaktoren reagieren können. In der Erfolgsgeschichte wird als Beispiel eine Anlage zur Erzeugung von Prozessdampf aus Biomasse gezeigt, die durch Einsatz dieses fortschrittlichen Regelungskonzepts eine deutlich stabilere Dampfqualität bei einem niedrigeren Bedarf an fossilem Zusatzbrennstoff erreicht hat.

Link zur Erfolgsgeschichte (in Englisch):

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/Developing-advanced-control-strategies.pdf>

#### **5.1.7. Waldholz ermöglicht erneuerbare Fernwärme (Schweiz)**

In diesem Fallbeispiel aus den Gemeinden Auw und Sins in der Schweiz wird gezeigt wie lokales Unternehmertum und ein positives Umfeld aller Stakeholder den Aufbau regionaler

Wertschöpfungsketten fördern können. Durch die Kombination von Grundlast-Kessel für Hackgut und einen Spitzenlast- bzw. Sommerkessel mit Pellets konnte auf fossile Hilfsenergie verzichtet werden. Die Unterstützung durch die Gemeinden sowie die Aktivierung lokaler Brennstoffversorgungsketten waren besondere Erfolgsfaktoren in diesem Fallbeispiel.

Link zur Erfolgsgeschichte (in Englisch):

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/Forestry-wood-enables-renewable-district-heating.pdf>

### **5.1.8. Fossil-freie Wärme aus neuem Biomasse Kraftwerk (Dänemark)**

Fernwärme hat eine lange Tradition in Brønderslev - schon 1921 erhielt eine lokale Schule die Abwärme eines Dieseldgenerators zu Heizzwecken. Bis 1978 war die komplette Stadt mit Fernwärme auf Basis von Heizöl versorgt, und wurde 1987 auf Fernwärme aus Erdgas umgestellt. Im Jahr 2015 entschieden der Energieversorger und die Stadt, dass die Fernwärmeversorgung auf nachhaltige Energieträger umgestellt werden soll. Diese Entscheidung wurde durch die positiven politischen Rahmenbedingungen in Dänemark unterstützt (v.a. Fördermöglichkeiten). Die Lösung war eine Kombination von einer konzentrierender Solarthermie Anlage (16,6MW Parabolrinnen Kollektoren) mit einer Biomasse Anlage (20MW Hackgut Feuerung). Darüber hinaus wurde ein ORC Modul im kondensierenden Betrieb installiert, wodurch eine besonders hohe Gesamteffizienz möglich wurde.

Link zur Erfolgsgeschichte (in Englisch):

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/Fossil-free-heating-from-a-new-biomass-plant.pdf>

### **5.1.9. Heizen mit der Kraft der Sonne und der Erde (Österreich)**

In Krumpendorf in Kärnten entstand 2015 eine der innovativsten Nahwärmeanlagen Österreichs. Die Besonderheit der Anlage ist die Kombination von Biomasse und Solarthermie sowie die Optimierung des gesamten Systems auf Energieeffizienz, u.a. durch den Einsatz einer Wärmepumpe zur Nutzung der Kondensationswärme im Abgas. Durch das intelligente Design der Anlage mit zwei Hackgutkesseln unterschiedlicher Leistung (490kW und 1500kW), den Einsatz von zwei Pufferspeichern (Gesamtkapazität 60.000 Liter) und einer entsprechend dimensionierten Solaranlage, können unvorteilhafte Betriebsbedingungen (Start/Stop, Schwachlastbetrieb) deutlich reduziert werden und so der Gesamtwirkungsgrad erhöht und Emissionen gesenkt werden. Das Projekt ist damit ein Musterbeispiel für das optimale Zusammenwirken mehrerer erneuerbarer Energietechnologien unter Ausnutzung der Vorteile jedes Technologietyps.

Link zur Erfolgsgeschichte (in Englisch):

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/Heating-with-the-power-from-sun-and-earth.pdf>

#### **5.1.10. Moderne Pellet-befeuerte Biomasseheizanlage (Kanada)**

Zwei Erdgas – Kessel mit je 143kW Leistung wurden in diesem Beispiel aus Ontario (Kanada) durch einen Pelletkessel mit 390kW ersetzt. Dieser liefert nun erneuerbare Wärme für ca. 5500m<sup>2</sup> Gebäudefläche. Gleichzeitig dient die Anlage als Trainingscenter für State-of-the-Art Biomasse Heizanlagen in der Region.

Link zur Erfolgsgeschichte (in Englisch):

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/Modern-pellet-fired-biomass-heating-plant.pdf>

#### **5.1.11. Pellets bringen die Molkerei zurück in die Natur (Schweden)**

In Sundsvall in Schweden wurde 2015 die Energieversorgung einer Molkerei von Öl auf Holzpellets umgestellt. Der 1000kW Pelletkessel erzeugt Prozessdampf der einerseits in der Produktion (Pasteurisation, Desinfektion/Reinigung) andererseits auch zur Beheizung der Gebäude und zur Warmwasserversorgung eingesetzt wird (in Kombination mit einer Wärmepumpe). Durch diese Umstellung können ca. 900 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart werden, und aufgrund der gesetzlichen Rahmenbedingungen in Schweden amortisiert sich die Investition innerhalb von 3-3,5 Jahren.

Link zur Erfolgsgeschichte (in Englisch):

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/Pellets-move-the-dairy-back-to-nature.pdf>

#### **5.1.12. Erneuerbare Küchen und Kaffeesysteme (Schweiz)**

Auch die Herstellung von Sanitär und Küchensystemen sowie Kaffeemaschinen für Haushalte und Gewerbe benötigt Energie. In Aarburg in der Schweiz wurde bei einem führenden Hersteller 2015 die bestehende Erdgas-basierte Wärmeversorgung auf Hackgut umgestellt. Dazu wurden zwei Hackgut Kessel mit einer Gesamtleistung von 2,5MW installiert, die mittlerweile neben dem Produktionsgebäude auch ein lokales Wärmenetz mit Energie versorgen. Zur Erhöhung der Energieeffizienz und um die Umweltauswirkungen so gering wie möglich zu halten, wurde die Anlage mit einer Raugaskondensationsanlage und einem Nasselektrofilter ausgestattet.

Link zur Erfolgsgeschichte (in Englisch):

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/Renewable-kitchens-and-coffee-systems.pdf>

#### **5.1.13. Ländliche Biomasse-Fernwärme (Deutschland)**

In der kleinen Gemeinde in Windberg in Bayern wurde 2014 in ein örtliches Wärmenetz mit zentraler Energieversorgung investiert. Das gesamte Projekt wurde als non-profit Konzept aufgesetzt. Durch den ganzjährigen Wärmebedarf zweier Unternehmen im Ort konnte ein technisches Konzept mit Grundlastkessel für Strom und Wärmeproduktion und Heizkessel für den Winterbetrieb (und Spitzenlast) umgesetzt werden. Als Technologien wurden ein 120kWth / 45kWel Biomasse Vergaser

und ein 360kW Hackgut Kessel ausgewählt. Das Projekt wurde durch ein spezielles Förderprogramm (BioSol) ermöglicht.

Link zur Erfolgsgeschichte (in Englisch):

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/Rural-biomass-fired-district-heating.pdf>

#### **5.1.14. Stroh-Fernwärme in Nexø (Dänemark)**

Dänemark hat bereits eine lange Tradition in der Nutzung von Stroh für energetische Zwecke. In Nexø wurde 2016 eine besonders innovative Fernwärme Anlage auf Strohbasis in Betrieb genommen. Ein 12,5MW Strohkessel ersetzte die bereits vorhandenen zwei 5MW Strohkessel, wodurch neben der technischen Aufrüstung auch eine Erweiterung des Fernwärmenetzes ermöglicht wurde. Neben dem besonderen Brennstoff ist auch der hohe Anlagenwirkungsgrad, der durch den Einsatz einer Abgaskondensationsanlage mit Sorptionswärmepumpe erreicht wird, bemerkenswert.

Link zur Erfolgsgeschichte (in Englisch):

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/Straw-fired-district-heating-in-Nex%C3%B8.pdf>

#### **5.1.15. Die Bäckerei, die mit Wärme aus Biomasse betrieben wird (Schweiz)**

*Backen mit Biowärme* – so selbstverständlich das vor einigen Jahrzehnten noch war, so außergewöhnlich ist es heute. Ganz besonders, wenn es sich um eine gewerbliche Großbäckerei handelt. In Schafisheim in der Schweiz wurde in einem einzigartigen Projekt in der größten Bäckerei der Schweiz (ca. 60.000 Tonnen Backwaren Jahresproduktion) ein Konzept zur Prozess-Wärmeversorgung aus Hackgut und Getreidespelzen entwickelt und umgesetzt. Die Anlagendaten sind dabei beachtlich: aus max. 50% Getreidespelzen und 50% Waldhackgut werden 2,5MW Thermoöl bei 285°C und bis zu 400kW Heizwasser bei 145°C bereitgestellt. Die besonderen Herausforderungen so eines Projektes liegen neben der Gesamtkonzeption insbesondere in der Brennstoffbereitstellung/-logistik, im Bereich der Verbrennung (z.B. Aschemanagement) und Abgasreinigung. Insgesamt handelt es sich zweifellos um ein herausragendes Projekt mit Vorbildcharakter.

Link zur Erfolgsgeschichte (in Englisch):

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/The-bakery-that-runs-on-heat-from-biomass.pdf>



## 5.2. Fortschritte bei dezentralen Biomasse-befeuerten KWK-Anlagen

### 5.2.1. Best-practice Bericht über dezentrale Biomasse KWK-Anlagen und Stand der Technik von mit Biomasse befeuerten Klein- und Micro- KWK-Technologien

Eine Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage (KWK-Anlage) ist eine Anlage zur gleichzeitigen Erzeugung von thermischer und elektrischer Energie in einem Prozess. Im Vergleich zu Kraftwerken ist der Gesamtprozesswirkungsgrad höher, da die ansonsten abgeführte Wärme auch an Verbraucher abgegeben wird. Biomasse-KWK werden mit verschiedenen Arten von festen, gasförmigen sowie flüssigen Brennstoffen oder Rückständen betrieben. Es gibt verschiedene Verfahren zur Erzeugung von Strom und Wärme aus Biomasse. In der EU28 waren im Jahr 2016 rund 1.000 Anlagen in Betrieb (IEA Bioenergy Task 32 Report: [http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2017/03/TEA\\_CHP\\_2015.pdf](http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2017/03/TEA_CHP_2015.pdf)). Die meisten basieren auf Biomasseverbrennung oder anaerober Vergärung.

Feste Brennstoffe für Klein- und Mikro-KWK-Anlagen bestehen hauptsächlich aus Holz und anderen Lignocellulosematerialien, grundsätzlich können jedoch alle organischen Rückstände verwendet werden. Eine Menge fester Brennstoffe kann direkt in einer Verbrennungseinheit verfeuert werden, wobei in einem ersten Schritt Wärme erzeugt wird, die dann einen thermodynamischen Kreisprozess antreibt (z. B. Verbrennungskraftmotoren). Fortschrittliche Verbrennungstechnologien stellen sicher, dass die Umweltauflagen hinsichtlich schädlicher Emissionen erfüllt werden. Unter bestimmten Umständen kann es vorteilhaft sein, das feste Einsatzmaterial in einem ersten Schritt zu vergasen und das Produktgas als Brennstoff zu verwenden. Die Vergasung ist durch thermische Prozesse möglich, die zu Produktgasen mit einem bestimmten Heizwert oder sogar - insbesondere bei nassen Einsatzstoffen - durch anaerobe Vergärung zu Biogas mit Methan als Hauptenergieträger führen.

Nach der Reinigung können gasförmige Brennstoffe direkt in Gasturbinen und Verbrennungsmotoren eingesetzt werden.

Flüssige Kraftstoffe werden in diesem Bericht nicht behandelt. Fraktionen, die durch chemische Umwandlung zur Verwendung als Energiequelle erzeugt werden, z. Biodiesel aus Rapsamen oder Ethanol als Basismaterial für die Herstellung verschiedener anderer Biokraftstoffe werden aufgrund ihres hohen Wertes als Treibstoff oder für andere mobile Anwendungen normalerweise nicht für stationäre Anwendungen verwendet. Andere flüssige Industrierückstände - Schwarzlauge, Melasse, Zuckerverbindungen und andere - werden hauptsächlich für mittlere und große KWK-Anlagen verwendet.

Biomasse trug 2014 mit 27,3 Millionen Tonnen Öläquivalent (Mio. t RÖE) zur KWK-Produktion in der Europäischen Union bei, was 17,95% der gesamten KWK-Produktion von 179,3 Mio. t RÖE entspricht. Die Anwendungen reichen von sehr kleinen Haushaltsgeräten für den Hausgebrauch, sogenannte „Micro-Scale-KWKs“ im Bereich von 0,01 bis 50 kW (thermoelektrische Generatoren, Mikro-Dampfmaschinen, Mikro-ORC-Anwendungen, Stirling-Motoren) über „kleine KWKs“ (Dampf) Motoren, ORC-Anwendungen, thermische Vergasung, anaerobe Fermentation) für größere Gebäude und Nahwärmenetze zu „mittleren“ und „großen BHKW“ für Industrieanlagen oder Fernwärmenetze. Mit Biomasse betriebene KWK-Anlagen erreichen nur etwa 20 MWe. Biomasse wird jedoch auch in

größeren KWKs zur Kraft-Wärme-Kopplung gemeinsam mit fossilen Brennstoffen - meist Kohle - bis zu 500 MWe eingesetzt.

In diesem Bericht werden die relevantesten Technologien, wie Dampfmaschinen, ORC-Anwendungen, Stirlingmotoren und thermoelektrische Generatoren, anhand der wichtigsten technischen Parameter zusammen mit Betriebsergebnissen und -erfahrungen sowie Randbedingungen für die Anwendung beschrieben und in Informationsblättern dargestellt. Die technologischen Entwicklungen der letzten 10 Jahre werden zusammengefasst und der weitere Forschungs- und Entwicklungsbedarf wird angegeben. Für jede Technologie werden auch ausgewählte Feldmessdaten präsentiert und diskutiert. Es werden Best-Practice-Berichte zu kleinen KWK-Anlagen einschließlich 5 Fallstudien mit der Doppelschnecken-Dampfexpander-Technologie sowie 3 weitere Fallstudien mit Mikro-Expander-Technologie vorgestellt. Mögliche Optimierungsmaßnahmen und Empfehlungen für weitere Anwendungen werden abgeleitet. Im Ausblick werden die jüngsten Erfahrungen mit einer neuen Heißluftturbinen als möglicherweise relevanter KWK-Technologie in naher Zukunft beschrieben und ein Beitrag zur Optimierung von Verbrennungsanlagen mit Fokus auf kleine KWK-Anlagen aufgenommen.

### **Schlussfolgerungen und Empfehlungen**

Mikro-KWK ist eine äußerst energieeffiziente Lösung für eine flexible erneuerbare Stromversorgung und erzielt kombinierte Strom- und Wärmeeffizienz von über 85%. Intelligente Steuerungskonzepte und ein intelligentes Systemdesign ermöglichen es, dass selbst unter Wärme betriebener Betrieb zumeist Strom erzeugt wird, wenn er tatsächlich in Haushalten benötigt wird. Der Spitzenverbrauch der Haushalte am Abend kann reduziert werden, und Stromverluste beim Transport werden weitgehend vermieden. Mikro-KWK-Systeme auf Basis von Verbrennungen sind auf dem europäischen Markt erhältlich. Diese Systeme existieren für flüssige Biokraftstoffe (Dieselmotoren) und für Biogas (Gas-Ottomotoren und Mikrogasturbinen). Ein Durchbruch bei der extern betriebenen Mikro-KWK-Anlage könnte zu einer enormen Steigerung der installierten Kapazität führen. Für Mikro-KWK-Anlagen gibt es zwei unterschiedliche Anwendungsbereiche: Erstens die Verwendung als fortschrittliche Heizungsanlage, die Strom im Leistungsbereich von 0,1 bis 5 kWe erzeugt und 1.500 bis 2.000 Stunden pro Jahr leistet (z. B. für Einfamilienhäuser oder Wohnungen). Zweitens die Verwendung als Nahwärmanlage (z. B. KWK-Anlage in einem Mikronetz), die Strom im Bereich von 5 bis 50 kWe und für mehr als 4.000 Stunden pro Jahr erzeugt. Das Ziel weiterer Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen in beiden Anwendungsbereichen besteht darin, integrierte Konzepte (Verbrennungssystem / Wärmeübertragungskomponente / KWK-Technologie) zu entwickeln und zu erproben, Komponenten zu entwickeln, die Leistung der Komponenten (Wärmetauscher) und die Effizienz der Komponenten (Stirling, thermoelektrische Materialien) zu verbessern. Darüber hinaus laufen Projekte zur Verbesserung der Systemeffizienz, zur Optimierung der Steuersysteme (z. B. Kommunikation mit dem elektrischen Netz), zum Nachweis der langfristigen Leistungsfähigkeit, zur Beurteilung der Zuverlässigkeit und der Technoökonomie von Mikro-KWK-Anlagen im Feldbetrieb und zur Kostensenkung.

Kleine BHKWs reichen von 50 kWe bis 1.000 kWe. In diesem Leistungsbereich einsetzbare Technologien sind hauptsächlich Dampfmaschinen, ORC-Anwendungen mit Turbinen- oder Schraubenexpander, thermische Vergasung mit Kolbenmotor und anaerobe Vergärung mit Kolbenmotor. Typische Anwendungen finden sich in Mehrfamilienhäusern oder Hotels sowie in kleineren Nahwärmenetzen. Zukünftige kleine Biomasse-KWK-Anlagen werden auch von biogenen Abfällen und Reststoffen angetrieben. Unter Umständen müssen dafür biogene Abfallmaterialien vor

der Verwendung behandelt bzw. konditioniert werden (z.B. durch Torrefizierung). Der Vorteil kleiner KWK-Anlagen im Vergleich zu mittleren und großen Anlagen ist ihre höhere Flexibilität bei der Leistungssteuerung. Mit Biomasse betriebene KWK-Anlagen sollten daher vor allem an intelligente Netze angebunden werden und mit Wind-, Photovoltaik- und Wasserkraftanlagen zusammenarbeiten. Unter Umständen können auch kleine KWK-Anlagen in einem sogenannten „virtuellen Kraftwerk“ zusammengeschaltet oder gesteuert werden, um zur Spannungsstabilisierung oder zum Blindleistungsmanagement im Stromnetz beizutragen.

Fünf von Heliex Power LTD (UK) entwickelte Fallstudien zu kleinen BHKWs mit Doppelschnecken-Dampfexpandern haben gezeigt, dass diese Technologie für verschiedene Biomassebrennstoffe einschließlich Biomasse-Rückstände geeignet ist. Die Technologie bietet erhebliche Vorteile bei Systemen, deren Leistung unter 1 MWe liegt. Der optimale Leistungsbereich der Expansionseinheit liegt zwischen 100 und 400 kWe. Tests haben die erwartete Effizienz gezeigt, die unter entsprechenden Rahmenbedingungen viele Optionen für eine wirtschaftliche Anwendung bietet.

Weitere drei von Enogia SAS (F) entwickelte Fallstudien zu kleinen BHKWs mit ORC-basierten Turbo-Mikroexpandern zeigten flexible Lösungen für mit Biomasse betriebene KWK-Anlagen mit dieser Technologie im Leistungsbereich von 5 bis 100 kWe. Wärmefluss auf der heißen Seite kann in einem größeren Temperaturbereich in flüssiger oder gasförmiger Phase abgegeben werden als viele andere Lösungen. Es kann somit als Hauptkreisprozess oder zur Abwärmeverstromung verwendet werden, um eine Gesamtanlagenoptimierung anzustreben. Die technische Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Lösung wurde in mehreren Anlagen im praktischen Betrieb nachgewiesen.

In jüngster Zeit wurden Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen für die Anwendung von Heißluftturbinen für feste Biomasse-BHKW gemeldet. Bluebox Energy Ltd (UK) und Schmid Energy Solutions (CH) haben beispielsweise erhebliche Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen zu Anwendungen von 50 kWe bzw. 95 kWe Turbinen unternommen.

**Link zum Originalbericht (in Englisch):**

[http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/T32\\_CHP\\_Report\\_01\\_2019.pdf](http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/T32_CHP_Report_01_2019.pdf)

### **5.2.2. Die zukünftige Rolle von Biomasse Kraftwerken in erneuerbaren Energiesystemen**

Das globale Energieversorgungssystem befindet sich in einem Übergang von einem zentralisierten System, das von fossilen Quellen dominiert wird, zu einem System, das auf erneuerbaren Energiequellen basiert. In Ländern, in denen Wind und Sonne voraussichtlich eine dominierende Rolle bei der Energiewende spielen werden, wird durch die Integration dieser Energieträger in das Stromnetz der Netzbetrieb unter Druck gesetzt, da ihre Versorgung variabel und nicht steuerbar ist. Dies stellt die Herausforderung eines Ausgleichens von Nachfrage und Angebot im Stromnetz dar, insbesondere in Stunden mit geringer Erzeugung aus Wind und Sonne und angesichts der Tatsache, dass diese Quellen oftmals erzeugen, wenn die Nachfrage gering ist.

Die Bioenergie als abrufbare Form der erneuerbaren Energieerzeugung hat das Potenzial, eine Schlüsselrolle als stabilisierendes Element in einem künftigen Ökostromsystem zu spielen, das von variablen erneuerbaren Energien dominiert wird. Aufgrund des im Rahmen der IEA Bioenergy

bekundeten Interesses hat sich Task 32 entschlossen, die Rolle von Biomasseheizkraftwerken in dem Energiesystem der Zukunft mithilfe eines Systemansatzes zu untersuchen.

In dieser Analyse wird die Entwicklung des europäischen Energiesystems projiziert, wobei ein Gebiet mit relevantem Wärmebedarf herausgegriffen wird, konkret Deutschland. Die Rolle der Biomasetechnologien bis 2040 wird in zwei Szenarien, Reference und Biomass + analysiert, wobei das Balmorel-Modell (<http://www.balmorel.com/>) verwendet wird, ein grundlegendes mathematisches Modell von Energie- und Wärmesystemen, das die Marktsituation des Day-Ahead-Marktes und die zukünftige Entwicklung der Erzeugungsflotte prognostiziert.

Das Referenzszenario ist durch aktuelle Vorbedingungen und Annahmen gekennzeichnet, die eine konsolidierte Schätzung der zukünftigen Nachfrage, der Kraftstoffpreise, der CO<sub>2</sub>-Kosten, der Investitionskosten usw. darstellen. Es spiegelt eine Situation wider, in der der jüngste Vorschlag, die gesamte deutsche Steinkohlekraft bis 2038 außer Betrieb zu setzen, nicht umgesetzt wird. Das Szenario zeigt sehr begrenzte Stromerzeugungskapazitäten und Stromerzeugung aus Biomasse im Jahr 2040 in Deutschland und Europa, während Kohle noch immer eine bedeutende Rolle spielt. Nicht nur Biomasse, sondern alle konventionellen Technologien im Energiesektor werden durch die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Wind- und Sonnenenergieerzeugung in Frage gestellt.

Die Modellergebnisse unterstreichen den Bedarf an „stabiler und planbarer“ Stromversorgung im Elektrizitätssystem. In diese Kategorie fallen Gas, Kohle, Biomasse und gewissermaßen Nukleartechnik. Aufgrund der verstärkten Nutzung der Wasserkraft, der erhöhten Flexibilität bei der Nachfrage und der zunehmenden Integration von Märkten und Sektoren wird die Nachfrage nach diesen Energietechnologien jedoch deutlich zurückgehen. Der Einsatz potenzieller neuer Speichertechnologien wird dazu beitragen, das klassische Geschäftsmodell konventioneller (Regelenergie-)Kraftwerke herauszufordern.

Im Biomass + -Szenario wurde ein günstigerer Rahmen für den Einsatz von Biomasse simuliert, indem im Vergleich zum Referenzmodell zwei Haupttreiber angenommen wurden: Ein verdoppelter CO<sub>2</sub>-Preis bis 2040 und ein halbiertes Preis für Biomasse-Rohstoffe ab 2020. Die Berechnungen für das Jahr 2040 zeigen, dass unter diesen günstigen Bedingungen beträchtliche Investitionen in die Erzeugung von Biomasse getätigt werden und Biomassekraftwerke mit einer großen Anzahl von jährlichen Betriebsstunden betrieben werden, die als Grundlast wirken. Gleichzeitig hat Biomasse das Potenzial, einen großen Anteil an der Erzeugung von Fernwärme zu leisten, wobei Wärmeeinnahmen ein wichtiger Treiber für die Nutzung von KWK-Technologien sind. Auf der anderen Seite würden Systemflexibilitätsdienste hauptsächlich durch reaktionsschnellere Wasserkraft, Pumpspeicher und andere Elektrizitätsspeicher sowie durch Gaskraftwerke bereitgestellt.

Biomasse steht in direktem Wettbewerb mit Kohle und Erdgas, den Hauptquellen, die im Biomass + -Szenario verdrängt werden. Die CAPEX- und OPEX-Verhältnisse zwischen diesen Technologien sind ausschlaggebend dafür, wie sie abgerufen werden, und folglich ihre wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit insgesamt. Höhere CO<sub>2</sub>-Preise und niedrigere Biomassepreise (oder entsprechende Anreize) werden die Erzeugungspreise für Strom aus Biomasse insbesondere bei hohen Nutzungsraten senken, so dass sie auch mit bestehenden Kohlekraftwerken konkurrieren können, die wiederum dadurch möglicherweise zu Stilllegungen, Mitfeuerung von Biomasse oder vollständige Konvertierung gedrängt werden. Auf diese Weise ist das Szenario ein Beispiel dafür, wie der jüngste Vorschlag zur Stilllegung aller Kohlekraftwerke bis 2038 konkret umgesetzt werden könnte.

Es kann der Schluss gezogen werden, dass die bestehenden und absehbaren zukünftigen Marktbedingungen allein nicht in der Lage sein werden, erhebliche Mengen an thermischer Biomassenutzung in das deutsche (und extrapolierend auch europäische) Energiesystem zu bringen. Gründe dafür sind vor allem der Wettbewerb mit bestehenden Anlagen für fossile (und nukleare) Brennstoffe und weiter verbilligtem Wind- und Solarstrom. Besondere Rahmenbedingungen (z.B. CO2 Steuern) und / oder niedrige Rohstoffpreise sind erforderlich, um eine relevante Rolle für Biomasse in einem zukünftigen thermisch dominierten Stromsystem wie in Deutschland und in ganz Europa zu prognostizieren.

**Link zum Originalbericht (in Englisch):**

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/03/Future-of-thermal-biomass-power-final.pdf>

## 5.3. Emissionsreduktion

### 5.3.1. Aerosole aus der Biomasseverbrennung

#### Zusammenfassung

Die Nutzung von Biomasse zur Wärme- und Stromproduktion wird in vielen Ländern unterstützt, da Biomasse als erneuerbarer Brennstoff fossile Brennstoffe effektiv substituieren und damit fossiles CO<sub>2</sub> reduzieren kann. Bei der Biomasseverbrennung können inhalierbare Partikel kleiner als 10 Mikrometer (particulate matter: PM<sub>10</sub>) entstehen, die gesundheitsschädliche Auswirkungen haben können. Eine CO<sub>2</sub>-Minderungsstrategie muss im Hinblick auf Biomasse daher mögliche gesundheitliche Auswirkungen berücksichtigen und niedrige PM-Emissionen sicherstellen. Dieser Bericht fasst den aktuellen Kenntnisstand über die gesundheitliche Relevanz von PM aus Biomasseverbrennung zusammen, beschreibt die Mechanismen, die zur Entstehung von PM und verschiedenen Partikeltypen führen, und liefert Informationen über Maßnahmen zur Reduzierung von PM-Emissionen aus Biomasseverbrennung. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Biomasse durch den Einsatz modernster Feuerungsanlagen und deren optimalen Betrieb in der Zukunft eine wichtige Rolle für eine umweltfreundliche Energieversorgung spielen kann.

#### Empfehlungen

Aufgrund der Bedeutung von Feinstaub für die Luftqualität hat IEA Bioenergy Task 32 seit langem die Notwendigkeit erkannt, die Rolle der Biomasseverbrennung für PM zu bewerten und Prioritäten zur Reduzierung von (Feinstaub-)Emissionen zu identifizieren. Auf der Grundlage der gesammelten Erkenntnisse kommt IEA Bioenergy Task 32 zu dem Schluss, dass folgende Themen besonders beachtet werden müssen, um negative Auswirkungen der Verbrennung von Biomasse auf die Luftqualität zu vermeiden und die umweltfreundliche Nutzung von Bioenergie zu fördern:

1. Besonders hohe Expositionswerte gegenüber Biomasse-Verbrennungspartikeln in der Innenraumluft werden durch **offene Feuer und schlechte Verbrennungsbedingungen** in Geräten verursacht, die in Entwicklungsländern zum Kochen und Heizen verwendet werden. Folglich ist es wichtig, Maßnahmen zu implementieren, um solche Verbrennungsprinzipien durch verbesserte Konzepte wie Vergaseröfen zu ersetzen oder für solche Anwendungen alternative emissionsärmere Technologien und Brennstoffe einzusetzen, um die globale Mortalität durch Biomasserauch zu reduzieren.
2. Die Betriebsweise von Feuerungsanlagen hat einen starken direkten Einfluss auf die Emissionen von Luftschadstoffen. Dies gilt grundsätzlich für alle Geräte, ist jedoch am relevantesten für manuell betriebene Öfen und Kessel. Ein wichtiger Punkt ist die Verwendung von **geeignetem Brennstoff** in Bezug auf dessen Feuchtigkeit, Größe und Aschegehalt, um die Konstruktions- und Betriebsanforderungen der Verbrennungsvorrichtung zu erfüllen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist eine **auf die Feuerungstechnologie abgestimmte Startphase**. Darüber hinaus muss die **Holzmenge** für jede Charge entsprechend der Größe der Brennkammer angepasst werden. Schließlich muss **ausreichend Verbrennungsluft** zugeführt und eine Luftdrosselung während der Verbrennungsphase strikt vermieden werden. Sekundärmaßnahmen wie Katalysatoren und Elektrofilter stehen für Holzöfen und -kessel zur Verfügung und können in bestimmten Fällen zur Verringerung von Schadstoffen beitragen. Dennoch sollten diese Maßnahmen nur als

Ergänzung zu einer nahezu vollständigen Verbrennung betrachtet werden, da sie in ihrer Wirksamkeit begrenzt sein können.

3. Die **Standardisierung** von Biomassebrennstoffen, Feuerungsanlagen, Prüfabläufen und Messmethoden und -geräten kann eine zielgerichtete Entwicklung unterstützen, die die Qualität der Biomasseverbrennung verbessert und geringe Auswirkungen auf die Luftqualität sicherstellt. Neue Standards sollten nicht nur ideale Betriebszustände berücksichtigen, sondern möglichst realitätsnahe Prüfbedingungen anstreben.
4. Automatisierte Biomasse-Verbrennungsanlagen zur Wärme- und/oder Stromproduktion nutzen fortschrittliche Technologien und hochentwickelte Regelungskonzepte, um eine nahezu vollständige Verbrennung zu erreichen. Dadurch können **sehr geringe Emissionen von kohlenstoffhaltigen Schadstoffen durch den entsprechenden Betrieb** der Systeme erreicht werden. Rauchgasreinigung wie Partikelabscheidung kann effektiv angewendet werden, um die Emissionen von anorganischen Partikeln auf ein akzeptables Niveau zu reduzieren. Für automatisierte Anlagen sind das **Qualitätsmanagement** in der Anlagenplanung einschließlich Planungsrichtlinien, die entsprechende Dimensionierung von Verbrennungssystemen, Wärmespeicherung zur Vermeidung von häufigen Inbetriebnahmen und Lastwechsel sowie Pläne zur Planung der Brennstoffqualität Voraussetzung für einen optimalen Betrieb. Darüber hinaus kann eine automatisierte **Anlagenüberwachung** den Anlagenbetrieb unterstützen.
5. IEA Bioenergy Task 32 **unterstützt den Einsatz von modernen automatischen Heizkesseln**, die mit Verbrennungsregelung und effizienten Partikelabscheidern ausgestattet sind und für die Erzeugung von Wärme und Kraft-Wärme-Kopplung im mittleren und großen Maßstab eingesetzt werden. Anwendungen im Wohnraum sind gerechtfertigt, wenn bestimmte Qualitätskriterien für Brennstoff und Heizgerät erfüllt werden. Dazu gehört der Betrieb moderner Pelletkessel mit hochwertigen Holzpellets und entsprechend geplanter Stückholzkessel unter Verwendung von trockenem Holz, ausgestattet mit einer elektronischen Steuerung und einem richtig dimensionierten Wärmespeicher. Anlagen, die hohe Emissionen verursachen, wie **offene Kamine und alte Stückholzgeräte ohne Verbrennungskontrolle, sollten insbesondere in städtischen Gebieten nicht verwendet werden**.
6. Bei der Biomasseverbrennung entstehen verschiedene Arten von Primäraerosolen mit signifikant unterschiedlichen Eigenschaften und gesundheitlichen Auswirkungen. Insbesondere gibt es Hinweise darauf, dass organische Schadstoffe aus unvollständiger Verbrennung, wie sie von unsachgemäß betriebenen manuellen Feuerungen emittiert werden, eine starke Zytotoxizität aufweisen, während anorganische Partikel, die von einer ordnungsgemäß betriebenen automatisierten Biomassefeuerung emittiert werden, eine viel geringere oder sogar nicht nachweisbare Wirkung auf die Zelllebensfähigkeit zeigen. Zusätzlich zu den Primärpartikeln können sekundäre Aerosole in der Atmosphäre aus flüchtigen organischen Vorläufersubstanzen gebildet werden, die auch in Rauchgasen aus unvollständiger Verbrennung vorhanden sind. Folglich sollten zukünftige Regelungen die **gesundheitliche Relevanz verschiedener Aerosolkomponenten berücksichtigen** und die möglichen Auswirkungen von sekundären Aerosolen berücksichtigen.

7. Ein **internationaler Austausch** unter allen Stakeholdern aus Forschung, Industrie, Energiewirtschaft und Behörden kann dazu beitragen, die Fortschritte kontinuierlich voranzutreiben. Die Etablierung von Vorschriften zu Energieeinsatz und Luftqualität spielt eine wichtige Rolle und muss auf nationaler Ebene umgesetzt werden.

**Link zum Originalbericht (in Englisch):**

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2017/07/Nussbaumer IEA T32 Aerosol-Report 2017 07 14.pdf>

### **5.3.2. Stand der Technik bei PM-Emissionsmessmethoden und neuen Entwicklungen**

Dieser Bericht weist auf die Vielfalt der gravimetrischen PM-Emissionsmessmethoden und auf die Notwendigkeit der Methodenentwicklung und der internationalen Harmonisierung hin. Es wird ein Inventar der bestehenden Normen und ihrer Eigenschaften dargestellt, gefolgt von einer Zusammenstellung von Laborerfahrungen zu methodischen Faktoren, die die gemessene Partikelemission (PME) beeinflussen. Schließlich wird ein kürzlich diskutierter Ansatz für eine modifizierte internationale Methode vorgestellt, die sogenannte "EN-PME-Methode".

Aus der Übersicht über bestehende Normen zur Partikelemissionsbestimmung wird deutlich, dass ein direkter Vergleich von Ergebnissen, die mit unterschiedlichen Messmethoden bestimmt wurden, nicht möglich ist. Darüber hinaus erlauben die Normen eine große Vielfalt an Messgeräten und lassen viel Raum für Interpretation und Anpassung der Verfahren. Dabei werden viele der möglichen Einflussgrößen, die die Messergebnisse beeinflussen können, nicht dezidiert festgelegt.

Daher wurde eine Zusammenstellung vorhandener und zugänglicher Erkenntnisse über quantifizierbare Einflüsse von unterschiedlichen Partikelmessmethoden erstellt, einschließlich Filtermaterial, isokinetischer Rauchgasprobenentnahme, Düsengröße und -orientierung, Filtrationstemperatur während der PM-Probenahme, Filterbehandlungstemperatur sowie Spülen der Probenahmeleitung und deren Beitrag zu PM. Die wichtigsten Schlussfolgerungen lauten wie folgt.

- Die Auswahl der Filtermedien scheint die ermittelte Partikelemission bei der Holzverbrennung nicht zu beeinflussen.
- Es gibt Anzeichen dafür, dass zu niedrige Düsendurchmesser die tatsächliche PM-Konzentration systematisch unterschätzen können. Eine Düsengröße von mindestens 10 mm Innendurchmesser scheint wünschenswert.
- Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, ist es wichtig, während der PM-Probenahme eine konstante Filtrationstemperatur aufrechtzuerhalten. Es wird angenommen, dass ein thermischer Nachbehandlungsprozess der Proben bei konstanter Temperatur allein die Abweichungen durch inhomogene oder inkonsistente Filtrationstemperaturen während der gesamten Probenahmedauer nicht kompensieren kann.
- Dies erfordert eine Kontrolle einer genau definierten und konstanten Filtrationstemperatur, die durch eine spezielle Sonden Konstruktion realisiert werden muss.
- Heutige beheizte Sonden und Filterhalter garantieren nicht automatisch konstante Probenemperaturen bei vorgegebenen Zielwerten.



- Bei der beheizten Filtermethode werden Partikel aus der unvollständigen Verbrennung bei der Probenahme teilweise ignoriert, da Kondensation weitgehend vermieden wird. Die potentielle Bildung solcher Partikel könnte jedoch durch parallele Messung des gesamten organischen gasförmigen Kohlenstoffs (OGC) bewertet werden.
- Wenn beide Parameter, PME und OGC, zur Beurteilung des Potentials der Aerosolbildung bewertet werden, ist sicherzustellen, dass beide Messungen auch bei derselben Temperatur durchgeführt werden. Damit soll vermieden werden, dass organische Stoffe im Rauchgas zweimal bestimmt werden, einmal als gasförmige Substanzen über FID und ein zweites Mal als kondensierte Partikel, die auf dem PM-Filter gesammelt werden. Beide Parameter müssen bei gleicher Temperatur (z.B. 180 °C) bestimmt werden.
- Eine isokinetische Abgasprobenahme kann erforderlich sein, wenn grobe Partikel immer repräsentativ (bei einer Düsenorientierung von 180 °C) gesammelt werden sollen.
- Die Düsenorientierung beeinflusst die PM-Emission, und bei einer Fehlausrichtung werden größere Partikel abgeschnitten.

**Link zum Originalbericht (in Englisch):**

[http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2018/09/IEA-Paper\\_PM\\_determination.pdf](http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2018/09/IEA-Paper_PM_determination.pdf)

### **5.3.3. Erweiterte Testmethoden für Brennholzöfen**

Biomasse-Raumheizgeräte sind die am häufigsten eingesetzte Technologie zur Bereitstellung erneuerbarer Wärme in Wohngebäuden. Sie werden in verschiedenen Technologien nach harmonisierten europäischen Normen kategorisiert (z. B. Raumheizer für feste Brennstoffe - EN 13240, Kamineinsätze und offene Kamine - EN 13229, Biomasseherde - EN 12815, Speicherfeuerstätten - EN 15250). Diese Normen enthalten spezifische Prüfverfahren, die darauf abzielen, minimale Emissionen und hohe Effizienz sowie einen sicheren Betrieb für den Endbenutzer zu gewährleisten. Jeder Produkttyp muss vor der Markteinführung verpflichtend getestet werden.

Für Scheitholz-Raumheizgeräte, die den Großteil des Bestandes der im Feld installierten Raumheizgeräte sowie der jährlich verkauften Produkte ausmachen, ist das offizielle Typprüfverfahren in der Norm EN 13240 definiert. Das Prüfverfahren bewertet die Ofenleistung in Bezug auf Emissionen und thermische Effizienz unter genau definierten Bedingungen. Dies ermöglicht eine hohe Zuverlässigkeit der Testergebnisse, führt jedoch zu Testergebnissen, die im realen Betrieb normalerweise unerreichbar sind. Da Emissionsgrenzwerte jedoch mit dem Typprüfverfahren korreliert sind, konzentriert sich die technologische Entwicklung auf die Erzielung optimaler Typprüf-Ergebnisse anstelle der Praxisanforderungen. Das ist beispielsweise eine robuste reale Leistung mit hohem Wirkungsgrad, geringen Emissionen und geringer Fehleranfälligkeit.

Die Situation der Luftverschmutzung im Zusammenhang mit Raumheizgeräten wurde in vielen Studien kritisch bewertet. Infolgedessen wurden in den letzten Jahren in vielen europäischen Ländern die Emissionsgrenzwerte auf Basis der Typprüf-Ergebnisse verschärft. Im Jahr 2022 werden die Anforderungen der neuen EU-Ökodesign-Richtlinie in Kraft treten und einen gemeinschaftlichen allgemein gültigen Maßstab für Emissionen und Effizienz setzen. Diese Emissionsgrenzwerte beziehen sich jedoch auch auf das Prüfverfahren der EN-Normen. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass der Effekt für die Luftqualität begrenzt ist.

In dieser Studie wird ein Überblick über die wichtigsten Testmethoden weltweit gegeben. Die wichtigsten Unterschiede bezüglich des Testverfahrens und der angewandten Messmethoden werden dargestellt. In verschiedenen wissenschaftlichen Studien wurden Testprotokolle angewendet, die den realen Betrieb besser widerspiegeln sollten, beispielsweise zur Untersuchung von Emissionsfaktoren für verschiedene Ofentechnologien. In dieser Studie werden diese Testverfahren (z. B. das Testprotokoll beReal) vorgestellt, und die Emissions- und Effizienzergebnisse werden mit den Typprüf-Ergebnissen, mit Feldversuchen und den gesetzlich verwendeten Emissionsfaktoren verglichen.

Der Vergleich der Ergebnisse der Feldversuche zeigte tendenziell eine technologische Verbesserung der Kaminöfen in den letzten Jahrzehnten. Im Vergleich der Typprüf-Ergebnisse sind die Verbesserungen deutlich höher. Darüber hinaus zeigten Wiederholungsprüfungen von Seriengeräten gemäß der Norm EN 13240 im Vergleich zu den Typprüf-Ergebnissen der jeweiligen Ofenmodelle deutlich höhere Emissionen und einen niedrigeren Wirkungsgrad. Das beReal-Testkonzept zeigte eine gute Übereinstimmung der Testergebnisse im Labor im Vergleich zu Testergebnissen im Feld. Der thermische Wirkungsgrad wird jedoch in den Labormessungen im Vergleich zum Feld immer noch überschätzt.

Vergleicht man die Ergebnisse der Feldversuche von modernen Öfen mit den vorgeschlagenen Emissionsfaktoren, ist eine gute Übereinstimmung für die CO- und PM-Emissionen ersichtlich. Bei OGC-Emissionen scheint jedoch der Emissionsfaktor der European Environment Agency für moderne Öfen (um den Faktor 2) zu hoch zu sein.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass eine Implementierung eines realitätsnahen Testprotokolls (z. B. beReal) als Gütesiegel oder Norm ein effizientes Instrument wäre, um die technologische Entwicklung in Richtung eines optimierten realen Betriebs voranzutreiben. Darüber hinaus würde dies auch eine bessere Unterscheidung von guten und schlechten Produkten für den Endkunden hinsichtlich des typischen realen Einsatzes ermöglichen.

Die Verwendung eines praxisorientierten Testprotokolls zur Bestimmung von Emissionsfaktoren scheint möglich, erfordert jedoch weitere Untersuchungen. Die standardisierte Messung von Emissionsfaktoren nach einem geeigneten Testkonzept könnte für eine regelmäßige Aktualisierung der Emissionsinventuren verwendet werden.

**Link zum Originalbericht (in Englisch):**

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2018/10/IEA-Bioenergy-Task-32-Test-Methods.pdf>

## 5.4. Zusatzfeuerung und Brennstoffkonversion

### 5.4.1. Stand der Technik von Biomasse Großfeuerungen

Die (Co-) Feuerung von Biomasse mit Kohle in Kohlekraftwerken ist eine sehr attraktive Option für erneuerbare Energien, was den Investitionsbedarf, die Sicherheit der Energieversorgung, die Energieerzeugungseffizienz und die Erzeugungskosten anbelangt, da sie auf der vorhandenen Infrastruktur aufbaut. Da relativ große Mengen an Biomasse in einer einzigen Anlage verwendet werden können, bietet dies die Möglichkeit, den Anteil erneuerbaren Stroms in einem Netz schnell zu erhöhen und die Kohlendioxidemissionen erheblich zu reduzieren. Es ist auch offensichtlich, dass Biomassefeuerung und (Co-) Feuerung in Verbindung mit Technologien zur Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid (CCS) eine der wenigen Möglichkeiten darstellen, um erhebliche Mengen an CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre zu entfernen.

Es gibt drei Hauptoptionen für die Verwendung von Biomasse zur Stromerzeugung in konventionellen Dampfkreisläufen mit Verbrennungsanlage:

- die Installation neuer, dedizierter Biomassekraftwerke, die normalerweise auf Rostfeuer- oder Wirbelschichtfeuerungsanlagen basieren,
- die Mitverwendung oder Mitverbrennung von Biomasse mit einem fossilen Brennstoff, normalerweise Kohle, in großen Kohlenstaubkesseln und
- Umwandlung bestehender Kohlenstaubkessel in 100% Biomassefeuerungen.

#### EIGENSCHAFTEN DER BIOMASSE

Die Verbrennungseigenschaften von Biomasse unterscheiden sich von Kohle. Wenn in geringen Mengen (im Allgemeinen <10%) gemeinsam gebrannt wird, können verschiedene Arten von Biomasse verwendet werden, selbst mit höheren Aschegehalten, und Aschen mit höheren Mengen an Alkalimetallen und niedrigeren Ascheschmelztemperaturen als Holz. Die negativen Auswirkungen auf die Kesselleistung (z. B. durch Ascheablagerungsprobleme) werden dann durch die Kohle weitgehend gemildert. Für höhere Mitfeuerungsanteile ist jedoch der bevorzugte Brennstoff für das Verbrennen von Biomasse in großem Maßstab in großen Kohlenstaubkesseln Sägemehlpellets mit relativ niedrigen Ascheanteilen und hohen Ascheschmelztemperaturen. Es wird heute in großen Mengen weltweit gehandelt.

Nach einem Umbau können bestehende Kohlemühlen typischerweise zum Mahlen von Holzpellets verwendet werden. Bei der Verwendung von Hammermühlen kann ein breiterer Bereich von Brennstoffarten möglich sein, z. Biomassematerialien in Granulat- und Grobstaubform und mit höheren Feuchtigkeitsgehalten bis zu 15-20%. In letzter Zeit entstand ein erhebliches Interesse an der Herstellung und Verwendung von thermisch behandelten Biomassematerialien unter Verwendung von Torrefizierung oder Steamexplosion. Obwohl diese Brennstoffe im Vergleich zu weißen Pellets überlegene Lagerungs-, Handhabungs- und Mahleigenschaften aufweisen, nimmt die Kommerzialisierung dieser Vorbehandlungstechnologien viel Zeit in Anspruch.

## TECHNISCHE HERAUSFORDERUNGEN

Wichtige technische Herausforderungen betreffen die Handhabung und Lagerung von Brennstoff (Holzpellets sind anfälliger für Feuchtigkeit) und die Kesselleistung (z. B. erhöhte Verschmutzung und Korrosion der Wärmetauscherflächen, Flammenform, Minimierung von unverbranntem Kohlenstoff in der Asche, NO<sub>x</sub>-Emissionen usw.). Das Abgasreinigungssystem kann auch durch den Brennstoffwechsel beeinflusst werden. Für all diese Aspekte wurden jedoch im Laufe der Jahre bedeutende Erfahrungen gemacht und Lösungen entwickelt. Wenn diese entsprechend beachtet werden, sind diese Risiken daher akzeptabel.

Die Lagerung und Handhabung der Biomassebrennstoffe und insbesondere die Tendenz der Biomasse, signifikante Staubmengen zu erzeugen, haben die wichtigsten Probleme aufgeworfen. Man muss jedoch sagen, dass die Brennstofflieferanten und die Zulieferindustrie für Brennstofflogistik-Systeme in den letzten Jahren viele Lehren gezogen haben und die derzeit angebotenen Lösungen für Biomasseprojekte eine wesentliche Verbesserung gegenüber der bisherigen Praxis darstellen.

Anhand einer Reihe von Fallstudien für spezifische Anlagen und Länderberichte zeigt der Bericht, wie die Einführung von Biomasse in einer Vielzahl von Kraftwerkskonfigurationen praktisch durchgeführt werden kann und wie förderliche Maßnahmen die rasche Markteinführung des Mitverbrennens von Biomasse fördern können.

## Schlussfolgerungen

Sowohl die Mitfeuerung von Biomasse mit Kohlenstaub als auch die vollständige Umstellung von Kohlekraftwerken auf Biomasse sind sehr attraktive Optionen für eine kostengünstige und schnelle Bereitstellung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern. Projekte zur Umwandlung von Biomasse bieten verschiedene technische und kommerzielle Vorteile:

- Der Investitionsbedarf für Kraftwerkskonvertierungsprojekte ist viel niedriger, als die Investitionskosten eines neu errichteten Kraftwerks.
- Die Zuverlässigkeit und Sicherheit der Stromerzeugung ist höher als bei den meisten anderen erneuerbaren Energien
- Der elektrische Wirkungsgrad und die Erzeugungskosten sind im industriellen Maßstab viel besser als bei dedizierten Biomassekraftwerken. Im größeren Maßstab gibt es aber natürlich weniger Möglichkeiten zur Nutzung der Abwärme.

Die Fallstudien und Länderberichte in diesem Bericht zeigen, dass die wichtigsten technischen Optionen für die Umstellung von großen Kohlenstaubkesseln auf das Brennen und Mitfeuern von Biomasse hauptsächlich in Projekten in Nordeuropa in den letzten 10 bis 15 Jahren erfolgreich demonstriert wurden. Diese Projekte zeigen, dass die Bereiche des technischen Risikos erfolgreich gemanagt wurden und die Verfügbarkeit und Effizienz der Anlage nach der Umstellung akzeptabel waren. Einige Anlagen sind vollständig auf die Biomassefeuerung umgestellt, und einige weitere Umstellungsprojekte befinden sich derzeit in der Vorschlagsphase. Da Biomasse pro GJ in der Regel teurer ist als im Kraftwerk gelieferte Kohle, erfordert der Umbau von Kraftwerken zum Brennen oder Mitfeuern von Biomassematerialien normalerweise eine finanzielle Unterstützung. In den meisten Fällen wird dies in Form eines vereinbarten Strompreises im Rahmen eines politischen Instruments zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen geleistet.

**Link zum Originalbericht (in Englisch):**

[http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2017/03/IEA\\_Bioenergy\\_T32\\_cofiring\\_2016.pdf](http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2017/03/IEA_Bioenergy_T32_cofiring_2016.pdf)

#### **5.4.2. Möglichkeiten für einen verstärkten Einsatz von Asche aus der Verbrennung und Mitverbrennung von Biomasse**

Dieser Bericht bietet einen Überblick über die derzeitigen Praktiken im Umgang mit Asche aus der Verbrennung von Biomasse und basiert auf Länderberichten zu Erfahrungen in sechs Mitgliedsländern von IEA Bioenergy Task32, nämlich in Österreich, Kanada, Deutschland, Italien, den Niederlanden und Schweden. Weitere Mitglieder von IEA Bioenergie Task32, die dazu beigetragen haben, waren Südafrika, Dänemark und das Vereinigte Königreich. Der Bericht besteht aus einem kurzen Überblicksabschnitt, der die wichtigsten Highlights und Schlussfolgerungen enthält, die aus den Länderberichten entnommen werden können. Diese Übersicht enthält auch eine separate Tabelle mit den Verwendungspraktiken. Die Länderberichte für Österreich, Kanada, Italien, die Niederlande und Schweden werden diesem Bericht als separate Anhänge beigefügt.

Auf weltweiter Ebene wurde nur eine begrenzte Anzahl von Richtlinien mit bewährten Verfahren im Bereich des Aschemanagements entwickelt. Um die Nutzungsmöglichkeiten auf supranationaler Ebene zu stärken, ist ein verbesserter Wissensaustausch erforderlich. Dieser Bericht zeigt das Ausmaß der bestehenden Praktiken und Unterschiede in der Anwendung. Bei einigen Aspekten können Harmonisierungsbemühungen erforderlich sein (z. B. die Verwendung in Wäldern). Im Allgemeinen soll dieser Bericht jedoch einen Ausgangspunkt für einen verbesserten Wissensaustausch bilden.

**Link zu Originalbericht (in Englisch):**

<http://task32.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/05/IEA-Bioenergy-Ash-management-report-Final-2019-05-16.pdf>

## 5.5. Abfallbrennstoffe und Brennstoffaufbereitung

### 5.5.1. Brennstoffvorbehandlung von Biomasse-Rückständen in der Lieferkette zur thermischen Umwandlung

In den letzten zehn Jahren wurde eine Reihe innovativer Vorbehandlungstechnologien entwickelt. Diese könnten in einigen Fällen die Wirtschaftlichkeit von Lieferketten für Biomasse erheblich positiv beeinflussen. Daher wurde ein Intertask-Projekt mit den Tasks 32, 33, 34, 36, 40 und 43 entwickelt, um zu zeigen, wie bestehende Bioenergieketten durch Anwendung von (einer Kombination von) Vorbehandlungstechnologien flexibler, effizienter und kostengünstiger gestaltet werden können.

Folgende 5 Einzelfallstudien, die den Mehrwert der Biomasse-Vorbehandlung für bestimmte Ressourcen und Endbenutzeranwendungen zeigen, wurden im Rahmen des Projekts ausgearbeitet:

#### **CS1: Torrefizierte Biomasse als Alternative zu Holzpellets für Mitverbrennung**

<http://itp-fuel-treatment.ieabioenergy.com/publications/biomass-pre-treatment-for-bioenergy-case-study-1-biomass-torrefaction/>

#### **CS2: Vorbehandlung von Holzurückständen in Kanada**

<http://itp-fuel-treatment.ieabioenergy.com/publications/biomass-pre-treatment-for-bioenergy-case-study-2-moisture-physical-property-ash-and-density-management-as-pre-treatment-practices-in-canadian-forest-biomass-supply-chains/>

#### **CS3: Vorbehandlung von Siedlungsabfällen zur Abfallvergasung**

<http://itp-fuel-treatment.ieabioenergy.com/publications/biomass-pre-treatment-for-bioenergy-case-study-3-pretreatment-of-municipal-solid-waste-msw-for-gasification/>

#### **CS4: Steam-explosion zur Vorbehandlung von Biomasse Brennstoffen**

<http://itp-fuel-treatment.ieabioenergy.com/publications/biomass-pre-treatment-for-bioenergy-case-study-4-the-steam-explosion-process-technology/>

#### **CS5: Auslaugen als Vorbehandlungsmethode für krautartige Biomasse**

<http://itp-fuel-treatment.ieabioenergy.com/publications/biomass-pre-treatment-for-bioenergy-case-study-5-leaching-as-a-biomass-pre-treatment-method-for-herbaceous-biomass/>

Ein strategischer Bericht, der die Ergebnisse der Fallstudien zusammenfasst ist hier verfügbar: <http://itp-fuel-treatment.ieabioenergy.com/publications/policy-report/>

Ein zusätzliches Modul mit Vorbehandlungstechnologien in der bestehenden IEA-Bioenergieprojektdatenbank

Verfügbar unter: <https://www.ieabioenergy.com/installations/>

## 5.6. Biomasse CCS und CCU

### 5.6.1. Hintergründe

Die Dringlichkeit zur Stabilisierung des globalen Temperaturanstiegs deutlich unter 2 ° C wird im fünften Bewertungsbericht des IPCC unterstrichen. Dies erfordert Lösungen, die CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre entfernen können. Derzeit ist Bio-CCS, auch bekannt als BECCS (Bioenergy with CCS), die einzige großtechnische Technologie, die CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre entfernen kann.

Durch die Abscheidung und dauerhafte Speicherung von CO<sub>2</sub> aus Prozessen, die auf Biomasse basieren, ist es möglich, Kohlenstoff aus der Atmosphäre zu entfernen und somit negative CO<sub>2</sub>-Emissionen zu ermöglichen. Die derzeitigen Politiken zur Senkung der Treibhausgasemissionen berücksichtigen jedoch keine negativen Emissionen, und derzeit gibt es keinen steuerlichen Anreiz für die Gewinnung von CO<sub>2</sub> aus Biomasseanlagen.

CCU (Carbon Capture and Use) wird als Familie von Technologiekonzepten bezeichnet, die das abgeschiedene CO<sub>2</sub> als Ausgangsstoff für andere Prozesse wie die Material- und Kraftstoffproduktion nutzen. CO<sub>2</sub> kann auch als Prozessmedium verwendet werden, z.B. für C1-Chemieprodukte, flüssige Biokraftstoffe oder andere Produkte oder zur verbesserten Öl- oder Gasgewinnung (Enhanced Oil Recovery). Diese Technologien können potenziell einen kostengünstigen Weg für den Einsatz von CCS-Technologien bieten und gleichzeitig einen Beitrag zum Klimaschutz, zur Ressourceneffizienz und zur kaskadierenden Verwendung von Rohstoffen leisten. Bio-CCUS ist ein wesentlicher Bestandteil eines groß angelegten Einsatzes sowohl der Bioökonomie als auch der Kreislaufwirtschaft, der insbesondere zur Kaskadennutzung von Holzbiomasse, vor allem in der chemischen Industrie, beiträgt.

Während die technische Umsetzung von Bio-CC (U) S in verschiedenen Industriesektoren mit der Entwicklung herkömmlicher CCS-Technologie einhergeht, ist der anhaltende Wandel der nachhaltigen Energie- und Produktmärkte der Zukunft der Motor. Aus technologischer Sicht eignen sich die Lösungen zur Gewinnung von CO<sub>2</sub> aus fossilen Brennstoffen auch für Biomasseanwendungen. Die Hauptunterschiede beziehen sich auf die Größe und den Ort der Emissionsquellen. Anlagen auf Biomassebasis sind oft dezentral und im Vergleich zu Anlagen auf fossiler Basis von geringerer Leistungsgröße. Darüber hinaus können verschiedene Arten von Verunreinigungen aus den Verbrennungsprozessen die Abscheidungstechnologie beeinflussen, im Allgemeinen bestehen jedoch keine prinzipiellen technischen Einschränkungen für die Abscheidung von biogenem CO<sub>2</sub>. Infolgedessen sind bestimmte Anwendungen von Bio-CC (U) S eine schnelle und effiziente Möglichkeit zur Kohlendioxidabscheidung aus der Atmosphäre, wenn negative Emissionen berücksichtigt werden.

Da das Potenzial von Bio-CC (U) S stark an die Verfügbarkeit und Nutzung von Biomasse-Rohstoffen gebunden ist, ist die Nachhaltigkeit der Rohstoffe von großer Bedeutung. Die aktuellen Biomasseflüsse und -potenziale legen die anfänglichen Grenzen für den breiteren Einsatz von Bio-CC (U) S fest. Die Optimierung der Auswirkungen auf Systemebene und die effiziente Nutzung beschränkter Ressourcen ist aus gesellschaftlicher Sicht ein wesentlicher Aspekt. Ein Ziel ist es, zu klären, ob der Einsatz tatsächlich die gewünschten Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre haben würde. Da Biomasse vielfältig genutzt werden kann, addieren sich auch der primäre Verwendungszweck und Produkte, die biogenen Kohlenstoff enthalten. Wenn Biomasse für

andere Produkte als Energie verwendet wird, sind die Auswirkungen auf Umwelt und Wirtschaft unterschiedlich. Die Möglichkeiten dieser Lösungen, das realistische Potenzial und die möglichen Risiken im Zusammenhang mit Bio-CC (U) S müssen im Hinblick auf Nachhaltigkeit und wirtschaftliches Potenzial diskutiert werden.

### **5.6.2. Perspektiven**

In einem „Special Project“ zu Bio-CCS und Bio-CCU beschäftigte IEA Bioenergy Task-übergreifend mit den zukünftigen Marktveränderungen, die durch den Einsatz von Bio-CCS- und Bio-CCU-Technologien vorangetrieben werden könnten. Dabei ergeben sich Perspektiven in unterschiedlichen Dimensionen:

#### **Klimaperspektive**

Bio-CCS ist die einzige derzeit bekannte Lösung für Kohlendioxid-Abscheidung im großen Maßstab, die bei der Bekämpfung des globalen Klimawandels eine wichtige Rolle spielt.

#### **Energiemarktperspektive**

Die teilweise Trennung der Einnahmen aus der Stromerzeugung vom Hauptprodukt Elektrizität ist ein Wettbewerbsvorteil in volatilen Elektrizitätsmärkten.

#### **Rohstoffperspektive**

Bio-CCU ist ein wesentlicher Bestandteil des großtechnischen Einsatzes sowohl der Bioökonomie als auch der Kreislaufwirtschaft, wobei ein besonderer Beitrag zur Kaskadennutzung von Holz beispielsweise in der chemischen Industrie geleistet werden kann.



# 6 Vernetzung und Ergebnistransfer

## 6.1. Workshop zu durch Biomasseverbrennung erzeugten Nanopartikeln

14. Mai 2016

Zürich, Schweiz

### HINTERGRUND UND ZIELE

Kaminöfen und Holzöfen, die Holz auf suboptimale Weise verbrennen, sind weltweit eine wichtige Quelle für Partikelemissionen. Durch den Verzicht auf umweltverschmutzende Holzöfen und die Einführung besserer Öfen, die Verbesserung der Ofeninstallation und die Aufklärung der Ofenbenutzer können erhebliche Emissionsreduktionen erzielt werden. Darüber hinaus gibt es Belege dafür, dass die gesundheitlichen Auswirkungen von feinen Partikeln aus gut betriebenen Biomasseverbrennungsvorrichtungen weitaus weniger schädlich sind, als die von suboptimal betriebenen Geräten. Es ist daher wichtig, die Unterschiede bei den Umweltauswirkungen und den gesellschaftlichen Folgen für die verschiedenen Arten von Verbrennungssystemen zu kennen und geeignete politische Maßnahmen zu ergreifen.

Dieser von IEA Bioenergy Task32 organisierte Expertenworkshop zu durch Biomasseverbrennung erzeugten Partikeln fand am 14. Juni 2016 als fester Bestandteil der 20. Konferenz über durch Verbrennung erzeugte Nanaopartikel in Zürich statt. Weitere Informationen und die anderen auf der Konferenz angebotenen Präsentationen finden Sie unter <http://nanoparticles.ch>.

### ERGEBNISSE

Der Workshop zeigte, dass es einen enormen Unterschied in der Relevanz von Biomasseverbrennungspartikeln gibt zwischen gut konzipierten und betriebenen Öfen und Kesseln einerseits und schlecht konstruierten oder verwendeten Geräten. Bei modernen und automatisch betriebenen Biomassekesseln nach dem Stand der Technik werden hauptsächlich Partikel in Form anorganischer Komponenten gebildet, die dann auch fast vollständig in einem elektrostatischen Abscheider oder Gewebefilter abgeschieden werden. Bei älteren Biomasseöfen und Kesseln hingegen, die oft nicht über geeignete Rauchgasreinigungsgeräte verfügen und nicht optimal betrieben werden, können erhebliche Partikelemissionen mit hoher Toxizität entstehen.

Alle Präsentationen des Workshops sind hier verfügbar:

<http://task32.ieabioenergy.com/ieaevent/workshop-biomass-combustion-generated-nanoparticles/>

## **6.2. Workshop zu neuen Emissionsmessverfahren**

19. Januar 2017

Graz, Österreich

Mit bestehenden Testverfahren für Biomassekessel und Öfen werden die Emissionen unter stationären und optimalen Testbedingungen getestet. Unter praktischen Umständen können die Emissionen jedoch erheblich höher sein, z.B. während des Kaltstarts oder während des Betriebs unter Teillast. Dies bedeutet, dass die während der Typgenehmigung gemessenen Emissionen nicht unbedingt die tatsächlichen Emissionen im Feld widerspiegeln und möglicherweise erheblich unterschätzt werden.

Um praxisnahe Emissions- und Wirkungsgradergebnisse für alle Geräte zu erhalten, ist es wünschenswert, vorhandene Prüfnormen dahingehend zu ändern, dass der Prüfablauf den praktischen Betrieb besser widerspiegelt.

IEA Bioenergy Task 32 organisierte diesen Workshop, um einen Überblick über bestehende Emissionsmessungsnormen zu geben und eine neue Prüfmethode vorzustellen, die im Rahmen des BEREAL-Projekts erarbeitet wurde.

Der Workshop zeigte, dass die neuen Lastzyklusverfahren, die im Rahmen neuester Forschungsprogramme für Holzkaminöfen und Pelletkessel entwickelt wurden, die Emissionen der Geräte unter realen Bedingungen deutlich besser widerspiegeln als die geltenden Prüfmethoden. Daher wurde der Schluss gezogen, dass gemeinsam mit der Industrie und den nationalen Regierungen Anstrengungen unternommen werden sollten, um solche Methoden einzuführen.

Alle Präsentationen des Workshops sind hier verfügbar:

<http://task32.ieabioenergy.com/ieaevent/workshop-new-emission-measurement-methods-19-january-2017/>

## **6.3. Wood Pellet Association of Canada - Konferenz**

18. – 22. September 2017

Ottawa, Kanada

IEA Bioenergy Task32 unterstützte die Wood Pellet Assoziation Canada bei der Organisation der jährlichen WPA-Konferenz 2017, die vom 19. bis 20. September 2017 in Ottawa, Kanada, stattfand. Diese Konferenz gab einen Überblick über die neuesten Entwicklungen im Bereich der Pelletherstellung und -verwertung in den Bereichen Haus- und Industriewärme sowie im Energiesektor.

Die Präsentationen der Konferenz sind hier verfügbar:

<http://task32.ieabioenergy.com/ieaevent/wpac2017/>

## 6.4. WEBINAR: Aerosole aus der Verbrennung von Biomasse

22. März 2018

Das Webinar fasste die Ergebnisse einer IEA Bioenergy Task 32-Studie zu Eigenschaften und Gesundheitsrelevanz verschiedener Partikeltypen sowie zu Maßnahmen zur Verringerung der daraus resultierenden Emissionen zusammen. Die Schlussfolgerungen schließen auch die Feststellung ein, dass Biomasse als umweltfreundlicher Brennstoff verwendet werden kann, wenn moderne Verbrennungstechnologien verwendet und entsprechend betrieben werden, während offene Feuer und ein unsachgemäßer Einsatz von Biomasse-Verbrennungssystemen vermieden werden müssen.

Nähere Infos sowie die Unterlagen zum Webinar stehen zum Download zur Verfügung:

<https://www.ieabioenergy.com/publications/aerosols-from-biomass-combustion/>

## 6.5. Workshop zu Produktions- und Nutzungsoptionen für feste rückgewonnene Brennstoffe

17. Mai 2018

Kopenhagen, Dänemark

In der Kreislaufwirtschaft wird die Herstellung und Verwendung von wiederaufbereiteten Festbrennstoffen (Solid Recovered Fuel - SRF) zunehmend als ein wichtiges Element in der Abfallbewirtschaftung anerkannt. SRF wird aus ungefährlichen Abfällen biologischer und fossiler Herkunft erzeugt und kann daher als teilweise erneuerbarer Brennstoff angesehen werden. Es wurde üblicherweise einem Sortierprozess unterzogen und liefert daher einen Brennstoff, der strengen Qualitätsanforderungen entspricht. Enge Spezifikationen des Brennstoffs ermöglichen gezielte Endanwendungen, wodurch die Wirtschaftlichkeit und die Umweltsleistung verbessert werden. In letzter Zeit gab es mehrere neue Erfahrungen bei der Herstellung und Verwendung von SRF. Dieser Workshop bot eine Aktualisierung des potenziellen Marktvolumens von SRF, der politischen Entwicklungen und der Erfahrungen der beteiligten Marktakteure.

Alle Präsentationen des Workshops sind hier verfügbar:

<http://task32.ieabioenergy.com/ieaevent/workshop-on-production-and-utilisation-options-for-solid-recovered-fuels/>

## 6.6. Internationaler Workshop: Zukunftsperspektiven der Entwicklung der Bioenergie in Asien

5. bis 7. September 2018

Standort Tokio, Japan

Viele ost- und südostasiatische Länder prognostizieren eine schnelle Entwicklung bei der Verwendung von flüssiger und fester Biomasse für moderne Bioenergie. Neben der Verwendung heimischer Biomasse haben Japan und Südkorea begonnen, große Mengen an Holzpellets für die gemeinsame Feuerung mit Kohle aus Ländern des Pazifikraums wie Indonesien, Vietnam und Westkanada zu importieren. In Thailand, Malaysia, Indonesien und einigen anderen asiatischen Ländern steigen der Handel mit und die Verwendung von flüssigen Biokraftstoffen im Transport und die moderne Verwendung von festen Rückständen aus Agrarrückständen für die Verbrennung und die anaerobe Vergärung rasch an, was durch günstige Rahmenbedingungen erleichtert wird.

Vom 5. bis 7. September 2018 organisierte IEA Bioenergy Task32 in Zusammenarbeit mit NEDO / METI einen Workshop mit Unterstützung von REI und UNU / IAS in Japan über mögliche technische und organisatorische Verbesserungen von Biomasse-Lieferketten, einschließlich Vorbehandlungstechnologien, Bioraffinerien und Logistik / Handel, endgültige Konversion / Endverwendung und übergreifende Themen wie Nachhaltigkeitsgarantien und politische Unterstützungsoptionen.

Dieser Workshop lieferte technische Informationen zu aktuellen Trends bei Bioenergieanwendungen in der Region und zeigte, wie die IEA Bioenergy dazu beitragen kann, dass die Region in der Region den Entscheidungsprozess für die Mitgliedschaft unterstützt.

Ein Bericht über die Ergebnisse des Workshops sowie alle Präsentationen sind hier verfügbar:

<http://task32.ieabioenergy.com/ieaevent/international-workshop-future-perspectives-of-bioenergy-development-in-asia/>

# 7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

Die Biomasseverbrennung ist und bleibt sicher noch für geraume Zeit die wichtigste Form der regenerativen Energieversorgung weltweit, in Europa und in Österreich. Sie wird daher zu Recht als Rückgrat der Energiewende bezeichnet. Die Anwendungsmöglichkeiten sind vielfältig und reichen vom behaglichen Feuer zur Wohnraumbeheizung bis zu riesigen Kraftwerken im dreistelligen Megawatt-Bereich. Neben dem übergeordneten Branchenziel einer möglichst erfolgreichen Markteinführung und -durchdringung von Technologien am Stand der Technik gibt es nach wie vor Herausforderungen zu meistern. Die Tätigkeiten von IEA Bioenergy Task 32 sollen dazu beitragen, die ehrgeizigen Ziele zu erreichen und die vorhandenen Herausforderungen möglichst rasch zu meistern.

**Wärmebereitstellung** kann man als Kernkompetenzbereich der Biomasseverbrennung bezeichnen. Ist sie doch die älteste und mit Abstand wichtigste Form der energetischen Biomassenutzung. Alle erfolgreichen Konzepte zeigen ähnliche Schlüsselfaktoren: Regionale Versorgung mit Brennstoff und damit Wertschöpfung, Einbindung regionaler Stakeholder, intelligente Gesamtkonzepte im Hinblick auf unterschiedliche Leistungsanforderungen (z.B.: Sommer und Winter) und Kombination mit anderen Technologien sowie eine sorgfältige Überwachung und Regelung des Systems im laufenden Betrieb. Zusammengefasst sind also ein durchdachtes Gesamtkonzept und entsprechende Planung die wichtigsten Grundlagen für den Erfolg. Die zahlreichen erfolgreich umgesetzten Projekte bieten Musterbeispiele und damit wertvolle Erfahrungen für fast alle Anwendungsfälle. Eine zielgerichtete und effiziente Informationsverbreitung über das bestehende Wissen ist in diesem Bereich sicher die wichtigste Unterstützungsmaßnahme für einen weiteren Markterfolg. Bei dieser Informationsverbreitung ist insbesondere die internationale Dimension enorm wichtig für die österreichischen Technologieanbieter, weil interessante Wachstumsmärkte aktuell nicht in Österreich und Zentraleuropa, sondern international liegen (z.B. Amerika und Asien). Die Tätigkeiten von IEA Bioenergy Task 32 sind daher als besonders wertvoll zu erachten, weil genau diese internationale Informationsverbreitung ein zentrales Aufgabengebiet darstellt.

Während es für „konventionelle“ Wärme im Temperaturbereich bis ca. 100°C eine enorme Zahl an erfolgreichen Anwendungsbeispielen gibt, bietet die **Bereitstellung von Prozesswärme** (100-1000°C) durch Biomasse nach wie vor ein weitgehend ungenutztes gleichzeitig aber sehr großes Entwicklungspotenzial. Die Gründe für die mangelnde Marktdurchdringung sind für einige Anwendungsfälle durchaus technischer Natur, wenn es zum Beispiel darum geht, stark schwankenden Wärmebedarf auf sehr hohem Temperaturniveau bereitzustellen, was heute meist durch Erdgas Feuerungen erfolgt. Das wichtigste Hemmnis sind aber sicher die ökonomischen Rahmenbedingungen in der Energieversorgung von Industrie und Gewerbe. Potenzielle Biomasse Prozesswärmelösungen konkurrieren hier mit Gas, Öl oder Strom Wärmeerzeugern, die in der Regel anlagentechnisch deutlich einfacher realisiert werden können. Der vermeintliche Vorteil der geringeren Brennstoffkosten bei Biomasse Lösungen trifft bei aktuellen Energieträgerpreisen für Industrie und Gewerbe leider nicht zu (zumindest für Betriebe ab einer gewissen Energieverbrauchs-Größe). Aktuell liegen die Industriepreise für Strom und Erdgas auf oder unter dem Niveau von Biomasse Brennstoffpreisen. Daher können aktuell nur Projekte in Branchen realisiert werden, in denen die regenerative Erzeugung ein Verkaufs- bzw. Marketingargument darstellt, etwa in der

Lebensmittelindustrie, oder in Branchen in denen biogene Rest- bzw. Abfallstoffe aus der eigenen Produktion anfallen (z.B. Holzverarbeitende Industrie). Die Entwicklung von technologischen Lösungen für unterschiedliche Anforderungen zur Prozesswärmebereitstellung ist daher im Moment stark von geeigneten Förderinstrumenten abhängig. Das Interesse und die Bereitschaft der Industrie diese Aufgabe allein oder zum größten Teil zu finanzieren ist gering – zu unsicher ist die Entwicklung der zukünftigen Rahmenbedingungen. Man kann davon ausgehen, dass die industrielle Energieversorgung und die industrielle Wärmeversorgung im Speziellen ein wesentlicher Punkt auf der politischen Agenda zum Klimaschutz werden wird. Zeitpunkt und Umfang der Ambitionen sind jedoch schwer vorherzusagen. Daher ist es umso wichtiger, die technologischen „Hausaufgaben“ möglichst bald in Angriff zu nehmen, um dann, wenn es um die breite Umsetzung geht, ausgereifte Lösungen anbieten zu können. Es ist daher sehr zu empfehlen, dass die zukünftige FTI Politik in Österreich in diesem Bereich Initiativen und Schwerpunkte setzt. Dadurch können die Zeiträume für die Umsetzung am Markt reduziert werden, weil wesentliche technologische Lösungen bereits weit entwickelt sind.

Die **kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme** aus Biomasse stellt eine attraktive Lösung vor allem im kleinen und mittleren Leistungsbereich dar, wo die Abgabe eines Großteils der erzeugten Wärme möglich ist. Dafür sind neben entsprechender Standortwahl auch intelligente Lösungen für schwankenden Wärmebedarf (v.a. Sommer / Winter) notwendig. Beispielsweise können ein Wärmegeführter Betrieb oder die Konzeption mit Grundlast und Spitzenlastkessel interessante Lösungen darstellen. Der Erfolg dieser Lösungen ist auch bei guter Planung und Umsetzung signifikant von den Rahmenbedingungen im jeweiligen Land abhängig. Allgemein können Energiepreise, Förderinstrumente und die steuerliche Situation als entscheidende Faktoren identifiziert werden. Technologisch gibt es zwar noch einige Verbesserungspotenziale (z.B. Wirkungsgrad, Standzeiten, Regelung), trotzdem ist sind einige Technologien auf dem Markt verfügbar und werden erfolgreich eingesetzt.

Anders ist die Situation bei **µ-KWK Technologien** auf Biomasse-Basis. Trotz einer ganzen Reihe von interessanten Entwicklungen in den letzten Jahren hat keine Technologie es geschafft, sich in nennenswertem Umfang am Markt zu etablieren. Die Gründe dafür sind vielfältig, am wichtigsten sind sicher nach wie vor technologische Herausforderungen, vor allem im Bereich Wirkungsgrad und Zuverlässigkeit, und zum anderen die schwierige ökonomische Situation: relativ hohe Investitionskosten bei eher niedrigen Einsparungspotenzialen durch die allgemein niedrigen Strompreise (v.a. in Österreich). Trotzdem bleibt die Vision von flächendeckend eingesetzten stromerzeugenden Heizungen sehr attraktiv, weil sie eine effektive Lösung für gleich mehrere große Herausforderungen des zukünftigen erneuerbaren Stromsystems bieten würde: Verteilte Erzeugung und somit eine Reduktion des Stromtransport-Bedarfs (Stichwort Netzausbau) und natürlich am wichtigsten: eine günstige Erzeugungscharakteristik mit der Hauptproduktion in den (Jahres-)zeiten, in denen andere erneuerbare Energietechnologien ihre Schwächen haben (v.a. Wasserkraft und PV). Als Empfehlungen für die österreichische FTI Politik lassen sich daher eine Unterstützung von Maßnahmen zur Steigerung des Technologie-Reifegrads von vielversprechenden Technologie sowie von Ansätzen zur Kostenreduktion ableiten.

Alleinige oder hauptsächliche **Stromerzeugung aus Biomasse** (mit eingeschränkter Wärmenutzung) spielt ihre Stärke vor allem in der Planbarkeit der Energiebereitstellung aus. Einige Länder setzen daher gezielt auf einen signifikanten Anteil an Bioenergie beim Ersatz von fossilen oder nuklearen Stromerzeugungsanlagen. Während vor einigen Jahren die Zufeuerung von Biomasse in

Kohlekraftwerken ein zentrales Thema war, hat sich in den letzten Jahren die komplette Umstellung von Kohlekraftwerken auf Biomasse bzw. der Neubau von Biomasse Kraftwerken weitgehend durchgesetzt. Verbrennungstechnisch ist diese Technologie durchaus als ausgereift zu bezeichnen, die größten Herausforderungen lagen und liegen in den Bereichen Brennstoff-Logistik, nämlich Transport zum Kraftwerk, Zwischenlagerung vor Ort und Transport vom Lager zur Brennkammer) und Brennstoffaufbereitung (z.B. Vermahlung bei Staubfeuerungen) sowie in der Entsorgung / Nutzung der Biomasse Aschen (Rost- und Flugasche). Zu beiden Themen wurden im vergangenen Triennium durch IEA Bioenergy Task 32 Maßnahmen gesetzt, um den Wissens- und Erfahrungsstand in unterschiedlichen Ländern zu sammeln und zu verbreiten.

Eine besondere Chance und gleichzeitig Herausforderung für die Verstromung von Biomasse liegt in der **Entwicklung des Stromsystems** in Richtung erneuerbarer Energieträger. Hier gilt es die großen Stärken von Biomasse weiter zu schärfen (v.a. Plan- bzw. Speicherbarkeit), und eventuelle Nachteile (z.B. Trägheit der Systeme bei stark wechselnden Lastanforderungen) durch innovative Ansätze zu lösen. Hier ist sicher eine gezielte Unterstützung für die Entwicklung dieser Ansätze nötig, um schnell geeignete Gesamtlösungen für die im Wandel befindlichen Stromnetze anbieten zu können. Neben technologischen Verbesserungen sind insbesondere auch neue Regelungskonzepte (z.B. prädiktive Regelungen oder Artificial Intelligence Ansätze) interessant um der Komplexität der Aufgaben gerecht zu werden.

Als größte Herausforderung für die Biomasse Verbrennung wird nach wie vor das Thema **Emissionen** gesehen. Das gilt für alle Leistungsbereiche von Anlagen, im Speziellen natürlich für Kleinfeuerungsanlagen. Hier werden unterschiedliche Anstrengungen unternommen um einerseits den heutigen Stand der Technik so schnell wie möglich flächendeckend in den Markt zu bringen und dadurch veraltete Technologien zu ersetzen, andererseits gibt es ambitionierte Bestrebungen einen weiteren wesentlichen technologischen Verbesserungsschritt bei Emissionen zu erreichen. Neben neuen Feuerungskonzepten wird zunehmend über Sekundärtechnologien (i.e. Abscheider bzw. Filter) diskutiert. Zum Teil gibt es schon vollständig integrierte Abscheider-Lösungen auf dem Markt. Vor allem für den Einsatz von Biomasse Feuerungen in urbanen Gebieten wird der Entwicklungsschritt zu einer Zero-Emission Technologie zunehmend gefordert. Das erscheint angesichts der Forschungs- und Entwicklungsergebnisse als grundsätzlich möglich, der Entwicklungsstand (TRL) ist aber noch sehr niedrig und eine mögliche Produkteinführung noch nicht absehbar. Hier gilt es die österreichischen Hersteller in den nächsten Jahren gezielt zu unterstützen und wenn möglich in gemeinsamen Anstrengungen der gesamten Branche bzw. mehrerer Hersteller geeignete Lösungen zu entwickeln. „Kooperation“ ist hier das Schlüsselwort, insbesondere, weil die Herausforderungen und damit der Aufwand bis zur Zielerreichung groß sind, und schon in die Zukunft blickend, große Stückzahlen bei gemeinsam entwickelten Branchenlösungen zweifellos Vorteile bei den zusätzlichen Kosten für die Anlagen versprechen.

Ein Thema das immer stärker in den Fokus rücken wird, sind **Maßnahmen zur Kohlendioxid Abscheidung** (und Nutzung), sogenannte Carbon Capture and Sequestration bzw. Carbon Capture and Use (CCS/CCU) Verfahren. Auch hier kann Biomasse Verbrennung einen Beitrag leisten, wenn effektive Wege zur Abtrennung und Nutzung des Kohlendioxids aus dem Abgas von Verbrennungsanlagen entwickelt werden. Ein besonders interessanter Ansatz ist hierbei die Chemical Looping Combustion bei der statt Luft als Sauerstofflieferant für die Verbrennung, Sauerstoff Trägersubstanzen eingesetzt werden, um das Abgas Stickstoff-frei zu halten. Dadurch können deutlich höhere Kohlendioxid Konzentrationen im Abgas realisiert werden, was die nachgeschalteten

Abtrennungsverfahren enorm begünstigt. Dementsprechend ist es sehr erfreulich, dass dieses Thema in der 1. Ausschreibung für COMET Module (<https://www.ffg.at/ausschreibungen/comet-1-ausschreibung-comet-modul>) zur Förderung ausgewählt wurde. Vier Jahre lang forscht ab 2020 ein Konsortium unter der Führung von Bioenergy2020+ zum Thema „BIO-LOOP – Chemical Looping for efficient biomass utilisation“ unter anderem an der Biomasse Verbrennung der Zukunft.

Abschließend kann man zusammenfassend sagen, dass sich das Umfeld für die Biomasse-Verbrennung zunehmend verändert und das auch in Zukunft weiter tun wird. Es gilt die Herausforderungen als Chancen anzunehmen und auf Basis der eigenen Stärken und dem Pionier- und Innovationsgeist der Branche die eigene Rolle in einer hoffentlich nachhaltigen Energiezukunft zu finden und auszufüllen.



## Literaturverzeichnis

- Padinger Reinhard, Aigenbauer Stefan, Schmidl Christoph: **Best practise report on decentralized biomass fired CHP plants and status of biomass fired small- and micro-scale CHP technologies.** IEA Bioenergy, 2019
- Hansen Morten Tony, Bornak Lars Pauli, Riva Alberto Dalla, Lindboe Hans Henrik: **The future role of thermal biomass power in renewable energy systems – a study of Germany.** IEA Bioenergy, 2019
- Reichert Gabriel, Schmidl Christoph: **Advanced test methods for firewood stoves.** IEA Bioenergy, 2018
- Räftegård Oskar, Hjörnhede Anders: **Bioenergy for Heat – the Hot Cases.** IEA Bioenergy, 2018
- Hartmann Hans, Schön Claudia: **Status of PM emission measurement methods and new developments.** IEA Bioenergy, 2018
- Lamers Frans, Cremers Marcel, Matschegg Doris, Schmidl Christoph, Hannam Kirsten, Hazlett Paul, Madrali Sebnem, Dam Birgitte Primdal, Roberto Roberta, Mager Rob, Davidsson Kent, Bech Nicolai, Feuerborn Hans-Joachim, Saraber Angelo: **Options for increased use of ash from biomass combustion and cofiring.** IEA Bioenergy, 2018
- Nussbaumer Thomas: **Aerosols from Biomass Combustion, Technical report on behalf of the IEA Bioenergy Task 32.** IEA Bioenergy, 2017
- Livingston W.R.: **The status of large scale biomass firing – the milling and combustion of biomass materials in large pulverised coal boilers.** IEA Bioenergy, 2016

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)