



Bundesministerium
für Verkehr,
Innovation und Technologie

NACHHALTIGwirtschaften
k o n k r e t

FTI Roadmap BioHeating and Cooling

M. Wörgetter, W. Haslinger, L. Kranzl

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

54/2012

Dynamik mit Verantwortung

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

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

www.NachhaltigWirtschaften.at

FTI Roadmap

BioHeating and Cooling

Projektleitung

Manfred Wörgetter, Walter Haslinger
Bioenergy 2020+ GmbH

Lukas Kranzl
TU Wien

ProjektmitarbeiterInnen

Stefan Aigenbauer, Sabine Feldmeier,
Ernst Höftberger, Wilhelm Moser, Christoph Schmidl,
Christoph Strasser, Elisabeth Wopienka
Bioenergy 2020+ GmbH

Christoph Pfemeter
Österreichischer Biomasseverband

Michael Bayr, Gerald Kalt, Andreas Müller
TU Wien

Wien, Juni 2012



FTI-Roadmap „BioHeating and Cooling“

Inhalt

1	Mitwirkung	5
2	Executive Summary - Zusammenfassung	6
3	Executive Summary	11
4	Zielsetzung und Inhalt der Roadmap	15
5	Zur Einführung	16
5.1	Bioenergie in Österreich	16
5.2	Industrie- und energiepolitischer Rahmen	21
5.3	Volkswirtschaftliche Effekte	24
5.4	Die Europäische Technologieplattform „Renewable Heating & Cooling“	26
5.4.1	Ziele und Aufgaben	26
5.4.2	Hintergrund	26
5.4.3	Struktur	27
5.4.4	Status der Arbeiten	28
6	Wärme aus Biomasse in österreichischen Gebäuden	29
6.1	Methodik und Szenarienauswahl	29
6.2	Roadmap-Szenario „Bioheating“	33
7	Stand des Wissens	39
7.1	Heizen und Kühlen mit Bioenergie - Stärken und Schwächen	39
7.2	Ressourcen und Logistik	40
7.3	Brennstoffe	43
7.4	Technologien	45
7.4.1	Raumheizgeräte	45
7.4.2	Kessel	46
7.4.3	Mikro-Kraft-Wärmekopplung	50
7.4.4	Systeme	52
7.5	Märkte und Marktentwicklung	54
7.5.1	Biobrennstoffe	54
7.5.2	Technologien	55
7.6	Biomasse-Potenziale	58
7.6.1	Holz als wichtigste Ressource	59
7.6.2	Landwirtschaftliche Ressourcen und Abfälle	59

8	Forschungs- und Entwicklungsbedarf	61
8.1	Methode, Forschungsschwerpunkte, Definitionen	61
8.2	Das „Haus der Zukunft 2050“ – ein „Plus-Energie-Haus“	62
8.3	F&E-Bedarf bis 2020	64
8.3.1	Ressourcen und Logistik	64
8.3.2	Brennstoffe	67
8.3.3	Raumheizgeräte	69
8.3.4	Kessel	74
8.3.5	Systeme	77
8.3.6	Mikro-Kraft-Wärmekopplung	78
8.3.7	Begleitforschung	82
9	Politische Empfehlungen zur Forcierung von Biomasse-Wärme	84
10	Tabellenverzeichnis	88
11	Abbildungsverzeichnis	89
12	Literaturverzeichnis	91
13	Anhang A: Kurzbeschreibung ERNSTL/EE-Lab	96
14	Anhang B: Präsentation	101

1 Mitwirkung

Die AutorInnen danken insbesondere den folgenden Unternehmen und Institutionen für die aktive Mitwirkung an der Erstellung dieser Roadmap:

- Button Energy Energiesysteme GmbH
- Güssing Energy Technologies GmbH
- Joanneum Research GmbH
- Komptech GmbH
- KWB – Kraft und Wärme aus Biomasse GmbH
- Ligno Heizsysteme GmbH
- Ökostrom AG
- Ortner GmbH
- Pro Pellets Austria
- Westtech Maschinenbau GmbH

2 Executive Summary - Zusammenfassung

Das **Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie** (bmvit) hat Bioenergy 2020+ und die Energy Economics Group (EEG) der TU Wien beauftragt, in Zusammenarbeit mit Österreichischen Stakeholdern aus Industrie und Wirtschaft eine Forschungs-, Technologie- und Innovationsroadmap (FTI-Roadmap) „BioHeating and Cooling“ zu erstellen und daraus Handlungsempfehlungen an die Politik abzuleiten. Die Roadmap sollte konkrete Vorschläge für Forschungsarbeiten im Zeitraum bis 2020 enthalten und einen Ausblick auf die Rolle der Biomasse im Raumwärmesektor eines kohlenstoffarmen Energiesystems im Jahr 2050 geben. Die Roadmap schließt an die Energieforschungsstrategie des Rates für Forschung und Technologieentwicklung an und berücksichtigt die politischen Ziele der Begrenzung der Erderwärmung um 2°C bis 2050 sowie das Ziel der Strategie der Österreichischen Bundesregierung für Forschung, Technologie und Innovation, Österreich zum „Innovation Leader“ zu machen. Die laufenden Arbeiten der Europäischen Technologieplattform „Renewable Heating and Cooling“ sind ebenfalls berücksichtigt.

Biomasse ist gespeicherte Sonnenenergie und kann zum Zeitpunkt des Bedarfs eingesetzt werden. Die nationale Wertschöpfung kann durch die Produktion von Brennstoffen und durch Exporte von Technologien gesteigert werden. Die weltweit führende Rolle österreichischer Hersteller von kleinen Biomassefeuerungen schafft die Voraussetzung, die Kosten durch Fertigung in großen Serien zu senken und bis 2020 ehrgeizige Ziele bei Emissionen und Effizienz zu erreichen. Die Eroberung der europäischen Märkte erfordert jedoch nicht nur technische Fortschritte, sondern auch **regulatorische Maßnahmen**, die die Verwendung von Geräten nach dem höchsten Stand der Technik europaweit verpflichtend machen.

Das technische Potential von Biomassefeuerungen kleiner Leistung wird im praktischen Betrieb nicht ausgeschöpft. In nationalen und europäischen Forschungen wurde nachgewiesen, dass die Biomasseverbrennung zur Umweltbelastung durch Partikeln beiträgt. Ursachen dafür sind die hohe Zahl von Altanlagen im Bestand und Mängel bei Planung, Errichtung und Betrieb, aber auch die Unterschiede zwischen Prüfstand und Praxis. F&E-Arbeiten zur Annäherung des „Real Life“-Betriebs an das technische Potential sind angebracht. Es gilt, die Ursachen für die Unterschiede zu untersuchen, die Technologien und die Bewertungsmethoden weiter zu verbessern und europaweite Qualitätsstandards zu etablieren. Die Ergebnisse der F&E-Arbeiten sollten durch Untersuchungen der Auswirkungen auf die Luftqualität im Feld überprüft werden und Emissionsfaktoren sollen ermittelt werden.

Basis der Roadmap ist die Entwicklung des Raumwärmebedarfs bis 2050. Der Anteil unzureichend sanierter Gebäude sinkt im Szenario „Bioheating“ bis 2030 auf 35 %, bis 2050 auf 10 %. Der Anteil der Biomasse für Raumwärme und Warmwasser steigt bis 2035 auf 50 % und sinkt danach leicht ab. Der Anteil fossiler Brennstoffe geht 2050 gegen Null. In Gebäuden mit niedrigem Heizwärmebedarf steigt die Bedeutung von Solarthermie und Wärmepumpen. Biomasse-Heizsysteme spielen dort eine Rolle, wo der Wärmebedarf hoch und das

Einsparungspotential begrenzt ist. Der nach 2035 sinkende Brennstoffbedarf schafft neue Chancen, Biomasse vermehrt in anderen Sektoren wie z. B. für stoffliche Zwecke oder im Verkehr zu nutzen.

Der Umbau des Energiesystems vom Verbrauch fossiler Energie zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft dauert Jahrzehnte und erfordert hohe Investitionen. Um sozial verträgliche Energiepreise zu gewährleisten, ist größte Sorgfalt bei der Auswahl der Technologien angebracht. Die Roadmap weist den Weg zum „Haus der Zukunft 2050“: Es ist integrativer Bestandteil des Energiesystems der Zukunft, repräsentativ für nachhaltiges Wirtschaften und tragende Säule eines kohlenstoffarmen Energiesystems, steigert die Lebensqualität der Bewohner, ermöglicht Energiesouveränität im erwünschten Maß und ist Netzknoten in Energiesystemen. Alle Energieflüsse basieren auf erneuerbaren Quellen. Biomasse wird ihrem Wert entsprechend genutzt, im Jahr 2050 hat die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) konventionelle Systeme verdrängt. KWKs sind für kleinste Leistung erhältlich, werden in großen Serien gefertigt und sind für Jedermann leistbar.

Die FTI-Empfehlungen gehen auf Grundlagenforschung, vorwettbewerbliche Forschung und Demonstration ein und behandeln Ressourcen, Logistik und Erntetechnik, Brennstoffe, Öfen, Heizeinsätze und Herde, Kessel, Heiz- & Kühlsysteme sowie die Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung (Mikro-KWK). Berücksichtigt sind inkrementelle Entwicklungen bestehender Technologien sowie radikale Innovationen. Ausgehend vom Stand der Technik und der Vision für 2050 wurden detaillierte Empfehlungen für die kurz- bis mittelfristige Forschung erarbeitet. Die Empfehlungen konzentrieren sich auf Maßnahmen, die bis 2020 einen wesentlichen Beitrag zu den Zielen des Nationalen Aktionsplans „Erneuerbare Energie“ leisten können und die Österreichs Industrie Chancen bieten, „Innovation Leader“ zu werden bzw. zu bleiben. Die Schwerpunkte liegen auf der Optimierung von Raumheizgeräten, Biomassekesseln und des gesamten Heizungssystems entsprechend den Notwendigkeiten im Jahr 2020. Ebenfalls behandelt werden die langfristige Entwicklung und Demonstration von Technologien zur Erzeugung von Kraft und Wärme aus fester Biomasse auch bei kleinster Leistung. Nicht unmittelbar im Fokus waren große Wärme- und Kältenetze, die Langzeit-Energiespeicherung sowie die Erzeugung von Biogas und/oder synthetischem Erdgas aus Biomasse für die Verwendung in Heizungs- und Kühlungsanlagen.

Holz dominiert derzeit den Markt erneuerbarer Brennstoff, innovative Biobrennstoffe werden mittel- bis langfristig an Bedeutung gewinnen. Herausforderungen sind die Ernte von Reststoffen in und außerhalb der Land- und Forstwirtschaft, von Energiepflanzen, sowie die umweltverträgliche Nutzung von Sekundärbrennstoffen. Bessere (auch dezentrale) Verarbeitungstechnologien, energiesparende Trocknungsverfahren, smarte Konzepte und Betreibermodelle können zur Stärkung des Sektors beitragen. Die Optimierung von Bereitstellungsketten (z. B. durch Einbindung von GIS Systemen, Minimierung der Transportwege, Schließen von Nährstoffkreisläufen) und der Nachweis der Nachhaltigkeit sowie die Demonstration neuer Energiepflanzen wie schnellwachsende Hölzer oder einjährige Pflanzen (z. B. Miscanthus) können die Kosten senken und zusätzliche Potentiale erschließen.

Durch langfristiges Monitoring der Entwicklung des Marktes sollte die Effektivität des Einsatzes der Mittel gesteigert werden.

Raumheizgeräte wie Öfen, Heizeinsätze und Herde sind die traditionellste Form der energetischen Nutzung von Biomasse. Diese einfachen und robusten Technologien haben heute und in Zukunft große Bedeutung für die Raumwärmeerzeugung in Europa. Die Anforderungen an die Geräte sind in starkem Wandel. Bei Emissionen, Wirkungsgrad und Integration in Gebäude sind große Herausforderungen bezüglich Effizienz und Umweltverträglichkeit zu bewältigen. Zentrale Aufgaben sind die Demonstration der Vorteile neuer Technologien wie die Kombination von Raum- und Zentralheizung mit der Warmwassererzeugung, die Emissionsreduktion durch Primärmaßnahmen, die Automatisierung, und die Wirkungsgradsteigerung im praktischen Betrieb, aber auch die Entwicklung von praxistauglichen Sekundärmaßnahmen zur Emissionsreduktion sowie von Speicherkonzepten auf Basis von neuen Speichermaterialien.

Kleine Biomassekessel haben einen beträchtlichen Reifegrad erreicht und verfügen über eine beachtliche Verbreitung. Sie sind mit den Raumheizgeräten Schlüsseltechnologien, um das „Haus der Zukunft 2050“ zu realisieren. Zentrale Herausforderungen sind die Erhöhung der Effizienz im praktischen Betrieb, die weitere Minderung der Emissionen in Richtung „Zero Emission“ und die Entwicklung von brennstoffflexiblen Feuerungen für Nichtholzbrennstoffe. Zur Effizienzsteigerung sollen Brennwertechnologien, intelligente Regelungs- und Steuerungskonzepte sowie neue Speichertechnologien entwickelt werden. Dabei sind auch die Erfordernisse von Passivhäusern zu beachten und Hybridlösungen für die gemeinsame Nutzung mit anderen erneuerbaren Energien zu entwickeln. Zur weiteren Minderung der Emissionen sind sowohl Primärmaßnahmen als auch die Entwicklung von Sekundärtechnologien geeignet.

Die Entwicklung neuer Bewertungsverfahren zur Ermittlung von Nutzungsgraden und Emissionsfaktoren von Raumheizgeräten und Kesseln wird dringend empfohlen. Solche Verfahren sind die Basis für Verbesserungen im realen Betrieb, unterstützen die Gesetzgeber bei der Festlegung von Grenzwerten, zeigen den Technologielieferanten die Entwicklungsziele und helfen den KonsumentInnen bei der Kaufentscheidung. Die Methoden sollen im europäischen Kontext erarbeitet und in europaweiten regulatorischen Maßnahmen verankert werden. Begleitend zu den technologischen Entwicklungen sind Maßnahmen zur Kostensenkung in der Produktion dringend anzuraten.

Die Integration von Systemkomponenten senkt die Kosten und steigert die Effizienz. Smarte - bidirektionale - Wärme- und Kältenetze sowie neue Einspeise- und Speichertechnologien sollen entwickelt und die Systemintegration verstärkt werden. Neue Geschäftsmodelle sind zu suchen und die optimale Abstimmung der technischen und wirtschaftlichen Bedürfnisse von Konsumenten, Anbietern und Produzenten ist sicherzustellen. Hybridsysteme ermöglichen Kostensenkungen durch die intelligente Wahl der Komponenten, durch ein optimiertes Design des Gesamtsystems (einschließlich der Energiespeicherung) sowie durch die Entwicklung von

integrierten Produkten. Wichtig ist auch die Entwicklung von Gebäudesteuerungssystemen und von selbstlernenden Regelungskonzepten. Die breite Einführung innovativer Systeme sollte durch technische Regelwerke unterstützt werden.

Um die Kältebereitstellung von Kompressionswärmepumpen zu wärmebetriebenen Ad- und Absorptionsprozessen zu verschieben und Niedertemperatur zu nutzen, sind technische Weiterentwicklungen, Downscaling vorhandener Lösungen, die Einführung von Kältenetzen in dicht verbauten Gebieten sowie allgemeine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit durch effizientere Prozesse, Technologien und Materialien erforderlich. Alternative Netze für Wärme und Kälte benötigen die Normung der Verteilsysteme und Schnittstellen zwischen den Produzenten, Netzbetreibern und Verbrauchern.

Mikro-KWK ermöglichen den radikalen Wandel des Energiesystems. Strom wird am Ort des Wärmebedarfs erzeugt und kann auch bei geringer Versorgung aus anderen erneuerbaren Quellen in Netze eingespeist werden. Seit der Energiekrise 1973 bestehen Bemühungen zur Markteinführung kleiner und kleinster Kraft-Wärmekopplungsanlagen. Die Erfolge waren aber nicht nur bei fester Biomasse gering, auch öl- und gasbetriebene Mikro-KWK Anlagen haben den Durchbruch nicht geschafft. Um das Effizienzpotential der Mikro-KWK zu heben, sollen bekannte Technologien wie kleine Stirling- und Dampfmaschinen bis zur Marktreife entwickelt werden. Größte Herausforderung ist wegen der hohen Kosten der Entwicklung von Großserientechnologien die Überwindung des „Tals des Todes“. Die Förderung der Technologieentwicklung alleine („Technology Push“) reicht nicht aus, die Kräfte des Markts („Market Pull“) zu aktivieren. Für den Erfolg ist ein durchgängiges Förderportfolio von der Grundlagenforschung bis zur Marktdiffusion unumgänglich, Es wird daher dringend geraten, mit den Akteuren und Stakeholdern aus Politik, Wirtschaft und Industrie (einschließlich der Autoindustrie) einen „**Masterplan Mikro-KWK**“ für fossil und erneuerbar betriebene Anlagen auszuarbeiten, die Entwicklung durch ein Marktanreizprogramm zu unterstützen und durch ein langfristiges Monitoring der Erfolge zu begleiten.

Thermogeneratoren sollen kurz- bis mittelfristig weiter entwickelt werden. Derzeit sind sie zur Generierung von Zusatznutzen wie Netzunabhängigkeit von Heizungs- und Lüftungsanlagen, Verbesserung der Betriebsparameter von Öfen, Kombination mit Solaranlagen u. ä. besonders geeignet. Forschungsaufgaben sind Grundlagenforschungen zur Entwicklung thermoelektrischer Materialien, Entwicklung von Generatortechnologien vom Labor bis zur Serienfertigung sowie die thermische und elektrische Einbindung des Thermogenerators in Feuerungen und Heizungssysteme.

Die Suche nach radikalen und risikoreichen Innovationen ist höchst wünschenswert. Solche Innovationen müssen sich mit wettbewerbenden Technologien messen und sollten dann weiter verfolgt werden, wenn sie bezüglich Kosten, Effizienz und Nachhaltigkeit eine Technologieführerschaft als möglich erscheinen lassen. Ebenfalls empfohlen wird, die Chancen der Einspeisung von Biogas und Synthesegas aus Biomasse in Gasnetze mit dem Ziel der

gekoppelten Erzeugung von Wärme und Strom mittels Gasmotoren und/oder Brennstoffzellen zu prüfen.

Maßnahmen in anderen Politikbereichen sind aus Sicht der AutorInnen für einen raschen Erfolg unumgänglich. Dazu gehört z. B. die Einsatzpflicht für Heizungssysteme mit erneuerbaren und nachhaltigen Energieträgern. Im Sinne der Budgetneutralität sollten auch einnahmeseitige Maßnahmen wie die CO₂-Steuer erwogen werden. Um soziale Härtefälle zu vermeiden, die Leistbarkeit zu gewährleisten und die Akzeptanz zu steigern, sollten solche Maßnahmen durch Investitionsförderungen begleitet werden. Technologiseitig braucht der Raumwärmesektor einen ausgewogenen Mix an Instrumenten, die die verstärkte Einführung von Bioenergie, Sonnen- und Umgebungswärme sowie Niedrigstenergie-technologien und die Integration der Systeme forcieren.

3 Executive Summary

The **Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology** has commissioned Bioenergy 2020+ and the Energy Economics Group (EEG), Vienna University of Technology, to develop a research, technology and innovation Roadmap “BioHeating and Cooling” together with national stakeholders from industry and to deduct recommendations for policy makers. The Roadmap should include clear suggestions for research topics until 2020 and provide an outlook on the contribution of biomass to the heating sector of a decarbonised energy system in 2050. The Roadmap links with the energy research strategy (“Energieforschungsstrategie für Österreich - Vorschläge für Maßnahmen im Bereich Forschung, Technologie und Innovation”) of the Austrian Council for Research and Technology Development and considers the political aims to limit global temperature increase to 2°C until 2050 and to make Austrian industry an “Innovation Leader”. Moreover, the on-going activities of the European Technology Platform – Renewable Heating & Cooling are taken into account.

Biomass is stored solar energy and can be used on demand. National value added can be increased by biomass fuel production and by export of technologies. The position as global technology leader of the Austrian manufacturers of small scale biomass combustion systems provides the precondition to reduce costs by mass production and to achieve ambitious goals for reducing emissions and for increasing efficiency until 2020. Successful market deployment in Europe (and worldwide) does not only require technical progress, but also **regulatory measures**, which oblige to the use of appliances complying with the most advanced state-of-technology throughout Europe.

The technical potential of small scale biomass combustion appliances is not fully exploited in real life applications and biomass combustion contributes relevant shares to PM concentration in ambient air. The reasons are the technologically outdated stock of appliances still in operation, the shortcomings whilst planning, installation, and operation, and the gap between testing and real life behaviour. RTD efforts are required to identify and overcome the reasons for this gap. To support the related technology development the assessment methods need to be further improved and quality standards need to be established in Europe. The success of these RTD efforts shall be assessed against their effects on air quality and emission factors in real life applications.

The basis of the Roadmap is the development of the space heating demand until 2050. The share of poorly or not refurbished buildings decreases in the chosen reference scenario “Bioheating” to 35% until 2030 and to 10% by 2050. The share of biomass for space heating and domestic hot water increases to 50% by 2035 and slowly decreases afterwards. The share of fossil fuels goes towards zero until 2050. The relevance of solar thermal and heat pumps increases in houses with very low heat demand. Biomass heating systems maintain a dominating role where heat demand is high and the energy saving potential is limited. The

decreasing biomass fuel demand after 2035 reveals novel opportunities for using biomass in other sectors (i.e. for material uses or for production of transportation fuels).

The transformation of the energy system from the traditional fossil based to a sustainable one will last decades and requires substantial capital investments. The appropriate selection of technologies is needed to ensure socially acceptable energy costs. The Roadmap shows the way to the “House of the Future”: It is an integrative component of the future energy system, raises quality of life of the occupants, offers bidirectional energy flow opportunities and herewith is a node in the grid of the future energy system. All energy flows of the “House of the Future” are based on renewable energy sources. Biomass is used according to its real value. In 2050 combined heat and power (CHP) systems have widely substituted conventional heating technologies and small and micro CHPs are manufactured in mass production and are available and cost effective for everybody.

The recommendations for research, technology and innovation consider fundamental, pre-competitive, and applied research and demonstration and deal with resources, logistics and harvesting technologies, biomass fuels, stoves, inserts and hearths, boilers, heating and cooling systems, and micro CHPs. Incremental improvements of existing technologies and radical innovations are included. Based upon the state-of-the-art and the vision for 2050 detailed recommendations for short to medium term research have been developed. The recommendations focus on such measures, which are suited to contribute substantially to the objectives of the National Action Plan on Renewable Energy and to the supporting of Austrian industry as “Innovation Leader”. The key aspects are the optimization of room heating devices, boilers, and overall heating systems taking into account the requirements in 2020. Moreover, the long term strategy for the development and demonstration of small and micro CHPs is considered. Large (district) heating and cooling grids, seasonal heat storage and the production of biogas and/or synthetic natural gas (SNG) have not been in the scope of this Roadmap.

Woody biomass is currently the most relevant renewable fuel. Innovative biomass will gain importance in the medium to long term. The key challenges are the harvesting of agricultural and forestall by-products and the environmentally sound use of secondary fuels. Improved (also decentralized) processing technologies, energy efficient drying process and smart supply chain concepts and innovative user models may contribute to strengthening the sector. The optimization of supply chains (i.e. by using geographic information systems, minimization of transportation distances, closing of nutrient cycles), the proof of sustainability and the demonstration of the feasibility of short rotation coppices or perennial crops (i.e. Miscanthus) may reduce costs and herewith create additional economic resource potentials.

Room heating devices, such as stoves, inserts and hearths, are the most traditional technologies for using biomass. These simple, but robust technologies have a significant relevance for the supply of space heating in Europe, now and in the future. But the requirements to the devices are undergoing a substantial change. Lowest emissions, highest efficiency and optimum building integration are to be accomplished. The key challenges are to

demonstrate the advantages of novel and advanced technologies, such as water heating room heaters, emission reduction by primary measures, automatization, and the increase of efficiency under real life operation. Moreover, practically feasible secondary measures for emission reduction and novel short term heat storage concepts need to be developed.

Small scale biomass boilers have achieved a substantial degree of technical maturity and are widely used. They are – together with room heating technologies – key technologies in the “House of the Future”. The key challenges are to increase efficiency in real life operation, to further reduce emissions towards the vision of “zero emissions”, and to develop fuel flexible boilers, particularly for non-wood biomass. The (further) development of flue gas condensation technologies, intelligent control concepts and novel heat storage technologies will serve to increase efficiency. Moreover, the specific requirement of lowest and passive energy buildings and the development of hybrid technology solutions making use of more than one renewable energy source are to be considered. The further reduction of emissions is accomplished by the development and implementation of advanced primary and novel secondary measures.

The development of novel assessment methods to determine annual efficiency and emission factors for space heating devices and boilers is recommended. Such methods form the basis for improvements in real life, they support the policy makers in the determination of emission thresholds, they guide technology suppliers towards effective technology development goals and they support consumers in their purchasing decision. The relevant methods need to be developed for a European level and should be implemented in the European regulatory frameworks.

The integration of system components reduces costs and increases efficiency. Smart – bi-directional – heating and cooling grids and new feed-in and storage technologies need to be developed accompanied by increased efforts on system integration. New business models shall be found and the optimum coordination of technical and economic needs of consumers, suppliers, and manufacturers is to be ensured. Hybrid technology systems allow for cost reduction by optimum sizing and design of the overall system, by intelligent selection of components, and by the development of integrated products. The development of intelligent (probably self-learning) facility management control systems is essential. The deployment of innovative hybrid systems needs to be supported by the development and implementation of necessary technical and regulatory framework measures.

In order to allow the substitution of electrically driven compression heat pumps with thermally driven ad- and absorption-based chillers for **cooling purposes** the economics of the thermally driven technologies need to be improved. This requires further developments (more efficient processes and novel materials), downscaling of existing technologies, and the introduction of cooling grids in densely populated areas. Alternative grids for heating and cooling purposes require standardized distribution systems and interfaces between energy producer, energy distributor, and consumer.

Micro CHPs allow for a radical change of the energy system. Electricity is produced where heat is needed and can be fed into grids. Efforts to develop and introduce small and micro CHPs are going on since the energy crisis in 1973 with little success only. Also fossil fuelled micro CHPs have not yet achieved a breakthrough. Already known technologies, such as small Stirling and steam engines, shall be developed until they reach maturity. The biggest challenge in this process is to overcome the “valley of the death” related to the development of mass production technology. The support of technology development (“technology push”) is not sufficient to activate the needed market forces (“market pull”). A continuous support and promotion portfolio along the value chain starting with fundamental research and ending with the market introduction and demonstration is a must. It is therefore highly recommended to develop a “Master Plan Micro CHP” with all concerned actors in policy and industry (including the automotive sector), to support the development with a market incentive program und accompany the market development with a long term technical and economic monitoring.

Thermoelectric generators shall be further developed in the short to medium time frame. These are particularly suited to provide additional value, such as electric grid independency of heating and ventilation systems, and electricity production to operate controlling components of stoves. The objectives along the value chain are the development of novel high-temperature resistant and/or cost-effective materials, novel generator technologies up to mass production, and the thermal integration of the thermoelectric generators into the appliances and heating systems.

Searching for radical and risky innovation is highly desirable. Such innovations must be assessed against competing technologies and should be considered for further development only if technology leadership regarding costs, resource efficiency and sustainability appear to be reasonable. It is also recommended to examine the opportunities for feeding biogas and SNG into existing gas grids aiming to produce heat and electricity via gas engines and/or fuel cells.

Policy measures in addition to R&D support are inevitably necessary according to the opinion of the authors of this Roadmap. Amongst others the use of heating systems based on renewable and sustainable energy sources should be obligatory in new buildings and buildings undergoing major renovation. In order to avoid social hardship cases, to ensure affordability and to increase acceptance, such measures need to be accompanied by investment support programs. For compensation means the introduction of CO₂ taxes should be considered. Overall, the technologies serving the residential heating sector require a balanced mix of instruments, which support the intensified introduction and use of biomass, solar thermal, and geothermal technologies and the integration of renewable based systems.

4 Zielsetzung und Inhalt der Roadmap

Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie hat Bioenergy 2020+ und die Energy Economic Group an der TU Wien mit der Erstellung der Biomasse FTI-Roadmap „BioHeating and Cooling“ beauftragt. Die Ziele sind dabei:

- die Darstellung der Ist-Situation der Wärmebereitstellung mit Biomasse sowie der Entwicklung des Raumwärmebedarfs bis 2050,
- die Analyse treibender und hemmender Faktoren für die Diffusion in den Wärmemarkt sowie der Marktdurchdringung konkurrierender Technologien,
- die Darstellung von Szenarien der Marktdiffusion von Biomasetechnologien und die Diskussion dieser Szenarien mit Stakeholdern und Branchenvertretern,
- die Ermittlung realistischer Szenarien für den Ressourcenbedarf bis 2050,
- eine Vision der österreichischen Technologieanbieter, welche Ziele sie bis 2020 und 2050 erreichen wollen und
- die Darstellung des technologischen Entwicklungsbedarfs,
- die Ableitung einer FTI-Roadmap zum Erreichen der politischen Ziele sowie zur Umsetzung der industriellen Interessen.

Das Arbeitsprogramm wird in einem partizipativen Prozess umgesetzt, die Roadmap unter Einbeziehung aller wichtiger Stakeholder erarbeitet. Dabei wird auf bestehende Strukturen, wie z. B. das Biowärmeforum, und Verbände, wie z. B. ProPellets Austria und den österreichischen Biomasseverband, zugegriffen. Die Roadmap soll es ermöglichen, die notwendige F&E konsequent voranzutreiben, nationale und europäische politische Ziele zu erreichen, den Technologiestandort Österreich nachhaltig abzusichern und die Produkte österreichischer Technologieanbieter langfristig führend am Weltmarkt zu positionieren. Sie bildet die Absichten und Ziele der betroffenen industriellen Stakeholder ab und formuliert diese als Forderungen an politische Verantwortungsträger und forschungsfördernde Stellen.

Die Roadmap behandelt die Optimierung von Raumheizgeräten, Biomassekesseln für Scheitholz, Briketts und Pellets sowie des gesamten Systems entsprechend den Erfordernissen im Jahr 2020. Ebenfalls behandelt wird die langfristige Entwicklung und Demonstration von Technologien zur Erzeugung von Kraft und Wärme aus fester Biomasse auch in kleinem und kleinstem Leistungsbereich.

Nicht behandelt werden Wärme- und Kältenetze und die Langzeit-Energiespeicherung sowie die Erzeugung von Biogas und/oder synthetischem Erdgas aus Biomasse. Ebenfalls nicht Gegenstand des Auftrags sind die Forschungen zur Ertragssteigerung land- und forstwirtschaftlicher Produkte bzw. die Entwicklung und Markteinführung innovativer Energiepflanzen.

5 Zur Einführung

5.1 Bioenergie in Österreich

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Österreich von 1970 bis 2010 sowie des Anteils biogener und aller erneuerbarer Energieträger. Die Nutzung von Biomasse und Abfällen stieg in diesem Zeitraum von unter 50 auf ca. 227 PJ.

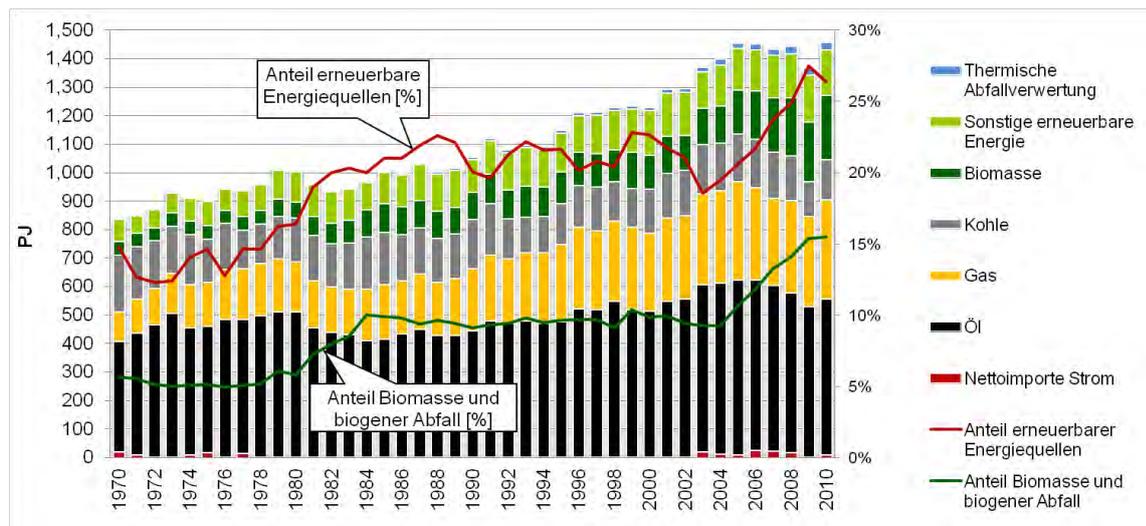


Abbildung 1: Entwicklung des Bruttoinlandsverbrauchs (Primärenergie) von 1970 bis 2010 (biogener Anteil von Abfällen für die Berechnung des Anteils erneuerbarer/biogener Energieträger mit 50 % angenommen);

Quelle: Statistik Austria (2011), eigene Berechnungen und Darstellung (Energy Economics Group, TU Wien)

Abbildung 2 zeigt die Zusammensetzung des Biomasseaufkommens nach Rohstoffarten. Neben Brennholz und Holzabfällen gehen auch Pellets und Briketts sowie Schwarzlauge (Ablauge der Papierindustrie) auf forstliche Ressourcen zurück. Diese machen in Summe etwa 85 % der derzeit energetisch genutzten Biomasse aus. Holzabfall ist die bedeutendste Biomassefraktion. Der Beitrag landwirtschaftlicher Ressourcen (aus Energiepflanzen erzeugte biogene Kraftstoffe, Stroh, Biogas und Biomasse aus „Energiekulturen“) betrug 2010 7 % (Kalt et al., 2011).

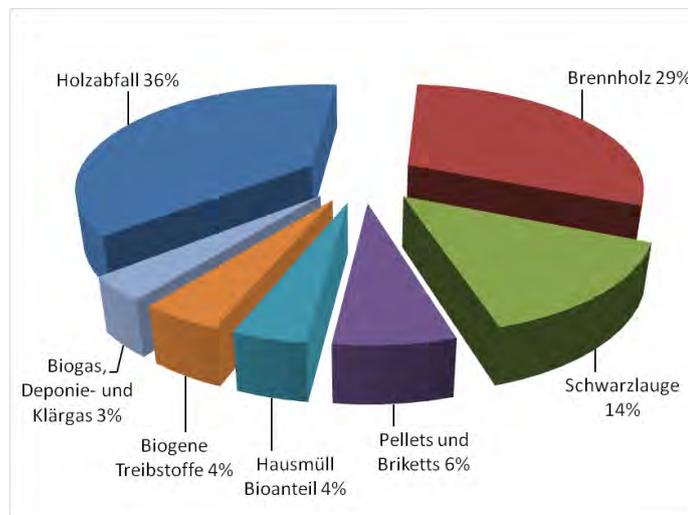


Abbildung 2: Zusammensetzung des Biomasseaufkommens (Bezugsjahr: 2010); Quelle: Statistik Austria (2011), eigene Darstellung (Energy Economics Group, TU Wien)

In Abbildung 3 ist die Entwicklung der erneuerbaren Energieträger im Detail dargestellt. Der Anteil biogener Energieträger am Endenergiebedarf beträgt derzeit knapp 17 % (2010) und beläuft sich damit auf mehr als die Hälfte des Gesamtbeitrags erneuerbarer Energieträger. Die Hauptgründe für die im internationalen Vergleich große Bedeutung von Biomasse liegen im traditionell hohen Anteil im Bereich der Raumwärmeerzeugung, dem Waldreichtum sowie dem Stellenwert der Holz verarbeitenden Industrie. Aufgrund energie- und klimapolitischer Zielsetzungen bzw. der Einführung energiepolitischer Instrumente kam es im letzten Jahrzehnt in der Nutzung biogener Kraftstoffe und Verstromung bzw. Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) zu signifikanten Zuwächsen. Steigende Preise für fossile Brennstoffe sowie Investitionsanreize begünstigten zudem die Entwicklung im Bereich moderner Biomasse-Heizanlagen. Im internationalen Vergleich waren die Zuwächse in der reinen Wärmeerzeugung jedoch eher moderat.

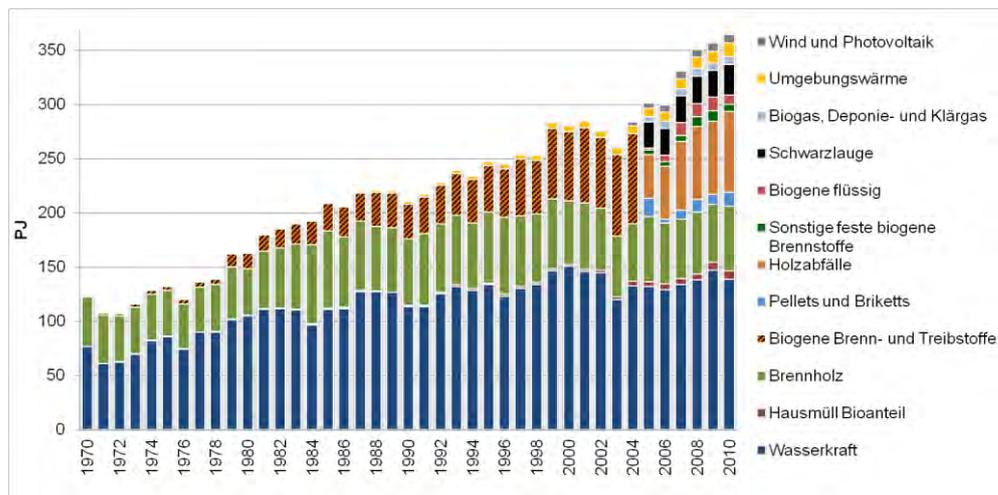


Abbildung 3: Entwicklung Erneuerbarer Energien (Endenergie) von 1970 bis 2010; Quelle: Statistik Austria (2011), eigene Berechnungen und Darstellung (Energy Economics Group, TU Wien)

Neben Biomasse spielt Strom aus Wasserkraft eine zentrale Rolle für die österreichische Energieversorgung. Strom und Wärme aus sonstigen Erneuerbaren (Photovoltaik, Solarthermie, Umgebungswärme, Windenergie etc.) haben derzeit noch geringe Bedeutung. In Summe liegt der Anteil erneuerbarer Energieträger am Endenergieverbrauch bei gut 28 % (2010).

Abbildung 4 zeigt die Struktur des Endenergieverbrauchs nach Sektoren und Energieträgern. Die Darstellung gibt Aufschluss darüber, in welchen Sektoren biogene Energieträger vorwiegend eingesetzt werden, und welche Energieträger in diesen Anwendungsbereichen substituiert werden bzw. werden können. Der Sektor „Raumheizung und Klimaanlage“ umfasst die Niedertemperaturanwendungen in Gebäuden, mit Ausnahme von Warmwasserbereitung. Hier haben neben der traditionell hohen Nutzung von Brennholz andere biogene Energieträger, in erster Linie Pellets und Hackgut, im letzten Jahrzehnt deutlich an Bedeutung gewonnen. Auch im Sektor Dampferzeugung, welcher industrielle und gewerbliche Wärme beinhaltet, spielt Biomasse eine wesentliche Rolle, was hauptsächlich auf die Holz verarbeitenden Industrien (insbesondere Ablauge aus der Papierindustrie) zurückzuführen ist.

Die Kategorie „Industrieöfen“ umfasst neben industriellen und gewerblichen Anlagen verschiedenster Sektoren (vom Bäckereiofen bis zum Hochofen) auch „Warmwasserbereitung und Kochen“, was den (relativ geringen) Beitrag von Brennholz und biogenen Brennstoffen erklärt. Der Sektor „Standmotoren“ enthält alle nicht im den Sektor „Mobilität“ inkludierten Motoren sämtlicher Größenordnungen, von Kleinmotoren im Haushaltsbereich bis zu Großmotoren in industriellen Fertigungsprozessen. Wie auch in der Kategorie „Beleuchtung und EDV“ kommt hier fast ausschließlich elektrische Energie zum Einsatz. „Traktion“ beinhaltet sowohl Straßen- als auch Schienen-, Flug- und Schiffsverkehr. Der Beitrag von biogenen Energieträgern in diesem Sektor geht fast ausschließlich auf die vorgeschriebene Quote für biogene Kraftstoffe (in der Höhe von 5,75 %) zurück.

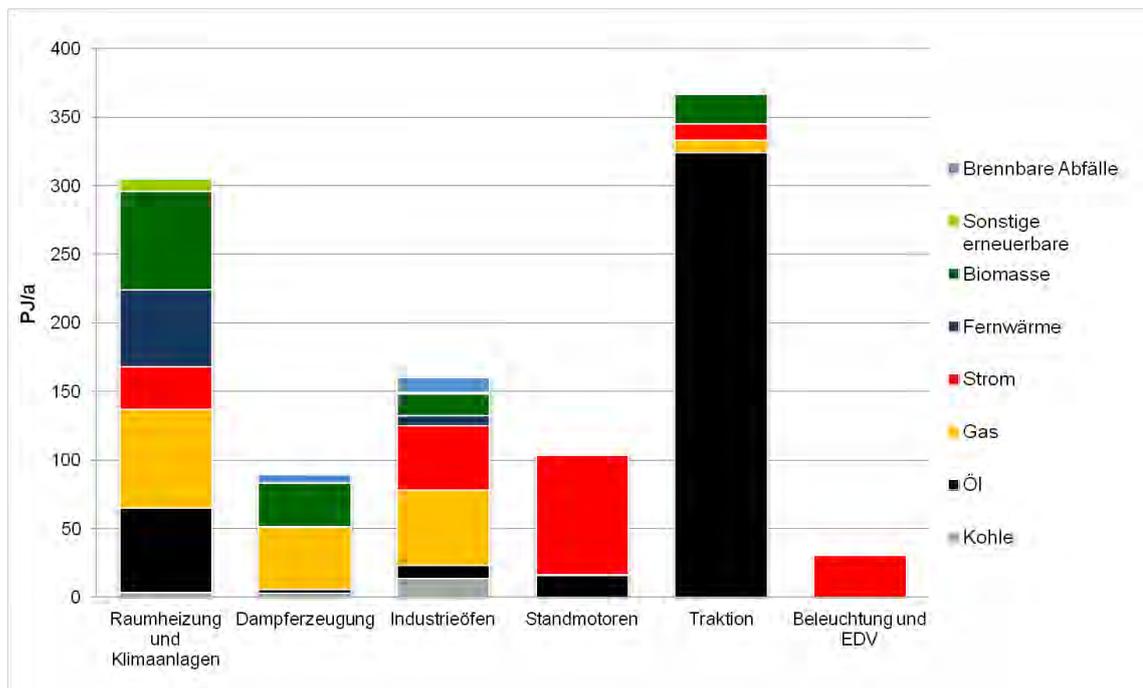


Abbildung 4: Endenergieverbrauch in Österreich nach Energieträgern und Nutzungskategorien im Jahr 2010; Quelle: Statistik Austria (2011), eigene Berechnungen und Darstellung (Energy Economics Group, TU Wien)

Die Wärmeerzeugung stellt trotz relativ hoher Zuwächse bei der Verstromung und der Produktion biogener Kraftstoffe nach wie vor die dominierende energetische Nutzungsform von Biomasse dar. Wie bereits beschrieben, kann der Sektor „Wärme“ in Niedertemperatur- (Raumwärme und Warmwasser) und Hochtemperaturanwendungen (Dampferzeugung und Industrieöfen) unterteilt werden. Biomasse nimmt sowohl im Bereich der Niedertemperatur- als auch bei Dampferzeugung eine bedeutende Stellung ein.

Im Sektor „Raumwärme und Warmwasser“ stellte Biomasse ursprünglich vor allem im ländlichen Raum einen relativ hohen Anteil. Dieser war traditionell durch Einzelöfen geprägt, deren Bedeutung seit den 70er Jahren stetig abnahm. Die historische Entwicklung zeigt, dass dies in den 70er Jahren zu einer Reduktion des Biomasse-Anteils am Sektor „Raumwärme und Warmwasser“ führte. Die Ölkrise führte in den frühen 80er Jahren zu einer raschen Substitution von Öl durch Biomasse und gleichzeitig zur beginnenden verstärkten Marktdurchdringung von Biomasse-Zentralheizungskesseln. Damit stieg der Marktanteil innerhalb von nur vier Jahren von 1980 bis 1984 von 16 % auf 25 %. Mit dem Sinken des Ölpreises erhöhte sich von ca. 1985 bis 2000 der Verbrauch von Erdöl, vor allem aber von Erdgas und – bedingt durch politische Entscheidungen und Komfortansprüche – auch jener der Fernwärme. Gleichzeitig kam es auch zu einem kontinuierlichen Wachstum bei den Biomasse-Fernwärmeanlagen. Vor allem zeigt sich aber, dass der Anstieg des gesamten Energieverbrauchs im Sektor (von 1970 bis 2000 um ca. 65 %) zu einer Stagnation des Biomasse-Anteils bei ca. 23 % führte, obwohl der absolute Verbrauch von Biomasse zur Raumwärmebereitstellung stetig anstieg. Seit dem Beginn dieses

Jahrhunderts zeigt sich, dass der Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser stagniert bzw. leicht rückläufig ist. Dies deutet darauf hin, dass die thermischen Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand sowie strengere energetische Standards für den Neubau tatsächlich greifen und zu einer Reduktion des Energieverbrauchs führen. Zusammen mit dem starken Anstieg der installierten Kessel sowie des thermischen Outputs von KWK-Anlagen stieg der Anteil der Biomasse innerhalb von nur vier Jahren von 2004 bis 2008 von 22 % auf 30 %.

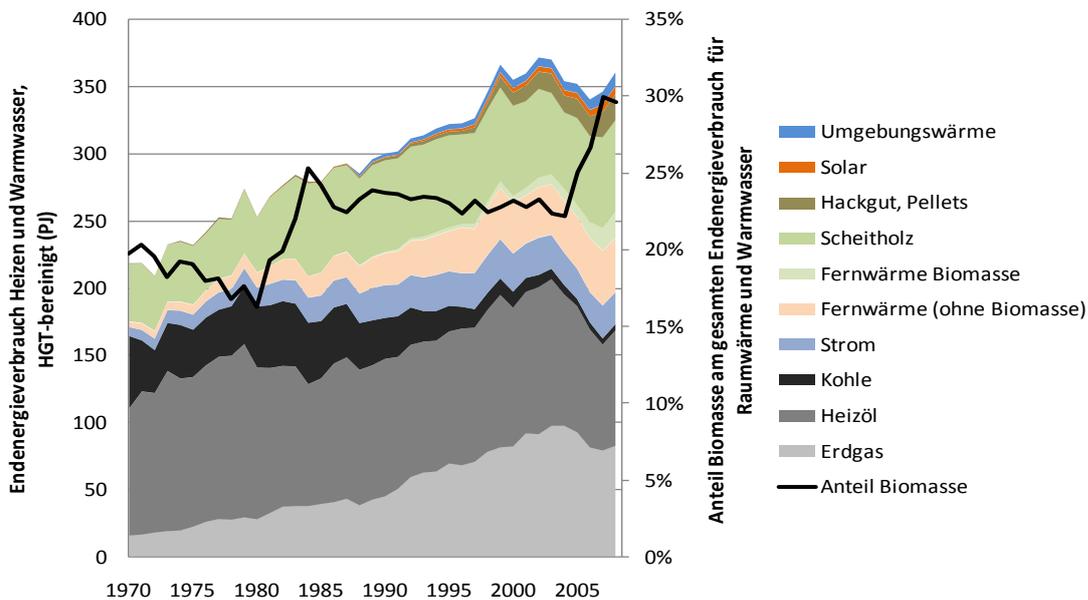


Abbildung 5: Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser in Österreich nach Energieträgern von 1970-2008; Quelle: Statistik Austria (2010), eigene Berechnungen und Darstellung (Energy Economics Group, TU Wien)

Was aus der in Abbildung 5 dargestellten Einteilung des Energieverbrauchs nicht hervorgeht, ist die Struktur der Fernwärmeerzeugung. Abbildung 6 zeigt deren Entwicklung, aufgeschlüsselt nach Energieträgern und Anlagentypen (Heizwerke/KWK-Anlagen). Während bei KWK der Großteil auf fossile Energieträger – in erster Linie Erdgas – zurückgeht, beträgt der Anteil von Biomasse bei Fernwärme aus Heizwerken derzeit über 50 %. Im Gegensatz zum Sektor „Raumwärme“, wo es insbesondere in den 80er Jahren zu einer raschen Diffusion von Biomassesystemen kam, war bei Nah-/Fernwärmesystemen ein deutlicher Trend zu Biomasse erst gegen Ende der 80er Jahre zu verzeichnen. In Summe ist der Anteil biogener Energieträger und Abfälle an der Fernwärmeversorgung von ca. 10 % im Jahr 1990 auf über 40 % (2010) gestiegen. Diese Entwicklung geht nicht zuletzt auf Investitionszuschüsse, die zum einen von den Bundesländern und zum anderen vom Landwirtschaftsministerium vergeben wurden, zurück. Seit dem Jahr 2000 sind im Bereich der Biomasse-Heizwerke deutlich

geringere Wachstumsraten zu verzeichnen. Durch die Einführung von Qualitätsmanagement wurde jedoch eine deutliche Verbesserung gegenüber den in den 90er Jahren installierten Anlagen erreicht, die zum Teil Mängel hinsichtlich Dimensionierung, Netzbelegung etc. aufweisen.

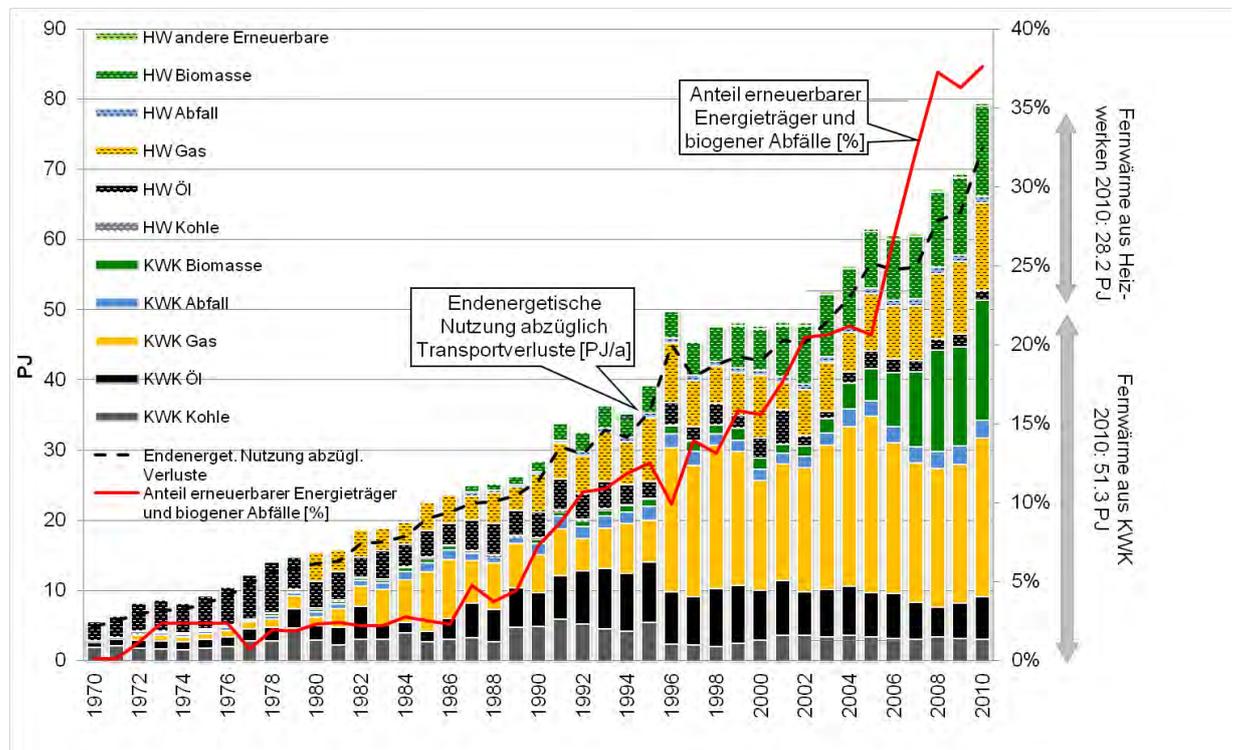


Abbildung 6: Entwicklung der österreichischen Fernwärmeversorgung (Endenergie) von 1970 bis 2010; Quelle: Statistik Austria (2011), eigene Berechnungen und Darstellung (Energy Economics Group, TU Wien)

5.2 Industrie- und energiepolitischer Rahmen

Die FTI-Roadmap „BioHeating and Cooling“ kann als Baustein der österreichischen Energieforschungspolitik für die Zeit bis 2020 gesehen werden und berücksichtigt die vom Rat für Forschung und Technologieentwicklung vorgelegte Energieforschungsstrategie. Diese versteht die Energieforschung als Instrument zur Erreichung einer nachhaltigen Energieversorgung und baut auf bestehende Strategien und Politiken in den Bereichen Umwelt, Klima und Energie auf.

Um bis 2050 die Erwärmung der Erde um 2°C zu begrenzen, müssen die Industrieländer ihre THG-Emissionen um 80 bis 95 % gegenüber dem Niveau von 1990 senken. Für Österreich bedeutet dies, die Effizienz dramatisch zu steigern und erneuerbare Energie konsequent auszubauen. Die österreichische Energieforschungsstrategie ist vor dem Hintergrund europäischer Verpflichtungen zu sehen. Bis 2020 sind der Anteil erneuerbare Energie auf 34 %

anzuheben, die Treibhausgasemissionen um 16 % zu senken und 10 % des Energiebedarfs für die Mobilität durch erneuerbare Energie zu decken. Bereits bis 2016 muss die Energieeffizienz um 9 % gesteigert werden.

Allgemein zielt die FTI-Politik darauf, Österreich zum „Innovation Leader“ zu machen und den Wirtschaftsstandort durch Technologiekompetenz und Marktführerschaft zu stärken. Stärken sollten ausgebaut, neue Zukunftsfelder besetzt werden. Die Energieforschungsstrategie geht von einem innovationsseitigen Umbau des Energiesystems aus. Das Hauptaugenmerk liegt auf Steigerung der Energieeffizienz. Dies schafft die Voraussetzung, einen großen Teil des Energiebedarfs aus erneuerbaren Ressourcen abzudecken. Die wesentlichen Ziele der Energiepolitik – Versorgungssicherheit, Umweltverträglichkeit, Leistbarkeit – sind ebenfalls berücksichtigt.

Neue Energietechnologien können wesentlich zur Konjunkturbelebung und Sicherung von Arbeitsplätzen beitragen. Die Strategie empfiehlt die Fokussierung auf Schlüsseltechnologien und Technologien mit hohen zukünftigen Marktchancen. Die Integration von innovativen Komponenten zu intelligenten Gesamtsystemen muss vermehrt zum Einsatz gebracht werden. Gleichzeitig sollen Spielräume für radikale Innovationen geschaffen werden.

Zur Erreichung der energiepolitischen Ziele und zur effizienten Nutzung beschränkter finanzieller Mittel empfiehlt die Strategie die Bündelung in Forschungsfelder:

- Netto-Nullenergie-Gebäude und Siedlungsstrukturen,
- intelligente Energiesysteme (Distributed generation, Smart Grids, Energiespeicher, Endverbrauchstechnologien),
- Energieeffizienz und erneuerbare Energien in Industrie und Gewerbe,
- „Biobased Industry“ und
- Low-Carbon-Technologien in der Mobilität.

Für einen Erfolg sind mehrjährige Maßnahmen wie z. B. Grundlagenarbeiten, kooperative Projekte, Begleitmaßnahmen, internationale Vernetzung, Unterstützung bei Demonstrationsprojekten und bei der Marktüberleitung erforderlich. Als konkrete Themen mit dem Umsetzungshorizont 2020 werden genannt: solare Kühlung und Prozesswärme, Photovoltaik, biogene Brenn- und Treibstoffe, Smart Grids, Passiv-/Plus-Energie-Haus und Integration von Haustechniksystemen.

Zur gesellschaftlichen Akzeptanz der Energiewende sind strategische Forschungen, soziale und strukturelle Innovationen, Strategien zur Überwindung hemmender Faktoren sowie techno-ökonomische Analysen und das Monitoring der Zielerreichung unerlässlich.

Der Umbau des Energiesystems vom Verbrauch fossiler Energie hin zu einer ökonomischen, ökologischen und sozial verträglichen und leistbaren Energiewirtschaft ist eine enorme Herausforderung an Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft. Die Dauer für die

technologische Entwicklung ist lang und die Verdrängung bestehender Systeme dauert noch länger.

Die Kosten für die erforderlichen technischen Entwicklungen sind hoch, die Kosten für die Verdrängung etablierter Technologien sind um Größenordnungen höher. Sie wachsen bei jedem Schritt von der Idee bis zur Marktüberführung exponentiell. Der mit öffentlichen Mitteln geförderte Anteil hingegen sinkt mit fortschreitender Marktnähe. Im Wettbewerb mit den hoch entwickelten klassischen Technologien steigt die Herausforderung an die meist jungen Unternehmen der Erneuerbare-Energie-Branche.

Die Energieforschungsstrategie des Rates für Forschung und Technologieentwicklung weist auf die Bedeutung eines durchgängigen Förderportfolios von der Grundlagenforschung bis zur Marktüberleitung hin. Kritisch für anspruchsvolle Innovationen ist die Phase, in der die Marktkräfte noch nicht ausreichen, um mit neuen Produkten im Wettbewerb mit hoch entwickelten, auf fossilen Rohstoffen basierten Technologien erfolgreich zu konkurrieren. Etablierte Industriebetriebe beschränken sich auf inkrementelle Verbesserungen und scheuen das Risiko radikaler Innovationen. Jungen, innovativen Unternehmen hingegen fehlen die Mittel, den Weg vom Prototypen bzw. der Pilotanlage zu Großserienprodukten oder wettbewerbsfähigen industriellen Anlagen zu beschreiten. Diese Phase wird als „Tal des Todes“ bezeichnet. Abbildung 7 zeigt die Forschungsförderung entlang der Zeitachse.

Sondierung	Grundlagenforschung	Vorwettbewerbliche Forschung	Experimentelle Entwicklung	Demonstration <i>Tal des Todes</i>
Stimulierung	Forschung – Technologieentwicklung - Innovation			Technologietransfer
← Begleitforschung →				

Abbildung 7: Forschungsförderung entlang der Zeitachse (Quelle: FFG)

Maßnahmen zur Überwindung des „Tal des Todes“ sind auf der „Technology Push“-Seite mehr Mittel für die Demonstration, wissenschaftlich begleitete Breitentests, F&E-Mittel für den Schritt zur Serienfertigung, die Erleichterung des Zugangs zu Venture Capital und die Unterstützung durch Innovation Coaches. Der „Market Pull“ erfordert einen innovationsfreundlichen Rahmen und kann z. B. durch Maßnahmen wie Public Procurement oder die Konzentration auf Marktnischen unterstützt werden. Mechanismen zur Marktüberleitung wie die Förderung des investiven Anteils von Demonstrationsanlagen, die Förderung von Breitentests, Förderrichtlinien und Budgets für investive Anteile bei Demoanlagen bzw. die Unterstützung des Schritts von der Einzel- zur Serienfertigung und allgemein bessere Rahmenbedingungen für den Markteintritt sind erst zu schaffen.

Auf europäischer Ebene existiert eine Reihe an Richtlinien, die für Biomasse-Wärme von Relevanz sind. Die Richtlinie 2009/28/EC zur Förderung erneuerbarer Energie sieht für jeden Mitgliedstaat Zielwerte für den Einsatz erneuerbarer Energie bis zum Jahr 2020 vor. Die

Mitgliedstaaten hatten nationale Aktionspläne für erneuerbare Energie zu erstellen, die eine Aufteilung dieser Zielsetzung auf die Sektoren Wärme, Strom und Verkehr bzw. nach einzelnen erneuerbaren Energietechnologien vornehmen. Gemäß dieser Richtlinie muss Österreich bis 2020 34 % des Energiebedarfs aus erneuerbaren Quellen decken. Der Nationale Aktionsplan Erneuerbare Energie nennt konkrete Einsparungsziele: 22 % beim Verkehr, 6 % bei der Elektrizität, 12 % bei Wärme und Kälte, 6 % beim Strom. Zielwerte bei der erneuerbaren Energie sind + 28 PJ Elektrizität (Wasser, Wind, Sonnen- und Bioenergien), + 24 PJ Wärme und Kälte (Sonnen- und Bioenergien) und + 8 PJ biogene Treibstoffe. Nach Technologien ergibt das folgende Aufteilung: 51 % biogene Energie, 41,2 % Wasserkraft, 4,5 % Wind und 0,3 % Photovoltaik. (bmwfj, 2010) Darüber hinaus fordert die Richtlinie in Artikel 13(4) die Mitgliedstaaten auf, bis spätestens Ende 2014 Maßnahmen zu setzen, die den Einsatz erneuerbarer Wärme in Neubauten und bei umfassender Sanierung verpflichtend vorschreiben.

Ferner von Relevanz ist die Gebäuderichtlinie (Neuaufgabe, 2010/31/EU). Die Definition von „Niedrigstenergiegebäuden“, die im Neubau ab Ende 2020 bzw. bei öffentlichen Gebäuden 2018 verpflichtend ist, sieht nicht nur einen Energieverbrauch vor, der „fast bei Null“ zu liegen hat, sondern auch, dass dieser zu „einem ganz wesentlichen Teil“ aus erneuerbaren Quellen zu decken ist.

Die Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004 über die Förderung einer am Nutzwärmebedarf orientierten Kraft-Wärme-Kopplung im Energiebinnenmarkt (2004/8/EG) ist für die weitere Entwicklung von KWK-Anlagen (unter anderem auch von Biomasse-KWK) von Relevanz. Konkret führt diese dazu aus:

Das Potenzial der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) als Mittel zur Energieeinsparung wird derzeit in der Gemeinschaft nicht voll genutzt. Die Förderung einer am Nutzwärmebedarf orientierten, hocheffizienten KWK ist eine Priorität der Gemeinschaft angesichts des potenziellen Nutzens der KWK für die Einsparung von Primärenergie, die Vermeidung von Netzwerkverlusten und die Verringerung von Emissionen, insbesondere von Treibhausgasemissionen. Ferner kann eine effiziente Nutzung der in KWK produzierten Energie auch zur Energieversorgungssicherheit und Wettbewerbsfähigkeit der Europäischen Union und ihrer Mitgliedstaaten beitragen. Daher ist es notwendig, Maßnahmen für eine bessere Ausschöpfung dieses Potenzials im Rahmen des Energiebinnenmarktes zu ergreifen.

Der Vorschlag für eine Richtlinie zur Energieeffizienz (Kom 2011 370) sieht ebenfalls Maßnahmen zur Förderung der Kraft-Wärmekopplung vor.

5.3 Volkswirtschaftliche Effekte

Die Erreichung politischer Ziele erfordert geeignete Instrumente. Die Förderung Erneuerbarer Energie im Allgemeinen und von Biomasse im Speziellen ist per se keine Maßnahme der Wirtschafts- oder Arbeitsmarktpolitik. Vielmehr geht es darum, die Wende zu einem erneuerbaren Energiesystem zu erreichen. Allerdings konnte, beispielsweise in Kranzl et al

(2011a), gezeigt werden, dass Bioenergie zu positiven Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten führen kann (und dies in den vergangenen Jahren in Österreich auch der Fall war).¹ Das liegt im Wesentlichen darin begründet, dass der Einsatz von Biomasse zum Großteil mit der Substitution von Energieimporten mit geringer Beschäftigungsintensität durch regional verfügbare Rohstoffe mit relativ hoher Beschäftigungsintensität verbunden ist.

Wenn die Bioenergie-Nutzung deutlich teurer als das Referenz-System ist, und überdies relativ teure Biomasse-Rohstoffe importiert werden müssen, kann dies auch zu negativen Effekten führen. Umgekehrt führen Biomasse-Importe dann auch zu positiven gesamtwirtschaftlichen Effekten, wenn vergleichsweise günstige Ressourcen eingeführt werden, daraus ökonomisch wettbewerbsfähige Energiedienstleistungen bereitgestellt werden und eine geringe Preiskopplung dieser Ressourcen zu fossilen Energiepreisen vorliegt.

Im Vergleich verschiedener Bioenergiesysteme zeigt sich, dass die Bereitstellung von Raumwärme mit Biomasse besonders günstige gesamtwirtschaftliche Bedingungen aufweist. Erstens sind Biomasse-Heizsysteme zum Teil wirtschaftlich sehr günstig. Insbesondere Scheitholz-Kessel weisen sehr geringe Kosten im Vergleich zu anderen Heizsystemen auf. Der große Bestand an Scheitholz-Kesseln in Österreich führt damit zu hohen positiven privaten Budgeteffekten (d. h. die Haushalte haben die Möglichkeit, eingesparte Heizkosten anderweitig zu verwenden). Zweitens war in den vergangenen Jahren insbesondere am Pelletkessel- und -ofenmarkt eine Dynamik zu beobachten, die zu substanziellen Investitionseffekten geführt hat.

Damit trugen Biomasse-Heizsysteme im Jahr 2009 insgesamt etwa 1,2 Mrd. Euro an Wertschöpfung sowie etwa 25.000 Beschäftigte (Vollzeitäquivalent) an Netto-Effekten (d. h. nach Abzug von Dämpfungseffekten wie Substitution und privaten sowie öffentlichen Budgeteffekten) bei. (Biermayr et al., 2010)

Unstetigkeiten am österreichischen Inlandsmarkt wurden von den Unternehmen zum Teil durch verstärkte Exportaktivitäten ausgeglichen, wobei hierfür die Datenlage unzuverlässiger als für den Inlandsmarkt ist. Diese Exportaktivitäten nehmen hinsichtlich der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte eine nicht zu vernachlässigende Rolle ein. Die Voraussetzung für derart starke Exportaktivitäten ist neben der Nachfrageentwicklung und den Rahmenbedingungen in anderen Regionen allerdings vor allem mittel- bis langfristig auch von stabilen Rahmenbedingungen am Heimmarkt abhängig. Auch Forschung und Technologieentwicklung spielen dabei eine zentrale Rolle. Nur so kann sichergestellt werden, dass Unternehmen nicht nur geänderten technologischen Gegebenheiten und Anforderungen gewachsen sind, sondern auch aktiv international Impulse zur technologischen Entwicklung der jeweiligen Bioenergie-Systeme setzen können.

¹ Inwiefern eine Steigerung von Wertschöpfung und Beschäftigung in materiell reichen Gesellschaften tatsächlich zu höherem Wohlstand führt, ist dabei durchaus auch zu hinterfragen.

5.4 Die Europäische Technologieplattform „Renewable Heating & Cooling“

5.4.1 Ziele und Aufgaben

Die politischen Ziele der Technologieplattformen können wie folgt zusammengefasst werden:

- Unterstützung der Entwicklung und Umsetzung von Schlüsseltechnologien in Europa, die zur Lösung wesentlicher ökonomischer und sozialer Herausforderungen beitragen,
- Definition einer Europäischen Vision, einer Strategischen Forschungsagenda zur Technologieentwicklung und einer Agenda zur Umsetzung der entwickelten Technologien und
- Erhöhung des Anteils an privat finanzierter Forschung durch die Annäherung und Vernetzung von Industrie und Forschung und durch die Verbesserung von Marktchancen für innovative Produkte.

Die methodische Vorgangsweise zur Erstellung von Visionsdokument, Strategischer Forschungsagenda und der Umsetzung der Strategischen Forschungsagenda ist in der folgenden Abbildung dargestellt.



Abbildung 8: Methodische Vorgangsweise; Quelle: ETP RHC

5.4.2 Hintergrund

Fast 50 % des europäischen Endenergieverbrauchs wird für die Bereitstellung von Raumwärme, Warmwasser und Wärme für industrielle Zwecke aufgewendet. Der überwiegende Teil dieser Energie wird durch den Einsatz von fossilen Energieträgern aufgebracht. Die Wärmebereitstellung trägt dadurch auch maßgeblich zur Emission von Treibhausgasen bei.

Die Europäische Kommission hat zurecht erkannt,

- dass der Wärme- (und Kälte-) Sektor eine enorme Bedeutung innerhalb des Energiesektors hat, um Importabhängigkeiten und Treibhausgasemissionen zu senken und
- dass in keinem anderen Bereich der Energiewirtschaft Erneuerbare Energien so beträchtliche technische Potenziale bei gleichzeitiger wirtschaftlicher Wettbewerbsfähigkeit aufweisen.

Im von der Europäischen Kommission vorgeschlagenen European Strategic Energy Technology (SET) Plan wird daher die bedeutende Rolle Erneuerbarer Energieträger für Heizen und Kühlen als Teil der europäischen Strategie zur Verbesserung der Versorgungssicherheit mit Energie und zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der verbundenen Industriezweige hervorgehoben. Die Europäische Kommission hat daher auch die Gründung der Europäischen Technologieplattform zum Heizen und Kühlen mit Erneuerbaren Energien (European Technology Platform on Renewable Heating & Cooling (ETP-RHC)) initiiert und unterstützt.

Die ETP-RHC versammelt industrielle, wissenschaftliche und institutionelle Stakeholder aus den Bereichen Biomasse, Geothermie und Solarthermie. Gemeinsam werden die Strategien zur Erhöhung der Nutzung Erneuerbarer Energie zum Heizen und Kühlen entwickelt. Die ETP-RHC fußt auf den Erfahrungen der Europäischen Solarthermie Technologieplattform (European Solar Thermal Technology Platform - ESTTP), die heute Teil der ETP-RHC ist. Koordiniert wird die Arbeit der ETP-RHC von den vier europäischen Verbänden EUREC, AEBIOM, EGEC und ESTIF.

5.4.3 Struktur

Die ETP-RHC wird von EUREC geleitet. Die Europäische Kommission finanziert die Arbeiten zur Koordination der Plattform im Rahmen des FP7-Projekts „Support to the activities of the European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling“.

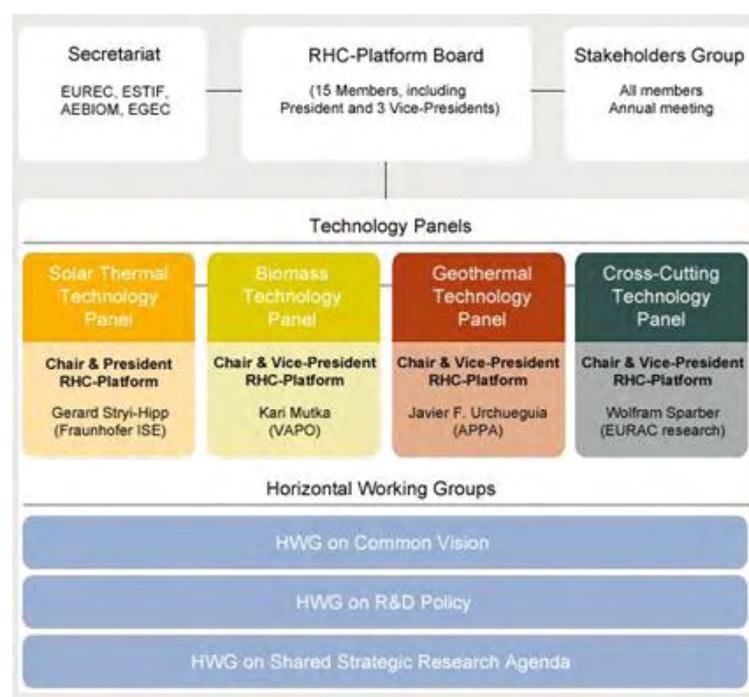


Abbildung 9: Struktur der ETP-RHC

Wie man in Abbildung 9 erkennen kann, besteht die ETP-RHC aus 4 Panels (Solarthermie, Biomasse, Geothermie und Cross-Cutting). Für spezifische Aufgaben werden Horizontal Working Groups eingerichtet.

5.4.4 Status der Arbeiten

Die ETP-RHC wurde im Jahr 2008 von der Europäischen Kommission offiziell als Europäische Technologieplattform anerkannt. Im Jahr 2011 wurde das Visionsdokument der ETP-RHC präsentiert. Parallel dazu wurde von den einzelnen Panels an den sektorspezifischen Strategischen Forschungsagenden gearbeitet. Diese wurden – entgegen dem ausdrücklichen Wunsch der Europäischen Kommission – als sektorspezifische Strategische Forschungsagenden im Rahmen der Annual Conference Renewable Heating & Cooling im April 2012 in Kopenhagen präsentiert. Aktuell wird in der *Horizontal Working Group on the Shared Strategic Research Agenda* an der gemeinsamen Strategischen Forschungsagenda (SRA) der ETP-RHC gearbeitet. Ihre Fertigstellung ist für September 2012 geplant. Bis zum März 2013 soll die Agenda zur Implementierung der SRA erstellt werden.

6 Wärme aus Biomasse in österreichischen Gebäuden

Welche Perspektiven ergeben sich für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser durch Biomasse in den kommenden Jahrzehnten? Was sind die entscheidenden Treiber und wie sind diese Perspektiven durch die Verbesserung der thermischen Gebäudequalität sowie dem steigenden Anteil anderer erneuerbarer Heizsysteme geprägt?

Um diese Fragen zu diskutieren wird im folgenden ein Szenario der Entwicklung des österreichischen Gebäudebestands und der Rolle biogener Heizsysteme beschrieben.

6.1 Methodik und Szenarienauswahl

Methodisch wurde dabei folgendermaßen vorgegangen: Vorerst wurden eine Reihe bestehender Studien und die dort entwickelten Szenarien detailliert analysiert. Alle diese Szenarien sind insofern konsistent, als sie auf der Anwendung des Modells ERNSTL/EE-Lab basieren.²

Aus einem Szenariofächer von vier verschiedenen Projekten wurden einige konkrete Szenarien ausgewählt und gegenüber gestellt. Bei den vier Projekten handelt es sich um „Heizen 2050 – Bereitstellung von Wärme- und Klimatisierungsdienstleistungen im österreichischen Wohn- und Dienstleistungsgebäudebestand“ (Müller et al., 2010), „Eisern – Strategien für Energietechnologie-Investitionen und langfristige Anforderung zur Emissionsreduktion“ (Redl et al 2011), „RES-H policy – Bewertung von Effizienz und Wirtschaftlichkeit ausgewählter Förderinstrumente für Österreich (Kranzl, Müller, et al., 2010)“ sowie „MonMech – Energieszenarien bis 2050: Wärmebedarf für Kleinverbraucher“ (Kranzl et al., 2011), welche sich alle im Kern oder teilweise mit der Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung im österreichischen Gebäudesektor beschäftigen.

Aus diesem Szenariofächer wurden sechs repräsentative Szenarien ausgewählt, die vergleichend gegenübergestellt wurden. Es handelt sich hier um drei Szenarien aus dem Projekt „Heizen 2050“ sowie jeweils ein Szenario aus den anderen drei Projekten. Im Folgenden soll kurz auf die entscheidenden Grundannahmen der Szenarien eingegangen werden:

- Heizen 2050 – Szenario 2d Energiepreise: Es wird von relativ stark steigenden Energiepreisen ausgegangen (Details s. Müller et al 2010). Das Präfix „2“ definiert einen sehr ambitionierten Pfad der restlichen Modellgrundannahmen bezüglich energiepolitischer Instrumente.

² Der Basialgorithmus des Softwaretools ERNSTL wurde von Schriefl (2007) im Zuge seiner Dissertation entwickelt. Mit ERNSTL lassen sich Szenarien des Energiebedarfes ermitteln und die Auswirkungen von Förderinstrumenten abschätzen. Im vorliegenden Projekt wurde die verbesserte Version ERNSTL/LEE-Lab verwendet.

- Heizen 2050 – Szenario 2e Kombi: Es wird von der Implementierung einer für die im Projekt involvierten Institutionen sinnvollen und ambitioniert realistischen Kombination von energiepolitischen Instrumenten ausgegangen. Auch hier sind die Modellgrundannahmen als sehr ambitioniert anzusehen.
- Heizen 2050 – Szenario 1c hohe CO₂-Steuer: In diesem Szenario orientieren sich alle politischen Instrumente an einer hohen CO₂-Steuer (200 bzw. 300 €/t CO₂).
- Eisern – Szenario Early Renovation: Die Modellgrundannahmen wurden in diesem Szenario so gewählt, dass eine Deckelung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre auf 450 ppm ermöglicht wird (entspricht dem „2-Prozent-Ziel“). In diesem Projekt wurden auch Emissionen in anderen Energiesektoren modelliert, d. h. es fließen u.a. energetische Biomasse-Nutzung in anderen Sektoren, Angaben zur Siedlungsstruktur, CO₂-Steuern von 100 Euro, steigende Energiepreise und ein schneller Anstieg von Renovierungsmaßnahmen im Gebäudebereich mit ein. Darüber hinaus kommt es zu einem starken Anstieg der Nutzung von Solarthermie. Wie im Projekt Heizen 2050 wurde auch hier der Zeitraum bis 2050 untersucht.
- RES-H Policy – Szenario inv hp („Investitionsförderungen Hochpreis“): Es werden Investitionsförderungen für erneuerbare Wärme im Gebäude- und Industriesektor implementiert. Es wird von einem Anstieg der fossilen Energiepreise um etwa 120 % bis zum Jahr 2030 ausgegangen (Endverbraucherpreise, Basisjahr 2009).
- MonMech – Szenario WM („with measures“): Dieses Szenario berücksichtigt Fördermaßnahmen die bereits implementiert sind, die fossilen Energiepreise steigen bis zum Jahr 2030 um etwa 50 % (Endverbraucherpreise, Basisjahr 2009).

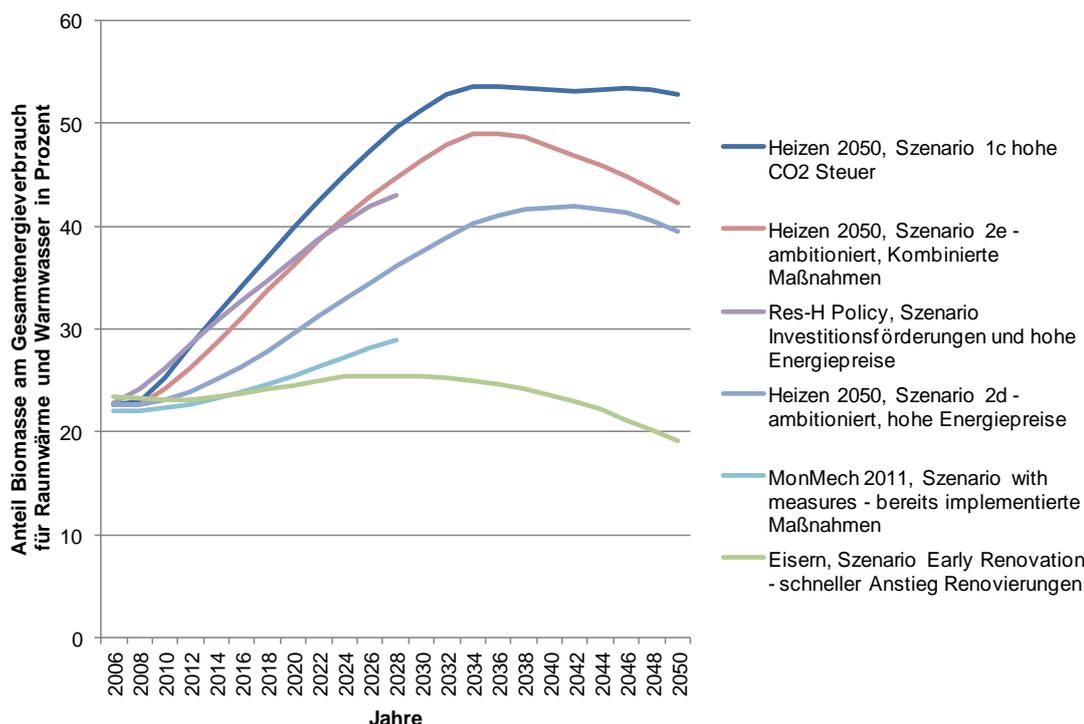


Abbildung 10: Anteil der Biomasse am Gesamtenergieverbrauch im Sektor Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in den ausgewählten Szenarien (ohne Biomasse-Anteile in großen Fernwärmenetzen)

In Abbildung 10 ist der Anteil der Biomasse am Gesamtenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich zu sehen. Während die Projekte „MonMech2011“ und „RES-H Policy“ die Periode bis 2030 untersuchen, läuft der Betrachtungszeitraum der anderen Projekte bis zum Jahr 2050. In den meisten Szenarien steigt der Anteil der Biomasse über die Zeit stark an. Allerdings ist nach 2030 bei allen Szenarien ein Abflachen bzw. Absinken zu beobachten. Dies ist vor allem auf die Steigung der Anteile der Solarthermie und der Umgebungswärme zurückzuführen, wie später noch erläutert wird.

Ein entscheidender Treiber für die Perspektive verschiedener Heizsysteme ist die Reduktion des Energieverbrauchs für Raumwärme aufgrund steigender thermischer Sanierungsmaßnahmen sowie effizienten Neubaus. Abbildung 11 zeigt die Entwicklung des Gesamtenergieverbrauches für Raumwärme und Warmwasser in den ausgewählten Szenarien. Es zeigt sich, dass die Szenarien in einer teils sehr starken Senkung des Gesamtenergieverbrauches resultieren. Die Resultate von Eisern und Heizen 2050 ergeben etwa eine Halbierung des Gesamtenergieverbrauches bis zum Jahr 2050 im Vergleich zum Basisjahr 2010. Ein genauerer Blick auf die Möglichkeiten und Grenzen thermischer Gebäudesanierungsmaßnahmen (vgl. Müller et al., 2011) zeigt, dass mit dem frühzeitigen Ergreifen ambitionierter, hoch-qualitativer Sanierungsmaßnahmen auch noch weitergehende Verbrauchsreduktionen möglich wären.

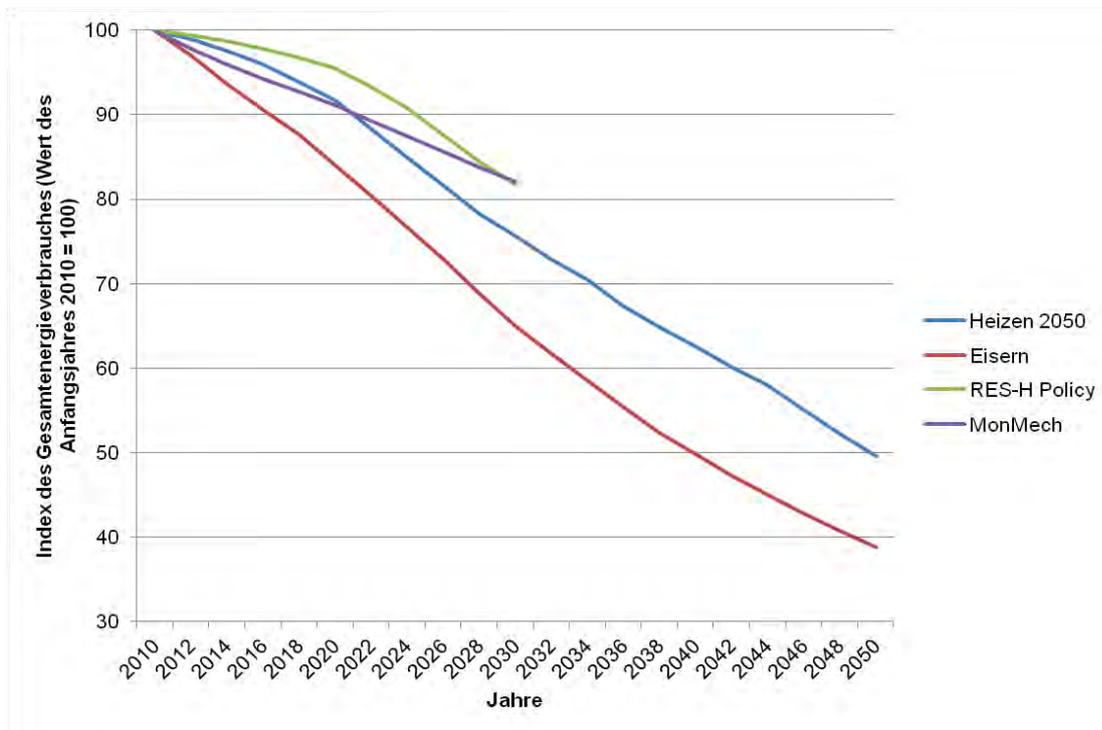


Abbildung 11: Indexierte Entwicklung des Gesamtenergieverbrauches für Raumwärme und Warmwasser in den ausgewählten Szenarien (Müller et al 2010, Redl et al 2011, Kranzl et al 2010, Kranzl et al 2011)

Als Roadmap-Szenario wurde das Szenario „2e Kombi“ aus dem Projekt Heizen 2050 ausgewählt (Müller et al., 2010). Dieses Szenario ist durch folgende Rahmenbedingungen gekennzeichnet:

- Weiterführung und Intensivierung von Informations- und Schulungsmaßnahmen,
- Weiterführung und Intensivierung von Forschung und Technologieentwicklung,
- Einsatzpflicht für Heizungssysteme mit nachhaltigen Energieträger: Die Einsatzpflicht garantiert eine hohe Marktdurchdringung unabhängig von den Präferenzen der einzelnen Investoren und verhindert bzw. reduziert allzu große Free Rider Effekte.
- Ausgabenseitige Politikinstrumente: Die Investition in erneuerbare Heizsysteme werden gefördert. Damit wird eine höhere Akzeptanz des Gesamtpaketes erreicht und soziale Härtefälle werden abgedeckt. Konkret wurden Investitionszuschüsse je nach Technologie zwischen 10 % (für Scheitholzkessel) und 35 % (für Biomasse in Wärmenetzen) implementiert.
- Einnahmenseitige Politikinstrumente: Im Sinne der Budgetneutralität der Maßnahmenpakete sind in dem Szenario auch einnahmenseitige Maßnahmen vorgesehen. Die CO₂-Steuer beträgt in dem Szenario etwa 65 €/t CO₂ (2020), 105 €/t CO₂ (2030) und 125 €/tCO₂ (2050).
- Moderater Energiepreisanstieg: Es wurden moderate Energiepreissteigerungen (Endverbraucherpreise steigen von 2010 bis 2050 um knapp 70 %) unterstellt. Bis 2030

steigt der Energiepreis auf etwa 160 \$/bbl (bei Annahme eines konstanten Euro-Dollar-Wechselkurses). Es soll damit nicht der Eindruck erweckt werden, dass nicht auch deutlich stärkere Energiepreisanstiege als möglich oder wahrscheinlich angesehen werden sollten. Insofern stellt das Szenario ein konservatives Grundscenario dar, das auch im Fall niedriger Energiepreise erreichbar ist. Im Fall höherer Energiepreise könnte der Einfluss der öffentlichen Hand deutlich geringer sein.

- Ausgewogenheit der Förderung verschiedener erneuerbarer Heizsysteme: Im Projekt „Heizen 2050“ wurden sämtliche Technologien zur Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung untersucht (mit einem Fokus auf die erneuerbaren Systeme Biomasse, Solarthermie, Wärmepumpe). Das Maßnahmenbündel wurde vom Projektkonsortium für alle Technologien als ambitioniert-realistisch eingestuft. Das Szenario stellt damit kein reines Biomasse-Wärme-Szenario dar, sondern zeigt die verschiedenen erneuerbaren Heizsysteme in einem integrierten Bild. Dadurch ist es auch möglich, die Wechselwirkungen zwischen den Technologien zu berücksichtigen.

Die Anteile, die die unterschiedlichen Maßnahmen beitragen, sind in dem Szenario davon abhängig, ob es sich beim betrachteten Objekt um Neubau oder Gebäudebestand handelt. Im Neubau stellt die Einsatzpflicht – eventuell gekoppelt an die Wohnbauförderung – das Hauptinstrument dar. Ausgabenseitige Instrumente spielen eine begleitende Rolle. Im Gegensatz dazu lassen sich beim Gebäudebestand strenge Einsatzpflichten realpolitisch kaum umsetzen, sofern diese nicht auch mit entsprechenden ausgabenseitigen Instrumenten verknüpft werden. Dennoch sind auch hier – sofern ambitionierte Ziele erreicht werden sollten – ordnungspolitische Instrumente in dem Szenario implementiert.

Im Folgenden wird dieses Szenario 2e-Kombi aus dem Projekt „Heizen 2050“ als das Roadmap-Szenario „Bioheating“ bezeichnet.

6.2 Roadmap-Szenario „Bioheating“

Am Anfang jeder Roadmap erneuerbarer Heizsysteme ist die Entwicklung des Energieverbrauchs und der entsprechenden Effizienz-Maßnahmen zu finden. Die Entwicklung der Gebäudesanierung in Österreich bis zum Jahr 2050 gemäß dem Roadmap-Szenario „Bioheating“ ist in Abbildung 12 dargestellt. Der methodische Hintergrund der Berechnung ist im Anhang erläutert. Die Abbildung zeigt die Entwicklung der Sanierung nach Bauperioden und einer groben Kategorisierung der Gebäude in Wohngebäude und Nicht-Wohngebäude. Wird die Abbildung von unten nach oben betrachtet, so wird ersichtlich, dass die Anzahl der Wohngebäude aus der Bauperiode vor 1945 (sanierte und nicht sanierte Gebäude) im Zeitraum vom Jahr 2000 bis zum Jahr 2050 durch Abbruch reduziert werden. Bereits im Jahr 2000 war ein markanter Anteil dieses alten Bestandes bereits saniert, die weitere Sanierungsrate ist jedoch sehr gering, da zahlreiche Gebäude aus dieser Bauperiode aus technisch-ökonomischer Sicht nicht sanierbar sind und/oder unter Denkmalschutz stehen. Nicht denkmalgeschützte Gebäude aus dieser Bauperiode werden tendenziell saniert oder abgerissen.

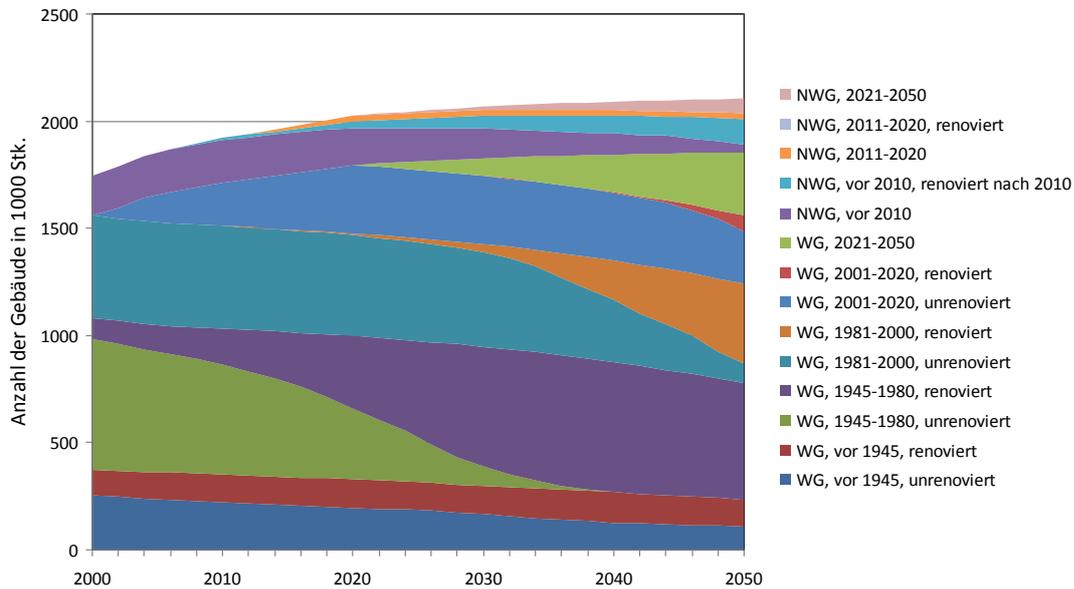


Abbildung 12: Entwicklung der Gebäudesanierung in Österreich bis 2050 nach Bauperioden und Gebäudeklassen im Roadmap-Szenario „Bioheating“. Quelle: Berechnungen EEG. Abkürzungen: NWG: Nicht-Wohngebäude; WG: Wohngebäude;

Wohngebäude der Bauperiode 1945 bis 1980 werden im Betrachtungszeitraum quasi zur Gänze saniert, ein geringer Anteil wird jedoch auch abgerissen. Diese Gebäude sind mehrheitlich aus technisch-ökonomischer Sicht sanierbar, der Denkmalschutz verhindert die Sanierungen bei Gebäuden dieser Bauperiode nur in Einzelfällen. Wohngebäude aus der Bauperiode 1981 bis 2000 werden im Betrachtungszeitraum Großteils, jedoch nicht mehr vollständig saniert. Es verbleibt 2050 ein geringer Anteil noch nicht sanierter Gebäude aus dieser Bauperiode. Die Hauptsanierungsphase in dieser Gebäudegruppe findet ab dem Jahr 2030 statt und schließt damit an die Hauptsanierungsphase der Bauperiode 1945 bis 1980 an, welche von 2000 bis 2030 angesiedelt ist. Wohngebäude der Bauperiode von 2001 bis 2020 werden im Betrachtungszeitraum nur zu einem geringen Anteil saniert. Sanierungen dieser Bauperiode setzen im Jahr 2040 mit einer geringen Sanierungsrate ein. Die nach 2020 errichteten Gebäude werden im Betrachtungszeitraum nur in Einzelfällen saniert, was jedoch auch angesichts der geringen Neubauraten nach 2020 (sowie der guten thermischen Gebäudequalität dieser neu errichteten Gebäude) nicht mehr von Bedeutung ist.

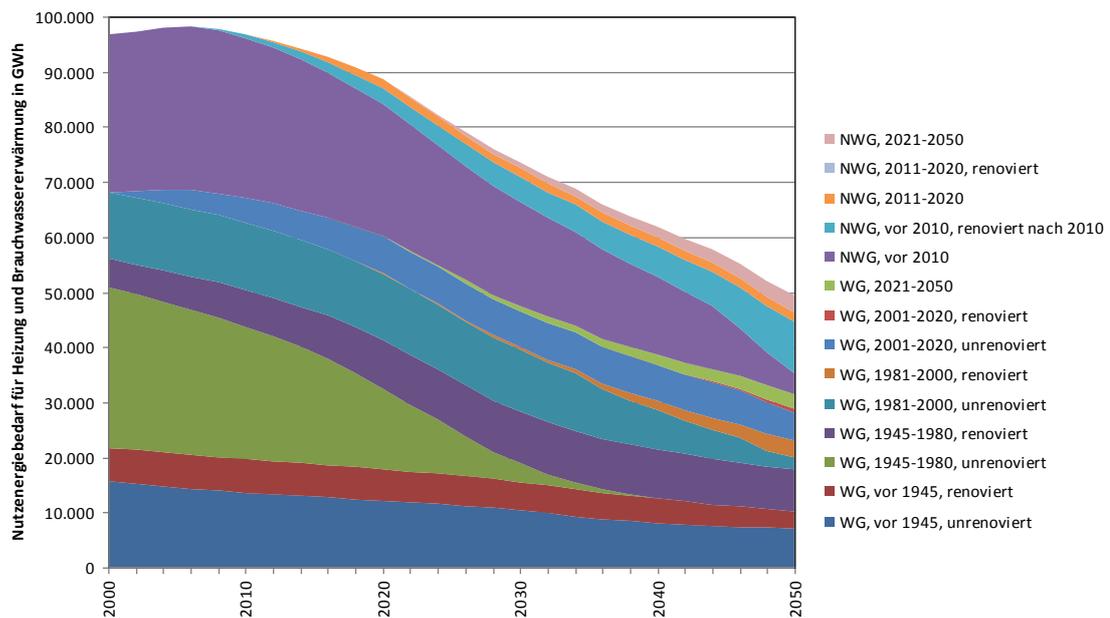


Abbildung 13: Entwicklung des Nutzwärmebedarfs für die Raumkonditionierung und Brauchwassererwärmung in österreichischen Gebäuden bis zum Jahr 2050 im Roadmap-Szenario „Bioheating“. Quelle: Berechnungen EEG. Abkürzungen: NWG: Nicht-Wohngebäude; WG: Wohngebäude;

Der Wärmebedarf für die Raumheizung und Brauchwassererwärmung in österreichischen Gebäuden hat in der vorliegenden modellhaften Abbildung sein Maximum mit etwa 98 TWh/a im Jahr 2006 erreicht. Seither wird der Wärmebedarf durch fortlaufende Gebäudesanierung und der Realisierung energieeffizienter Neubauten sukzessive reduziert, wobei sich dieser Trend bis zum Jahr 2020 jährlich verstärkt und danach eine mehr oder weniger konstante jährliche Reduktion bis zum Jahr 2050 zu beobachten ist. Sättigungseffekte der jährlichen Reduktion werden gemäß der Modellergebnisse erst nach dem Jahr 2050 zu erwarten sein. Abbildung 13 veranschaulicht diese Vorgänge für einen Zeitraum bis zum Jahr 2050.

Abbildung 14 zeigt einen Überblick über das gewählte Referenzszenario 2e – kombinierte Maßnahmen aus Heizen 2050. Der Gesamtenergieverbrauch sinkt bis zum Jahr 2050 um die ca. die Hälfte des Anfangsvolumens. Die Senkung geht bis zum Jahr 2020 moderat vonstatten und sinkt danach umso stärker ab. Gleichzeitig steigen die Anteile der Erneuerbaren Energieträger am Gesamtenergieverbrauch stark an, mit einer Verringerung der Geschwindigkeit des Wachstums ab etwa 2035. Damit verbunden ist ein ebenso starker Anstieg des Anteils der Biomasse am Gesamtenergieverbrauch. Dieser steigt kontinuierlich bis zum Jahr 2035 auf knapp 50 % und sinkt dann leicht wieder ab.

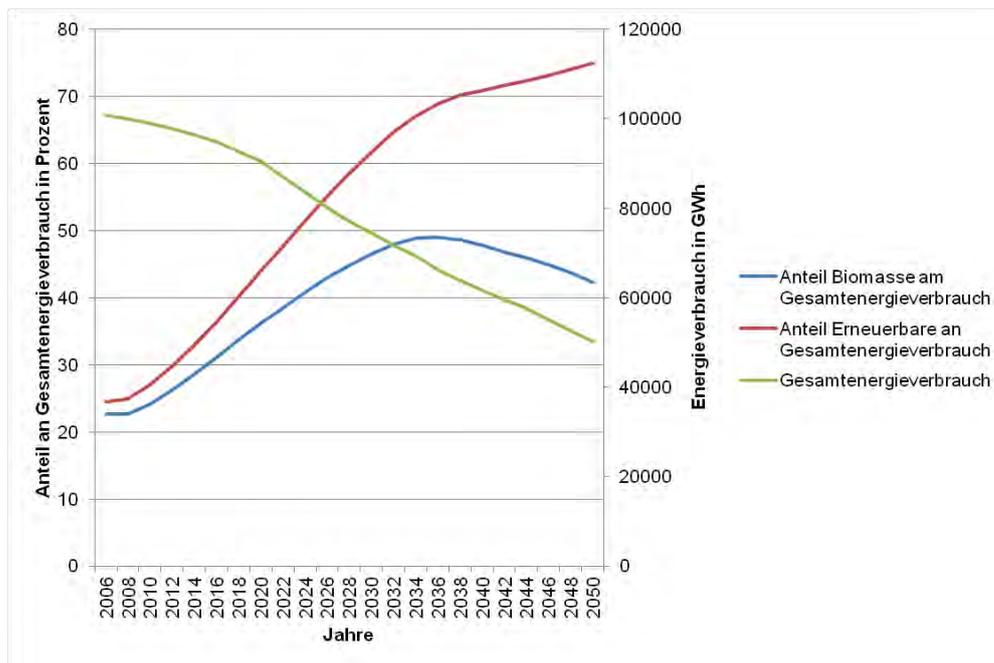


Abbildung 14: Überblick über das Roadmap-Szenario „Bioheating“. Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser

Die folgende Abbildung 15 zeigt den Energieträgermix im Roadmap-Szenario „Bioheating“. Es ist deutlich die Reduktion der fossilen Energieträger Gas, Öl und Kohle zu erkennen. Sie fallen innerhalb des Untersuchungszeitraums auf unter 1 TWh (< 2 % des gesamten Energieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser) ab. Dies wird kompensiert durch eine kontinuierliche Steigerung der Solarthermie sowie von Biomasse und Umgebungswärme. In absoluten Zahlen sinkt der Energiebedarf der beiden letztgenannten jedoch nach dem Jahr 2036 wieder, bei Biomasse sogar etwa auf den Anfangswert im Jahr 2008.

Es ist dabei jedoch zu beachten, dass der Anteil der dezentralen Biomasse am Gesamtenergieverbrauch im Roadmap-Szenario „Bioheating“ bei 21 % im Jahr 2010 liegt und durchgehend ansteigt bis auf etwa 44 % im Jahr 2035, um dann bis zum Jahr 2050 leicht auf 39 % zu sinken.³ Der Anteil der Biomasseheizsysteme an den beheizten Flächen im Wohnungsbestand entwickelt sich nach demselben Muster. Das bedeutet, dass aufgrund der steigenden Gebäudequalität bis zum Jahr 2050 mit etwa demselben Biomasse-Einsatz ein etwa doppelt so hoher Anteil an Gebäuden mit Biomasse beheizt werden kann als im Jahr 2010.

³ Der Fokus des Roadmap-Szenarios „Bioheating“ liegt auf dezentraler Biomassennutzung. Biomasse in großen Fernwärmenetzen wird nicht im Detail betrachtet.

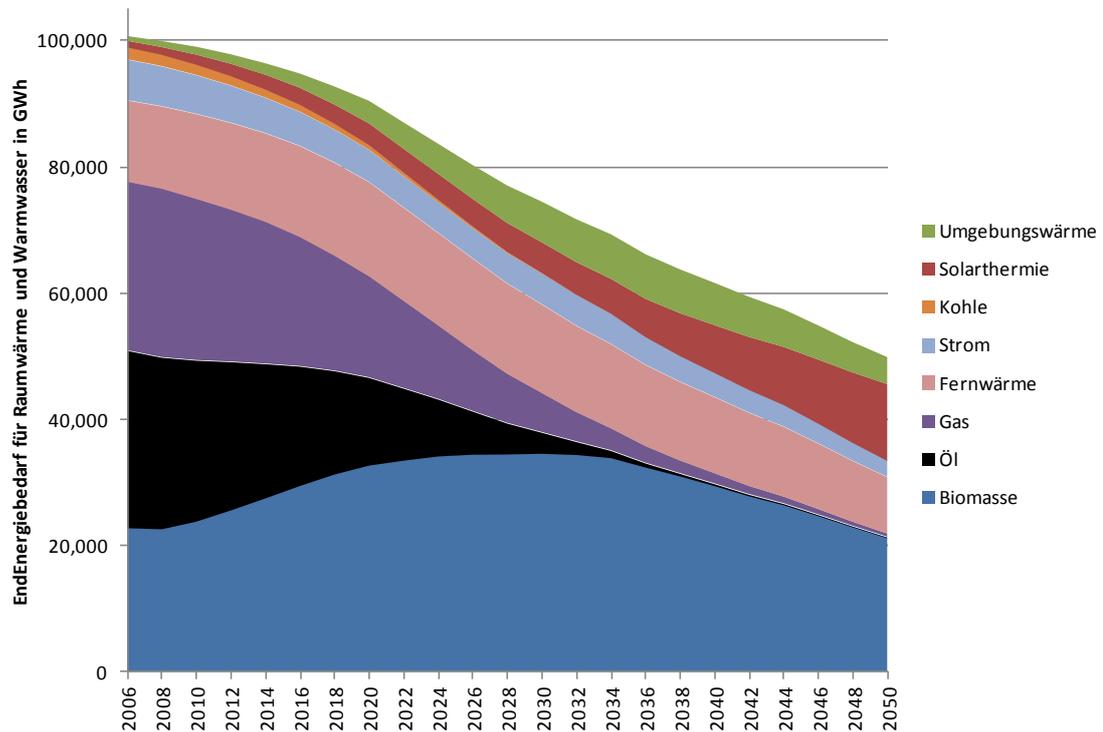


Abbildung 15: Energieverbrauch nach Energieträgern im Roadmap-Szenario „Bioheating“

Zusammenfassend können die folgenden Punkte als zentrale Aspekte des Roadmap-Szenarios „Bioheating“ angesehen werden:

- Der Anteil des unzureichend sanierten Altbestands an Gebäuden sinkt von derzeit über 90 % stark ab (2030 auf etwa 35 %, 2050 auf etwa 10 %).
- Der Anteil der Biomasse am Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser steigt bis ca. 2035 auf knapp 50 % und sinkt dann leicht wieder ab.
- Vor allem in Gebäuden mit niedrigem Heizwärmebedarf steigt die Bedeutung von Solarthermie und – wenn auch in etwas geringerem Ausmaß – von Wärmepumpen.
- Der Anteil von Öl und Gas sinkt bis 2030 auf ca. 13 % und bis 2050 auf unter 2 %.
- Die Relevanz von Biomasse-Heizsystemen bleibt vor allem in Gebäuden mit relativ großem Heizwärmebedarf ungebrochen groß. Dies bezieht sich sowohl auf Gebäude, die nicht umfassend und entsprechend ambitioniert saniert wurden (bzw. nur unter sehr hohen Kosten saniert werden können) als auch auf große Gebäude (Mehrfamilienhäuser, Nicht-Wohngebäude).
- Bis 2025/2030 geht die weitere Ausweitung von Biomasse-Heizsystemen mit zunehmendem Ressourceneinsatz einher.
- Vor allem nach 2030 besteht die Chance, mit stark sinkendem Biomasse-Einsatz einen weiterhin hohen Anteil der Raumwärme abzudecken.

Daraus ergeben sich die folgenden Anforderungen:

- Maßnahmen, um den Ressourceneinsatz weiter zu reduzieren, sind von hoher Bedeutung. Insbesondere bezieht sich dies auf eine weitere verstärkte Integration mit Solarthermie sowie des Biomasse-Kesseltauschs und Steigerung der mittleren Jahresnutzungsgrade im Bestand.
- Darüber hinaus ergeben sich auch die entsprechenden Anforderungen an die Biomasse-Bereitstellung.
- Geeignete politische Rahmenbedingungen, ambitionierte und dynamische Implementierung der Gebäuderichtlinie und der erneuerbaren Energie Richtlinie sind erforderlich.
- Umfassende Integration von Biomasse-Heizsystemen in Gebäudetechnik (von Niedrig(st)energiegebäuden)

Dies alles bedarf der Forschung und Technologieentwicklung. Die konkret erforderlichen Aktivitäten und Maßnahmen sind in den weiteren Kapiteln detailliert ausgeführt.

7 Stand des Wissens

7.1 Heizen und Kühlen mit Bioenergie - Stärken und Schwächen

Bioenergie hat im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieformen spezifische Vor- und Nachteile:

Vorteile:

- Biomasse ist gespeicherte Sonnenenergie, kann als Nahrung, Futter und als Rohstoff für Industrie und Energie sowie kaskadisch genutzt und in allen Sektoren der Energiewirtschaft eingesetzt werden.
- Ihre Produktion schafft Arbeitsplätze vorwiegend in der Region, Produktivität und Umweltverträglichkeit können durch „gute Praxis“ gesteigert werden.

Nachteile:

- Die Biomasseproduktion erfordert Landfläche und Energie, trägt zu Emissionen bei und steht mit der Nahrungsmittelproduktion im Wettbewerb.
- Die Industrie und der Energiesektor ihrerseits stehen im Wettbewerb um Biomasse.

Biomasse ist Rohstoff für die Erzeugung von Wärme, Strom und Treibstoff. Beim derzeitigen Stand der Entwicklung haben folgende Bioenergieträger Bedeutung erlangt:

- Hochwertiges Brennholz sowie Briketts und Pellets aus Holz für Kleinfeuerungen,
- Waldhackgut, Rinde und Sägenebenprodukte für Nahwärmanlagen,
- Koppelprodukte aus der Holzverarbeitenden Industrie für die kombinierte Erzeugung von Wärme und Strom in industriellen Anlagen und
- Ölfrüchte sowie stärke- und zuckerhaltige landwirtschaftliche Hauptprodukte für die Erzeugung von Biotreibstoffen.

Biogene Brennstoffe sind wettbewerbsfähig und österreichische Technologien haben einen hohen Stand der Technik erreicht. Die Marktdurchdringung ist hoch, weitere F&E-Maßnahmen konzentrieren sich auf die für 2020 zu erwartenden Anforderungen an Effizienz und Emissionen.

Für die Entwicklung der Bioenergie im Heizungssektor erscheinen aus derzeitiger Sicht folgende Pfade möglich und sinnvoll:

- die Optimierung von Raumheizgeräten, Biomassekesseln für Scheitholz, Briketts und Pellets sowie des gesamten Systems entsprechend den Erfordernissen im Jahr 2020,
- der weitere Ausbau von Wärme- und Kältenetzen in Gebieten mit sehr hoher Wärmebedarfsdichte sowie der Ausbau von Mikronetzen,

- die Erzeugung und Einspeisung von Biogas und/oder synthetischem Erdgas aus Biomasse in das Gasnetz und die gekoppelte Erzeugung von Kraft und Wärme in Gebäuden sowie
- die langfristige Entwicklung und Demonstration von Technologien zur Erzeugung von Kraft und Wärme auch in kleinem und kleinstem Leistungsbereich aus fester Biomasse wie z. B. kleine Stirling- und Dampfmaschinen, Thermogeneratoren sowie KWK-Technologien auf Basis von Holzgas und Verbrennungskraftmaschinen.

Die Analysen in Abschnitt 4 zeigen, dass aufgrund der Erfolge bei der Verringerung der Wärmeverluste von Gebäuden und der Markteinführung innovativer Technologien der Anteil der Biowärme nach einem Maximum um ca. 2030 sinken kann. Mit dem sinkenden Bedarf an Biomasse für die Erzeugung von Raumwärme eröffnen sich neue Chancen für die Nutzung, insbesondere für die Verwendung von Biomasse zur Erzeugung fortgeschrittener Biotreibstoffe für den Land- und Luftverkehr.

7.2 Ressourcen und Logistik

Die Bereitstellungskette für feste Biomasse beginnt bei der Ernte und führt über die Zwischenschritte mechanische Aufbereitung, Transport, Lagerung und Trocknung zur Konversionsanlage. In Abbildung 16 sind beispielhaft Varianten der Energiebereitstellungskette für Waldhackgut dargestellt.

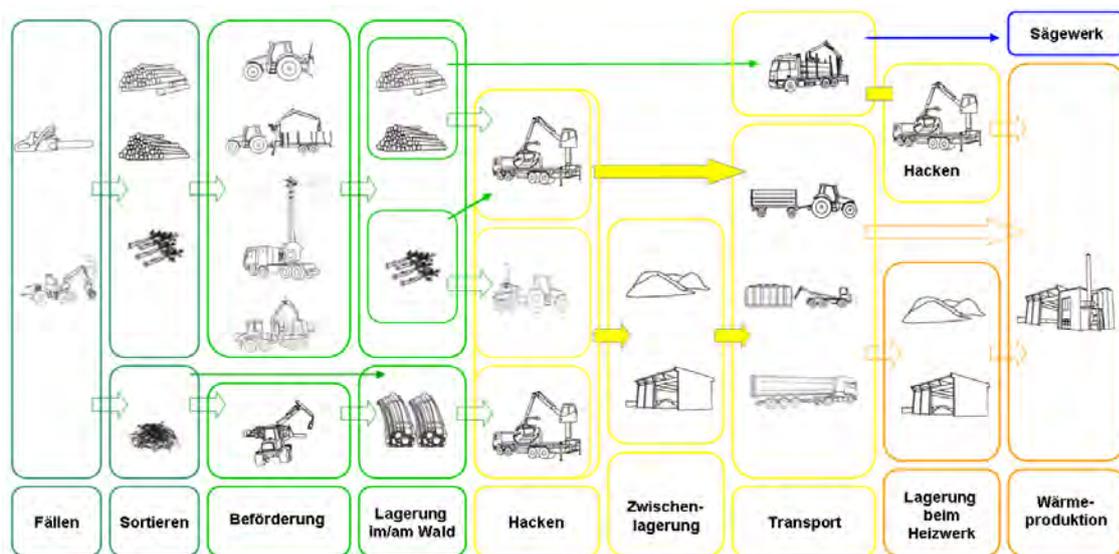


Abbildung 16: Bereitstellungsketten von Waldhackgut; Quelle: Bioenergy 2020+

Je nach Ressource können einzelne Prozessschritte der Kette auch entfallen oder in unterschiedlicher Abfolge angeordnet sein. So beginnt beispielsweise für die Reststoffe der Sägeindustrie die Bereitstellungskette mit der Trocknung und führt über die mechanische Aufbereitung (z. B. Pelletierung) zum Transport und Lagerung beim Endkunden.

Die **Erntetechnologien** im klassischen land- und forstwirtschaftlichen Bereich befinden sich auf höchstem Niveau und zeichnen sich durch eine große Variantenvielfalt aus. Der Markt der Basismaschinen wie Mähdrescher, Traktoren und Harvester wird von großen multinationalen Unternehmen dominiert. Im Bereich der Zusatzgeräte wie Erntevorsätze, Heckenbauten, Forstzangen etc. sind einige österreichische Firmen sehr gut positioniert (z. B. BISO Schrattenecker, LASCO).

In den Bereichen Energiepflanzen und Kurzumtriebsholz, Reststoffe aus der Landwirtschaft sowie Biomasse von Flächen, welche nicht der klassischen Land- und Forstwirtschaft zuzurechnen sind (z. B. Landschaftspflege) haben sich in den letzten Jahren einige Fortschritte gezeigt. Die Effizienz dieser Versorgungsketten hat noch nicht die vollständige technische Reife erlangt. Die Ernte von Kurzumtriebsholz wird aktuell durch die Entwicklung von verbesserten Fäller-Bündler-Prozessorköpfen optimiert (z. B. Fa. Westtech). In Niederösterreich und der Steiermark sind derzeit einige wenige nachgerüstete Mähdrescher zur Maisspindelernnte im Einsatz.

Die Technologien im Bereich der **mechanischen Aufbereitungsschritte** wie Holzspalten, Hacken oder Mahlen befinden sich auf hohem Niveau. In den ersten beiden Kategorien gehören österreichische Unternehmen international zu den Markt- und Technologieführern. Hier sind in den nächsten Jahren zumindest inkrementelle Verbesserungen bei den Standzeiten und der Verlängerung der Wartungsintervalle zu erwarten. Beim Mahlen mit Hammermühlen, beispielsweise im Rahmen der Pelletsherstellung, kommen Maschinen im Industriestandard zum Einsatz.

Das Pressen in Form von Pelletieren und Brikettieren hat sich im industriellen Maßstab vollständig am heimischen Markt etablieren können. Innerhalb Europas ist Österreich der drittgrößte Produzent von Holzpellets mit einer jährlichen Gesamtproduktion von fast 1 Mio. Tonnen Holzpellets (2011, siehe Abbildung 17). Die Verwendung sonstiger Biomasse als Rohstoff hat sich bisher noch kaum etablieren können.

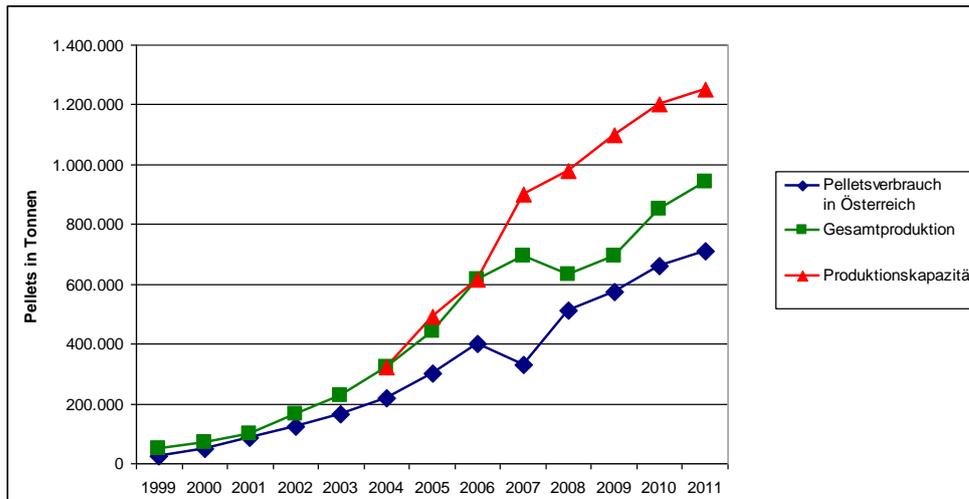


Abbildung 17: Kenngrößen der österreichischen Pelletsindustrie und des Holzpelletsmarktes;
Quelle: ProPellets Austria

Im Segment dezentrales Pressen im landwirtschaftlichen Maßstab befinden sich einige Produkte am Markt und auch einige Anlagen im Betrieb, wobei hier vor allem das Brikettieren von Interesse ist. Insgesamt konnte jedoch die vollständige technologische Reife noch nicht erreicht werden. Die zentralen Aspekte sind Bedienerfreundlichkeit, Zuverlässigkeit, Standzeit und Energiebedarf bei gleichzeitig möglichst kostengünstiger Ausführung.

Für den **Transport** der Biomasse kommen überwiegend Standardtransportmittel aus der Land- und Forstwirtschaft sowie dem Straßentransport zum Einsatz. Qualität, Vielfalt und Zuverlässigkeit sind dementsprechend hoch ausgebildet. Der Firmensitz von Westeuropas größtem Agrarkipperhersteller befindet sich in Österreich.

Für die Pelletsauslieferung zum Endkunden konnten sich spezielle Silo-Pumpwagen etablieren. Eigene Transportmittel für Hackgut, wie Pumpwagen oder adaptierte Überladewagen, sind vereinzelt im Einsatz, konnten sich bislang vor allem aus Kostengründen nicht durchsetzen.

Für Importe von Hackgut oder Sägenebenprodukten sind Schienen- und Schiffstransporte mit Standardtransportmitteln üblich. Der Straßentransport ist bei der Einfuhr von Qualitätspellets nahezu unumgänglich, da Umlademanipulationen in andere Transportmöglichkeiten leicht zu Qualitätsverschlechterungen durch Verschmutzungen führen können.

Die **Lagerung** von Biomasse ohne weitere Aufbereitung (z. B. Holz, Stroh) erfolgt nach wie vor größtenteils im Freien, d. h. ohne Witterungsschutz. Für aufbereitete Biobrennstoffe jedoch ist eine Lagerung mit Witterungsschutz erforderlich. Dieser kann beispielsweise durch Abdeckung oder durch Lagerung in Hallen oder Silos gewährleistet werden.

Für die Lagerung der Brennstoffe beim Endverbraucher sind sowohl für Hack- und Häckselgut als auch für Pellets eine ausreichende Anzahl an Varianten vorhanden und am Markt etabliert.

Das gleiche gilt für die Austragssysteme aus diesen Lagern (z. B. Schneckenaustragssysteme, Schubböden). Ein Großteil dieser Lager- und Austragssysteme zeichnet sich durch Zuverlässigkeit und Qualität aus. Einzelne Komponentenzulieferer haben sich zudem auf die Entwicklung von effizienten und geräuscharmen Antrieben für Biomassefördersysteme spezialisiert.

Vereinzelt treten für die Pelletslagerung immer wieder ausgefallene Lösungen wie Airbags (= luftbefüllbare Folien, welche sich an das Volumen der Pellets im Lager anpassen), z. B. im Sinne der Platzeinsparung, in Erscheinung. Solche Ansätze sind jedoch bislang in der Praxis kaum realisiert.

Die **Trocknung** von Stückholz erfolgt überwiegend durch natürliche Trocknung indem das Holz in gespaltenem Zustand für mindestens ein Jahr unter Schutz vor Witterungseinflüssen gelagert wird. Auch Hackgut kann durch natürliche Trocknung konserviert werden. Dabei ist jedoch eine mögliche Selbsterwärmung, welche mit einem Substanzverlust verbunden ist, zu berücksichtigen, außerdem ist eine gute Durchlüftung zu gewährleisten, um einer möglichen Schimmelbildung entgegen zu wirken.

Für die künstliche oder technische Trocknung von Biomasse im dezentralen bzw. kleinen bis mittleren Maßstab sind in den letzten Jahren verschiedene Systeme am Markt angeboten worden. Diese konnten sich bis dato eher in Nischen behaupten und sind teilweise hinsichtlich Qualität und Zuverlässigkeit noch nicht vollständig ausgereift.

Für die Trocknung im großen Maßstab, wie bei der Pelletsproduktion üblich, kommen Trockner im Industriestandard zum Einsatz (z. B. Bandtrockner), wobei der Trockenvorgang bei der Produktion von Pellets ein integraler Bestandteil des Prozesses ist.

7.3 Brennstoffe

Scheitholz ist nicht nur der traditionellste, sondern auch der nach wie vor am weitesten verbreitete Brennstoff für Serien- und seriennahe Festbrennstofffeuerungen (siehe auch Kapitel 7.5.1) – Raumheizgeräte wie Kessel. Hackschnitzel verfügen über einen seit Jahren weitgehend konstanten Markt im Bereich der Feuerungen kleiner 100 kW. Scheitholz und Hackgut für private Kleinabnehmer werden über überwiegend regionale Versorgungsstrukturen aufgebracht und vertrieben. Die zur Anwendungen gelangenden Qualitätskriterien sind in der ÖNORM EN 14961-5 (Scheitholz) und ÖNORM EN 14961-4 (Hackgut) festgelegt. Im städtischen Bereich haben auch Holz- und Rindenbriketts eine gewisse Bedeutung. Sie werden nicht nur über den Brennstoffhandel, sondern vor allem über Baumärkte vertrieben und werden überwiegend in Raumheizgeräten eingesetzt. Für Holz- (und Rinden-) Briketts gilt seit dem Jahr 2000 die ÖNORM M 7135, eine Produktnorm, die gemeinsam auch für Holz- und (Rinden-) Pellets entwickelt wurde. Sie gilt bis heute als der strengste und relevanteste Biomassebrennstoffstandard in Europa und wurde weitgehend in die europäische Pelletsnorm EN 14961-2 übernommen. Die parallel zur Entwicklung und

Markteinführung der Pelletsfeuerungen erfolgte Etablierung der Pelletsnorm als Produktnorm kann als technologische und ökonomische Erfolgsgeschichte bezeichnet werden und hat großen Anteil an der raschen Erlangung eines hohen technologischen Reifegrads auf der Feuerungsseite.

Für Holzpellets wurden ferner eine Logistikknorm (ÖNORM M7136) sowie eine Lagernorm (ÖNORM M7137) eingeführt. Letztere befindet sich aktuell in Überarbeitung, um neue Erkenntnisse im Hinblick auf die Vermeidung von gesundheitsgefährdenden CO Konzentrationen in Pelletslagern zu berücksichtigen.

Dem österreichischen Beispiel folgend, wurden in den letzten Jahren auch auf europäischer Ebene Qualitätsvorschriften und Produktnormen für Biomassebrennstoffe für die nichtindustrielle Nutzung eingeführt. Hierbei handelt es sich um folgende Normen:

- EN 14961-1: Feste Biobrennstoffe - Brennstoffspezifikationen und -klassen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- EN 14961-2: Feste Biobrennstoffe - Brennstoffspezifikationen und -klassen - Teil 2: Holzpellets für nichtindustrielle Verwendung
- EN 14961-3: Feste Biobrennstoffe - Brennstoffspezifikationen und -klassen - Teil 3: Holzbriketts für nichtindustrielle Verwendung
- EN 14961-4: Feste Biobrennstoffe - Brennstoffspezifikationen und -klassen - Teil 4: Holzhackschnitzel für nichtindustrielle Verwendung
- EN 14961-5: Feste Biobrennstoffe - Brennstoffspezifikationen und -klassen - Teil 5: Stückholz für nichtindustrielle Verwendung
- EN 14961-6: Feste Biobrennstoffe - Brennstoffspezifikationen und -klassen - Teil 6: Nicht-holzartige Pellets für nichtindustrielle Verwendung

In den vergangenen Jahren wurden in Österreich – diversen Trends folgend – auch Qualitätsvorschriften für Nichtholzbrennstoffe erarbeitet bzw. sind in Arbeit:

- ÖNORM M 7139: Energiekorn - Anforderungen und Prüfbestimmungen (Nationale Ergänzung zu VORNORM ÖNORM CEN/TS 14961) (Status: Vornorm)
- ÖNORM C 4003: Lose Maisspindeln – Anforderungen und Prüfbestimmungen (Nationale Ergänzung zu ÖNORM EN 14961-1 und ÖNORM EN 15234-1) (Status: Normentwurf)
- ÖNORM C 4002: Strohpresslinge - Anforderungen und Prüfmethoden (Nationale Ergänzung zu VORNORM ÖNORM EN CEN/TS 14961 und VORNORM ÖNORM CEN/TS 15234) (Status: Norm)
- ÖNORM C 4001: Miscanthushäcksel - Anforderungen und Prüfbestimmungen (Nationale Ergänzung zu VORNORM ÖNORM CEN/TS 14961 und VORNORM ÖNORM EN/TS 15234) (Status: Vornorm)
- ÖNORM C 4000: Miscanthuspresslinge - Anforderungen und Prüfbestimmungen (Nationale Ergänzung zu VORNORM ÖNORM ECEN/TS 14961 und VORNORM ÖNORM CEN/TS 15234) (Status: Vornorm)

7.4 Technologien

7.4.1 Raumheizgeräte

Raumheizgeräte wie Scheitholz- und Pelletsöfen erreichen am Prüfstand die Wirkungsgrade und Emissionswerte, die in Tabelle 1 bzw. Tabelle 2 zusammengefasst sind (Moser, 2010).

Tabelle 1: Stand der Technik Scheitholzöfen

Bewertungsgröße	Mittlere Prüfstandswerte	Beste Einzelwerte
Wirkungsgrad [%]	80	81
CO-Emissionen [mg/MJ]	740	276
OGC-Emissionen [mg/MJ]	37	16
Staub-Emissionen [mg/MJ]	19	10

Tabelle 2: Stand der Technik Pelletsöfen

Bewertungsgröße	Mittlere Prüfstandswerte	Beste Einzelwerte
Wirkungsgrad [%]	93	93
CO-Emissionen [mg/MJ]	50	22
OGC-Emissionen [mg/MJ]	5	5
Staub-Emissionen [mg/MJ]	15	14

Zum Vergleich sind in Tabelle 3 und Tabelle 4 die Grenzwerte für das Österreichische Umweltzeichen 37 für Holzfeuerungen bzw. die gesetzlichen Grenzwerte in Österreich nach Art. 15a B-VG zusammengefasst. Diese gelten auch für Speicheröfen und Kachelöfen.

Tabelle 3: Grenzwerte für händisch beschickte Holzfeuerungen, Scheitholzöfen

Parameter	Umweltzeichen 37	Verordnung gem. Art. 15a B-VG
Wirkungsgrad [%]	80	78
CO-Emissionen [mg/MJ]	700	1100
OGC-Emissionen [mg/MJ]	50	80
Staub-Emissionen [mg/MJ]	30	60

Tabelle 4: Grenzwerte für automatisch beschickte Holzfeuerungen, Pelletsöfen

Parameter	Umweltzeichen 37	Verordnung gem. Art. 15a B-VG
Wirkungsgrad [%]	90	78
CO-Emissionen [mg/MJ]	120	500
OGC-Emissionen [mg/MJ]	6	30
Staub-Emissionen [mg/MJ]	20	50

Die Prüfergebnisse repräsentieren den bestmöglichen Betrieb einer Feuerung. Die besten Prüfstandswerte heben sich nicht wesentlich von den durchschnittlichen Prüfstandswerten ab. Bei den Scheitholzöfen liegt die Ursache dafür nicht im hohen Reifegrad der Technologien, sondern in den Schwächen der angewendeten Prüfvorschriften. Sie erlauben einen zu breiten Interpretationsspielraum der Prüfinstitute (Aigenbauer, 2011).

Die Messergebnisse, die aus einem praxisnahen Betrieb hervorgehen, übersteigen die Emissionswerte, die am Prüfstand erzielt wurden, zum Teil um ein Vielfaches. Diese Erhöhungen lassen sich durch verschiedene Fehlerquellen, wie beispielsweise eine unsachgemäße Aufstellung, ungeeignete Zugverhältnisse oder Bedienungsfehler erklären.

Der Einfluss von Kleinf Feuerungen, insbesondere von Scheitholzöfen, auf die Luftqualität wurde in den letzten Jahren in einer Reihe von wissenschaftlichen Studien nachgewiesen. Die Emissionen von Luftschadstoffen, und hier im Speziellen die Emissionen an Partikeln sowie deren gasförmige organische Vorläufersubstanzen (OGC), müssen im Praxisbetrieb signifikant reduziert werden. Trotz der Fortschritte am österreichischen Markt steckt auch in den österreichischen Raumheizgeräten noch beträchtliches Verbesserungspotenzial, vor allem was den Betrieb von Scheitholzöfen im Feld betrifft. Ein erster wichtiger Schritt wurde mit dem FFG-Projekt „Ofenprüfung 2020“ gesetzt, in welchem eine wesentlich praxisrelevantere, reproduzierbarere Prüfmethode für Scheitholzöfen entwickelt wird (kürzlich gestartet, Projekt Nr. 834 639).

7.4.2 Kessel

Biomassebefeuerte Zentralheizungskessel haben seit der Einführung der Zulassungsprüfungen nach der EN 303-5 Mitte der 1980er Jahre und den gesetzlichen Emissions- und Effizienzvorgaben (Verordnungen gem. Art.15a B-VG über „Schutzmaßnahmen betreffend Kleinf Feuerungsanlagen“ und gem. Art. 15a B-VG über „Einsparung von Energie“) einen beträchtlichen Reifegrad erreicht. Dies gilt sowohl für automatisch beschickte Kessel für Holzpellets und Hackschnitzel, als auch für Scheitholzöfen. Im Hinblick auf Wirkungsgrad und Emissionen sind Prüfstandsergebnisse, die aus veröffentlichten Daten der Zulassungsprüfungen stammen, in Tabelle 5 bis Tabelle 8 dargestellt. Die besten Prüfdaten heben sich nur geringfügig von den Mittelwerten ab. Der österreichische Durchschnitt repräsentiert im europäischen Vergleich beste verfügbare Technik.

Tabelle 5: Stand der Technik Scheitholz-Kessel mit Naturzug

Quellen: 3 Prüfberichte aus 2007-2008, Prüfstandswerte bei Nennwärmeleistung

Bewertungsgröße	Mittlere Prüfstandswerte	Beste Einzelwerte
Wirkungsgrad [%]	83	84
CO-Emissionen [mg/MJ]	641	394
NO _x -Emissionen [mg/MJ]	90	80
OGC-Emissionen [mg/MJ]	29	10
Staub-Emissionen [mg/MJ]	8	5
Elektr. Leistungsaufnahme (% der Nennwärmeleistung)	0	0

Tabelle 6: Stand der Technik Scheitholz-Kessel mit Saugzug

Quellen: 44 Prüfberichte aus 1999-2007, Prüfstandswerte bei Nennwärmeleistung

Bewertungsgröße	Mittlere Prüfstandswerte	Beste Einzelwerte
Wirkungsgrad [%]	90	93
CO-Emissionen [mg/MJ]	101	7
NO _x -Emissionen [mg/MJ]	87	50
OGC-Emissionen [mg/MJ]	6	1
Staub-Emissionen [mg/MJ]	14	5
Elektr. Leistungsaufnahme (% der Nennwärmeleistung)	0,3	0,1

Tabelle 7: Stand der Technik Pelletskessel

Quellen: 93 Prüfberichte aus 2000-2007, Prüfstandswerte bei Nennwärmeleistung

Bewertungsgröße	Mittlere Prüfstandswerte	Beste Einzelwerte
Wirkungsgrad [%]	92	96
CO-Emissionen [mg/MJ]	35	1
NO _x -Emissionen [mg/MJ]	79	48
OGC-Emissionen [mg/MJ]	1	1
Staub-Emissionen [mg/MJ]	12	3
Elektr. Leistungsaufnahme (% der Nennwärmeleistung)	0,6	0,1

Tabelle 8: Stand der Technik Hackgutkessel

Quellen: 54 Prüfberichte aus 1997-2007, Prüfstandswerte bei Nennwärmeleistung

Bewertungsgröße	Mittlere Prüfstandswerte	Beste Einzelwerte
Wirkungsgrad [%]	91	95
CO-Emissionen [mg/MJ]	34	4
NO _x -Emissionen [mg/MJ]	102	61
OGC-Emissionen [mg/MJ]	1	1
Staub-Emissionen [mg/MJ]	17	4
Elektr. Leistungsaufnahme (% der Nennwärmeleistung)	0,5	0,3

Zum Vergleich wurden in Tabelle 9 und Tabelle 10 die Grenzwerte für das österreichische Umweltzeichen 37 für Holzfeuerungen bzw. die gesetzlichen Grenzwerte in Österreich nach den Verordnungen nach Art. 15a B-VG zusammengefasst.

Tabelle 9: Grenzwerte bei Nennwärmeleistung für händisch beschickte Holzfeuerungen

Parameter	Umweltzeichen 37	Verordnung gem. Art. 15a B-VG
Wirkungsgrad [%]	71,3 + 7,7 log NWL*	79-89**
CO-Emissionen [mg/MJ]	250	500
OGC-Emissionen [mg/MJ]	30	50
Staub-Emissionen [mg/MJ]	30	50

* Nennwärmeleistung in kW (71,3 + 7,7 log NWL) ergibt für 10 kW einen Mindestwirkungsgrad von 79,0 %, bei 50 kW 84,4 %, bei 100 kW 86,7 % und bei 200 kW 89,0 %

** 79 % bis 10 kW NWL, 89 % über 200 kW, zwischen 10 und 200 kW (71,3 + 7,7 log NWL)

Tabelle 10: Grenzwerte bei Nennwärmeleistung für Pellets- und Hackgutkessel

Parameter	Umweltzeichen 37		Verordnung gem. Art. 15a B-VG	
	Pellets	Hackgut	Pellets	Hackgut
Wirkungsgrad [%]	90*		80-90**	
CO-Emissionen [mg/MJ]	60	150	250	250
OGC-Emissionen [mg/MJ]	3	5	30	30
Staub-Emissionen [mg/MJ]	15	30	40	50

* Nennwärmeleistung in kW (72,3 + 7,7 log NWL) ergibt für 10 kW einen Mindestwirkungsgrad von 80,0 %, bei 50 kW 85,4 %, bei 100 kW 87,7 % und bei 200 kW 90,0 %

** 80 % bis 10 kW NWL, 90 % über 200 kW, zwischen 10 und 200 kW (72,3 + 7,7 log NWL)

Signifikante Verbesserungen sind im Effizienzbereich nur mehr durch den Einsatz von Brennwerttechnologie zu erwarten. Emissionsseitig sind weitere Maßnahmen zur Reduktion von Staubemissionen und NO_x-Emissionen erforderlich. Dies gilt insbesondere für Hackschnitzelfeuerungen, bei welchen ein Einsatz ohne Durchführung von Sekundärmaßnahmen zur Reduktion von Staubemissionen am großen deutschen Exportmarkt

durch die Einführung der BImSchV in Zukunft in Frage gestellt ist. In Österreich ist mit legislativen Maßnahmen zu rechnen, um der Verfehlung der NO_x Reduktionsziele aus der NEC-RL gegenzusteuern. Die entstehenden NO_x-Emissionen sind bei der Verbrennung fester Biomasse in erster Linie vom Brennstoff abhängig (NEC-RL, 2001)

Bei den Prüfungen mit nach EN 303-5 angewendeten stationären Versuchsbedingungen existiert für den Großteil der österreichischen Kesseltechnologien kein relevantes Verbesserungspotential mehr. Kessel mit Saugzug und Verbrennungsregelung erzielen bei der Prüfung nach EN 303-5 ausnahmslos Wirkungsgrade über 90 %. Die gemessenen Emissionen (CO, OGC und Staub) befinden sich in der Größenordnung der jeweiligen Messunsicherheiten bzw. sogar im Bereich der Nachweisgrenze.

Die Ergebnisse des Projekts „Bestimmung von Jahresnutzungsgrad und Emissionsfaktoren von Biomasse-Kleinfeuerungen am Prüfstand“ (FFG Projektnummer 815650) bilden ab, welche Werte mit Kesseln vom Stand der Technik unter instationären Betriebsbedingungen erzielt werden. So liegt beispielsweise der ermittelte Jahresnutzungsgrad etwa 6 – 10 % unterhalb des Wirkungsgrades nach EN 303-5. Die CO-Emissionen betragen den 4- bis 8-fache im Vergleich zu EN 303-5, die NO_x-Emissionen sind nahezu identisch, die OGC-Emissionen 5- bis 30 mal höher und die Staubemissionen je nach Technologie um bis zu 50 % höher als nach EN 303-5, mitunter auch geringer.

Umfangreiche Feldmessungen wurden in Österreich zuletzt 1997/98 durchgeführt (Spitzer et al 1998). Für die Gruppe „Zentralheizung-Holz“ – fast ausschließlich Scheitholzkessel älterer Bauart – wurde dabei im Mittel ein indirekter Wirkungsgrad von 77 % ermittelt, wobei ausdrücklich auf die methodisch bedingt relativ hohen Werte hingewiesen wird. Die angegebenen Emissionsfaktoren für die Gruppe „Zentralheizung-Holz“ betragen für CO 4303 mg/MJ, für NO_x 107 mg/MJ, für OGC 448 mg/MJ und für Staub 90 mg/MJ (jeweils bezogen auf den Energieinhalt des Brennstoffes). Aktuellere Daten sind für automatische Feuerungen aus verschiedenen, zum Teil noch laufenden, Projekten verfügbar. Sie zeigen insbesondere auf, dass bei der Installation und Gebäudeintegration das größte Verbesserungspotenzial besteht (Kunde, 2009).

Feuerungen für Nichtholzbrennstoffe besetzen Nischenmärkte. Die gestiegenen Weltmarktpreise für Getreide haben das Interesse an „Energiekorn“ wieder deutlich verringert. Als Serien- oder seriennahe Produkte sind dennoch Feuerungen für Energiekorn und insbesondere für Miscanthushäcksel und –pellets verfügbar. Die Feuerungen für Nichtholzbrennstoffe zeichnen sich im Vergleich zu Feuerungen für Holzbrennstoffe durch wesentlich aufwändigere, leistungsfähigere Roste aus (zur Bewältigung des höheren Ascheanfalls und ggf. gebildeter Schlacke). Aus Gründen der Zuverlässigkeit werden sie auch mit höheren Luftüberschusszahlen im Feld betrieben.

7.4.3 Mikro-Kraft-Wärmekopplung

Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung mit thermischen Kreisprozessen

Die kombinierte Bereitstellung von Wärme und elektrischem Strom im kleinen und kleinsten Leistungsbereich gewinnt unter dem Aspekt einer effizienten und dezentralen Nutzung fossiler und erneuerbarer Energieträger immer mehr an Bedeutung. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, wird derzeit eine breite Palette an neuen Technologien im kleinen Leistungsbereich erforscht und erprobt. Unter dem Begriff „Kraft-Wärme-Kopplung“ (KWK) ist die Technologie der gleichzeitigen Energieumwandlung von chemischer Brennstoffenergie in thermische und mechanische und/oder elektrische Energie in einem Prozess zu verstehen. Die verschiedenen Technologien unterscheiden sich hauptsächlich durch die Arbeitsweise der verwendeten Kraftmaschine (Konversion von thermischer in mechanische Energie). Der Begriff „Mikro“ beschreibt die elektrische Leistungsgröße von KWK-Technologien. In der KWK-Richtlinie (2004/8/EG) wird für „Micro-cogeneration Units“ ein Leistungsbereich bis 50 kW_{el} definiert.

Mikro-KWK-Anlagen auf Basis eines Verbrennungsmotors (Ottomotor und Dieselmotor) haben hinsichtlich des technologischen Entwicklungsstandes den Markteintritt erfolgreich absolviert. Besonders im kleinen Leistungsbereich ist es gelungen, kompakte, wartungsfreundliche Kolbenmotoren für die KWK-Anwendung zu entwickeln und auszureifen. Verbrennungsmotoren werden in verschiedenen Leistungsstufen angeboten und können abhängig von Hersteller und Bauart auch modulierend betrieben werden. Dadurch ist die Anpassung der Wärmebedarfssituation verschiedener Gebäude oder ein stromgeführter Betrieb möglich. In den letzten Jahren wurden in Österreich mehrere hundert Anlagen ausgeliefert und installiert. Von den Stückzahlen dominiert die erdgasbefeuerte Anlage „Dachs“ von der Firma Senertec, die hauptsächlich in der Gastronomie und im Kleingewerbe installiert wird.

Im Gegensatz zum Verbrennungsmotor besteht bei innovativen Mikro-KWK Technologien generell noch ein hoher Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Viele innovative Mikro-KWK Technologien bieten im Speziellen den Vorteil, neben gasförmigen und flüssigen Brennstoffen auch den Einsatz von fester Biomasse als Brennstoff zu ermöglichen. Zu den innovativen Technologien zählen: Stirlingmotor, Mikro-Dampfmotor, ORC-Prozess und Mikro-Gasturbinen.

Stirling-Motoren wird ein sehr hohes Marktpotential, besonders für Kleingewerbebereiche und den Haushaltssektor, zugeschrieben. Im Vergleich zu Gasmotoren sind die die Installationskosten höher, niedrigere Wartungskosten werden angestrebt. Da beim Stirlingmotor die Verbrennung extern stattfindet, ist er prinzipiell auch für feste Brennstoffe geeignet (Simader et al., 2004). Die Entwicklung von Stirlingmotoren für Mikro-KWK-Anlagen wird von einigen Unternehmen (Frauscher Energietechnik, Whisper Tech, Microgen, Stirling Systems AG, ...) in Kooperation mit Kesselherstellern oder auch als Eigenentwicklung durchgeführt. Die Technologie des Freikolbenmotors, basierend auf dem Stirlingmotor, wurde ab 1994 ständig weiterentwickelt. Diese erdgasbefeuerten Stirling-Versuchsanlagen werden seit 2005 in der

Praxis untersucht (Stirling Systems AG). Auch die Entwicklungen von pelletsbefeuerten Stirlingmotoren wurden in der Vergangenheit bis zur Demonstrationsphase vorangetrieben (KWB, Sunmachine). Aktuell wird der 1 kW_{el} Stirlingmotor der Firma Microgen als Kleinserie in China produziert und an verschiedene Kesselhersteller vertrieben. Die österreichische Firma Ökofen arbeitet an der technischen Integration dieses Stirlingmotors.

Abgeleitet von der Kraftwerkstechnik wird der Dampfkraftprozess auch für kleinste Leistung entwickelt. Wie beim Stirlingmotor können auch beim Dampfprozess feste Brennstoffe für den Betrieb verwendet werden. Bei Verwendung eines Kolbenmotors als Expansionsmaschinen kann der Dampfprozess auch in Mikro-KWK Anlagen eingesetzt werden. Die Entwicklung eines biomassebefeuerten, dampfbetriebenen Doppelkolbenmotors der österreichischen Firma Button Energy GmbH wird derzeit mit einigen Anlagen im Feld untersucht. Die elektrische Leistung dieser Anlagen kann zwischen 0,3 kW_{el} und 2 kW_{el} moduliert werden.

Der ORC-Prozess besitzt ebenfalls den Vorteil der Brennstoffflexibilität. Im Gegensatz zum Dampfkraftprozess ist es beim ORC-Prozess möglich, Wärmequellen auf niedrigerem Temperaturniveau (z. B. Abwärme) zu nutzen, da als Arbeitsmedium anstelle von Wasser ein organisches Fluid (z. B. Silikonöle) eingesetzt wird. Der ORC-Prozess kann beispielsweise in Biomasse-Heizkraftwerken zusätzlich zu einer bestehenden Kraftmaschine verwendet werden, um Abwärme zu verstromen. Die Wirtschaftlichkeit ist aufgrund des geringen elektrischen Wirkungsgrades bei derzeitigen Versuchsanlagen kleiner Leistung nicht gegeben. In Österreich ist kein Unternehmen bekannt, das Mikro-KWK Anlagen mit ORC-Prozess herstellt oder entwickelt.

Mikro-Gasturbinen als Kraftmaschine konnten in den letzten Jahren ein technologisch hohes Niveau erreichen. Die Erwartungen hinsichtlich Invest- und Wartungskosten (im Sinne von ökonomischen Vorteilen gegenüber Verbrennungsmotoren) konnten bisher noch nicht erfüllt werden, dennoch werden in Österreich die Resultate von Demonstrationsanlagen positiv beurteilt. Allerdings weisen Mikro-KWKs mit Gasturbinen geringere elektrische Wirkungsgrade als Gasmotoren auf. Der Einsatz von Mikrogasturbinen ab einer elektrischen Leistung von ca. 25 bis 30 kW_{el} gilt als technologisch fortgeschritten. Die Recherche zeigt, dass verschiedene Hersteller (Talbotts, Capstone,...) Mikrogasturbinen ab 25 kW_{el} anbieten. Die von der Firma Talbotts verkaufte Heißluftturbine wird mit Hackgut befeuert. Mikroturbinen im Leistungsbereich vergleichbar mit dem Stirling- oder Dampfmotor (1 – 3 kW_{el}) werden von dem Unternehmen Micro Turbine Technology untersucht. Eine Marktdurchdringung, vergleichbar mit dem Verbrennungsmotor, ist allerdings eher unwahrscheinlich.

Kraft und Wärme aus Brennstoffzellen

Der Einsatz von Brennstoffzellen in Mikro-KWK Anlagen befindet sich in einem frühen Entwicklungs- und Demonstrationsstadium und die derzeitigen Kosten für die Anschaffung sind sehr hoch. Dies gilt auch für die Wartung und Instandhaltung derartiger Anlagen. Bei voller Marktreife dieser Technologie wird eine Reihe von Vorteilen wie hohe Wirkungsgrade (auch im

Teillastbereich) bei niedrigen Emissionen gegenüber den anderen KWK-Technologien erwartet. Die Abwärme von Niedertemperaturbrennstoffzellen (z. B. PEMFC) wird für die Bereitstellung von Raumwärme und/oder Warmwasser genutzt. Hochtemperaturbrennstoffzellen (z. B. SOFC) ermöglichen auch die Bereitstellung von Prozesswärme zum Beispiel für Prozessdampf oder anderem industriellen Wärmebedarf auf hohem Temperaturniveau. Im Zeitraum 1999 bis 2007 fand eine Anlagenerprobung bzw. ein Feldtest von folgenden Unternehmen statt: PEMFC: european fuel cell, Nuvera Fuel Cells, Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG, Schalt- und Regeltechnik GmbH, Vaillant, Viessmann, Bosch Buderus Thermotechnik; SOFC: Ceramic Fuel Cells Limited, Fuel Cell Technologies LTD.; Hexis. Die untersuchten Brennstoffzellen befinden sich in einem Leistungsbereich zwischen 1 bis 4,6 kW_{el}. Die Brennstoffzelle als innovative Mikro-KWK Anlagen kann nur mit gasförmigen Brennstoffen betrieben werden.

Thermogeneratoren

Bei der thermoelektrischen Stromerzeugung wird Wärme direkt in elektrische Energie umgewandelt, das heißt ohne Umwege über potentielle oder mechanische Energie. Die Vorteile dieser Technologie sind der einfache mechanische Aufbau ohne bewegte Teile, kein Einsatz flüssiger oder gasförmiger Arbeitsmedien, der geräuschlose, erschütterungsfreie Betrieb und die hohe Lebensdauer der eingesetzten Thermogeneratoren. Dem gegenüber stehen die relativ hohen Kosten für die Thermogeneratoren und deren niedrige Wirkungsgrade, weshalb sie bisher vor allem für kleine Leistungen und Nischenanwendungen wie in der Raumfahrt oder in entlegenen Gebieten eingesetzt wurden. Die Entwicklung neuer Materialien und die Möglichkeit der Veredelung von erforderlicher Heizwärme in elektrischen Strom sind interessante Perspektiven. Thermoelektrische Generatoren können als kleinste Einheiten in Feuerungsanlagen integriert werden und dadurch einen Zusatznutzen zur Wärmebereitstellung generieren, z. B.: verbesserte Umwelt- und Komforteigenschaften durch Netzunabhängigkeit, Betrieb von weiteren Haustechnikanlagen, Entlastung der elektrischen Netze zu Zeiten des Spitzenbedarfs. An der Entwicklung thermoelektrischer Materialien, Generatoren und Systeme sind eine Handvoll spezialisierter Entwickler in Nordamerika, Deutschland und im asiatischen Raum aktiv. Die Integration in Biomassekleinfeuerungen wurde von einigen Erfindern und Forschungseinrichtungen getestet. Das Potential dieser Technologie wurde am intensivsten bei Bioenergy 2020+ (und vormals Austrian Bioenergy Centre GmbH) gemeinsam mit 6 Firmenpartnern und 5 Forschungspartnern untersucht, wobei mehrere Prototypen erfolgreich getestet wurden. Die weiteren Entwicklungsarbeiten hängen vor allem von den ökonomischen Randbedingungen ab.

7.4.4 Systeme

Hybridsysteme

Die Bereitstellung von Wärme, Warmwasser und Kälte erfolgt heute üblicherweise durch den Einsatz verschiedener Einzeltechnologien und Einzelkomponenten, die zu hybriden Gesamtsystemen verschaltet sind. Die am weitesten verbreitete Technologie aus diesem Feld

im Bereich der Raumwärme ist die Verwendung von Puffertanks in Kombination mit Heizkesseln, zur zeitlichen Entkoppelung von Wärmegebarung und Wärme- und Kältebedarf.

Eine Erweiterung dieser Kombination mit hohem Verbreitungsgrad in Österreich ist die Verschaltung des Puffersystems mit einer thermischen Solaranlage zur Warmwasserbereitung außerhalb der Heizsaison. Je nach verbauter Kollektorfläche und zu erwartender Heizlast des Gebäudes geht diese Kombination fließend in ein Heizung unterstützendes System über.

Da sich die Anforderungen an die Gebäudehülle hinsichtlich Dichtigkeit in den letzten Jahren deutlich erhöht haben, ist eine Versorgung von Raumheizgeräten mit Sauerstoff durch Raumluft nicht mehr sicher zu stellen. Deshalb wurden und werden in den letzten Jahren vermehrt raumluftunabhängige Raumheizgeräte und Kamine entwickelt.

Die Brennwerttechnologie wird derzeit nur von wenigen Anbietern von Biomasseheizungssystemen angeboten, obwohl sie eine deutliche Erhöhung der Gesamteffizienz des Heizsystems zulässt. Weitere Vorteile der Brennwerttechnik sind, die Unabhängigkeit der Effizienz vom Wassergehalt des Brennstoffs und die Auswaschung eines Teils der Staubfracht. Nachteilig für eine hohe Marktdurchdringung zeigt sich, dass der Einsatz eines einfachen Kondensators auf Grund des niedrigen Taupunkts der Rauchgase nur in Kombination mit Niedertemperaturheizsystemen möglich ist. Dieser Nachteil kann durch eine weitere Hybridisierung des Systems durch Einsatz einer Kompressionswärmepumpe ausgeglichen werden. Dieses System kommt in Österreich derzeit nur in einigen wenigen Fernheiz(kraft)werken zum Einsatz. Die Wirtschaftlichkeit dieses Systems wurde von Bioenergy 2020+ im Rahmen des Neue Energien – Projekts „ActiveCond“ untersucht.

Wärmenetze

Im Jahr 2010 belief sich die Anzahl der großen Anlagen mit einer thermischen Leistung von mehr als 1 MW_{th} auf 1.010. Die summierte Gesamtleistung daraus ergab 2.715 MW_{th} (Haneder et al., 2010). Dadurch ist schon in vielen Gebieten Österreichs mit dichter Verbauung eine Wärmeversorgung auf Basis von Biomasse-Fernheizwerken und vereinzelt auch Heizkraftwerken gewährleistet.

Zusätzlich zu diesen großen Anlagen werden noch verbreitet Nahwärmenetze und Mikrowärmenetze betrieben. All diesen Wärmenetzen liegt bisher die Versorgung des Netzes mit Wärme aus zumeist einem zentralen Wärmeezeuger zugrunde.

Kältenetze

Die Versorgung mit Kälte erfolgt dabei ähnlich wie bei Wärmenetzen aus einer zentralen Kälteanlage mit Hilfe einer Absorptionswärmepumpe. Die Kälteverteilung erfolgt dann über geeignete Flüssigkeiten, in Abhängigkeit vom benötigten Kühlniveau. Kältenetze werden in Österreich derzeit nur von der Wien Energie betrieben. So wird u. a. das AKH Wien zentral mit Kälte versorgt.

Gasnetze

Die Verbreitung von SNG (Synthetical Natural Gas) sowie Biogas kann bei entsprechender Reinheit in weiten Teilen Österreichs über das bereits vorhandene Erdgasnetz erfolgen. Darüber hinaus kann in Zukunft die Energieverteilung bzw. Pufferung mittels lokaler Gasnetze ein interessantes wirtschaftliches Konzept sein. Dabei können je nach Anforderung sowohl Gase mit hoher Reinheit verteilt werden (z. B. SNG) als auch Gase mit geringerer Reinheit (z. B. Holzgas), die in beiden Fällen beim Endverbraucher in einem Gasbrenner/einer Gastherme in Wärme umgewandelt werden.

Wärmebetriebene Kältemaschinen werden hauptsächlich für den Leistungsbereich über 50 kW_{th} kommerziell angeboten. Da die Investitionskosten für solche Systeme vergleichsweise hoch sind und daher auch die Amortisationszeiten im Verhältnis zu Kompressionskältemaschinen dementsprechend länger sind, wird der Kühlmarkt derzeit von den elektrisch betriebenen Kompressionskältemaschinen beherrscht.

Im Bereich der wärmebetriebenen Systeme dominiert die Absorptionskältemaschine. Dabei kommen derzeit zwei Kältemittelsysteme zum Einsatz: Bei der Ammoniak-Wasserabsorptionsmaschine stellt Ammoniak das Kältemittel dar. Hingegen ist Wasser bei der Wasser-Lithiumbromid-Absorptionsmaschine das Kältemittel.

Die bisher weniger gebräuchlichen Adsorptionskältemaschinen haben hingegen den Vorteil des Kältemittels Wasser, das günstig und ungiftig ist. Als Adsorbens kommt bisher hauptsächlich Silikagel zum Einsatz, eine Alternative dazu stellen Zeolithe dar.

7.5 Märkte und Marktentwicklung

7.5.1 Biobrennstoffe

Der Markt der festen Biobrennstoffe hat sich in den letzten Jahren kontinuierlich gesteigert. Die dominierenden Segmente sind das Hackgut und das Stückholz. Holzpellets gewinnen zunehmend an Bedeutung. Erst vor etwas mehr als 10 Jahren ist dieser Brennstoff am österreichischen Markt eingeführt worden. In Abbildung 18 sind die wichtigsten Brennstoffsegmente dargestellt. Alternativbrennstoffe abseits von Holz wie beispielsweise Stroh oder Miscanthus konnten sich bisher nur im sehr geringem Umfang am Markt etablieren (in Summe < 1 PJ).

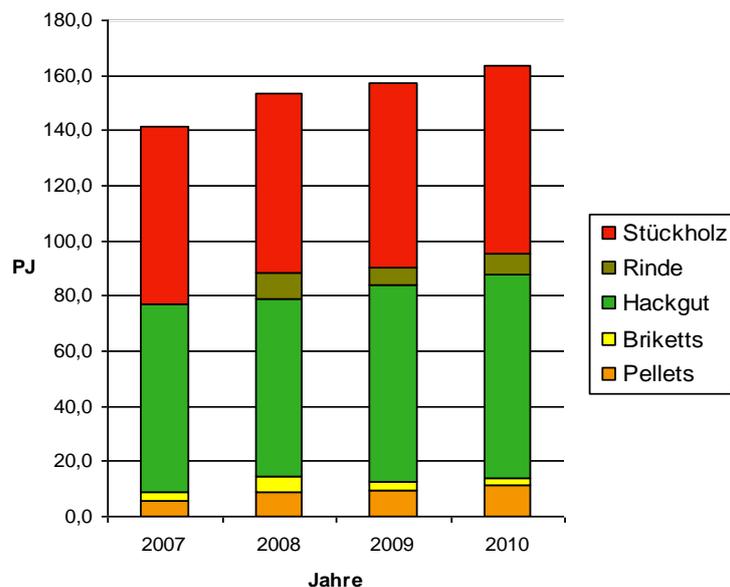


Abbildung 18: Verbrauch fester Biobrennstoffe in Österreich 2007 - 2010; Die Werte für Rinde sind für 2007 im Hackgut inkludiert, Quelle: Biermayr et al.: Innovative Energietechnologien in Österreich - Marktentwicklung 2010, im Auftrag des bmvit, Wien 2011

7.5.2 Technologien

Der Markt von Biomassekesseln und Raumheizgeräten in der EU wurden in der „Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs“ in Task 2 abgeschätzt (Mugdal, 2009). Die Studie weist darauf hin, dass Daten dazu schwer zu beschaffen sind. Das verfügbare Datenmaterial ist insbesondere bei den Raumheizgeräten für Europa spärlich und man ist sowohl beim Bestand als auch beim Marktvolumen auf Schätzungen angewiesen. Ebenfalls unbekannt ist, in welchem Ausmaß die installierten Raumheizgeräte Verwendung finden.

Die Studie kommt zum Schluss, dass in den EU 27 mehr als 70 Mio. Kessel und Raumheizgeräte, die Holz als Brennstoff nutzen können, installiert sind. Die Verkaufszahlen liegen knapp unter 4 Mio. Stück pro Jahr. Bei den Markterwartungen gehen die AutorInnen von einem konservativen Ansatz aus und erwarten ein Schrumpfen des Marktes bis 2025.

Tabelle 11: Marktvolumen und installierte Anlagen in den EU 27 im Jahr 2007 in Mio. Stück

Art der Anwendung		Marktvolumen	Installierte Anlagen
Zentralheizungskessel Raumheizgeräte	Handbedient	0,25	6,4
	Automatisch beschickt	0,06	1,4
	Offene Kamine	0,85	16
	Heizeinsätze	0,85	16
	Ofen	1,31	26
	Herde	0,46	7,6

Für die Österreichischen Anbieter eröffnet sich ein großer Markt direkt vor der Haustür. Darüber hinaus können Märkte in anderen Ländern mit moderatem Klima und hohen Komfortansprüchen der Konsumenten wie in den USA und Kanada angesprochen werden.

Der Markt für Biomassekessel in Österreich hat sich seit dem Ende der neunziger Jahre sehr gut entwickelt. In Abbildung 19 und Abbildung 20 ist diese Entwicklung für die unterschiedlichen Kategorien dargestellt. Am Beginn der jeweiligen Entwicklung war überwiegend Pioniergeist der treibende Faktor. Später konnten die direkten Investitionsförderungen auf Landes- und Bundesebene (teilweise auch zusätzlich auf Gemeindeebene) einen wesentlichen Beitrag leisten. Die Förderungen sind nach wie vor von hoher Bedeutung, zunehmend wird der hohe Ölpreis bzw. die hohe Differenz zwischen Heizölpreis und Biobrennstoffpreis ein dominierender Faktor für die Marktentwicklung. Ein weiterer förderlicher Faktor ist die mittlerweile hohe technologische Reife der Biomassekessel, welche zum überwiegenden Teil von österreichischen Produzenten vermarktet werden.

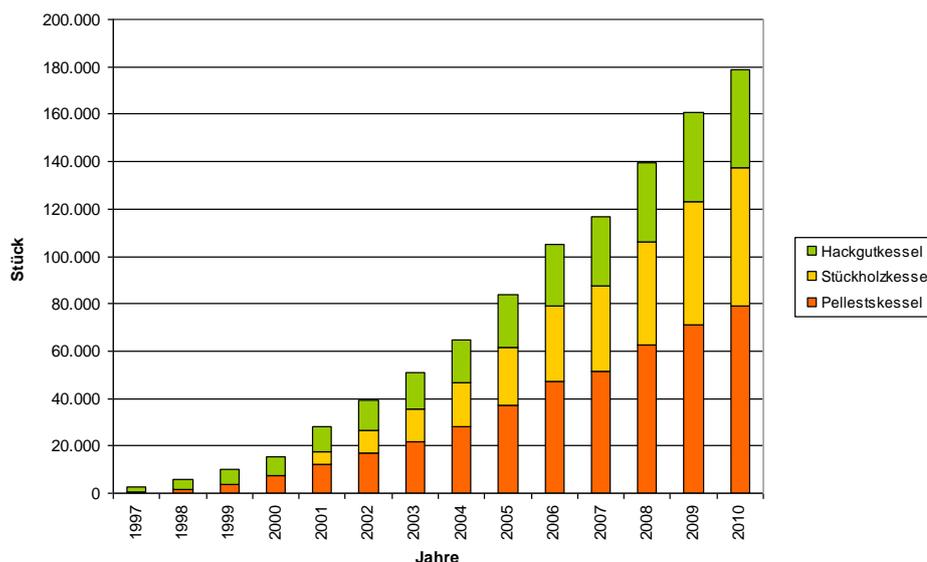


Abbildung 19: Kumulierter Bestand (Stück) an modernen Biomassekleinfeuerungen (<100 kW) in Österreich; Die Erfassung der Stückholzkessel erfolgt erst seit dem Jahr 2001; Quelle: LK-NÖ Biomasse-Heizungserhebung 2010; Darstellung: Bioenergy 2020+

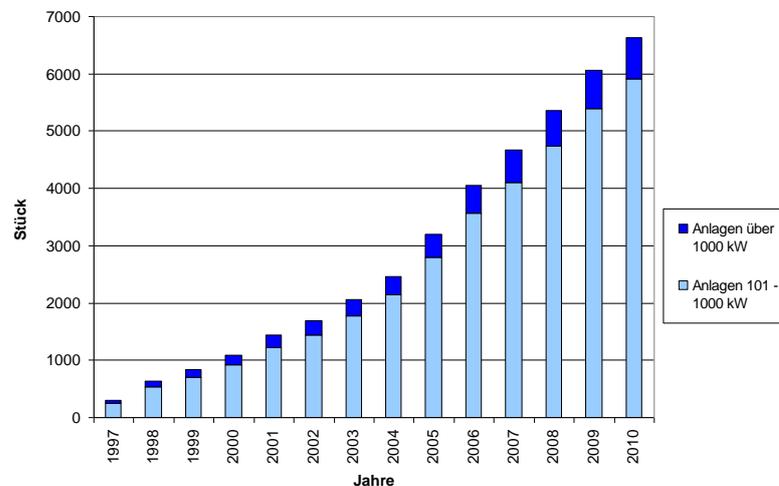


Abbildung 20: Kumulierter Bestand (Stück) an mittleren und großen Biomassefeuerungen in Österreich; Quelle: LK-NÖ Biomasse-Heizungserhebung 2010; Darstellung: Bioenergy 2020+

Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) werden seit 2002 errichtet und der eingespeiste Strom gemäß dem Ökostromgesetz gefördert. Auf Basis der von der E-Control registrierten Ökostromanlagen gab es im Jahr 2010 insgesamt 195 KWK-Anlagen mit einer Leistung von 426 MW_{el}, die mit fester Biomasse betrieben wurden, vgl. Abbildung 21. Von 2002 bis 2006 ist die Anzahl von Biomasse-KWK-Anlagen stark gestiegen. Seit 2006 gibt es nur mehr eine moderate bis stagnierende Entwicklung der KWK-Anlagen.

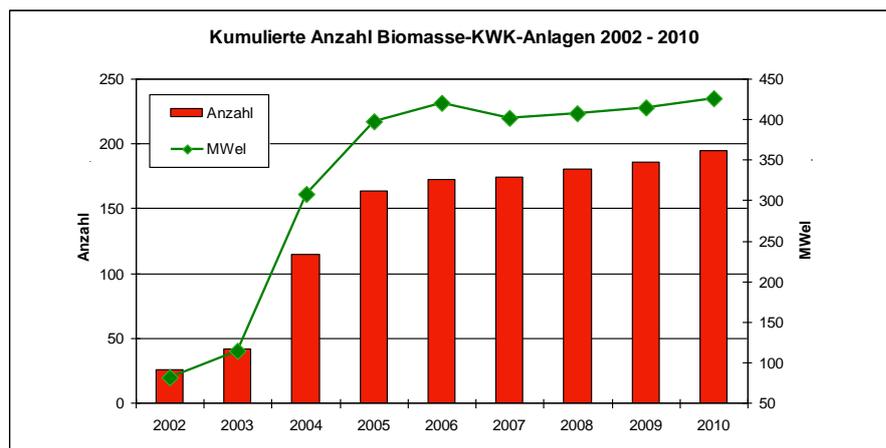


Abbildung 21: Bestandsentwicklung anerkannter Ökostromanlagen mit Biomassefestbrennstoffen inkl. Abfall mit hohem biogenen Anteil in Anzahl und registrierter MW_{el}. Dargestellt sind die von den Landesregierungen per Bescheid anerkannten Ökostromanlagen. Die Bescheide sagen nichts darüber aus, ob diese Anlagen bereits errichtet wurden bzw. in Betrieb sind. Darstellung: Bioenergy 2020+. Quelle: E-control 2011.

Für kleine und kleinste (auch Mikro-KWK bezeichnete) Biomasse-KWK (< 200 kW_{el}) konnte sich in Österreich bisher kein Markt entwickeln.

Öfen und Herde für Biomasse haben in den letzten Jahren steigenden Absatz, siehe Abbildung 22.

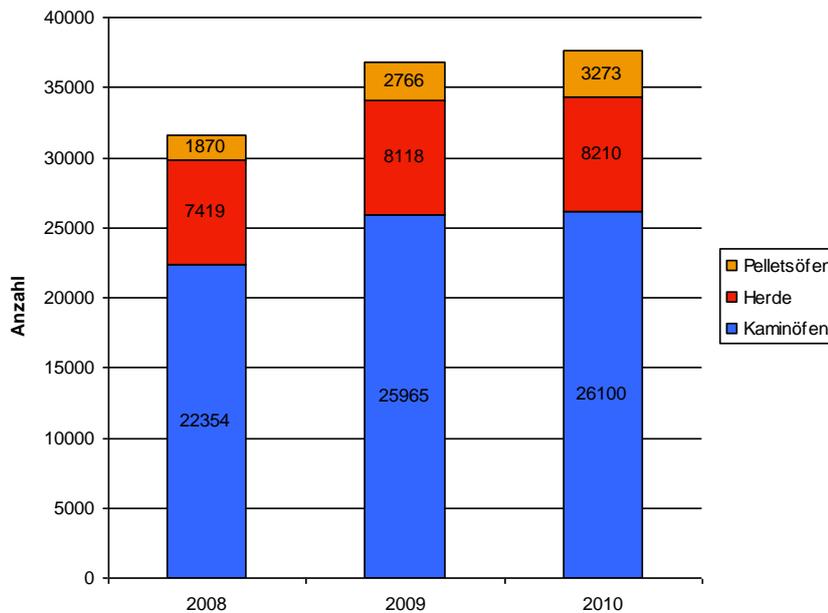


Abbildung 22: In Österreich jährlich verkaufte Biomasseöfen und –herde 2008 - 2010; Quelle: Erhebung Bioenergy 2020+, siehe Biermayr et al.: Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2010, im Auftrag des bmvit, Wien 2011

Für die Bestandszahlen von Biomasseöfen und –herden gibt es bislang keine gesicherten Daten. Expertenschätzungen gehen in Österreich von mindestens 1 Million installierter Öfen einschließlich manuell gefertigter Feuerungen, offenen Kaminen, Kamineinsätzen und Kachelöfen aus.

7.6 Biomasse-Potenziale

Die Verfügbarkeit des Rohstoffs Biomasse ist eine zentrale Voraussetzung für die weitere Marktdurchdringung biogener Heizsysteme. In den vergangenen Jahren und Jahrzehnten wurde eine Reihe von Potenzialanalysen für Österreich unternommen (z. B. Kalt et al 2010 (a), Kalt et al 2010 (b), Kranzl et al 2008, Kaltschmitt et al 2009, Streicher et al 2010). Das starke Wachstum des Biomasse-Einsatzes im letzten Jahrzehnt hat dazu geführt, dass signifikante Anteile des regional verfügbaren Biomasse-Potenzials erschlossen wurden. Die aktuellste Abschätzung des österreichischen Biomasseverbands, die auf einer Erhebung der Land- und Forstwirtschaftskammern auf Bezirksebene beruht, zeigt die Möglichkeiten, Grenzen und

Herausforderungen einer weiteren Ausschöpfung von Biomasse-Potenzialen auf. Diese sind im Folgenden zusammengefasst (Jauschnegg, Pfemeter 2011). Welche Anteile dieser Biomasse-Potenziale für Raumwärme zur Verfügung stehen, hängt aus dem Wechselspiel der verschiedenen energetischen und nicht-energetischen Einsatzbereiche ab.

7.6.1 Holz als wichtigste Ressource

Insgesamt wurden in Österreich 2009 rund 22,8 Millionen Festmeter Holz energetisch genutzt. Davon entfielen rund 51 % auf Rohstoffe aus der kaskadischen Holznutzung (Rinde, Sägenebenprodukte, Industrierestholz, Presslinge, Lauge). Etwa 49 % des Energieholzes stammten direkt aus der Forstwirtschaft (Brennholz, Waldhackgut) sowie aus Flurgehölzen, Strauchschnitt, Altholz und sonstigen Quellen.

Unter optimalen Voraussetzungen könnte der Energieholzeinsatz in Österreich bis zum Jahr 2020 um 17,5 % bzw. vier Millionen Festmeter auf insgesamt 26,8 Millionen Festmeter gesteigert werden könnte. Diese Mehrmenge könnte je zur Hälfte aus der kaskadischen Holznutzung und der direkten Nutzung bereitgestellt werden. Dies wird jedoch nur gelingen, wenn der Holzeinsatz in Österreich sowohl in der stofflichen als auch in der energetischen Verwertung deutlich erhöht wird und rasch umfassende Maßnahmen zur Mobilisierung der noch vorhandenen Potenziale, vor allem im bäuerlichen Kleinwald, gesetzt werden. Voraussetzung für diese Steigerung wäre, dass das gesamte Holzaufkommen für die inländische Verwertung von 39 Millionen Festmetern im Jahr 2009 auf 45,2 Millionen Festmeter im Jahr 2020, also um 6,2 Millionen Festmeter bzw. um 16 %, erhöht wird.

Dazu wird Folgendes unterstellt:

- Der Holzeinschlag gemäß Holzeinschlagsmeldung erhöht sich von 20,3 Millionen Festmeter (Erntefestmeter inkl. Rinde) im Jahr 2009 auf 24,3 Millionen Festmeter.
- Der Holzimport steigt leicht von 14,4 Millionen Festmeter auf 14,8 Millionen Festmeter. Dabei wird angenommen, dass sowohl der Import als auch der Export bei allen Sortimenten (Sägerundholz, Industrierestholz, Halbfertigprodukte, Sägenebenprodukte, Brennholz, Kappholz und Rinde) außer Pellets unverändert bleibt. Nur der Import von Pellets verdoppelt sich aufgrund des international stark wachsenden Pelletshandels von 160.000 Tonnen auf 320.000 Tonnen, der Pelletsexport bleibt stabil bei 284.000 Tonnen.
- Das sonstige Holzaufkommen aus der Forstwirtschaft (von Holzeinschlagsmeldung nicht erfasste Mengen), von Flurgehölzen, Strauchschnitt, Altholz etc. erhöht sich von 6,6 Millionen Festmeter im Jahr 2009 auf 7,7 Millionen Festmeter im Jahr 2020.

7.6.2 Landwirtschaftliche Ressourcen und Abfälle

Neben Rohstoffen aus der Forst- und Holzwirtschaft werden in Zukunft neue Ressourcen von heimischen landwirtschaftlichen Flächen sowie Abfälle an Bedeutung gewinnen. Diese Rohstoffe können für die Produktion von fester Biomasse, Biogas und Biotreibstoffen eingesetzt

werden. Im Jahr 2009 wurden in Österreich rund 46.500 ha Acker- und Grünland für die Erzeugung von Biomasse genutzt. Der Schwerpunkt lag mit rund 46.000 ha bei der Produktion von Energiepflanzen auf Ackerland. Das entspricht einem Anteil von rund 3,4 % der gesamten Ackerfläche Österreichs. Bis 2020 könnte der Anbau von Energiepflanzen als Hauptfrucht auf 122.000 ha ausgeweitet werden, davon rund 80 % auf Ackerland und 20 % auf Grünland. Damit würden 2020 etwa 7,2 % des Ackerlandes und 1,4 % des Dauergrünlandes zur Energieproduktion genutzt. Darüber hinaus könnten auf 23.000 ha Zwischenfrüchte produziert und von 150.000 ha Acker- und Grünland Reststoffe zur Energieerzeugung verwendet werden. Die verstärkte Nutzung von Wirtschaftsdüngern und biogenen Abfällen bietet ebenfalls zusätzliche Energiepotenziale.

Im Folgenden werden Aspekte des landwirtschaftlichen Potenzials für feste Biomasse dargestellt:

Im Jahr 2009 wurden in Österreich rund 1.000 ha Kurzumtriebsholz und 800 ha Miscanthus energetisch genutzt. Es wird geschätzt, dass die Kurzumtriebsfläche bis 2020 auf 15.000 ha und die Rohenergieproduktion von derzeit 0,16 PJ auf 3,5 PJ gesteigert werden könnten. Für Miscanthus wird bis 2020 eine Ausdehnung der Anbaufläche auf 3.500 ha angenommen, wodurch die Rohenergieproduktion von derzeit 0,14 PJ auf 0,9 PJ erhöht werden könnte. Landwirtschaftliche Reststoffe werden derzeit nur marginal energetisch genutzt. Bis 2020 könnten Reststoffe wie Stroh, Maisspindeln oder Landschaftspflegeheu jedoch an Bedeutung gewinnen, da sie nicht in Konkurrenz zur Lebens- und Futtermittelproduktion stehen. So würde die Nutzung des Strohs von 15 % der österreichischen Getreideanbaufläche (rund 92.000 ha) etwa 3,8 PJ Rohenergie liefern. Die Nutzung der Maisspindeln von 25 % der Körnermaisbaufläche (rund 45.000 ha) würde etwa 0,7 PJ Rohenergie bringen und die Nutzung von Landschaftspflegeheu auf 1,5 % der extensiven Grünlandfläche (13.000 ha) würde 0,6 PJ Rohenergie liefern. In Summe könnten 2020 aus landwirtschaftlichen Energiepflanzen und Reststoffen rund 9,4 PJ Rohenergie in Form von fester Biomasse erzeugt werden.

8 Forschungs- und Entwicklungsbedarf

8.1 Methode, Forschungsschwerpunkte, Definitionen

Die Roadmap enthält im Sinn der Energieforschungsstrategie des Rates für Forschung und Technologie Handlungsempfehlungen an politische Verantwortungsträger und an forschungsfördernde Stellen. Sie wurde mit den einschlägigen Stakeholdern erarbeitet und schließt Empfehlungen der Industrie ein.

Die Inhalte wurden in einem Startworkshop mit österreichischen Biomasseproponenten und mit Forschern von Bioenergy 2020+ sowie der Energy Economic Group (EEG) der TU Wien erarbeitet. Beteiligt waren Vertreter des Österreichischen Biomasseverbandes und von Pro Pellet Austria. In einem Stakeholder Workshop wurden die für eine erfolgreiche Entwicklung der Branche bis 2020 in Österreich erforderlichen Forschungsaufgaben sowie die Visionen für 2050 erarbeitet. Eingeladen waren Verbände (Biomasseverband, Kachelofenverband, Pro Pellet Austria und der VÖK), Unternehmen (Austroflamm, BISO, buttonenergy, eta, Fröling, GET, Guntamatic, Haas & Sohn, Hargassner, Köb, Komptech, KWB, Ligno, Lohberger, Nilan, ÖkoFEN, Ortner-cc, RIKA, Schiedel, SHT, Windhager, Westtech) sowie Forschungsstellen (FJ-BLT, Joanneum Research, AEE-Intec).

Im Stakeholder Workshop wurden folgende Themen in parallelen Arbeitsgruppen behandelt:

1. Ressourcen, Logistik, Erntetechnik und Brennstoffe
2. Öfen, Heizeinsätze und Herde
3. Kessel (Serienprodukte oder seriennahe Produkte bis ca. 500 kW)
4. Mikro-Kraft- Wärmekopplung
5. Systeme (Heizung, Kühlung, Hybridsysteme)

Die Erfahrungen aus der Mitarbeit von Bioenergy 2020+ in der European Technology Platform „Renewable Heating and Cooling“ (ETP RHC) wurden ebenfalls berücksichtigt.

Ausgehend von der Vision für den erwünschten Zustand im Jahr 2050 wurden Maßnahmenempfehlungen für die kurz- bis mittelfristige Forschung erarbeitet. Dabei wurden inkrementelle Entwicklungen bestehender Technologien sowie radikale (visionäre, ambitionierte) Innovationen berücksichtigt. Der Schwerpunkt der Empfehlungen liegt auf Maßnahmen, die bis 2020 einen wesentlichen Beitrag zu den Zielen des Nationalen Aktionsplans „Erneuerbare Energie“ leisten können und die Österreichs Industrie Chancen bieten, „Innovation Leader“ zu werden oder zu bleiben. Die Schwerpunkte liegen auf der Optimierung von Raumheizgeräten, Biomassekesseln für Scheitholz, Briketts und Pellets sowie des gesamten Systems entsprechend den Erfordernissen im Jahr 2020. Ebenfalls behandelt wird die langfristige Entwicklung und

Demonstration von Technologien zur Erzeugung von Kraft und Wärme aus fester Biomasse auch im kleinen und kleinsten Leistungsbereich. Nicht behandelt wurden Wärme- und Kältenetze, die Langzeit-Energiespeicherung sowie die Erzeugung von Biogas und/oder synthetischem Erdgas aus Biomasse für die Verwendung in Heizungs- und Kühlungsanlagen.

Die Maßnahmenempfehlungen für die kurz- bis mittelfristigen Forschungen werden in Anlehnung an die Forschungsförderung des Klima- und Energiefonds der österreichischen Bundesregierung in Projektarten eingeteilt. Zusätzlich wurde eine Projektart „Begleitforschung“ aufgenommen.

Tabelle 12: Projektarten

Roadmap	„Neue Energie 2020“	Kommentar
Studien (S)	Sondierung	Stimulierung, Konzepte
Grundlagenforschung (G)	Grundlagenforschung	
Vorwettbewerbliche Forschung (V)	Industrielle Forschung	
Experimentelle Entwicklung (E)	Experimentelle Entwicklung	
Demonstration (D)	Demonstration	Technologietransfer
Firmenforschung (F)		FFG Basisprogramm
Begleitforschung (B): <ul style="list-style-type: none"> • technische, ökonomische, ökologische und soziale Bewertung • Standardisierung • Labelling 	Entscheidungsgrundlagen für die österreichische Technologie-, Klima- und Energiepolitik	

Bezüglich des Zeithorizonts wurden folgende Festlegungen getroffen:

- Kurzfristige Maßnahmen liefern Ergebnisse bis 2015 und tragen deutlich zu den „2020-Zielen“ bei.
- Mittelfristige Maßnahmen liefern Ergebnisse, die bis 2020 marktwirksam werden können.
- Langfristige Maßnahmen greifen am Markt nach 2020 und sollen wesentlich zur 2050-Vision beitragen.

8.2 Das „Haus der Zukunft 2050“ – ein „Plus-Energie-Haus“

Das Ziel der Entkopplung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen erscheint im Wärmesektor am leichtesten erreichbar. Voraussetzung dafür ist ein radikaler Wandel des Systems. Der Wandel erfordert die Verringerung des Wärmebedarfs, die Steigerung der Effizienz und sinnvolle Nutzung erneuerbarer Energie.

Das „Haus der Zukunft 2050“ ist:

- integrativer Bestandteil des Energiesystems der Zukunft,
- repräsentativ für nachhaltiges Wirtschaften und tragende Säule eines kohlenstoffarmen Energiesystems,
- Teil einer neuen Lebenskultur und trägt zur Lebensqualität der Bewohner bei,
- ermöglicht Energieautarkie; der Besitzer entscheidet selbst über seinen Beitrag zur Autarkie (Haus/Gemeinde/Region/Land),
- Energiezentrale und Netzknoten in Energiesystemen; Energie wird umgewandelt, gespeichert, verbraucht und kann aus Netzen bezogen und in Netze eingespeist werden.

Alle Energieflüsse basieren auf erneuerbaren Quellen (Sonne, Wind, Biomasse, Umgebungswärme). Biomasse wird ausschließlich ihrem Wert entsprechend genutzt und trägt immer zur Erzeugung elektrischer Energie bei. Im Jahr 2050 hat die Kraft-Wärme-Kopplung konventionelle Systeme zur Wohnraumbeheizung und Warmwasserbereitung völlig verdrängt.

Kraft-Wärme-Kopplungen

- sind für kleinste Leistung erhältlich und werden in großen Serien gefertigt,
- sind kostengünstig, für Jedermann leistbar, einfach zu beschaffen und zu betreiben, zuverlässig und haben geringen Wartungs- und Bedienungsaufwand,
- ihr Betrieb ist sauber, sicher und wirtschaftlich,
- sind gesellschaftlich akzeptiert, da ihre Umweltverträglichkeit durch umfangreiche Bewertungen nachgewiesen wurde,
- nutzen die Energie im Brennstoff maximal: „Keine Wärmeerzeugung durch Verbrennen ohne Erzeugung von Strom“ und
- haben (auch) durch gesetzliche Vorgaben den Markt völlig durchdrungen.

8.3 F&E-Bedarf bis 2020

8.3.1 Ressourcen und Logistik

Beim F&E Bedarf für Ressourcen und Logistik werden nur jene Themen berücksichtigt, welche ursächlich und überwiegend mit der energetischen Nutzung der jeweiligen Ressource bzw. Biomasse in Verbindung stehen.

Ressourcen

Stilllegungsflächen der Landwirtschaft könnten zukünftig genutzt werden, indem naturschutzfähige Energiepflanzen gezüchtet werden. Solche Pflanzen sollten einerseits den jeweiligen Anforderungen der Naturschutzfläche entsprechen und andererseits günstige Eigenschaften für eine energetische Verwertung aufweisen. Dafür ist Grundlagenforschung erforderlich. Gleichzeitig bedarf es dazu auch der Abklärung der rechtlichen Rahmenbedingungen.

Ernte

Für folgende Anwendungen sind die Erntetechnologien zu verbessern, um einerseits eine Verbesserung der Qualität des Ernteguts und andererseits eine Steigerung der Effizienz zu erzielen:

- Ernte von Reststoffen aus der Land- und Forstwirtschaft (z. B. Maisspindeln, Baumkronen und Äste⁴),
- Ernte von Energiepflanzen wie Kurzumtriebsholz und Miscanthus sowie
- Ernte von Biomasse von Nicht-Agrar- und Nicht-Forstflächen (z. B. Landschaftspflege entlang von Uferböschungen)

Kurz- bis mittelfristig sollten diese Themen in vorwettbewerblicher Forschung und experimenteller Entwicklung behandelt werden. Als Ergebnis sind adaptierte Basismaschinen (z. B. Mähdröschler) oder neue Vorsatz- bzw. Anbaugeräte (z. B. Prozessorköpfe) zu erwarten.

Mechanische Aufbereitung

Beim Zerkleinern von Biomasse soll zukünftig der notwendige Energieverbrauch gesenkt, sowie die Standzeiten (z. B. der Schneidmesser) und Wartungsintervalle verlängert werden. Dieser Ansatz wird von führenden Herstellern laufend verfolgt. Trotzdem sollten dafür kurz- bis mittelfristig Maßnahmen für die vorwettbewerbliche Forschung und experimentelle Entwicklung getroffen werden, um letztendlich die Wirtschaftlichkeit dieses wichtigen Prozesses in der Bereitstellungskette zu steigern bzw. abzusichern.

⁴ wird auch als Schlagabraum bezeichnet

Im großen bzw. industriellen Maßstab ist das Pressen von holzartiger Biomasse technologisch auf hohem Niveau. Durch experimentelle Forschung könnte hier noch der Energieeinsatz verringert werden. Für andere Biomasse wie halmgutartige Biomasse oder thermisch vorbehandelte Biomasse (z. B. durch Torrefizierung) ist zudem die Verringerung des Verschleißes ein zentrales Thema.

Im kleinen und mittleren Maßstab ist für das Pressen von Biomasse selten ein Drei- oder Vierschichtbetrieb vorgesehen. Für die Wirtschaftlichkeit ist daher eine möglichst kostengünstige Ausführung der Anlagen gefordert. Unter diesem Gesichtspunkt sind diese Anlagen hinsichtlich Bedienerfreundlichkeit, Zuverlässigkeit, Standzeit, Wartung und Energiebedarf zu optimieren. Vorwettbewerbliche Forschung und experimentelle Entwicklung sind hier die Wahl der Mittel.

Transport

Mittelfristig werden mit dem zu erwarteten zunehmenden Transport von Biobrennstoffen über längere Transportstrecken Standardtransportmittel (z. B. LKW Sattelzug) nach wie vor zum Einsatz kommen. Speziell für hochwertige Brennstoffe wird dazu das Thema der Qualitätssicherung mit all seinen Aspekten (z. B. auch Sicherheit) zu untersuchen sein. Dafür könnte es auch nötig sein, geeignete Prüfmethode oder spezielle Container zu entwickeln. Diese Vorhaben sind im Bereich Grundlagenforschung und vorwettbewerbliche Forschung anzusiedeln.

Lagerung

Zur inkrementellen technologischen Verbesserung von Lagersystemen ist aktuell die Firmenforschung der geeignete Ansatz. Im Sinne der Qualitätssicherung sind für die Lagerung - so wie für die Transportsysteme – Forschungsvorhaben (inkl. allfälliger Prüfmethodeentwicklung) nötig, um letztlich kostenoptimierte Versorgungsketten vorzufinden.

Will man mittel- bis langfristig die fossilen Brennstoffe für die Wärmebereitstellung fast vollständig substituieren, dann wird eine Vorratslagerhaltung von gewissen Brennstoffen – vor allem Pellets – notwendig werden. Hier ist zunächst Grundlagenforschung gefragt, um ein solches österreichweites Bevorratungssystem zu entwickeln. Daran anschließend sollen, falls erforderlich, in vorwettbewerblicher Forschung geeignete Lagerungstechnologien entwickelt werden.

Thermische Aufbereitung

Ein neues Verfahren zur Erzeugung von standardisierbaren Biobrennstoffen ist die Torrefizierung (von lat. „torrere“ = rösten, dürrer). Es bezeichnet die thermische Aufbereitung von Biomasse unter Luftabschluss bei Temperaturen von 250 bis 300°C. Ziel ist die Erhöhung der massen- und volumenbezogenen Energiedichte und damit des Heizwerts des Rohmaterials, eine Steigerung der Transportwürdigkeit oder eine Reduzierung des Aufwands bei einer

nachfolgenden mechanischen Weiterverarbeitung zu einem standardisierten Brennstoff. Aktuell laufen dazu einige Forschungsvorhaben in Österreich. Die Chancen für einen Erfolg dieses Verfahrens sind derzeit noch nicht einschätzbar und es besteht weiterer Bedarf an vorwettbewerblicher Forschung.

Trocknung

Technische Trocknungssysteme im dezentralen bzw. im kleinen bis mittleren Maßstab müssen möglichst kostengünstig ausgeführt werden, da die jährlichen Betriebszeiten im Vergleich zu Anlagen im Industriemaßstab deutlich geringer sind. Unter dieser Kostenprämisse sind diese Trocknungssysteme hinsichtlich folgender Aspekte zu optimieren:

- Qualität,
- Lebensdauer,
- Zuverlässigkeit,
- Variabilität für unterschiedlichste Biomassen,
- Baukastensystem bzw. Modularität und
- Einbeziehung von vorhandenen Abwärmequellen

Kurz- bis mittelfristig wird hier experimentelle Entwicklung und Firmenforschung notwendig sein.

Biomassebereitstellungsketten

Die Optimierung der einzelnen Prozesse (z. B. Ernte) ist die Grundlage, um letztlich die unterschiedlichen Biomassebereitstellungsketten gesamtheitlich optimieren zu können.

Folgende Aufgaben können für die Bereitstellungsketten definiert werden:

- Technologisch - Abstimmung der Einzelprozesse zueinander entlang der Kette. Dies ist speziell für Energiepflanzen und Reststoffe notwendig.
- Technologisch - Untersuchung ob der Einsatz von GIS, GPS und RFID Technologien zu Effizienzverbesserungen der Logistik führen (z. B. durch Verringerung von Leerfahrten).
- Technologisch - Aufbereitung von Biomasse Sekundärbrennstoffen aus Abfällen. Hier ist vorrangig die effektive Abscheidung von Störstoffen zu behandeln.
- Ökonomisch - Entwicklung von Nutzungskonzepten, Betreiber- und Businessmodellen für unterschiedlichste Bereitstellungsketten.
- Ökonomisch - Entwicklung von Versorgungskonzepten für industrielle Anwendungen, speziell hinsichtlich Versorgungssicherheit und Risikomanagement.
- Ökologisch - Untersuchung der Nährstoffkreisläufe speziell für Energiepflanzen und Reststoffe.
- Ökologisch - Entwicklung von anerkannten und praktizierbaren Methoden für die Erstellung von Ökobilanzen für die jeweils gesamte Kette (ggf. auch inkl. Konversion).
- Sozial - Begleitende Untersuchungen zur sozialen Akzeptanz von Biomassebereitstellung für die energetische Nutzung.

- Untersuchung der Wechselwirkung von unterschiedlichen Breitstellungsketten zueinander.
- Erstellung einer Stoffflussanalyse Biomasse (inkl. Abfallströmen) für Österreich.

Die wesentlichen Projektarten für diese Vorhaben sind die vorwettbewerbliche Forschung und experimentelle Entwicklung. Die Stoffflussanalyse Biomasse fällt unter Grundlagenforschung. Ebenso unter Grundlagenforschung fällt die Begleitforschung zum Stand der Umsetzung von verschiedenen Bereitstellungsnetzen, was speziell wiederum für die Energiepflanzen, Reststoffe und Sekundärstoffe von Bedeutung ist. Für ausgesuchte Energiepflanzen, Reststoffe oder Sekundärstoffe sollte nach erfolgreicher vorwettbewerblicher Forschung respektive experimenteller Entwicklung die Demonstration gefördert werden.

8.3.2 Brennstoffe

Die Forschungsfragen, die dem Bereich Brennstoffe zugeordnet werden, orientieren sich im Wesentlichen rund um zwei zentrale strategische Bereiche. Dies sind

- die kurzfristig orientierte Weiterentwicklung bestehender Normen und technischer Regelwerke für die heute gehandelten Brennstoffsportimente sowie
- die langfristig orientierte Entwicklung von Normen und Methoden zur Charakterisierung neuer Brennstoffe.

Beides zielt darauf ab, Marktbarrieren durch einheitliche Qualitätsstandards zu beseitigen und den steigenden Ressourcenbedarf durch eine Erweiterung der nutzbaren Ressourcen erfolgreich zu bedienen.

Weiterentwicklung bestehender Normen und technischer Regelwerke

Das bestehende normative Regelwerk für Pellets weist zwei wesentliche Mängel auf. Zum einen fehlen mangels geeigneter, zuverlässiger Bestimmungsmethoden normative Anforderungen an die Verschlackungsneigung von Pellets. Zum anderen finden die Gefahren der Freisetzung von CO (Off-gassing) und der Selbstentzündung bei der Lagerung von Pellets bislang kaum Berücksichtigung in den einschlägigen Normen und technischen Regelwerken.

Verschlackungsneigung - Ascheschmelzverhalten

Im Laufe des Jahres 2011 wurden auf Europäischer Ebene die Teile 2 bis 6 der Normenserie EN 14961 verabschiedet, in welchen Brennstoffspezifikationen und –klassen für verschiedene Arten von Biobrennstoffen spezifiziert sind.

Obwohl Einigkeit über die hohe Relevanz des Ascheschmelzverhaltens für die Beurteilung der Brennstoffqualität besteht, wurden entsprechende Kenngrößen (charakteristische Temperaturen bei der Bestimmung des Ascheschmelzverhaltens entsprechend EN 51730) nur als informative Parameter in die Produktspezifikationen aufgenommen. Auf eine Aufnahme in die Liste der normativen (und somit verpflichtend zu bestimmenden) Eigenschaftsklassen wurde

verzichtet, da die Methode für Biomassebrennstoffe als unzureichend verlässlich eingeschätzt wurde, und dementsprechend auch eine Einigung auf einen signifikanten Grenzwert nicht möglich schien.

Vor allem hinsichtlich der Relevanz der Testergebnisse in Bezug auf das tatsächliche Verhalten der jeweiligen Brennstoffe in Feuerungsanlagen zeigen sich oftmals starke Widersprüche: So kommt es vor, dass Brennstoffe, bei denen sehr hohe charakteristische Temperaturen gemessen werden, eine ausgeprägte Neigung zur Schlackebildung aufweisen. Die Festlegung konkreter Grenzwerte wird zudem dadurch erschwert, dass ein beträchtlicher Einfluss der verwendeten Feuerungstechnologie feststellbar ist.

Es ist daher dringend notwendig, eine oder mehrere einschlägige Methoden zu entwickeln, die zuverlässig und robust sind und ein hohes Maß an praktischer Aussagekraft besitzen.

Off-gassing und Selbstentzündung von gelagerten Pellets

Mit der steigenden Marktdurchdringung von Pellets treten neue Herausforderungen zu Tage. Insbesondere Sicherheitsaspekte im Zusammenhang mit der Freisetzung von Kohlenmonoxid aus gelagerten Holzpellets und das Potenzial von Selbstentzündung von in größeren Mengen gelagerten Pellets stellen neue Aufgaben für die Pelletsbranche dar.

Die Ursachen und Mechanismen der CO- (und Kohlenwasserstoff-) Freisetzung aus Holzpellets sind noch nicht zufriedenstellend geklärt und bedürfen weiterer Forschungsarbeiten, um sie gezielt und sicher entlang der gesamten Wertschöpfungskette beeinflussen (z. B. in der Produktion) und beherrschen zu können (z. B. bei Lagerung und Transport). Die bereits entwickelten und zur normativen Umsetzung vorgeschlagenen Maßnahmen sollen einem langfristigen Monitoring unterzogen werden, um ihre Wirksamkeit zu überprüfen. Kurz- bis mittelfristig werden Materialsicherheitsdatenblätter für Pellets notwendig werden. Das Ausgasungspotenzial wird dabei ein Kriterium sein müssen, einschlägige Charakterisierungsmethoden sind aber noch nicht verfügbar.

Während die Gefährdung durch Off-gassing in Pelletslagern faktisch aller Größen auftreten kann, ist die Gefahr der Selbstentzündung im Wesentlichen auf große Lager beschränkt. Die wachsenden Handelsvolumina führen aber auch hier zu einem Anstieg des Gefährdungspotenzials. Ursachen und technische Abhilfen sind ebenso konsequent zu beforschen.

Die Forschungsfelder können daher wie folgt zusammengefasst werden:

- Monitoring der entwickelten und normativ vorgeschlagenen Sicherheitsmaßnahmen für die Lagerung von Pellets,
- Erforschung der Ursachen von Off-gassing und Maßnahmen zur Reduktion des Off-gassings (z. B. durch Maßnahmen während der Produktion),
- Entwicklung von Charakterisierungsmethoden für das Off-gassing-Potenzial von Pellets,

- Ermittlung der Ursachen von Selbstentzündung und Entwicklung von Maßnahmen zur Abhilfe.

Neue und innovative Methoden zur Charakterisierung von (neuen) Biomassebrennstoffen

Die Rohstoffbasis für die Herstellung handelsfähiger Biomassebrennstoffe wird laufend um landwirtschaftliche Reststoffe, land- und forstwirtschaftliche Energiepflanzen (Miscanthus, Kurzumtriebshölzer) und Mischsortimente erweitert. Darüber hinaus ist die Einführung von thermisch vorbehandelten Brennstoffen (torrefizierte Biomassen) wahrscheinlich. All dies erfordert

- die Anpassung und Erweiterung bestehender Bewertungsmethoden und Normen,
- die Entwicklung neuer Charakterisierungsmethoden (analytische und experimentelle Methoden, Simulation) und
- die Entwicklung neuer Produktnormen,

insbesondere für den Einsatz der neuen Brennstoffe in Serien- und seriennahen Feuerungen für nicht-industrielle Anwendungen.

Ein Trend, der mit der Entwicklung neuer und innovativer Charakterisierungsmethoden einhergeht, ist die Entwicklung von Brennstoffindizes (Staubemissionen, NO_x-Emissionen, Korrosion, Schlacke, ...). Sie werden zu einem besseren Verständnis über die sinnvollen Einsatzbereiche verschiedener Brennstoffen beitragen.

8.3.3 Raumheizgeräte

Direkte Raumwärbereitstellung ist die traditionellste Form der energetischen Nutzung von Biomasse. Scheitholzöfen und -herde waren die ersten industriell gefertigten Heizgeräte überhaupt. Die Wichtigkeit dieser Technologie auch heute noch zeigen nicht zuletzt die hohen Absatzzahlen in Österreich und ganz Europa (vgl. Kapitel 7.5). Trotz der langen Tradition gibt es für die Gruppe der Raumheizgeräte nach wie vor eine Reihe von Entwicklungsaufgaben zu erfüllen, um auch in Zukunft diese wesentliche Rolle in der Raumwärme - Bereitstellung spielen zu können.

Diese technologischen Herausforderungen für Raumheizgeräte können wie Abbildung 23 skizziert grob in drei Themenfelder gegliedert werden:

Emissionsreduktion

Die Verbrennung von Scheitholz in Raumheizgeräten stellt nach wie vor eine der Hauptquellen für Partikelemissionen in Europa dar – mehrere wissenschaftliche Studien haben das eindeutig belegt. Eine signifikante Reduktion der Emissionen in Richtung „Null-Emission“ an

gesundheitsgefährlichen Komponenten zählt zu den Hauptaufgaben dieser Technologiegruppe. Als umsetzungsorientiertes Entwicklungsziel können die aktuellen Emissionswerte von modernen Scheitholzkesseln definiert werden. Besonderes Augenmerk in der Entwicklung sollte der Reduktion von Emissionen im Praxisbetrieb geschenkt werden.

Wirkungsgradsteigerung

Die Steigerung der Effizienz der Energieumwandlung ist entsprechend der 2020 Ziele auch für Raumheizgeräte ein zentrales Thema. Die Verluste in Form von Wärme und unverbrannten Abgaskomponenten sollten durch geeignete technologischen Entwicklungen deutlich gesenkt somit der Wirkungsgrad der Raumwärmebereitstellung in Richtung von 100 % gesteigert werden können. Als Umsetzungsziel für die technologische Entwicklung im Zeithorizont 2020 erscheint erneut die Referenz moderner Scheitholzkessel mit Wirkungsgraden über 90 % als sinnvoll.

Gebäudeintegration

Die Anforderungen an die Raumwärmeerzeugung sind seit einigen Jahren in einem deutlichen Wandel begriffen. Unterschiedliche Maßnahmen auf Gesetzgeberseite aber auch in der Bewusstseinsbildung haben zu einer signifikanten Verbesserung der thermischen Dämmung von Gebäuden und dadurch zu einer Reduktion der spezifischen und absoluten Heizlasten geführt. Neue und thermisch-sanierte Gebäude besitzen heute Heizlasten im einstelligen Kilowatt Bereich. Für die Technologiegruppe der Raumheizgeräte lassen sich daraus zwei wesentliche Entwicklungsaufgaben ableiten: die Wärmeabgabe an den Aufstellungsraum muss deutlich reduziert werden und zusätzlich gilt es, robuste sichere Lösungen für den Betrieb von Feuerstätten in dichten Gebäuden zu entwickeln.

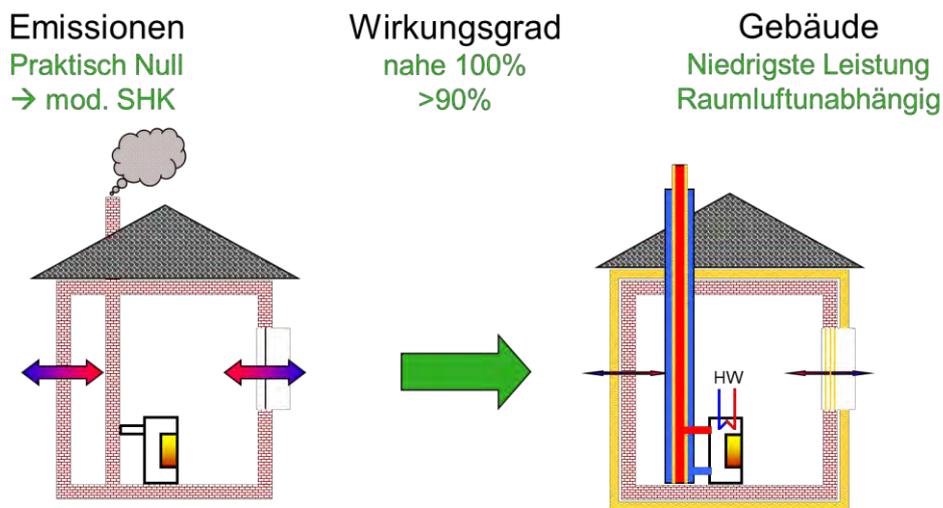


Abbildung 23: Themenfelder technologischer Entwicklung für Raumheizgeräte

In den genannten Themenfeldern gibt es eine Reihe von Forschungsthemen die nach Umsetzungs- Zeithorizonten und entsprechenden Entwicklungsrisiken unterschieden werden können:

Emissionsreduktion

Kurzfristig sollte die Verbesserung bestehender Feuerungskonzepte vorangetrieben werden. Vor allem die systematische Weiterentwicklung und technologische Umsetzung von Primärmaßnahmen zur Emissionsreduktion (z. B. Brennraumgeometrie, Luft- und Abgasführung) sind hier als entscheidende Aufgaben zu nennen. Wie für alle weiteren Entwicklungsaufgaben sollte auch hier der Fokus auf einer Reduktion von Emissionen in der Praxis liegen. Beispielsweise wäre es wünschenswert, durch die Entwicklung von geeigneten Primärmaßnahmen den Einfluss des Nutzers auf den Betrieb von Scheitholz-Raumheizgeräten zu reduzieren.

Ein weiteres, im kurzfristigen Zeithorizont umsetzbares, Entwicklungsthema ist die Automatisierung von Scheitholz-Raumheizgeräten. Denkbar sind hier beispielsweise automatische Zündvorrichtungen oder Kombinationen von Scheitholz- und Pelletfeuerungen in einem Gerät.

Kurz- bis Mittelfristig_sollten die Möglichkeiten der Integration von elektronischen Komponenten zur Verbesserung der Abbrandqualität evaluiert und gegeben falls in weiterer Folge in technologischen Entwicklungsprojekten umgesetzt werden. Geeignete elektronische Komponenten könnten Abgasgebläse, Abgassensoren, Luftmengensensoren bzw. Messtechnik zur Füllmenge sein.

Ein weiteres Forschungsgebiet, das einer mittelfristigen Förderstrategie bedarf, um tatsächlich marktrelevante Ergebnisse zu liefern, ist das der Sekundärmaßnahmen zur Abgasnachbehandlung. Die aus heutiger Sicht aussichtsreichsten Technologien sind elektrostatische Abscheider (ESP), Oxidationskatalysatoren und keramische Filter.

Kurz- Mittel und Langfristige Forschungs- und Förderungskonzepte werden empfohlen um die Entwicklung neuer Verbrennungskonzepte für Raumheizgeräte voranzutreiben. Zunächst sollten in grundlagennahen Forschungsprojekten derartige Konzepte ausgearbeitet werden. In einem nächsten Schritt können in vorwettbewerblichen Forschungsprojekten aussichtsreiche Konzepte bis zu ersten Prototypen-Stadien weiterentwickelt werden. Mittel- bis langfristig sollten neue Verbrennungskonzepte zu einer drastischen Reduktion von Emissionen aus Scheitholz-Raumheizgeräten führen.

Eine ähnliche Entwicklung haben Scheitholz-Kessel vorgemacht, wo die Einführung des unteren Abbrandes mit Gebläseunterstützung zu einer sprunghaften Verbesserung der Verbrennungsqualität geführt hat. Heute erreichen Scheitholz-Kessel Wirkungsgrade und Emissionswerte von modernen Pelletfeuerungen.

Wirkungsgradsteigerung

Kurzfristig sollten bereits weit entwickelte Konzepte zur kombinierten Raumwärme- und Warmwassererzeugung deren langfristige praktische Einsetzbarkeit sowie deren verbesserte Wirkungs- bzw. Nutzungsgrade demonstrieren.

Außerdem ist zu erwarten, dass die Umsetzung von geeigneten Primärmaßnahmen zur Emissionsreduktion auch zu einer Erhöhung des Wirkungsgrades führen. Eine optimierte Luftmengensteuerung sollte beispielsweise zu einer beträchtlichen Reduktion von Energieverlusten über das Abgas führen.

Kurz- bis Mittelfristig wird die Förderung des Einsatzes elektronischer Komponenten empfohlen. Eine Gebläse-Unterstützung erscheint beispielsweise für Scheitholz-Raumheizgeräte notwendig um Wirkungsgrade in der Nähe von automatischen Feuerungen erreichen zu können. Nur so können die größeren Druckverluste durch höhere Wärmetauscherflächen am Beginn der Verbrennung überwunden werden. Eine spezielle Entwicklungs-Herausforderung für Scheitholz-Feuerungen ist hierbei die Sicherheitstechnik, die bei Unterbrechung der Stromversorgung zum Saugzugventilator trotzdem für ausreichend Sauerstoffzufuhr für den verbleibenden Abbrand des Scheitholzes und die sichere Ableitung der Verbrennungsabgase sorgen muss.

Mittel und Langfristig steckt in der Entwicklung von neuen Feuerungskonzepten auch Potential für die Erhöhung des Wirkungsgrades bei Scheitholz Raumheizgeräten. Wenn etwa durch neue Konzepte eine Vergleichmäßigung des Abbrandverlaufs erreicht würde, könnten Wärmetauscherflächen besser auf die optimalen Betriebsbedingungen ausgelegt werden. Auch Schwachlastbetrieb könnte mit neuen Feuerungskonzepten einfacher realisierbar und effizienter umgesetzt werden.

Ein neues Forschungsgebiet, dass zweifelsohne eine langfristige Forschungsförderungsstrategie benötigt um den Weg zur Marktreife schaffen zu können, ist der Einsatz von neuen Speichermaterialien (Latentwärmespeicher, z. B. Phase Change Materials) im Bereich der Raumwärmeerzeugung. Kurz- und Mittelfristig wird empfohlen, grundlagennahe Forschung zu Optimierung von Materialeigenschaften und Einsetzbarkeit von vorhandenen Materialien in Raumheizgeräten zu fördern. Mittel- bis Langfristig ist die Entwicklung von Konzepten für die Integration dieser Materialien in Feuerungen eine große Herausforderung. Ziel einer langfristigen Förderung dieses Forschungsgebiets ist es, die Wärmespeicherfähigkeit von Raumheizgeräten im Hinblick auf Speichermenge, -dauer und Wärmeabgabeeigenschaften deutlich zu verbessern.

Gebäudeintegration

Technische Lösungen für den Betrieb von Feuerstätten in dichten Gebäuden befinden sich bereits in der Umsetzung, hier werden laufend durch firmeninterne F&E inkrementell Verbesserungen erzielt, eine Förderung scheint in diesem Bereich daher nicht mehr notwendig.

Wie schon zuvor beschrieben befindet sich aktuell Zentralheizungsöfen und –herde (Kopplung Raumheizgerät mit Warmwasser bzw. Warmluft) in Entwicklung. Hier wird kurzfristig eine Förderungen der breiten Demonstration dieser Technologien empfohlen, um die Vorteile aufzeigen zu können und den Markteintritt zu erleichtern. Ebenfalls in einem engen Zeithorizont, und eng an die Entwicklung von Zentralheizungsgeräten gekoppelt, ist die Automatisierung von Scheitholz-Feuerungen etwa durch elektrische Zündelemente oder Kopplung mit automatischen Feuerungen (Pellets). Um diese Entwicklungen rasch zu einer Marktreife zu bringen, wird kurzfristig eine Förderungen von experimentellen Entwicklungsprojekten empfohlen.

Für die optimale Integration von Raumheizgeräten in moderne Gebäude werden in Zukunft Technologien benötigt, die eine Reduktion der momentanen Wärmeleistung an den Aufstellungsraum ermöglichen. Dies kann zum einen durch tatsächliche Reduktion der Feuerungswärmeleistung erfolgen, wobei man hier besonders für Scheitholz sehr bald an technische Grenzen stößt, oder aber die Wärme wird während des Abbrandes zum Großteil zwischengespeichert, und nach Ende des Abbrandes langsam an den Raum abgegeben.

Die Entwicklung derartiger Speicherkonzepte ist für konventionelle Materialien (keramische und mineralische Speicher) in Form von Kachel- und Speicheröfen schon weit fortgeschritten. Die Wärmespeicherung erfolgt hier über große thermische Massen - für eine Reduktion der notwendigen Speichermassen ist die Entwicklung neuer Speichermaterialien und Konzepte ein mittel- bis langfristiges Forschungsthema. Latentwärmespeicher haben in anderen Anwendungsbereichen bereits Marktreife erreicht und werden zunehmend industriell eingesetzt (z. B. Kühlindustrie), für die Anwendung im Bereich der Raumwärmeerzeugung bzw. –speicherung steht die Forschung sowohl auf Materialseite als auch bei der technologischen Umsetzung noch ganz am Anfang. Hier wird daher aufgrund des absehbaren hohen Anwendungspotenzials eine kurz-, mittel- und langfristige Forschungsförderung empfohlen.

In Tabelle 13 sind die empfohlenen Forschungsthemen für die einzelnen Forschungsgebiete zusammengefasst. Die Entfernung zur Umsetzung ist farblich und die empfohlene Projektart entsprechend der in Kapitel 8.1 aufgeführten Tabelle 12 mit Buchstaben gekennzeichnet.

Tabelle 13: Zusammenfassung der Forschungsthemen für den Bereich Raumheizgeräte

	Emissionen	Wirkungsgrad	Gebäude
Neue Speichermaterialien (z.B. Phase Change Materials,)		G	G
Neuartige Feuerungskonzepte	G	G	
Sekundärmaßnahmen (Katalysatoren, Feinstaubfilter)	V		
Elektr(on)ische Komponenten , z.B. Saugzug, Abgassensoren, Luftmengensteuerung	V	V	
Primärmaßnahmen (Luftführung, Geometrien)	E	E	
Automatisierung (z.B. Zündung, Pelletkombi)	E		E
Zentralheizungsöfen (Warmwasser- bzw. Warmluft-Auskopplung)		D	D
Raumluftunabhängigkeit			F



8.3.4 Kessel

Biomassekessel besitzen einen hohen technologischen Reifegrad. Insbesondere im Sanierungs- und Kesseltauschsegment stellen sie die wichtigste Biomassetechnologie dar, um die gesteckten Ziele zu erreichen. Neben Kostenreduktion und Erhöhung der Zuverlässigkeit stehen drei übergeordnete Forschungsaufgaben im Vordergrund:

- Emissionsreduktion,
- Effizienzsteigerung und Gebäudeintegration und
- Brennstoffflexibilität/Feuerungen für Nichtholzbrennstoffe.

Emissionsreduktion

Zukünftige Feuerungskonzepte müssen sich am Ziel *Zero Emissions* (Null Schadstoffemissionen) orientieren. Für die Emission von Kohlenmonoxid und organischen Kohlenwasserstoffen gilt diese Vorgabe als absolutes Entwicklungsziel für alle Betriebszustände. Mittels geeigneter Primärmaßnahmen sind neue Low-Particle und Low-NO_x Feuerungskonzepte zu entwickeln, die idealerweise auch in Kombination umgesetzt werden.

Für Brennstoffsortimente, die höhere Anteile an Aerosolbildnern aufweisen, oder für Brennstoffsortimente mit höheren N-Gehalten werden angesichts steigender Anforderungen seitens der Gesetzgebungen zudem auch für Kleinf Feuerungen und für mittelgroße Feuerungen Sekundärmaßnahmen zur Reduktion von Partikelemissionen und zur Reduktion von NO_x Emissionen erforderlich. Insbesondere bei Partikelabscheidetechnologien wird an der Entwicklung einer Vielzahl verschiedener Technologien bereits gearbeitet. Wäscher und Rauchgaskondensationssysteme bieten bei geringeren Partikelabscheideleistungen den Zusatznutzen der Effizienzsteigerung im Vergleich zu Gewebe- und Elektrofiltern. Nass-

Elektrofilter könnten potenziell hohe Abscheideleistung bei gleichzeitiger Effizienzsteigerung durch Kondensation kombinieren. Der Nachweis der Zuverlässigkeit im Dauerbetrieb und Kostenreduktion sind weitere Herausforderungen am Weg zur Marktreife von Partikelabscheidetechnologien. Ähnliches gilt für DeNOx Technologien, die vor allem in solchen geographischen Märkten eine Bedeutung erhalten werden, wo es zur Überschreitung der vereinbarten Ziele aus der Umsetzung der NEC Richtlinie kommt (z. B. Österreich).

Effizienzsteigerung und Gebäudeintegration

Wie in Kapitel 7.4 ausführlich beschrieben, erreichen Biomassekessel unter den stationären Prüfbedingungen der EN 303-5 hervorragende Emissions- und Effizienzwerte. Die Nutzungsgrade der Anlagen weichen in der Praxis aber beträchtlich von den Prüfstandswerten ab. 15 % Differenz sind die Regel, nicht die Ausnahme.

Um dieses Effizienzsteigerungspotenzial zu aktivieren, ist die Realisierung eines ganzen Maßnahmenbündels erforderlich. Es sind dies:

- Weiterentwicklung der Richtlinien zu Planung, Design und Technologie- und Komponentenauswahl der HVAC (heating, ventilation and air conditioning) Systeme von Gebäuden,
- Entwicklung intelligenter Leistungsregelungskonzepte,
- Weiterentwicklung und Erweiterung der Anwendungsbereiche der Brennwerttechnik für Biomassekessel im kleinen und mittleren Leistungsbereich,
- Entwicklung von Niedrigst- und Passivenergiehaus tauglichen Biomassekesseln kleinster Leistung und
- Entwicklung neuer Wärmespeicherkonzepte.

Die Weiterentwicklung all jener Richtlinien, Maßnahmen und Prozesse, die zu einer signifikanten Verbesserung bei der Implementierung von Multikomponenten oder Multitechnologie HVAC Lösungen führen, erfordern nicht nur Forschung und Technologie-/Komponentenentwicklung, sondern vor allem auch die umfassende Verbreitung des bestehenden und erworbenen Wissens. Die Implementierung desselben im Bereich der Aus- und Weiterbildung von ProfessionistInnen ist eine hierfür unbedingt erforderliche Maßnahme.

Intelligente Leistungsregelungskonzepte umfassen insbesondere solche Maßnahmen, die die Wärmebereitstellung durch die Kessel besser an den tatsächlichen Bedarf anpassen. Neben einer hohen Anpassungsfähigkeit an instationäre Betriebszustände integrieren intelligente Leistungsregelungskonzepte anwendungsrelevante Umwelteinflüsse. Solche Einflüsse sind Wettervorhersagedaten, Aufstellungsort, Nutzerverhalten etc. Intelligenz kann dabei durch mannigfaltige Lösungen erreicht werden:

- Robuste und einfache Regellogiken,
- Modellbasierte oder/und prädiktive oder/und selbstlernende Regelkonzepte sowie
- Verstärkter Einsatz von IKT.

Der verstärkte Einsatz der Brennwerttechnik, insbesondere in Biomassekleinfeuerungen, führt zu einem deutlichen Effizienzsprung. Neben notwendigen Maßnahmen zur Kostenreduktion sind Materialforschung (Korrosion!) und die Demonstration der Langzeitbeständigkeit der Kondensationswärmetauscher erforderlich. Dies gilt insbesondere für die Ausweitung der Brennwerttechnik auf andere Biomassebrennstoffe als Holzpellets (z. B. Hackgut).

Um langfristig das Marktsegment des Neubaus nicht völlig zu verlieren, ist die Entwicklung von Niedrigst- und Passivenergiehaus tauglichen Biomassekesseln erforderlich. Hierzu sind Feuerungen mit Nennleistungen von 5 kW und weniger erforderlich. Durch die Kombination mit geeigneten Speicherkonzepten können die Wärmebereitstellung durch den Kessel („die Produktion“) und die Wärmeabgabe an den Raum/das Gebäude („der Verbrauch“) zeitlich voneinander entkoppelt werden. Aktuelle Wärmespeicherkonzepte (Pufferspeicher) sind in ihrer Wirksamkeit und hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit nur bedingt hierfür geeignet. Die Entwicklung von neuen Speichern, die auf innovativen Speichermaterialien (z. B. Phasenwechselmaterialien) beruhen, ist hierzu erforderlich.

Brennstoffflexibilität/Feuerungen für Nichtholzbrennstoffe

Holz brennstoffe alleine werden nicht ausreichen, um den steigenden Brennstoffbedarf bis 2030/2035 zu decken. Neben der verstärkten Mobilisierung geeigneter Ressourcen und deren Aufbereitung zu handelsfähigen Brennstoffen sind auch rechtzeitig die für die Nutzung dieser neuen Brennstoffe geeigneten Feuerungen zu entwickeln. Dies gilt für alle Leistungsbereiche, insbesondere aber auch für den im Rahmen dieser Roadmap behandelten Bereich der Serien- und seriennahen Technologien. Die neuen Brennstoffe stellen an die Feuerungen beträchtliche technologische Herausforderungen, um emissionsarm, effizient und zuverlässig, bei gleichzeitiger Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit genutzt werden zu können. Robuste Rost- und Aschemanagementkonzepte sind erforderlich, ebenso wie korrosionsbeständige Materialien für Feuerraum und Wärmetauscher. Insbesondere Nichtholzbrennstoffe lassen größere Schwankungsbreiten in der Brennstoffqualität erwarten. Die Entwicklung von robusten und anpassungsfähigen Regelungskonzepten zum Ausgleich schwankender Brennstoffqualitäten ist daher ebenfalls notwendig.

In Tabelle 14 sind die empfohlenen Forschungsthemen zusammengefasst.

Tabelle 14: Zusammenfassung der Forschungsthemen für den Bereich Kessel

	Emissionen	Nutzungsgrad	Anwendung	
Neue Feuerungskonzepte (Primärmaßnahmen)	V			G
Sekundärmaßnahmen (Feinstaubfilter, NOx)	V E			V
Planung , Technologie- + Komponentenauswahl			E D F	
Brennwerttechnik (Wäscher)	E	E		
Brennwerttechnik	E	D	E D	E
Intelligente Leistungsregelungskonzepte	V	V	V	
Neue Speichermaterialien (z.B. PCMs)		G	G	D
Neue Feuerungskonzepte für Nichtholzbrennstoffe (Brennstoffklassen für bestimmte Leistungen)	V		V	F

8.3.5 Systeme

Netze

Eine Thematik, die alle in weiterer Folge aufgelisteten Netze trifft, ist die Effizienzsteigerung in der Netzein- und -auskopplung und die Reduktion von Leitungsverlusten.

Die Entwicklung bidirektionaler Netzwerke (smart heating grids), in die nicht nur zentrale Versorger einspeisen, sondern mehrere kleinere Wärmeerzeuger die Wärme je nach Angebot einspeisen bzw. auch beziehen können, stellt eine Weiterentwicklung der bereits weit verbreiteten Nah- und Fernwärmenetze dar. Dabei sind folgende Herausforderungen zu bewältigen:

- Die hydraulische Verschaltung solcher Netzwerke ist neu zu konzipieren und eine technische Lösung dafür zu entwickeln.
- In diesem Zusammenhang sind neben den technischen Herausforderungen auch neue Geschäftsmodelle zu entwickeln.
- Die Regelungsoptimierung für die verschiedenen Einspeiseprioritäten und die damit verbundenen technischen Mindesteinspeisedauern für verschiedene Wärmebereitsteller

Die Bereitstellung von *Kälte*, sowohl für technische als auch Gebäudekühlung, benötigt immer mehr Energie. Derzeit wird ein Großteil dieser Kälte durch Kompressionswärmepumpen erzeugt. In Zukunft ist deshalb auch die Weiterentwicklung von wärmebetriebenen Kältemaschinen und –netzen ein wichtiger Entwicklungspfad für alternative Energiebereitstellung. Die F&E-Schwerpunkte werden in folgenden Bereichen liegen:

- technische Weiterentwicklung wärmebetriebener Ad- und Absorptionskältemaschinen,
- Downscaling der bereits im Großmaßstab vorhandenen Lösungen bis zum Einfamilienhaus,

- Etablierung von Kältenetzen in Gebieten mit Kältebedarf in mehreren Gebäuden in geografischer Nähe zueinander und
- die daraus resultierende Wirtschaftlichkeit in Abhängigkeit vom Kältebedarf.

Als *Alternative* zu den bestehenden Wärmenetzen ist auch die Etablierung anderer *Energienetze* zu erwarten. Dabei sind die zu erwartenden Arbeiten vor Allem im Bereich der Standardisierung angesiedelt:

- Definition alternativer Energieverteilungssysteme (z. B. Holzgas, SNG, ...),
- Definition des Energieträgers in diesen Systemen und
- Definition der Schnittstellen Netz/Verbraucher (z. B. Holzgaskessel zur lokalen Energieversorgung über Mikronetze).

Hybridsysteme

Die Bereitstellung Wärme, Warmwasser und Kälte erfolgt heute üblicherweise durch den Einsatz verschiedener Einzeltechnologien und Einzelkomponenten, die zu hybriden Gesamtsystemen verschaltet sind. Im Zusammenspiel der Einzelkomponenten besteht beträchtliches ökonomisches und technologisches Optimierungspotenzial.

Die technologischen Herausforderungen sind:

- Entwicklung zuverlässiger und effizienter Hybridsysteme für Heizung, Lüftung und Kühlung (HVAC) durch verbesserte Auswahl der Einzelkomponenten, durch intelligente Priorisierung des Einsatzes von Einzelkomponenten (Steuerung) und durch optimiertes Design des Gesamtsystems. Dies kann durch die Optimierung der Summe von Einzelkomponenten oder durch die Entwicklung von integrierten Produkten erfolgen.
- Entwicklung von integrierten und gemeinsamen Gebäudesteuerungskonzepten durch Definition von gebäudespezifischen Anforderungen und Schnittstellen, durch Ausdehnung der Betrachtungen auf alle Gebäudetechnikkomponenten und durch Entwicklung von intelligenten Regelungskonzepten (Anpassungsfähigkeit an individuelle Einflussfaktoren). Die gemeinsame Gebäudesteuerung des Hauses der Zukunft soll plug & play – fähig für alle Gebäudetechnikkomponenten sein.

8.3.6 Mikro-Kraft-Wärmekopplung

Mikro-Kraft-Wärmekopplungen (Mikro-KWK) unterstützen die notwendige radikale Umstellung unseres Energiesystems. Strom wird dezentral am Ort des Wärmebedarfs erzeugt und kann auch zu Zeiten geringer Versorgung mit Strom aus Wasserkraft, Wind und Sonnenenergie eingespeist werden. Dies trägt zu besserer Nutzung der Stromnetze bei.

Seit der Energiekrise 1973 bestehen Bemühungen zur Entwicklung und Markteinführung kleiner und kleinster Kraft-Wärmekopplungsanlagen. Die bisherigen Erfolge waren nicht nur bei mit fester Biomasse beheizten Technologien gering, auch öl- und gasbetriebene Mikro-KWK-

Anlagen haben den Durchbruch am Markt noch immer nicht geschafft. Als Gründe dafür werden neben dem Bedarf technischer Fortschritte auch unzureichende wirtschaftliche und regulatorische Rahmenbedingungen vermutet. Um der Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung zum Durchbruch zu verhelfen, wird folgende Strategie empfohlen:

- Eingehende Analyse des Status quo und Ausarbeitung eines „Masterplans Mikro-KWK“ für fossil und erneuerbar betriebene Anlagen,
- Entwicklung von Mikro-KWK-Anlagen für feste Biobrennstoffe bis zur Marktreife als Groß-Serienprodukt nach dem Vorbild der Automobilbranche⁵,
- zur Überwindung des „Tals des Todes“ die breite Demonstration dieser Technologien,
- Anstoß für die Entwicklung radikaler Innovationen und
- Begleitung der Entwicklung durch langfristiges Monitoring der Erfolge mit dem Ziel der Bewertung und der Möglichkeit von Kurskorrekturen.

Der Masterplan soll sich an fortgeschrittenen Erneuerbare-Energie-Politiken in Europäischen Ländern wie Dänemark und Deutschland orientieren und es ermöglichen, die Minderungsziele für Treibhausgasemissionen 2050 zu erreichen. Voraussetzung dafür ist die Abstimmung der Energie-, Umwelt- und Technologiepolitiken auf Bundes- und Landesebene. Ebenfalls von größter Bedeutung sind Bemühungen um einen strategischen Zusammenschluss mit der Automobilbranche.

Kurzfristig sollte der Entwicklungsprozess durch eine sorgfältige Beschreibung des Ist-Standes, der Ausarbeitung der Grundlagen für den Masterplan und den Vorarbeiten für die breite Demonstration der Mikro-KWK gestartet werden:

- Eingehende Analyse der ökonomischen, ökologischen und sozialen Vor- und Nachteile, Ermittlung der Barrieren der Markteinführung und der Gründe des derzeit mangelnden Interesses der Motorenindustrie an der Entwicklung von Großserientechnologien. In Zusammenarbeit mit Stakeholdern aus Industrie, Wirtschaft, Politik und Verwaltung die Ausarbeitung von Strategien zur Überwindung des „Tal des Todes“⁶.
- Eingehende Analyse des weltweiten Standes der Technik marktnaher Technologien sowie der technischen Barrieren der Entwicklung kostengünstiger, effizienter und sauberer Technologien zur Erzeugung von Strom und Wärme aus fester Biomasse.
- Analyse des weltweiten Standes der Technik zur Erzeugung von Strom und Wärme in kleine Anlagen aus flüssigen und gasförmigen biogenen Kraftstoffen mit Hilfe von Verbrennungskraftmaschinen und Brennstoffzellen.

⁵ Die Automobilbranche gehört mit zu den wettbewerbsfähigsten Branchen unserer Wirtschaft. Weltweit erzeugt die Motorenindustrie jährlich mehr als eine Milliarde Motore und konnte enorme Fortschritte bei der Senkung der Fertigungskosten erzielen. Dieses Wissen ist auch für die Entwicklung leistbarer Mikro-KWK-Anlagen von Bedeutung.

⁶ Der Weg vom Prototypen bis zum Großserienprodukten ist teuer, das „Tal des Todes“ ist breit und tief und kann nur dann überwunden werden, wenn die dafür benötigten Mittel gesichert sind.

- Weltweites Screening radikaler Innovationen im Bereich Mikro-KWK.
- Analyse der technischen und nicht-technischen Barrieren der Integration von Mikro-KWK-Anlagen in Smart Grids.
- Anstoß für die Ausarbeitung eines „Masterplans Mikro-Kraft-Wärmekopplung“.
- Studie über die Chancen und Herausforderungen der Einspeisung von Biogas und Synthesegas aus Biomasse in Gasnetze mit dem Ziel der gekoppelten Erzeugung von Wärme und Strom mittels kleiner Gasmotoren und/ oder Brennstoffzellen.

Kurz- bis mittelfristig sollten sich vorwettbewerbliche Forschung und experimentelle Entwicklung auf die Technologien konzentrieren, die nach dem Stand des Wissens die besten Erfolgchancen haben. Stirling- und Dampfmotorenkonzepte erscheinen aus heutiger Sicht als besonders aussichtsreich. Um rasch die Eignung solcher Groß-Serientechnologien demonstrieren zu können, sollten folgende Prioritäten bzw. folgende Ziele gesetzt werden:

- Re-Design fortgeschrittener Konzepte in Richtung
 - Kostensenkung durch Optimierung der gesamten Technik unter Berücksichtigung der Erfordernissen der Serienfertigung:
 - Motor (Dichtungen, Werkstoffe, Erhitzer),
 - Biomassebrenner,
 - Wärmetauscher,
 - Regelung und Steuerung,
 - Generator,
 - Wärmeauskopplung.
 - Steigerung des Wirkungsgrades,
 - Steigerung der Zuverlässigkeit,
 - Senkung der Wartungskosten,
 - Entwicklung korrosionsbeständiger Wärmetauschern und Einrichtungen zur automatischen Reinigung von Wärmetauschern.
- Untersuchung der Eignung bestehender Biomassefeuerungen für die Nachrüstung mit Stirling- oder Dampfmotoren.
- Werkstoff-Forschung (einschließlich Beschichtungen) für Bauteile wie Dichtungen, Lager, Wärmetauscher in Form von Grundlagenforschung und vorwettbewerblicher Forschung.
- Integration in haustechnische Anlagen.
- Integration in „Smart Grids“, Entwicklung von „Smart Homes“.
- Monitoring des praktischen Betriebs von Prototypen und Vorserienmustern, Stärken-Schwächenanalyse, Benchmarks.

Thermogeneratoren sollen kurz- bis mittelfristig weiter entwickelt werden. Beim derzeitigen Stand der Entwicklung sind sie für die Integration in Feuerungsanlagen zur Generierung von Zusatznutzen wie Netzunabhängigkeit von Heizungs- und Lüftungsanlage, Verbesserung der Betriebsparameter von Öfen mittels Gebläsen, Kombination mit Solaranlagen (Winterbetrieb, Nachtbetrieb) besonders geeignet. Als Forschungsaufgaben wurden identifiziert:

- Grundlagenforschung zur Entwicklung thermoelektrischer Materialien mit den Schwerpunkten Verfügbarkeit, Kosten, Leistung, technische Eigenschaften wie z. B. Hitzebeständigkeit,
- Entwicklung von Generatortechnologien von der Laborfertigung in die Serienfertigung mit den Zielen der Vereinfachung und Kostensenkung und
- Thermische und elektrische Einbindung des Thermogenerators in Biomassefeuerungen und Heizungssystemen.

Die Suche nach radikalen, ambitionierten und risikoreichen Innovationen sollte ein langfristiges Thema sein. Solche Innovationen müssen sich am Stand der Technik etablierter und wettbewerbender Technologien messen und sollten dann weiter verfolgt werden, wenn eine Bewertung hinsichtlich Kosten, Effizienz, Umwelt- und Sozialverträglichkeit eine Technologieführerschaft als möglich erscheinen lässt. Der Weg zu „Leuchttürmen der Innovation“ sollte aufgezeigt und entsprechend der Bewertung und der Fortschritte der vorwettbewerblichen Forschung verfolgt werden. Als Beispiele für innovative KWK-Technologien wurden die dezentrale Verteilung von Holzgas über Leitungen für die Verstromung in kleinen Blockheizkraftwerken mit Verbrennungskraftmaschinen oder Heißluftturbinen vorgeschlagen.

Kurz-, mittel- und langfristig soll die technische Entwicklung wissenschaftlich begleitet werden. Diese Begleitforschung soll folgende Aufgaben beinhalten:

- Beurteilung der Auswirkungen der Markteinführung auf
 - eine nachhaltigen Entwicklung (Wirtschaftlichkeit, Akzeptanz und Leistbarkeit, nationale Wertschöpfung und Erfolge auf internationalen Märkten, Versorgungssicherheit, Umweltverträglichkeit und Treibhausgasminderung, Ressourcenverfügbarkeit usw.) und
 - die Kosten für die Endverbraucher.
- Monitoring der Entwicklung der Technik und des Marktes mit dem Ziel der Bewertung und der Möglichkeit von Kurskorrekturen,
- Standardisierung von Maschinen, Komponenten und Systemen,
- Labelling im Rahmen des Ökodesignrichtlinie der EU,
- Beratung der Bundes- und Landesregierung und der Förderstellen,
- Nationale und internationale Vernetzung und
- Informationsverbreitung, Beratung, Schulung.

Dazu wird empfohlen:

- Eine Plattform von Proponenten aus Industrie, Wirtschaft einschließlich Finanzwirtschaft, Förderstellen (Investitionsförderung, F&E-Förderung) sowie Wissenschaft und Forschung dauerhaft zu schaffen und mit dem erforderlichen Budget auszustatten. Als besonders wichtig wird die Beteiligung der Motorenindustrie erachtet.
- Die nationalen F&E-Kompetenzen zu konzentrieren.
- Die Teilnahme an Europäischen Programmen wie dem Forschungsrahmenprogrammen und Disseminierungsprogrammen wie dem Intelligent Energy Europe Programm zu unterstützen.

8.3.7 Begleitforschung

Der Umstieg von fossiler auf erneuerbare Energie ist eine komplexe Aufgabe, die nicht durch technologische Entwicklung alleine bewältigt werden kann. Begleitende Maßnahmen sollen die Auswirkungen auf Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft bewerten und Initiativen unterstützen, die es den österreichischen Technologieanbietern möglich machen, eine führende Rolle auf den internationalen Märkten zu erreichen.

Um der österreichischen Technologie-, Klima- und Energiepolitik wissenschaftliche Argumente zur Verfügung zu stellen und die effektive Verwendung der F&E-Mittel zu sichern, werden in Ergänzung zur Technologieentwicklung folgende Arbeiten vorgeschlagen:

- Ökonomische Analysen der verstärkten Raumwärmeerzeugung mit Biomasse. Dabei sollen Bündel von Technologien und Maßnahmen techno-ökonomisch und in Hinblick auf Beschäftigungseffekte, Sicherung der Versorgung und Verringerung der Abhängigkeit von fossiler Energie bewertet werden.
- Monitoring der Entwicklung des Sektors. Dabei sollen die durch die Förderung von Forschung und Entwicklung erreichten Effekte auf Umwelt und Gesellschaft erkennbar gemacht werden. Die Entwicklung des Marktes erneuerbarer Energie und der dazugehörigen Technologien, die erzielte Wertschöpfung sowie die Steigerung der Effizienz sollten ebenfalls erhoben werden.
- Lebenszyklusanalysen und Analysen der Ressourcenverfügbarkeit⁷ nach dem aktuellen Stand des Wissens der Umweltforschung.
- Messtechnische Untersuchung der Auswirkungen des breiten Einsatzes moderner Biomassefeuerungen kleiner Leistung auf die Qualität der Umgebungsluft.
- Erarbeitung und laufende Aktualisierung von Emissionsfaktoren.
- Untersuchung der gesellschaftlichen Akzeptanz von Bioenergie und Bioenergietechnologien sowie der Preise, Kosten und Leistbarkeit für den Endverbraucher.

Neben der Entwicklung exporttauglicher Technologien ist es notwendig, den für die Verwendung von Biobrennstoffen und umweltgerechten Biomassefeuerungen in Europa erforderlichen Rahmen zu schaffen. Die Etablierung von nationalen, europäischen und internationalen Normen⁸ und Qualitätslabels⁹ greift branchenweit. Entsprechende Initiativen und Projekte sollten daher aufgrund ihrer großen Hebelwirkung prioritär verfolgt und unterstützt werden. Beispiele für die für österreichische Technologieanbieter wesentlichen normativen und vornormativen Aufgaben sind:

- Methodenentwicklung und normative Umsetzung eines Ascheschmelztests,

⁷ z. B. bei der Verfügbarkeit von Ressourcen für Thermogeneratoren

⁸ z. B. CEN-, ASTM- und ISO-Normen

⁹ z. B. im Rahmen der Ökodesignrichtlinie der EU

- Methodenentwicklung und normative Umsetzung eines Ausgasungstests zur Bewertung des Risikos der Ausgasung von Holzpellets,
- Europaweit einheitliche Anforderungen an Pelletslager,
- Erweiterung der Kesselprüfnorm EN 303-5 um einen Nutzungsgradtest und dessen europaweite Umsetzung,
- Entwicklung einer praxistauglichen Ofenprüfnorm und deren europaweite Umsetzung, ggf. mit Einführung eines eigenen Qualitätslabels,
- Entwicklung und normative Umsetzung von Prüf- und Bewertungsvorschriften für Hybridsysteme,
- Entwicklung und normative Umsetzung von Prüf- und Bewertungsvorschriften für Mikro-KWKs und
- Entwicklung und normative Umsetzung von Prüf- und Bewertungsvorschriften für Biomassevergaser kleiner Leistung.

„Green Jobs“ in der technischen Entwicklung und der Verbreitung innovativer Technologien erfordern auch Maßnahmen im sekundären und tertiären Bildungssektor. Es ist daher Sorge zu tragen, das aktuelle Wissen in der Lehre zu verbreiten.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten müssen sich an der internationalen Entwicklung orientieren und dem höchsten Stand des Wissens genügen. Dazu wird empfohlen,

- die Ausarbeitung Europäischer Forschungs- und Disseminierungsprogramme¹⁰ im Sinn der FTI-Roadmap zu beeinflussen und
- an einschlägigen internationalen Netzwerken wie dem IEA Bioenergy Agreement teilzunehmen.

¹⁰ 7. Rahmenprogramm, Horizon, Intelligent Energy Europe

9 Politische Empfehlungen zur Forcierung von Biomasse-Wärme

Nach Meinung der AutorInnen sollte die vorgestellte Technologie-Roadmap durch eine Reihe von Maßnahmen in anderen Politikbereichen unterstützt werden. In Anlehnung an das vorgestellte Roadmap-Szenario (Kapitel 6.2) und die für die Umsetzung eines derartigen Szenarios nötigen Rahmenbedingungen sind dazu insbesondere die folgenden Punkte anzuführen:

- Weiterführung und Intensivierung von Informations- und Schulungsmaßnahmen,
- Einsatzpflicht für Heizungssysteme mit nachhaltigen Energieträgern: Die Einsatzpflicht garantiert eine hohe Marktdurchdringung unabhängig von den Präferenzen der einzelnen Investoren und verhindert bzw. reduziert allzu große Free Rider Effekte.
- Ausgabenseitige Politikinstrumente: Die Investition in erneuerbare Heizsysteme sind weiterhin auch durch Investitionszuschüsse zu fördern. Damit wird eine höhere Akzeptanz des Gesamtpaketes erreicht und soziale Härtefälle werden abgefedert.
- Einnahmenseitige Politikinstrumente: Im Sinne der Budgetneutralität der Maßnahmenpakete tragen einnahmenseitige Maßnahmen (CO₂-Steuer) zur Finanzierung der ausgabenseitigen Instrumente im Sinne einer Internalisierung externer Effekte zur Zielerreichung bei.
- Technologiespezifisch braucht es im Raumwärmesektor einen ausgewogenen Mix an Förderinstrumenten für Biomasse, Solarthermie und Wärmepumpe. Insbesondere die Integration dieser Systeme untereinander sowie mit Niedrigstenergie-Technologiekomponenten ist zu forcieren.

Nutzungsverpflichtung für erneuerbare Wärme (RES-H) in Wohn- und Nichtwohngebäuden

- Einige der neun Bundesländer in Österreich haben bereits eine verpflichtende Nutzung erneuerbarer Wärmesysteme eingeführt. Diese dient als Auflage für die finanzielle Unterstützung im Rahmen der Wohnbauförderung. Aufgrund der breiten Anwendbarkeit und der hohen Akzeptanz des Instruments kann dieses als „semi-Nutzungsverpflichtung“ bezeichnet werden. Das Instrument ist bis jetzt auf Wohngebäude beschränkt, wurde noch nicht in allen österreichischen Bundesländern angewandt und deckt nicht den Anteil der Wohngebäude ab, welche von der Wohnbauförderung ausgenommen sind (auch wenn dieser Anteil eher klein ist). Daher könnte die RES-H Nutzungsverpflichtung dieser Tradition folgen und eine Kontinuität der Politikinstrumente darstellen.
- Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie (2009/28/EC) fordert in Artikel 13(4): „Bis spätestens zum 31. Dezember 2014 schreiben die Mitgliedstaaten in ihren Bauvorschriften und Regelwerken oder auf andere Weise mit vergleichbarem Ergebnis, sofern angemessen, vor, dass in neuen Gebäuden und in bestehenden Gebäuden, an denen größere Renovierungsarbeiten vorgenommen werden, ein Mindestmaß an Energie aus erneuerbaren Quellen genutzt wird.“

- Die Analyse der Szenarien mit dem Modell Invert/EE-Lab (Kranzl et al., 2011) zeigte, dass die Anwendung von RES-H Nutzungsverpflichtungen in Kombination mit Fördermitteln das benötigte öffentliche Budget um mehr als ein Drittel bis zum Jahr 2030 reduzieren kann im Vergleich zu einer Gewährung von öffentlichen Fördermitteln allein.
- Eine der Bedingungen für die Einführung von RES-H Nutzungsverpflichtungen ist die Ausgereiftheit und Verfügbarkeit von hochwertigen Technologien und Konfigurationen erneuerbarer Wärme zu akzeptablen Kosten. Aufgrund des relativ hohen Anteils an erneuerbarer Wärme (im internationalen Vergleich) und der starken Position der entsprechenden Industriesparten in Österreich ist eine solche Ausgereiftheit gegeben (für weitere finanzielle Unterstützung siehe unten).
- Die Umsetzung der Nutzungspflicht für erneuerbare Wärme in Deutschland mit dem Erneuerbaren-Energie-Wärme-Gesetz zeigt die praktische Umsetzungsmöglichkeit einer derartigen Maßnahme.
- Entscheidende Hemmnisse sind der Mangel an Bewusstsein und das Beharrungsvermögen der Entscheidungsträger und Investoren. Neben Informationskampagnen für die Erhöhung des Bewusstseins für erneuerbare Wärme können Nutzungsverpflichtungen für den nötigen Handlungs- und Investitionsimpuls sorgen.
- Um eine hohe Akzeptanz der Nutzungsverpflichtung sicherzustellen ist es wesentlich zu garantieren, dass die Finanzierung von RES-H Technologien für alle Haushalte machbar ist (z. B. durch Investitionsförderungen oder Investitionsunterstützungen nach Einkommensstufen, wie bereits bei der Wohnbauförderung der Fall).

Investitionsförderungen

- Dies ist das Instrument mit der größten Tradition und Akzeptanz in allen österreichischen Bundesländern sowie auch auf Bundesebene. Durch eine Weiterführung dieses Instrumentes erreicht man eine Erhaltung der Verbindung zu dieser Tradition und eine Vermeidung von Irritationen.
- Teilweise sind diese ökonomischen Anreize mit geförderten Krediten verbunden, wie z. B. im Rahmen der Wohnbauförderung.
- Investitionsförderungen sind ein nötiges ergänzendes Instrument für Nutzungsverpflichtungen um einen ressourcentechnisch-optimalen Technologiemark zu erreichen. Solarthermie stellt sich als attraktive Option heraus wenn niedrige Nutzungsverpflichtungen für jeden Haushalt oder jedes Gebäude erfüllt werden müssen (z. B. 10 bis 20 %). Höhere Niveaus der Nutzungsverpflichtungen werden aber nötig sein um die gesetzten politischen Zielen zu erreichen. In diesen Fällen zeigt sich, dass Bioenergie oder Wärmepumpen eine attraktivere Option darstellen. Hierfür werden zusätzliche Instrumente benötigt, wenn ein ausgewogener und zukunftsorientierter Technologiemark erneuerbarer Wärme erreicht werden soll.

CO₂-Besteuerung

- Das Resultat von Szenarien-Analysen (z. B. Kranzl et al., 2011) zeigt, dass sich die Ergebnisse äußerst sensibel gegenüber den Energiepreisen verhalten. Eine CO₂-Steuer kann als eine "politisch implizierte" Erhöhung der fossilen Energiepreise gesehen werden und hat deswegen einen signifikanten Einfluss auf die Investitionen in Systeme erneuerbarer Wärme.
- Gleichzeitig trägt eine CO₂-Steuer zur Finanzierung von ökonomischen Förderinstrumenten bei. Wenn diese Steuereinnahmen an die Förderung von Technologien erneuerbarer Wärme gebunden sind, ist dies eine Möglichkeit, die die Kontinuität der Förderung garantiert.

Sensibilisierung, Information, Partizipation

Mangelnde Information und Sensibilisierung sind immer noch entscheidende Hürden für ein stärkeres Wachstum von erneuerbarer Wärme in Österreich. Sie führen zu einer Verschwendung von öffentlichen Fördergeldern welche bei besserer Information und Sensibilisierung zu RES-H der handelnden Personen besser hätten eingesetzt werden können. Deswegen spielt die Weiterführung und Ausdehnung von Kampagnen zur Sensibilisierung inklusive Energieberatung eine entscheidende Rolle für den Erfolg politischer Maßnahmen.

Diese Aktivitäten bestehen bereits in allen Bundesländern Österreichs. Es wird jedoch eine stärkere Partizipation der Personen in lokalen Entwicklungsprozessen für eine wirklich gründliche Einbindung gebraucht. Best-Practice Beispiele aus verschiedenen Regionen zeigen, dass diese Prozesse in der Lage sind bei Menschen Enthusiasmus und Engagement hervorzurufen, was zu einer dynamischen Entwicklung führt, die durch eine Informationspolitik von oben herab („top-down“) alleine nicht möglich gewesen wäre.

Fortbildungsmaßnahmen

Hochqualifiziertes Personal gehört zu den Schlüsselbedingungen für ein kontinuierliches Marktwachstum der erneuerbaren Energie. Der Aufbau des Knowhows und des Humankapitals wird entscheidend sein für die Aufrechterhaltung von hochqualitativer Montage und Systemkonfigurationen. Zertifizierungssysteme von Monteuren für erneuerbare Energie haben bereits lange Tradition in Österreich.

Eine der entscheidenden Lücken in Österreich ist die verpflichtende Integration der erneuerbaren Energie in die Lehrpläne von allen Arten von Bildungsinstitutionen (Volksschulen, Hauptschulen, Gymnasien, berufsbildende Schulen, Universitäten und Fachhochschulen, etc.).

Erneuerbare Wärme in öffentlichen Gebäuden

Entsprechend der Änderung der EU-Richtlinie EPBD recast (Energy performance of buildings directive recast/EU-Gebäuderichtlinie) sollte der öffentliche Sektor als Vorbild agieren. Um diese Funktion der öffentlichen Gebäude zu garantieren, sollten mehrere Maßnahmen

implementiert werden. Es sollten Nutzungsverpflichtungen für erneuerbare Wärme für alle Neubauten und alle Gebäude mit einer größeren Renovierung eingeführt werden. Für jeden Austausch von Heizungssystemen sollte die Anwendung von erneuerbaren Energiesystemen berücksichtigt werden. Die Richtlinien für Investitionen in Gebäudekomponenten, thermische Renovierungsmaßnahmen und Heizungssysteme sollten angepasst werden um die Lebenszykluskosten und die inkludierten externen Kosten zu berücksichtigen. Es müssen Bestimmungen bezüglich der (niedrigen) Zinssätze, der erwarteten Energiepreise und ähnliche Kalkulationswerte festgelegt werden.

Die Vorschriften für erneuerbare Wärme in öffentlichen Gebäuden sollten in Maßnahmen für die Erhöhung der thermischen Standards für öffentliche Gebäude integriert werden.

Erneuerbare Wärme in Bestandsgebäuden

Es könnte eine Verpflichtung für den Aufbau von finanziellen Reserven für erneuerbare Wärme und für thermische Renovierung implementiert werden. Gebäudebesitzer wären dann verpflichtet eine jährliche (oder monatliche) Rücklage zu bilden, die für Ausgaben für erneuerbare Wärme und thermische Gebäudesanierung zur Verfügung steht. Die Höhe dieser Rücklagen könnte man an die thermische Qualität und an den verwendeten Energieträger des Gebäudes knüpfen.

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stand der Technik Scheitholzöfen	45
Tabelle 2: Stand der Technik Pelletsöfen	45
Tabelle 3: Grenzwerte für händisch beschickte Holzfeuerungen, Scheitholzöfen	45
Tabelle 4: Grenzwerte für automatisch beschickte Holzfeuerungen, Pelletsöfen	46
Tabelle 5: Stand der Technik Scheitholz-Kessel mit Naturzug	47
Tabelle 6: Stand der Technik Scheitholz-Kessel mit Saugzug	47
Tabelle 7: Stand der Technik Pelletskessel	47
Tabelle 8: Stand der Technik Hackgutkessel	48
Tabelle 9: Grenzwerte bei Nennwärmeleistung für händisch beschickte Holzfeuerungen	48
Tabelle 10: Grenzwerte bei Nennwärmeleistung für Pellets- und Hackgutkessel	48
Tabelle 11: Marktvolumen und installierte Anlagen in den EU 27 im Jahr 2007 in Mio. Stück	56
Tabelle 12: Projektarten	62
Tabelle 13: Zusammenfassung der Forschungsthemen für den Bereich Raumheizgeräte	74
Tabelle 14: Zusammenfassung der Forschungsthemen für den Bereich Kessel	77
Tabelle 15: Anzahl an Gebäuden und Wohneinheiten von 2000 bis 2008	97

11 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung des Bruttoinlandsverbrauchs (Primärenergie) von 1970 bis 2010 (biogener Anteil von Abfällen für die Berechnung des Anteils erneuerbarer/biogener Energieträger mit 50 % angenommen); Quelle: Statistik Austria (2011), eigene Berechnungen und Darstellung (Energy Economics Group, TU Wien).....	16
Abbildung 2: Zusammensetzung des Biomasseaufkommens (Bezugsjahr: 2010); Quelle: Statistik Austria (2011), eigene Darstellung (Energy Economics Group, TU Wien)	17
Abbildung 3: Entwicklung Erneuerbarer Energien (Endenergie) von 1970 bis 2010; Quelle: Statistik Austria (2011), eigene Berechnungen und Darstellung (Energy Economics Group, TU Wien)	18
Abbildung 4: Endenergieverbrauch in Österreich nach Energieträgern und Nutzungskategorien im Jahr 2010; Quelle: Statistik Austria (2011), eigene Berechnungen und Darstellung (Energy Economics Group, TU Wien).....	19
Abbildung 5: Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser in Österreich nach Energieträgern von 1970-2008; Quelle: Statistik Austria (2010), eigene Berechnungen und Darstellung (Energy Economics Group, TU Wien)	20
Abbildung 6: Entwicklung der österreichischen Fernwärmeversorgung (Endenergie) von 1970 bis 2010; Quelle: Statistik Austria (2011), eigene Berechnungen und Darstellung (Energy Economics Group, TU Wien).....	21
Abbildung 7: Forschungsförderung entlang der Zeitachse (Quelle: FFG)	23
Abbildung 8: Methodische Vorgangsweise; Quelle: ETP RHC.....	26
Abbildung 9: Struktur der ETP-RHC	27
Abbildung 10: Anteil der Biomasse am Gesamtendenergieverbrauch im Sektor Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in den ausgewählten Szenarien (ohne Biomasse-Anteile in großen Fernwärmenetzen).....	31
Abbildung 11: Indexierte Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser in den ausgewählten Szenarien (Müller et al 2010, Redl et al 2011, Kranzl et al 2010, Kranzl et al 2011)	32
Abbildung 12: Entwicklung der Gebäudesanierung in Österreich bis 2050 nach Bauperioden und Gebäudeklassen im Roadmap-Szenario „Bioheating“. Quelle: Berechnungen EEG. Abkürzungen: NWG: Nicht-Wohngebäude; WG: Wohngebäude;	34
Abbildung 13: Entwicklung des Nutzwärmebedarfs für die Raumkonditionierung und Brauchwassererwärmung in österreichischen Gebäuden bis zum Jahr 2050 im Roadmap-Szenario „Bioheating“. Quelle: Berechnungen EEG. Abkürzungen: NWG: Nicht-Wohngebäude; WG: Wohngebäude;.....	35
Abbildung 14: Überblick über das Roadmap-Szenario „Bioheating“. Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser.....	36
Abbildung 15: Energieverbrauch nach Energieträgern im Roadmap-Szenario „Bioheating“	37

Abbildung 16: Bereitstellungsketten von Waldhackgut; Quelle: Bioenergy 2020+ 40

Abbildung 17: Kenngrößen der österreichischen Pelletsindustrie und des Holzpelletsmarktes;
Quelle: ProPellets Austria 42

Abbildung 18: Verbrauch fester Biobrennstoffe in Österreich 2007 - 2010; Die Werte für Rinde
sind für 2007 im Hackgut inkludiert, Quelle: Biermayr et al.: Innovative
Energietechnologien in Österreich - Marktentwicklung 2010, im Auftrag des bmvit, Wien
2011 55

Abbildung 19: Kumulierter Bestand (Stück) an modernen Biomassekleinfeuerungen (<100 kW)
in Österreich; Die Erfassung der Stückholzkessel erfolgt erst seit dem Jahr 2001;
Quelle: LK-NÖ Biomasse-Heizungserhebung 2010; Darstellung: Bioenergy 2020+ 56

Abbildung 20: Kumulierter Bestand (Stück) an mittleren und großen Biomassefeuerungen in
Österreich; Quelle: LK-NÖ Biomasse-Heizungserhebung 2010; Darstellung: Bioenergy
2020+ 57

Abbildung 21: Bestandsentwicklung anerkannter Ökostromanlagen mit
Biomassefestbrennstoffen inkl. Abfall mit hohem biogenen Anteil in Anzahl und
registrierter MWel. Dargestellt sind die von den Landesregierungen per Bescheid
anerkannten Ökostromanlagen. Die Bescheide sagen nichts darüber aus, ob diese
Anlagen bereits errichtet wurden bzw. in Betrieb sind. Darstellung: Bioenergy 2020+.
Quelle: E-control 2011 57

Abbildung 22: In Österreich jährlich verkaufte Biomasseöfen und –herde 2008 - 2010; Quelle:
Erhebung Bioenergy 2020+, siehe Biermayr et al.: Innovative Energietechnologien in
Österreich – Marktentwicklung 2010, im Auftrag des bmvit, Wien 2011 58

Abbildung 23: Themenfelder technologischer Entwicklung für Raumheizgeräte 70

12 Literaturverzeichnis

- Aigenbauer, S., Moser, W., Schmidl, C.: Endbericht Neue Öfen 2020. Bioenergy 2020+, 2011
- Alakangas, E.; Borgström, G.; Felber, T.; Göttlicher, G. et.al.: Strategic Research Priorities for Biomass Technology. European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling, Brussels, 2012
- Anderl, M.; Gangl, M.; Gugele, B.; Poupa, S. et.al.: Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990–2006. Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2008
- Biermayr, P., Cremer, C., Faber, T., Kranzl, L., Ragwitz, M., Resch, G., Toro, F., 2007. Bestimmung der Potenziale und Ausarbeitung von Strategien zur verstärkten Nutzung von erneuerbaren Energien in Luxemburg. Endbericht im Auftrag des Ministeriums für Energie.
- Biermayr, P., Ehrig, R., Strasser, C., Wörgetter, M., Prügler, N., Fechner, H., Nurschinger, M., Weiss, W., Eberl, M.: Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2009 - Biomasse, Photovoltaik, Solarthermie und Wärmepumpen, Berichte aus Energie- und Umweltforschung, 15/2010BMVIT für IEE Projekts AFO
- Biermayr, P.; Ehrig, R.; Kristöfel, C.; Strasser, C. et.al.: Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2010. Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des BMVIT, 26/2011, Wien, 2011
- bmwfj (Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend): Pressemitteilung. Mehr Erneuerbare Energien. 34%-Ziel nach Brüssel gemeldet. 2010
- Bürger, V., Kranzl, L., Hummel, M., Müller, A., Connor, P., Ericsson, K., Beurskens, L., Steinbach, J., Ragwitz, M., 2011. Warming up to Renewable Heat. Policy Options Boosting Renewables in the Heating Market. Final Report of the Project "Policy development for improving RES-H/C penetration in European Member States (RES-H Policy)."
- Ein europäischer Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan). Kommission der europäischen Gemeinschaften, 2007
- Europäische Kommission: Vorschlag für RICHTLINIE DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES zur Energieeffizienz und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG. 2011
- Europäisches Parlament, Europäischer Rat: RICHTLINIE 2010/31/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von

Gebäuden. Amtsblatt der Europäischen Union L 153/13-35, 2010

Europäisches Parlament: Directive 2001/81/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants (NEC-RL). Official Journal of the European Communities, L 309/22, 2001

Haas, R., Biermayr, P., Müller, A., Kranzl, L., Schriefl, E., 2007. Wärme und Kälte aus Erneuerbaren 2030. Studie im Auftrag der Wirtschaftskammer Österreich. Dachverband Energie-Klima., Wien.

Haas, R., Müller, A., Kranzl, L., 2009. Energieszenarien bis 2020: Wärmebedarf der Kleinverbraucher. Ein Projekt im Rahmen der Erstellung von energiewirtschaftlichen Inputparametern und Szenarien zur Erfüllung der Berichtspflichten des Monitoring Mechanisms. Im Auftrag der Umweltbundesamt GmbH. Wien.

Haas, R., Müller, A., Kranzl, L., Corradini, R., Zotz, M., Frankl, P., Menichetti, E., 2008. Szenarien der gesamtwirtschaftlichen Marktchancen verschiedener Technologielinien im Energiebereich, Projekt im Rahmen der Programmlinie "Energiesysteme der Zukunft". Wien.

Haneder, H.: *Biomasseheizungserhebung 2010*. Landwirtschaftskammer NÖ Landwirtschaftskammer NÖ, 20, St. Pölten, 2011

Hebenstreit, B.: Endbericht ActiveCond Aktive Abgaskondensation mit Wärmepumpen zur Effizienzsteigerung bei seriennahen, automatisch beschickten Biomassefeuerungen. 67 Seiten, 2012

Kranzl, L., Brakhage, A., Gürtler, P., Pett, J., Ragwitz, M., Stadler, M., 2007. Integrating policies for renewables and energy efficiency: Comparing results from Germany, Luxembourg and Northern Ireland. Presented at the eceee 2007 summer study, La colle sur Loup, France.

Kranzl, L., Formayer, H., Haas, R., Kalt, G., Manfred, L., Müller, A., Nachtnebel, H.P., Redl, C., Schörghuber, S., Seidl, R., Stanzel, P., 2010. Ableitung von prioritären Maßnahmen zur Adaption des Energiesystems an den Klimawandel. Endbericht im Rahmen der Programmlinie "Energie der Zukunft". Wien.

Kranzl, L., Müller, A., 2010. Erneuerbare Energien im Sektor Raumwärme: Modellierungen mit dem Modell INVERT. Im Rahmen des Projekts "Perspektivische Weiterentwicklung des Marktanreizprogramms". Im Auftrag des deutschen Umweltministeriums.

Kranzl, L., Müller, A., Hummel, M., 2010. Assessment of the effectiveness and economic efficiency of selected support options for Austria. A Working Document prepared as part of the IEE project "Policy development for improving RES-H/C penetration in European Member States (RES-H Policy)."

Kranzl, L., Müller, A., Hummel, M., 2011. Renewable heating: perspectives and the impact of policy instruments. Energy Policy (forthcoming).

Kranzl, L., Müller, A., Hummel, M., Bürger, V., Beurskens, L., Connor, P.M., Giakoumi, A., Iatridis, M., Steinbach, J., Xie, L., 2010. Modeling the impact of solar thermal support policies. Presented at the EuroSun 2010, Graz.

Kranzl, L., Müller, A., Hummel, M., Haas, R., 2011. Energieszenarien bis 2030: Wärmebedarf der Kleinverbraucher. Ein Projekt im Rahmen der Erstellung von energiewirtschaftlichen Inputparametern und Szenarien zur Erfüllung der Berichtspflichten des Monitoring Mechanisms. Wien.

Kranzl, L., Stadler, M., Huber, C., Haas, R., Ragwitz, M., Brakhage, A., Gula, A., Figorski, A., 2006. Deriving efficient policy portfolios promoting sustainable energy systems—Case studies applying Invert simulation tool. Renewable energy 31, 2393–2410.

Kunde, R., Volz, F., Gaderer, M., Spliethoff, H.: Felduntersuchungen an Holzpellet-Zentralheizkesseln. BWK - Das Energie-Fachmagazin VDI, 1/2-2009, S. 58-66, Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf, 2009

Legrand, M., Puxbaum, H., 2007. Summary of the CARBOSOL project: Present and retrospective state of organic versus inorganic aerosol over Europe, J. Geophys. Res., 112.

Müller, A., Biermayr, P., 2011. Die Zukunft des Wärmebedarfs für Heizung und Brauchwassererwärmung in österreichischen Gebäuden bis 2050. Presented at the 7. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien, Wien.

Müller, A., Biermayr, P., Kranzl, L., Haas, R., Altenburger, F., Weiss, W., Bergmann, I., Friedl, G., Haslinger, W., Heimrath, R., Ohnmacht, R., 2010. Heizen 2050: Systeme zur Wärmebereitstellung und Raumklimatisierung im österreichischen Gebäudebestand: Technologische Anforderungen bis zum Jahr 2050. Gefördert vom Klima- und Energiefonds.

Mudgal, S. et.al.: Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs (II): Lot 15, Solid fuel small combustion installations: Task 2 Economic and Market Analysis. BIOIS, 2009

Nast, M., Leprich, U., Ragwitz, M., Bürger, V., Klinski, S., 2009. Ergänzende Untersuchungen und vertiefende Analysen zu möglichen Ausgestaltungsvarianten eines Wärmegesetzes. Im Auftrag des deutschen Umweltministeriums.

Nast, M., Schulz, W., Steinbach, J., Bürger, V., Klinski, S., 2010. Ergänzende Untersuchungen und vertiefende Analysen zum EEWärmeG (Folgevorhaben) - Endbericht. Forschungsbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).

Österreichisches Umweltzeichen Richtlinie UZ 37 Holzheizungen. Verein für Konsumenteninformation, 16, Wien, 2008

Kalt, G., Kranzl, L., Adensam, H., Zawichowski, M., Stürmer, B., Schmid, E., 2010. Strategien für eine nachhaltige Aktivierung landwirtschaftlicher Bioenergie-Potenziale (Projektendbericht im Rahmen des Programms "Energie der Zukunft").

Kranzl, L., Formayer, H., Haas, R., Kalt, G., Manfred, L., Müller, A., Nachtnebel, H.P., Redl, C., Schörghuber, S., Seidl, R., Stanzel, P., 2010. Ableitung von prioritären Maßnahmen zur Adaption des Energiesystems an den Klimawandel. Endbericht im Rahmen der Programmlinie "Energie der Zukunft". Wien.

Kranzl, L., Müller, A., Hummel, M., 2010. Assessment of the effectiveness and economic efficiency of selected support options for Austria. A Working Document prepared as part of the IEE project "Policy development for improving RES-H/C penetration in European Member States (RES-H Policy)."

Kranzl, L., Müller, A., Hummel, M., Haas, R., 2011. Energieszenarien bis 2030: Wärmebedarf der Kleinverbraucher. Ein Projekt im Rahmen der Erstellung von energiewirtschaftlichen Inputparametern und Szenarien zur Erfüllung der Berichtspflichten des Monitoring Mechanisms. Wien.

Moser, W.: Endbericht BioHeatLABEL - Produktlabel für Biomassekleinfeuerungen. Bioenergy 2020+, Wieselburg, 2010

Müller, A., Biermayr, P., 2011. Die Zukunft des Wärmebedarfs für Heizung und Brauchwassererwärmung in österreichischen Gebäuden bis 2050. Presented at the 7. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien, Wien.

Müller, A., Biermayr, P., Kranzl, L., Haas, R., Altenburger, F., Weiss, W., Bergmann, I., Friedl, G., Haslinger, W., Heimrath, R., Ohnmacht, R., 2010. Heizen 2050: Systeme zur Wärmebereitstellung und Raumklimatisierung im österreichischen Gebäudebestand: Technologische Anforderungen bis zum Jahr 2050. Gefördert vom Klima- und Energiefonds.

Müller, A., Hummel, M., Kranzl, L., 2011. Szenarien zur Gebäudesanierung in Österreich bis zum Jahr 2050: Sanierungsqualität als zentrale Zielsetzung. Presented at the Ökosan.

Österreichisches Umweltzeichen Richtlinie UZ 37 Holzheizungen. Verein für Konsumenteninformation, 16, Wien, 2008

Puxbaum, H. (2011), Hausbrand und Feinstaub. Vortrag im Rahmen des Workshops „Kommentare zur thermischen Nutzung von Biomasse“. Österreichische Akademie der Wissenschaft

Puxbaum, Hans; Caseiro, Alexandre; Sa´nchez-Ochoa, Asuncio´n; Kasper-Giebl, Anne et.al.: Levoglucosan levels at background sites in Europe for assessing the impact of biomass combustion on the European aerosol background. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH VOL. 112, D23S05, 2007

Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004 über die Förderung einer am Nutzwärmebedarf orientierten Kraft-Wärme-Kopplung im Energiebinnenmarkt und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG Amtsblatt Nr. L 052 vom 21/02/2004 S. 0050 - 0060. Europäische Union, 2004

RICHTLINIE 2009/28/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. Amtsblatt der Europäischen Union Brüssel, 2009

Simader, G., Ritter, H., Benke, G., Pinter, H.: Mikro- und Mini-KWK-Anlagen in Österreich. E.V.A., 128, 2004

Spitzer, J. et.al.: Emissionsfaktoren für feste Brennstoffe. Institut für Energieforschung, 52, Graz, 1998

Vereinbarung gemäß Art 15a B-VG über das Inverkehrbringen von Kleinf Feuerungen und die Überprüfung von Feuerungsanlagen und Blockheizkraftwerken (Vorlage der Länderexpertenkonferenz). Länderexpertenkonferenz, 2009

13 Anhang A: Kurzbeschreibung ERNSTL/EE-Lab

Basialgorithmus des Modells ist ein stochastischer, nicht rekursiver, myopischer, betriebswirtschaftlicher Optimierungsalgorithmus mit der Zielfunktion minimiere Kosten (alternativ dazu sind folgende Minimierungszielfunktionen möglich: soziale Kosten; Energiebedarf; CO₂-Emissionen). Die Lösungen müssen den folgenden Nebenbedingungen genügen:

- Ressourcenverfügbarkeit (Potenziale),
- Marktdurchdringungsraten von Technologien,
- Max. Austausch- u. Renovierungsraten und
- Minimale und maximale technische Lebensdauern.

Detailliertere Beschreibungen des Modells finden sich zum Beispiel in (Müller et al., 2010) bzw. auf www.invert.at.

Als Datenbasis für den aggregierten, bestehenden Gebäude- und Heizungsbestand und den damit einhergehenden nationalen Energieverbrauch werden die vorhandenen Publikationen der Statistik Austria herangezogen. Im Bereich disaggregierter Daten werden Datenbanken der Autoren verwendet (Biermayr, 1998; Schriefl, 2007), wobei der Abgleich aller verwendeten Daten mittels nationaler Statistiken erfolgt. Zusammenfassend können folgende wesentlichen Quellen angegeben werden:

Gebäudedaten:

Statistik Austria, 2004, "Gebäude- und Wohnungszählung 2001"; Statistik Austria, 2006, Schriftenserie "Wohnungen 2002" bis „Wohnen 2009“; Statistik Austria, 2003-2010, "Arbeitsstättenzählung 2001", Statistik Austria: „Blick auf die Gemeinde: 4.27 Fertiggestellte Gebäude mit Wohnungen“ und „Merkmale: Gebäude und Wohnungen“; Statistik Austria, 2009, „Errichtung von Gebäuden und Wohnungen: Baubewilligungen und Fertigstellungen 2002-2009“, Statistik Austria, 2009, „Heizungen 2003/2004, 2005/2006 und 2007/2008“.

Energieverbrauch und Energieverbrauchsstrukturen:

Statistik Austria, 2005, "Nutzenergieanalyse 2008"; Statistik Austria, 1997, "Energieverbrauch der Haushalte 1996/1997", Mikrozensusserhebungen der Statistik Austria; Statistik Austria, 2009, „Energieeinsatz der Haushalte 2003/2004, 2005/2006 und 2007/2008“

Tabelle 15: Anzahl an Gebäuden und Wohneinheiten von 2000 bis 2008

	2000	2002	2004	2006	2008	2000	2002	2004	2006	2008
	(1000 Gebäude)					(1000 Wohneinheiten)				
WG, vor 1945, unrenoviert	255	247	239	231	226	557	539	522	504	496
WG, vor 1945, renoviert	116	120	125	129	130	281	291	302	313	312
WG, 1945-1980, unrenoviert	611	592	572	553	535	1291	1250	1210	1169	1130
WG, 1945-1980, renoviert	99	109	119	129	146	232	255	277	300	337
WG, 1981-2000, unrenoviert	479	479	479	479	479	914	914	914	914	914
WG, 2001-2020, unrenoviert	0	49	106	146	173	0	97	213	292	351
NWG, vor 2010	186	190	195	199	201					

Abgebildet wurde der österreichische Gebäudebestand anhand der folgenden Gruppen:

- Wohngebäude:
 - 4 Gebäudegrößen (EFH, ZFH, kl. MFH, gr. MFH)
 - 8 Bauperioden (vor 1919, 1919 bis 1944, 1945 bis 1960, 1961 bis 1970, 1971 bis 1980, 1981 bis 1990, 1991 bis 2002 und Neubauten)
 - sanierte Bauten und nicht sanierte Bauten
- Dienstleistungsgebäude:
 - 7 Typen (Hotels oder ähnliche Gebäude, Bürogebäude, Gebäude des Groß- oder Einzelhandels, Gebäude des Verkehrs- oder Nachrichtenwesens, Werkstätten, Industrie- oder Lagerhallen, Gebäude für Kultur- oder Freizeitwecke bzw. des Bildungs- oder Gesundheitswesens, sonstige Gebäude)
 - 1 bis 4 Bauperioden
 - 1 bis 3 Größenklassen

Die folgenden politischen Instrumente sind implementiert:

- Technologische Standards
- (konditionale) Förderungen
- Einsatzpflicht von erneuerbaren Heizsystemen
- Steuern
- verpflichtender Austausch von Heizungssystemen

Renovierungsmaßnahmen

Im Modell können die folgenden Maßnahmen an der Gebäudehülle vorgenommen werden:

- Wärmedämmung der Fassade,
- Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke,
- Wärmedämmung der untersten Geschoßdecke,
- Austausch der Fenster und
- Instandsetzung der Fassade ohne Wärmedämmung.

Diese Maßnahmen können einzeln oder in Kombination durchgeführt werden. Für den Fall, dass entweder die Fassade und Fenster bzw. die gesamte Gebäudehülle gleichzeitig saniert wird, ergeben sich gegenüber der Einzelsanierung Kostenreduktionen.

In den vorliegenden Modellrechnungen wurde das Modell hinsichtlich der erreichten bzw. zu erreichenden Sanierungsrate gemäß der politischen Zielsetzungen einerseits sowie der getroffenen Maßnahmen andererseits kalibriert.

Neben der Sanierung der Gebäudehülle sind Änderungen am Wärmebereitstellungssystem implementiert. Dabei wird zwischen der Warmwasseraufbereitung und der Raumwärmebereitstellung unterschieden. Die Warmwasseraufbereitung kann wie folgt erfolgen:

- Integriert im System zur Raumwärmebereitstellung, jeweils mit oder ohne solarthermische Unterstützung,
- Elektrisch betriebener Durchlauferhitzer oder Boiler (Normal- oder Nachtstrom),
- Gastherme,
- Warmwasserwärmepumpe,
- Solarthermische Stand-alone Wärmebereitstellung.

Für die Raumwärmebereitstellung stehen dem Algorithmus die folgenden Technologien zur Verfügung:

- Stückholzheizung: Hier wird zwischen dezentralen Einzelöfen ohne hydraulische Wärmeverteilung und zentralen Heizkesseln mit hydraulischem Verteilungssystem unterschieden.
- Für Stückholzkessel gilt die Restriktion, dass diese im Falle eines Kesseltausches nur in kleinen Wohngebäuden im ländlichen Raum eingesetzt werden dürfen.
- Hackgutheizung: Hackgutheizanlagen dürfen nur im ländlichen Raum eingesetzt werden.
- Pelletsheizung: Diese werden nach Einzelöfen ohne hydraulischen Wärmeverteilungssystem, Pelletskesseln in Etagenheizungsbauweise ohne gebäudezentraler Wärmeverteilung und Pelletskesseln zur zentralen Wärmeversorgung unterschieden.
- Gasheizung: Diese sind als Gasetagenheizungen sowie Zentralheizungen mit und ohne Brennwerttechnik abgebildet.

- Ölheizung: Es wird zwischen Einzelöfen sowie Zentralheizungen mit und ohne Brennwerttechnik unterschieden. Neue Einzelöfen dürfen nicht mehr verbaut werden.
- Kohlekessel: Der Einsatz von neuen Kohlekesseln ist nur als Ersatzmaßnahme erlaubt, der Energieträgerwechsel auf Kohle hingegen nicht.
- Fernwärmeversorgung: Die Versorgung wird unterschieden nach dem Versorgungsgebiet der Fernwärme-Wien und sonstigen nicht-biogenen Fernwärmesystemen.
- Fernwärmeversorgung durch Biomasse: Jedem Gebäudesegment wird auf Basis von Zufälligkeiten zugeordnet, ob Biomasse-Nahwärme vorhanden ist oder nicht. Jährlich wird 10 % der Gebäude ohne Nahwärmeanschluss die Möglichkeit eines Biomasse-Nahwärmeanschlusses geboten.

Der Zuordnung des Primärenergieträgers im entsprechenden Fernwärmesystem wird in dem vorliegenden Projekt nicht prioritär behandelt, da der Fernwärme-Sektor im parallel durch die AEA durchgeführten Projekt zur Energieversorgung abgedeckt wird.

- Wärmepumpen: Im Modell werden die folgenden Wärmepumpensysteme unterschieden: Luft-Wasser Wärmepumpen (LW-WP), Sole-Wasser Wärmepumpen mit Tiefenbohrung (SWT-WP) oder mit Horizontalkollektoren (SWF-WP) bzw. Wasser-Wasser Wärmepumpen (WW-WP). Die beiden letztgenannten stehen im städtischen Raum nicht zur Verfügung. Im ländlichen Raum wird jedem Gebäudesegment zugeordnet, ob a) die Grundlagen zur Installation einer ordnungsgemäßen WW-WP gegeben sind, b) Tiefenbohrung möglich ist und c) die für Horizontalkollektoren zur Verfügung stehende Fläche (unter der Annahme einer möglichen Leistungsabgabe von 25 W/m² Kollektor) vorhanden ist. Die Vorlauftemperatur des Heizungssystems im Gebäudealtbestand (Errichtungsjahr vor 1992) wird in Abhängigkeit der ursprünglichen Vorlauftemperatur und der Gebäudeheizlast vor und nach der Sanierung errechnet.
- Elektrische Widerstandsheizungen: Sind als Einzelkonvektoren und Nachtspeicheröfen ohne Wärmeverteilungssystem sowie zentrale Stromdirektheizungen mit zentraler Wärmeverteilung ausgeführt.

Alle oben genannten Heizungssysteme mit zentraler Wärmeverteilung können mit Solaranlagen, entweder zur Warmwasserbereitstellung oder zur Unterstützung der Raumwärmebereitstellung kombiniert werden. Des weiteren können zentrale Heizungssysteme mit oder ohne integrierte Warmwasserbereitstellung ausgestattet werden.

Ausgewählte Anwendungen/Referenzen/Projekte:

Ausgewählte bisherige Anwendungen des Modells ERNSTL/EE-Lab bzw. INVERT/EE-Lab sind dokumentiert in:

(Kranzl, Formayer, et al., 2010), (Müller et al., 2010), (Kranzl, Müller, Hummel, et al., 2011), (Bürger et al., 2011), (Haas et al., 2009), (Biermayr et al., 2007), (Haas et al., 2007), (Haas et al., 2008), (Kranzl et al., 2006), (Kranzl et al., 2007), (Kranzl, Müller, et al., 2010), (Müller and Biermayr, 2011), (Kranzl and Müller, 2010), (Kranzl, Müller, and Hummel, 2011), (Nast et al., 2009), (Nast et al., 2010),

Aktuelle Projekte sind außerdem:

Projekt „Erarbeitung einer Integrierten Wärme- und Kältestrategie“ im Auftrag des deutschen Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, laufend, Projektabschluss voraussichtlich Herbst 2012.

Intelligent Energy Europe-Projekt: ENTRANZE – Policies enforcing the transition to nearly zero energy buildings. Projektlaufzeit April 2012-Okttober 2014.

14 Anhang B: Präsentation



bioenergy2020+

Biomasse F&E Roadmap „Erneuerbares Heizen und Kühlen“

Walter Haslinger

E. Höftberger, Ch. Schmidl, Ch. Strasser, M. Wörgetter, BE2020

Lukas Kranzl, EEG

Highlights der Bioenergieforschung, Wien, 19/04/2012



bioenergy2020+



Zur Einführung: der Auftrag des BMVIT

Erstellung einer F&E Roadmap „Renewable Heating & Cooling – Bioenergy Initiative“

- ... als Baustein der vom Rat für Forschung und Technologieentwicklung vorgelegten Energieforschungsstrategie
- ... unter Einbeziehung der relevanten industriellen Stakeholder und Verbände
- ... unter Einbeziehung institutioneller Stakeholder
- ... als ergänzender Prozess zur Europäischen Technologieplattform – Erneuerbares Heizen und Kühlen



Die Vision 2050: das Haus der Zukunft

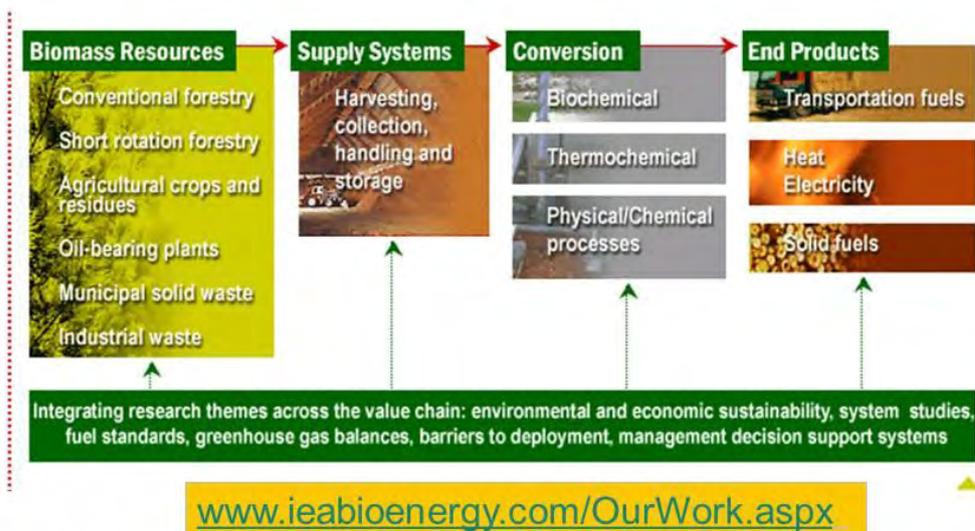
- ... ist repräsentativ für nachhaltiges Wirtschaften und tragende Säule eines kohlenstoffarmen Energiesystems
- ... ist Teil einer neuen Lebenskultur und trägt wesentlich zur Lebensqualität der Bewohner bei
- ... ist integrativer Bestandteil des Energiesystems der Zukunft und ermöglicht Energieautarkie; der Besitzer entscheidet selbst über seinen Beitrag zur Autarkie (Haus/ Gemeinde/ Region/ Land)
- ... ist Energiezentrale und Netzknoten in Energiesystemen; Energie wird umgewandelt, gespeichert, verbraucht und kann aus Netzen bezogen und in Netze eingespeist werden

**Alle Energieflüsse basieren auf erneuerbaren Quellen.
Biomasse wird ausschließlich ihrem Wert entsprechend genutzt
und trägt immer zur Erzeugung elektrischer Energie bei.**

Highlights der Bioenergieforschung, Wien, 19/04/2012
Folie 3



Systemänderungen erfordern Änderungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette

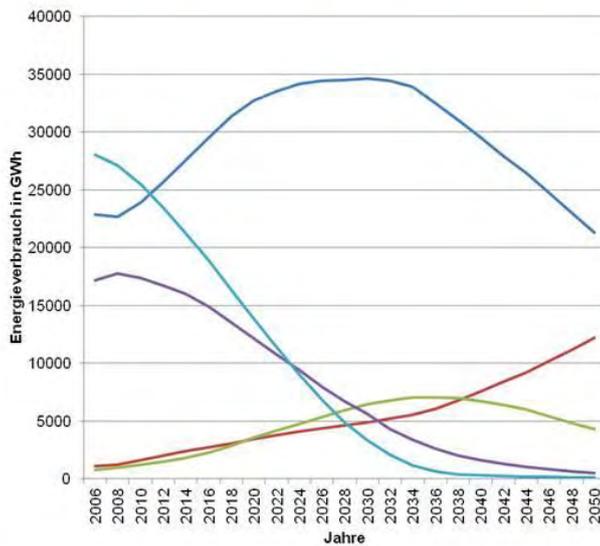


Highlights der Bioenergieforschung, Wien, 19/04/2012
Folie 4





Entwicklung des Raumwärmebedarfs bis 2050



- Branchenübergreifend entwickelt
- Engagiert, aber realistisch
- Mehr von Lukas Kranzl (EEG)
- +50% Raumwärme aus Biomasse
- Absolutes Max in ~2035
- Auch danach steigen Verkaufszahlen (sinkende Leistu)

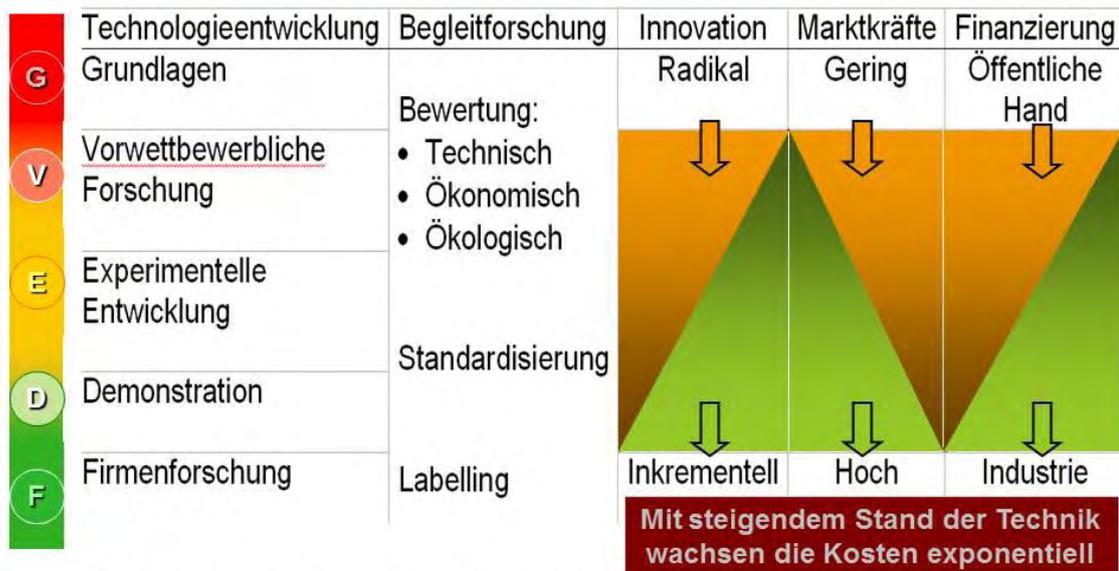
Als Mitglied des Fachverbandes vertreten bei

innovations K kompetenz #5

bioenergy2020+



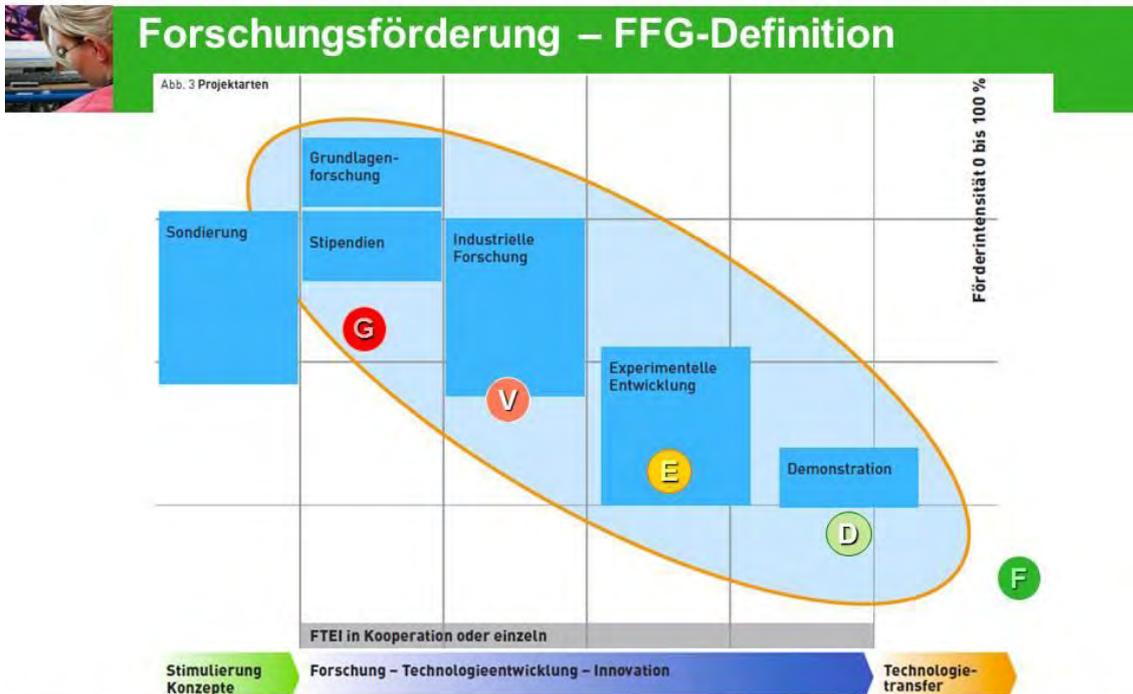
Zum Stand der Technik - Definitionen



Highlights der Bioenergieforschung, Wien, 19/04/2012
Folie 6

Als Mitglied des Fachverbandes vertreten bei

innovations K kompetenz



Highlights der Bioenergieforschung, Wien, 19/04/2012
Folie 7



Ressourcen und Logistik I

- Naturschutzfähige Energiepflanzen G
- Ernte von Reststoffen
 - aus dem Forst E
 - aus der Landwirtschaft V
- Ernte von Biomasse und Energiepflanzen auf Nicht-Agrar- und Nicht-Forstflächen V
- Bereitstellung von Sekundärrohstoffen V
- Dezentrale Verarbeitungstechnologien E
- Trocknung von Biomasse (auch unter Abwärmenutzung) E
- Standardisierung, Methoden zur Qualitätssicherung (insb. für Cluster von Brennstoffen) V
- Demo für Nichtholzbereitstellungsketten D



Highlights der Bioenergieforschung, Wien, 19/04/2012
Folie 8





Ressourcen und Logistik II

- Nutzungskonzepte und Betreibermodelle für unterschiedliche Biomassebereitstellungsketten V
- Nachhaltigkeit, Nährstoffkreisläufe V
- Optimierung von Biomassebereitstellungsketten
 - Technisch (z.B. Einbindung von GIS Systemen, ..) V
 - Ökonomisch (z.B. Minimierung der Transportwege,..) E
 - Ökologisch (z.B. Rückführung von Nährstoffen,..) E
- Monitoring
 - Begleitforschung zum Stand der Umsetzung (insbesondere für Energiepflanzen und Reststoffe) G



Highlights der Bioenergieforschung, Wien, 19/04/2012
Folie 9

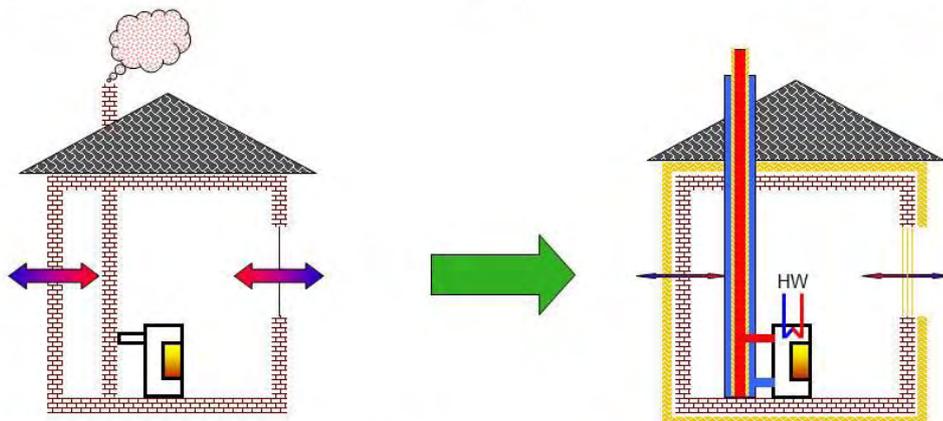


Raumheizgeräte I Öfen, Kachelöfen, Herde, Heizeinsätze

Emissionen
Praktisch Null
→ mod. SHK

Wirkungsgrad
nahe 100%
>90%

Gebäude
Niedrigste Leistung
Raumluftunabhängig



Highlights der Bioenergieforschung, Wien, 19/04/2012
Folie 10





Raumheizgeräte II Öfen, Kachelöfen, Herde, Heizeinsätze

	Emissionen	Wirkungsgrad	Gebäude
Neue Speichermaterialien (z.B. Phase Change Materials.)		G	G
Neuartige Feuerungskonzepte	G	G	
Sekundärmaßnahmen (Katalysatoren, Feinstaubfilter)	V		
Elektr(on)ische Komponenten , z.B. Saugzug, Abgassensoren, Luftmengensteuerung	V	V	
Primärmaßnahmen (Luftführung, Geometrien)	E	E	
Automatisierung (z.B. Zündung, Pelletkombi)	E		E
Zentralheizungsöfen (Warmwasser- bzw. Warmluft-Auskopplung)		D	D
Raumluftunabhängigkeit			F

Highlights der Bioenergieforschung, Wien, 19/04/2012
Folie 11



Seriennahe Biomassekessel

	Emissionen	Nutzungsgrad	Anwendung
Neue Feuerungskonzepte (Primärmaßnahmen)	V		
Sekundärmaßnahmen (Feinstaubfilter, NOx)	V E		
Planung , Technologie- + Komponentenauswahl			E D F
Brennwerttechnik (Wäscher)	E	E	
Brennwerttechnik	E	D	E D
Intelligente Leistungsregelungskonzepte	V	V	V
Neue Speichermaterialien (z.B. PCMs)		G	G
Neue Feuerungskonzepte für Nichtholz-brennstoffe (Brennstoffklassen für bestimmte Leistungen)	V		V

Highlights der Bioenergieforschung, Wien, 19/04/2012
Folie 12





Mikro-KWK I

Technologien

	Fest	Flüssig	Gas
Stirlingmotor	V ☺	☺	☺
μ-Dampfmotor	V ☺	☺	☺
Thermogenerator	G ☺	☺	☺
Andere:			
D ORC	☺	☺	☺
G Heißluftturbine	☺	☺	☺
E μ-Gasturbine		☺	☺
....	?	?	?
D Brennstoffzelle	-	-	☺
F VKM (Otto, Diesel)	-	☺	☺

Highlights der Bioenergieforschung, Wien, 19/04/2012
Folie 13

Nicht-technische Barrieren überwinden:

- Institutionelle Barrieren
- Kosten
- Akzeptanz

F&E fördern:

- Innovationen anstoßen
- Chancen bewerten
- Stärken stärken
- Demonstration breit unterstützen
- Synergien schaffen



Mikro-KWK, F&E-Maßnahmen

Bekannte Technologien:

- Re-Design: Kostensenkung, Steigerung von Effizienz, Zuverlässigkeit und Nutzerfreundlichkeit
- Systemintegration und Einbindung in Smart Grids
- Materialforschung und Komponentenentwicklung
- Marktaufbau: Nicht-technische Barrieren überwinden, Akzeptanz und Strukturen für wirtschaftlichen Betrieb schaffen
- Demonstration: Investitionsförderung zur Risikoabsicherung, Erfahrungen sammeln

Radikale Innovationen:

- Vorwettbewerbliche Forschung bis hin zu Versuchsmustern
- Bewertung (Techno-ökonomisch, Ressourcen, Sicherheit, Umwelt)

Highlights der Bioenergieforschung, Wien, 19/04/2012
Folie 14





Systeme – Gesamtsysteme und Gebäudesteuerung

Zuverlässige und effiziente Gesamtsysteme (HVAC)

- Gestaltung der Systeme (Summe von Einzelkomponenten od. integriertes Produkt) V
- Auswahl der Komponenten V
- Standardisierte Bewertung G
- Qualitätssicherung in der Umsetzung G

Gemeinsame Gebäudesteuerung

- Anforderungen, Schnittstellen, ... V
- Ausdehnung auf alle Gebäudetechnikkomponenten (bis hin zur Beschattung) G
- Intelligente Systeme (Anpassungsfähigkeit an individuelle Einflussfaktoren) G
- Plug & play G



Systeme – Kälte- und Wärmenetze

Kälte

- Wärmebetriebene Ad- und Absorptionskältemaschinen
 - Downscaling bis zu EFH E und Standardisierung V
- Kältenetze
 - Effizienz (Netzein- und –auskopplung, Leitungsverluste) E
 - Wirtschaftlichkeit in Abhängigkeit vom Kältebedarf E

Smart Heating Grids (Bidirektionale Netze) / Einspeisung ins Netz durch verschiedene Anbieter/Wärmebereitsteller

- Entwicklung neuer Geschäftsmodelle V
- Lösungen für dadurch entstehende hydraulische Probleme V
- Regelungsoptimierung: Einspeiseprioritäten & Einspeisedauer G

Alternative Energienetze

- Definition alternativer Energieverteilensysteme (zB Holzgas, SNG,...) V
- Schnittstellendefinition Netz/Verbraucher – (zB Holzgaskessel zur lokalen Energieversorgung in Mikronetzen) V





Begleitforschung

- **Technisch-naturwissenschaftliche & vornormative Forschung und Methodenentwicklung**
 - Brennstoffbewertung und –indices
 - Normen & Labels
 - Erweiterung bestehender Normen („Praxistest“ bei Öfen, Jahresnutzungsgrad bei Kesseln,...)
- **Techno-ökonomische Bewertung**
- **Volkswirtschaftliche Bewertung**
 - Umsätze und Beschäftigung
 - Energiewirtschaft
- **Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft**

Highlights der Bioenergieforschung, Wien, 19/04/2012
Folie 17



Ausblick

- Erarbeitete Ergebnisse bilden Grundlage für zukünftige nationale Ausschreibungen
- Laufende Abstimmung mit vergleichbaren Europäischen Prozessen (ETP – Renewable Heating and Cooling)
 - Strategische Forschungsagenda (SRA):
 - Der Einzeltechnologien: Ab Ende April 2012
 - Der gesamten Plattform: Juni 2012
 - Implementierungsplan für die SRA: März 2013
- Veröffentlichung der Roadmap bis Ende Juni, Download unter www.nachhaltigwirtschaften.at

