

Wärme und Kälte aus Erneuerbaren 2030

a.o. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. Reinhard Haas,
Dipl. Ing. Dr. Peter Biermayr, Dipl. Ing. Dr. Lukas Kranzl, Dipl. Ing. Andreas Müller,
Dipl. Ing. Dr. Ernst Schriefl
Technische Universität Wien
Energy Economics Group (EEG)

für den

Dachverband Energie-Klima,
Maschinen und Metallwaren Industrie

und die

Wirtschaftskammer Österreich
Abteilung Umwelt- und Energiepolitik

Oktober 2007

Impressum:

Dachverband Energie-Klima

Wiedner Hauptstraße 63
A-1045 Wien
Telefon +43 (0) 5 90 900 - 3366
Telefax +43 (0) 1 505 10 20
E-Mail: energieklima@fmfi.at
Internet: www.energieklima.at

Die Kurzfassung und das Literaturverzeichnis der Studie können kostenfrei unter www.energieklima.at heruntergeladen werden.

Copyright ©:
Dachverband Energie-Klima, Oktober 2007

1. Kurzfassung

In der vorliegenden Studie wird die Entwicklung des Sektors Wärme und Kälte des österreichischen Endenergieverbrauchs bis zum Jahr 2030 untersucht. Dieser Sektor umfasst 51,3% des österreichischen Gesamt-Endenergieverbrauchs und wird zurzeit zum größten Teil, nämlich zu 78,6% (ohne Berücksichtigung der Wasserkraft im Strommix) auf Basis fossiler Energieträger bereitgestellt. Der Sektor Wärme und Kälte wird im Weiteren in die vier Bereiche Raumwärme und Warmwasser, Klimatisierung, Dampferzeugung und Prozesswärme, sowie Industrieöfen gegliedert. Der Sektor Raumwärme und Warmwasser stellt dabei mit einem Anteil von 62,7% den bedeutendsten Bereich dar.

Ziel der Arbeit ist es, die zukünftige Rolle der erneuerbaren Energie und der Energieeffizienz in den genannten Bereichen bis zum Jahr 2030 festzustellen. In drei Szenarien wird der Einfluss unterschiedlicher Rahmenbedingungen diskutiert und Auswirkungen auf die CO₂-Emissionen sowie auf unterschiedliche volkswirtschaftliche Faktoren werden dokumentiert.

Der methodische Zugang besteht im Bereich Raumwärme und Warmwasser aus der disaggregierten Abbildung des gesamten österreichischen Gebäudebestandes auf einem umfassenden Computermodell. Auf Basis dieses Modells erfolgen Szenarienrechnungen, wobei die Szenarien den möglichen Entwicklungsraum entscheidender Parameter bis 2030 überspannen. Die weiteren Bereiche werden auf aggregiertem Niveau in einem top-down Ansatz analysiert, wobei jeweils ein plausibles Entwicklungsszenario entwickelt wird. Abschließend werden die unterschiedlichen Bereiche zu Gesamtszenarien für den Bereich Wärme und Kälte zusammengeführt.

Die Datenbasis der Studie ist im Bereich aggregierter Daten in Hinblick auf Gebäude und nationalem Energieverbrauch durch unterschiedliche Publikationen der Statistik Austria gegeben, im Bereich disaggregierte Daten werden Datenbanken der Autoren herangezogen, wobei der Abgleich aller verwendeten Modelle mittels nationaler Statistiken erfolgt.

Die Ergebnisse der Studie zeigen im Sektor Wärme und Kälte bis zum Jahr 2030 ein starkes Entwicklungspotenzial, sowohl für die Diffusion erneuerbarer Energieträger, als auch für die Steigerung der Energieeffizienz. Die größten Effekte sind dabei im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung zu erwarten, wobei in allen untersuchten Szenarien der Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2030 durch die Steigerung der Energieeffizienz um etwa 29% reduziert werden kann und gleichzeitig der Anteil erneuerbarer Energie im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung von 34% auf fast 80% gesteigert werden kann. Die CO₂-Emissionen können bis zum Jahr 2020 im gesamten Sektor Wärme und Kälte im Vergleich zum Jahr 2005 um 9,9 bis 12,5 Mio. Tonnen und bis 2030 um 17,5 bis 20,6 Mio. Tonnen gesenkt werden. Zu den genannten Auswirkungen kommen umfangreiche positive volkswirtschaftliche Effekte im Bereich zukunftsfähiger Arbeitsplätze und eine hohe nationale aber auch regionale Wertschöpfung hinzu.

Die dargestellten Szenarien zeigen ein positives Zukunftsbild einer möglichen Entwicklung des Sektors Wärme und Kälte in Österreich. Die Steigerung der Energieeffizienz und die verstärkte Diffusion erneuerbarer Energie stärken die heimische Volkswirtschaft, sichern die nationale Versorgung im Wärmebereich ab und ermöglichen eine deutliche Reduktion der CO₂-Emissionen. Aufgrund der in Österreich verfügbaren Ressourcen an erneuerbarer Energie, den in vielen Bereichen

von österreichischen Firmen produzierten Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie und dem bereits verfügbaren österreichischen Know-how in diesem Bereich kann der volkswirtschaftliche Stellenwert des Wärmesektors in Österreich als ausgesprochen hoch bewertet werden.

Mit dem Sektor Wärme und Kälte kann das Ziel der österreichischen Bundesregierung, bis zum Jahr 2020 einen Anteil von 45% Erneuerbare im nationalen Gesamtenergieverbrauch zu etablieren, zu 38,6% (Basisszenario) bis 43,5% (beschleunigtes Szenario) erreicht werden.

Der im Wärmebereich in Österreich bereits vorhandene Anteil erneuerbarer Energie ist für den weiteren Ausbau des erneuerbaren Anteils von großer Bedeutung. Angesichts der etablierten erneuerbaren Anteile müssen Diffusionsprobleme und lange Zeitkonstanten früher Diffusionsvorgänge von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie im Wärmebereich nicht mehr erwartet werden. Es geht vielmehr darum, die vorhandene Marktdiffusion auszubauen und neue Anwendungsbereiche im Hochtemperaturbereich und bei der Klimatisierung zu adressieren.

Die genannten positiven Effekte sind im vollen Umfang jedoch nur zu erwarten, wenn mittels ambitionierter Energiepolitik gesteckte Effizienzziele eingefordert werden und die Diffusion erneuerbarer Energieträger durch eine klare Prioritätensetzung in Hinblick auf deren Nutzung forciert wird. Ein über die im Betrachtungszeitraum bis 2030 dargestellten Ausmaße hinausgehender Anteil an erneuerbarer Energie im Sektor Wärme und Kälte ist durchaus vorstellbar, wenn Systeminnovationen neue technologische Möglichkeiten und Einsatzbereiche für die Anwendung erneuerbarer Energie eröffnen. Hierbei ist dem Bereich der strategischen Forschung und technologischen Entwicklung ein hoher Stellenwert beizumessen.

2. Abstract

The present study investigates the development of final energy consumption for heating and cooling in Austria up to the year 2030. This sector comprises 51.3% of total final energy consumption and is mostly (78.6%) provided by fossil energy carriers and electricity (without considering hydro power in electricity mix). For the investigation, heating and cooling is split up into the four areas (i) space and water heating, (ii) air conditioning, (iii) commercial and industrial steam production and, (iv) industrial stoves. With 62.7% space and water heating holds the largest share of the investigated areas of final energy consumption.

The target of the study is to identify the role of renewable energy and energy efficiency for the above specified areas up to the year 2030. The impact of different side conditions will be discussed in various scenarios and effects on CO₂-emissions as well as national economic parameters will be documented.

Space and water heating is modelled on a disaggregated level by a computer model. In this model, the whole Austrian building stock is described which serves as a basis for dynamic simulation runs up to the year 2030. Based on this tool, three scenarios for the description of the potential range of future paths are worked out and decisive parameters are tested. The other areas (air conditioning, commercial and industrial heat) are analysed on an aggregated level by a top-down approach. For each area a plausible scenario is generated and subsequently the areas are cumulated to comprehensive scenarios for total heating and cooling sector.

Aggregated data for the study with respect to buildings and national energy consumption are provided by different publications of the national statistic office "Statistik Austria". Disaggregated data are provided by databases of the study's authors. The model results are compatible with national statistics.

The results of the study show a big potential for the development of energy efficiency and renewable energy in the heating sector of Austria up to the year 2030. The most promising area in the investigated sector is space and water heating. In all scenarios final energy consumption decreases about 29% because of the increase of energy efficiency of buildings and heating systems. At the same time, the share of renewable energy can be raised from 34% in the year 2005 nearly up to 80% in the year 2030. CO₂ emissions from the total heating sector in the year 2030 can be reduced by 17.5 up to 20.6 tons in comparison with the value of 2005 depending on the scenario. In addition to these aspects comprehensive national economic effects will be stimulated by the described developments. Thus, a high number of sustainable jobs will be created and a high national value added will result.

The scenarios described show possible positive paths in future development of the heating and cooling sector in Austria up to the year 2030. The increase of energy efficiency and the increasing share of renewable energy strengthen the national economy and secure the energy supply. Furthermore CO₂ emissions can be reduced clearly. On the basis of Austria's renewable energy resources and the industrial resources in renewable technology manufacturing and specific know-how, the possible public economic value of heating and cooling sector for Austria can be estimated as very high for the investigated period.

The governmental target for 2020 to raise the share of renewables up to a level of 45% of total energy consumption in Austria can be supported by the heating and

cooling sector by 39% (in the baseline scenario) up to 44% (in the accelerated scenario) of the target value.

The currently established share of renewable energy sources in Austria's heating and cooling sector is a very helpful driver of further diffusion of renewable energy technologies and a further increase of the share of renewable energy in the final energy mix in this sector. Thus, it is not anymore necessary to struggle with early problems in technology diffusion and long time constants of early diffusion processes. Therefore, current diffusion must be strengthened and new renewable and energy efficiency-technologies e.g. in the area of industrial high temperature applications and in the field of air conditioning have to be addressed.

The above specified effects can only be expected if an ambitious energy policy framework is implemented in order to provide effective incentives for energy efficiency targets and a higher diffusion of renewable energy. Therefore energy policy has to reflect clear priorities. A higher share of renewables than presented in this study is quite possible, but therefore huge innovations in technological and social systems have to be carried out within a very short time frame of the next few years. In this context strategic research and technological system development will have a big impact on the actual development.

Inhaltsverzeichnis

1. Kurzfassung	2
2. Abstract	4
3. Einleitung	8
3.1 Motivation	8
3.2 Inhalte der Studie	9
3.3 Strukturen der Wärmenachfrage in Österreich	10
3.4 Prinzip der Bereitstellung von Energiedienstleistungen durch Erneuerbare und Energieeffizienz	13
4. Modellbildung und Methodik	15
4.1 Beschreibung des verwendeten Softwaretools	16
4.2 Verwendete Datenquellen	17
4.3 Begriffsdefinitionen	17
5. Modellierung des zukünftigen Wärmebedarfs in Österreich bis 2030	21
5.1 Ausgangsbasis und verwendete Daten	21
5.1.1. Raumheizung, Warmwasserbereitung und Klimatisierung	21
5.1.2. Prozesswärme	25
5.2 Szenariendefinition	28
5.2.1 Dargestellte Szenarien	28
5.2.2 Energiepreise	28
5.2.3 Förderungen	30
5.2.4 CO ₂ -Preise	31
5.2.5 Potenzielle Erneuerbare Energie	31
5.2.6 Emissionskoeffizienten	34
5.2.7 Veränderungen des Gebäudebestandes	35
5.2.8 Lebensdauer von Anlagen	36
6. Szenarienergebnisse	37
6.1 Szenarienergebnisse für Heizung und Warmwasserbereitung	37
6.1.1 Basisszenario	38
6.1.2 Ambitioniertes Szenario	45
6.1.3 Beschleunigtes Szenario	50
6.2 Zusammenfassung und Gegenüberstellung der Szenarien	55
6.2.1 Endenergieverbrauch	55
6.2.2 Technologiediffusion	57
6.2.3 CO ₂ -Relevanz	60
6.3 Klimatisierung	62
6.4 Dampferzeugung und Prozesswärme	66
6.5 Industrieöfen	68
6.6 Gesamtbetrachtung Wärme und Kälte	71
6.7 Volkswirtschaftliche Effekte	75
6.7.1 Abschätzung direkter Beschäftigungs- u. Wertschöpfungseffekte	75
6.7.2 Weitere gesellschaftliche und wirtschaftliche Effekte	83

7. Zusätzliche Effizienzansprüche zur Wahrung des Energiedienstleistungsniveaus.	85
7.1 Entwicklungspotenzial des Anteils erneuerbarer Energie	85
7.2 Zusätzlicher Effizienzbedarf zur Erreichung von 100% erneuerbarer Wärme	88
8. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	91
8.1 Einleitung	91
8.2 Ergebnisse	92
8.2.1 Raumwärme und Warmwasserbereitung	92
8.2.2 Klimatisierung	96
8.2.3 Dampferzeugung und Prozesswärme	96
8.2.4 Industrieöfen	97
8.2.5 Gesamtbetrachtung Wärme und Kälte	97
8.2.6 Volkswirtschaftliche Effekte	98
8.2.7 100% Erneuerbare bis 2030?	100
8.2.8 Was der Wärme- und Kältesektor in Hinblick auf die Regierungsziele beitragen kann	100
8.3 Schlussfolgerungen	101
9. Summary and conclusions	104
9.1 Introduction	104
9.2 Results	105
9.2.1 Space and water heating	105
9.2.2 Air condition	109
9.2.3 Commercial and industrial steam Production	109
9.2.4 Industrial stoves	110
9.2.5 Total results for heating and cooling in Austria	110
9.2.6 Effects in political economy	111
9.2.7 100% renewables in the year 2030?	113
9.2.8 Possible contribution of the heating and cooling sector for the governmental targets	113
9.3 Conclusions	114
10. Literatur	116
11. Anhänge	118
11.1 Tabellenverzeichnis	118
11.2 Abbildungsverzeichnis	120

3. Einleitung

3.1 Motivation

Der Energieverbrauchsbereich Wärme und Kälte (Niedertemperaturwärme, Klimatisierung und Prozesswärme) stellt mit 51,3% des österreichischen Gesamt-Endenergieverbrauchs einen wesentlichen nationalen Energieverbrauchssektor dar. Gemäß der Gliederung der Statistik Austria umfasst der Wärme- und Kältebereich die Sektoren Heizung und Klimatisierung, Dampf- und Prozesswärme sowie den Bereich der Industrieöfen, wie dies in untenstehender Abbildung 3.1.1 dargestellt ist.

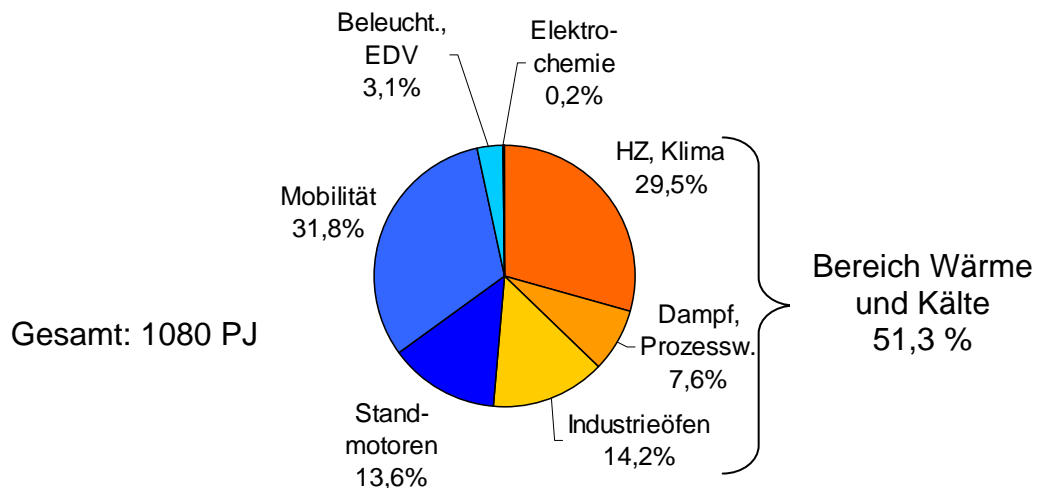


Abbildung 3.1.1: Der Endenergieverbrauch in Österreich nach Sektoren im Jahr 2004; Quellen: Daten: Statistik Austria (2005), Grafik: EEG (2007).

Die Endenergie im Bereich Wärme wird zurzeit zum größten Teil, nämlich zu 78,6%, auf Basis fossiler Energieträger bereitgestellt. Die beschriebenen Verhältnisse sind in den meisten EU-Staaten in ähnlicher Weise zu beobachten und wurden auch von der Europäischen Kommission als mittel- bis langfristiges Problem erkannt. In der Folge wurden und werden EU-Richtlinien für den Wärmebereich entworfen, wie etwa die 2002 publizierte Gebäuderichtlinie oder eine in Kürze zu erwartende EU-Rahmenrichtlinie „20% erneuerbare Energie bis 2020“. In Hinblick auf eine EU-Strategie mit dem Ziel der anteilmäßigen Steigerung der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energieträgern und einer gleichzeitigen Steigerung der Anwendungseffizienz sind die Inhalte der vorliegenden Studie von hoher Relevanz. Prinzipiell resultieren aus einer Umstrukturierung des Sektors Wärme in Österreich folgende positive Effekte:

- Reduktion der Importabhängigkeit von fossilen Energieträgern und Reduktion der zugehörigen nationalen Zahlungsabflüsse.
- Reduktion des CO₂-Ausstoßes und Vermeidung von damit in Zusammenhang stehenden Kosten (wie z.B. Zertifikatskäufe).
- Positive Einflüsse auf die österreichische Volkswirtschaft wie Schaffung von zukunftsfähigen Arbeitsplätzen und Schaffung regionaler Wertschöpfung durch Investitionen in und den Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energie.

- Ausbau von Technologieführerschaften im Bereich erneuerbare Energie und Förderung eines entsprechenden Heimmarktes, wodurch auch positive Rahmenbedingungen für den Ausbau des Exportmarktes geschaffen werden.

Aufgrund der in Österreich verfügbaren Ressourcen an erneuerbarer Energie, den in vielen Bereichen von österreichischen Firmen produzierten Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie und dem bereits verfügbaren österreichischen Know-how in diesem Bereich kann der volkswirtschaftliche Stellenwert des Wärmesektors in Österreich vorweg als ausgesprochen hoch bewertet werden. Die Quantifizierung der genannten positiven Effekte ist Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

3.2 Inhalte der Studie

Die Studie „Wärme und Kälte aus Erneuerbaren 2030“ befasst sich vor dem oben skizzierten Hintergrund mit den Möglichkeiten, den österreichischen Wärmebereich bis zum Jahr 2030 mit erneuerbarer Energie abzudecken. Das Themenfeld wird dabei durch die folgenden 3 Schritte abgedeckt:

- a. Modellierung des zukünftigen Wärmebedarfs (Raumheizung, Warmwasser, Kühlung und Prozesswärme) in Österreich bis zum Jahr 2030 mit Zwischenergebnissen für die Jahre 2010, 2015, 2020 und 2025.
- b. Entwicklung von Szenarien zur Deckung des Wärmebedarfs mit Erneuerbaren sowie Abschätzung primärer Beschäftigungs- u. Wertschöpfungseffekte aus Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie.
- c. Zusätzlich nötige Effizienzverbesserungen zur Absicherung der heute etablierten Energiedienstleistungsniveaus.

Innerhalb des österreichischen Wärmebereichs werden die folgenden Sektoren betrachtet:

- Raumheizung und Warmwasserbereitung
- Klimatisierung
- Dampferzeugung und Prozesswärme
- Industrieöfen

Bei der Modellierung des zukünftigen Wärmebedarfs bis zum Jahr 2030 werden die Bereiche Raumwärme und Warmwasserbereitung in einem Computermodell sehr detailliert abgebildet, wobei der gesamte österreichische Gebäudebestand und dessen dynamische Entwicklung simuliert werden. Die Bereiche Klimatisierung, Dampferzeugung und Prozesswärme sowie Industrieöfen werden aus Gründen der geringeren Datenverfügbarkeit weniger detailliert abgebildet.

Im Anschluss an die Modellierung des zukünftigen Wärmebedarfs erfolgt die Berechnung von Szenarien zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs mittels erneuerbarer Energie. Die Szenarien werden mit dem bereits erwähnten Computermodell erstellt. Drei Szenarien beschreiben dabei einen gleichermaßen umfassenden wie praxisrelevanten Lösungsraum. Die Szenarien werden wie folgt charakterisiert:

1. **Basisszenario** (Fortschreibung des Status quo; niedrige Steigerungsraten der Energiepreise und Fortschreibung und Anwendung bzw. Umsetzung der existierenden energiepolitische Instrumente bis zum Jahr 2030; keine Internalisierung von CO₂-Preisen);
2. **Ambitioniertes Szenario** (moderate Steigerungsraten der Energiepreise sowie forcierte Förderung erneuerbarer Energie für den Wärmebereich bis zum Jahr 2030; moderate CO₂-Preise);
3. **Beschleunigtes Szenario** (hohe Teuerungsraten für fossiler Energieträger sowie eine ambitionierte Energiepolitik bis zum Jahr 2030; höhere CO₂-Preise);

Aus der Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energie im Energiemix kann prinzipiell auch eine Erhöhung des Stromverbrauchs resultieren. Dieser Stromanteil wird in den Szenarien ausgewiesen, aber nicht primärenergetisch untersucht. Die Bewertung des Stromverbrauchs in Hinblick auf die CO₂-Emissionen orientiert sich nach der österreichischen Stromgestehung, wobei zwischen ganzjährigen Anwendungen und Heizungsanwendungen differenziert wird.

Folgende zukunftsfähige Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie im Bereich Wärme und Kälte werden in den Modellen berücksichtigt:

- Technologien zur dezentralen Nutzung fester Biomasse (Stückgut, Hackgut, Pellets)
- Biomasse-Nahwärme und Wärme aus KWK-Anlagen auf Basis biogener Energieträger
- Solarthermie
- Wärmepumpen

Die Analysen werden stets für das Staatsgebiet von Österreich durchgeführt. In den Modellen werden jedoch strukturelle Unterschiede zwischen urbanen und ländlichen Gebieten beispielsweise bei der Auswahl der jeweiligen Heizsysteme berücksichtigt.

3.3 Strukturen der Wärmenachfrage in Österreich

Die Struktur des energetischen Endverbrauches nach Sektoren und Energieträgern ist in untenstehender Abbildung 3.3.1 dargestellt. Der Sektor Heizung und Klima umfasst im Wesentlichen die Niedertemperaturanwendungen in Gebäuden (Heizung, und Klimatisierung). Betroffen sind dabei alle Formen von Wohngebäuden sowie die unterschiedlichen Arten der Dienstleistungsgebäude, welche im Abschnitt 4 der Studie detailliert erläutert werden. Der Sektor Dampferzeugung und Prozesswärme betrifft industrielle und gewerbliche Wärme, welche prozesstechnisch eingesetzt wird. Der Bereich Industrieöfen betrifft industrielle und gewerbliche Anlagen unterschiedlicher Größenordnung (vom Bäckereiofen bis zum Hochofen) sowie Warmwasser. Der Sektor Standmotore enthält alle nicht zum Sektor Mobilität gehörigen Motore, beginnend von Kleinmotoren im Haushaltsbereich bis zu Großmotoren in industriellen Fertigungsprozessen. Der Sektor Mobilität beinhaltet sowohl den Straßen- als auch den Schienen-, den Flug- und Schiffsverkehr. Die Sektoren Beleuchtung und EDV ergänzen die Energiebilanz.

Prinzipiell können die dargestellten Sektoren in die Bereiche Wärme (Heizung und Klimatisierung, Dampf- und Prozesswärme, Industrieöfen) und Kraft (Standmotoren und Mobilität) sowie spezielle Stromdienstleistungen (Beleuchtung, EDV, Elektrochemie) eingeteilt werden. Bei der Betrachtung des jeweils eingesetzten Energieträgermix fällt auf, dass im Bereich Wärme ein breiter Mix an Energieträgern zum Einsatz kommt, während die Bereiche Kraft und Stromdienstleistungen fast ausschließlich mit Öl (und den Produkten daraus) und elektrischem Strom bewerkstelligt werden.

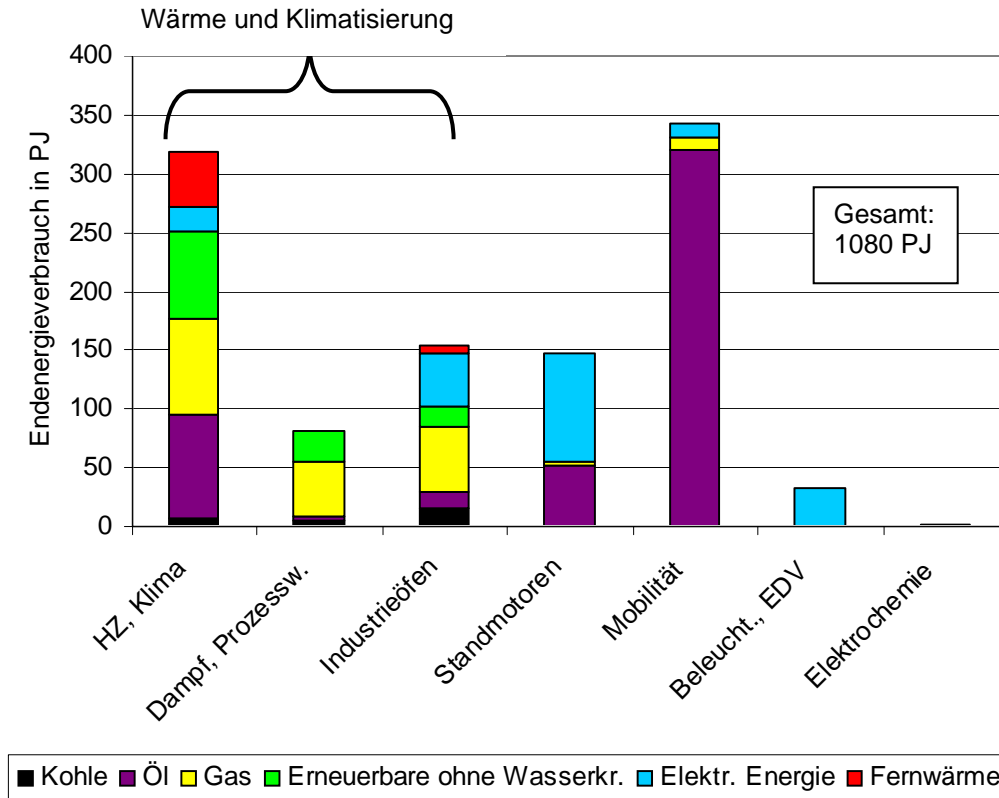


Abbildung 3.3.1: Endenergieverbrauch in Österreich im Jahr 2004 nach Sektoren und Energieträgern; Quellen: Daten: Statistik Austria (2005), Grafik: EEG (2007).

Im Energieträgermix des Wärme- und Kältebereiches waren im Jahr 2004 in Summe 21,4% erneuerbare Energie enthalten. Hierbei ist der erneuerbare Anteil des elektrischen Stromes nicht berücksichtigt¹. Der Bereich der Niedertemperaturwärme (Heizung und Klimatisierung) weist hierbei einen Anteil der erneuerbaren Energie von 23,4% auf, der Bereich der Hochtemperaturwärme (Dampf- und Prozesswärme, Industrieöfen) 18,5%. Diese erneuerbaren Anteile werden zurzeit schwerpunktmäßig mittels fester Biomasse in den unterschiedlichen Formen (Scheitholz, Hackschnitzel, Pellets, Sägenebenprodukte,...) abgedeckt. Die Anteile der im Niedertemperaturbereich eingesetzten Endenergieträger sind in Abbildung 3.3.2 dargestellt, jene für den Hochtemperaturbereich in Abbildung 3.3.3.

¹ Stromversorgung Österreichs im Jahr 2005: Wasserkraft: 39.019 GWh (58,7%), Wärmekraft: 25.999 GWh (39,1%), „neue“ Erneuerbare: 1.347 GWh (2,0%), Sonstige: 115 GWh (0,2%), Total: 66.480 GWh (100%); Anteil von Wasserkraft plus „neue“ Erneuerbare: 40.366 GWh (60,7%); Quelle: Energie-Control GmbH (2007);

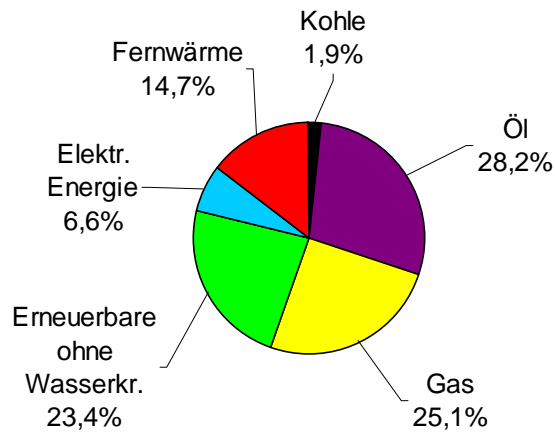


Abbildung 3.3.2: Endenergieträger für Niedertemperatur-Wärme und Kälte in Österreich im Jahr 2004; Quellen: Daten: Statistik Austria (2005), Grafik: EEG (2007).

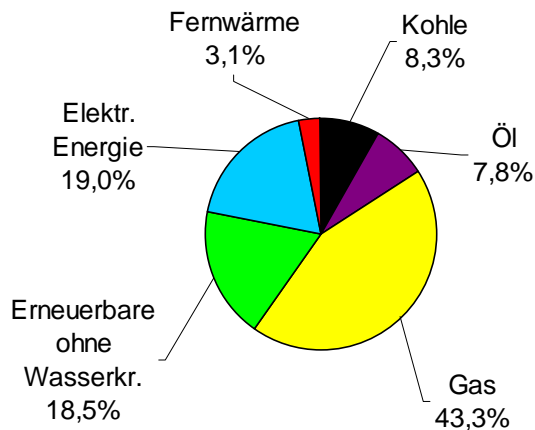


Abbildung 3.3.3: Endenergieträger für Hochtemperatur-Wärme in Österreich im Jahr 2004; Quellen: Daten: Statistik Austria (2005), Grafik: EEG (2007).

Der in den beiden Wärmebereichen (Hochtemperatur und Niedertemperatur) bereits vorhandene Anteil erneuerbarer Energie ist für den weiteren Ausbau des erneuerbaren Anteils von großer Bedeutung. Angesichts der etablierten erneuerbaren Anteile müssen Diffusionsprobleme und lange Zeitkonstanten früher Diffusionsvorgänge von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie im Wärmebereich in Österreich nicht mehr erwartet werden. Es geht vielmehr darum, die vorhandene Marktdiffusion auszubauen und neue Anwendungsbereiche, vor allem auch im Hochtemperaturbereich zu adressieren.

3.4 Prinzipien der Bereitstellung von Energiedienstleistungen durch Erneuerbare und Energieeffizienz

Moderne Gesellschaften bauen auf eine hohe Verfügbarkeit von kostengünstigen Energiedienstleistungen auf. Diese Energiedienstleistungen sind heute in allen Bereichen des privaten, wirtschaftlichen und öffentlichen Lebens in hohem Maße etabliert und betreffen die Konditionierung von Räumen, die Bereitstellung von Warmwasser, Elektrogeräte, gewerbliche und industrielle Prozesse, die Mobilität von Personen und Gütern und die Informationsverarbeitung und Kommunikation, um einige Bereiche zu nennen.

Die Bereitstellung von Energiedienstleistungen ist in Österreich, wie auch in allen anderen modernen Gesellschaften zurzeit mit einem hohen Einsatz von fossilen Energieträgern verbunden. Die massive Nutzung fossiler Energieressourcen führt zu negativen Umweltfolgen wie dem anthropogenen Treibhauseffekt, zu sinkender Versorgungssicherheit und nicht zuletzt in der Folge zu internationalen Verteilungskonflikten. Die aktuellen Entwicklungen weisen hierbei eine hohe Dynamik im Sinne eines stark steigenden Verbrauchs und steigender Anteile fossiler Energie im Energiemix auf.

Abbildung 3.4.1 veranschaulicht die Produktion von Energiedienstleistung auf qualitativer Ebene. Eine Energiedienstleistung, zum Beispiel die Raumkonditionierung (Bereitstellung eines angenehmen Raumklimas), kommt durch den Einsatz von Technologie mit gewissen Effizienzmerkmalen und den Einsatz von Energie zu Stande. Im Beispiel der Raumkonditionierung ist die Technologie in Form des Gebäudes und dessen thermischer Qualität sowie in Form der Wärmeversorgungsanlage bzw. Klimatisierungsanlage gegeben. Die eingesetzte Energie, welche zum Betrieb der Wärmeversorgungsanlage bzw. Klimatisierungsanlage erforderlich ist, kann in der Folge fossile und/oder erneuerbare Energie sein.

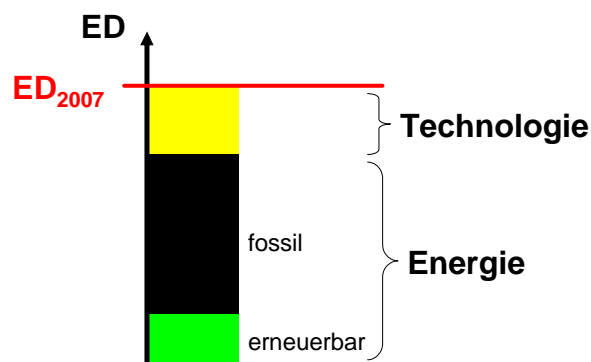


Abbildung 3.4.1: Das Prinzip der Produktion von Energiedienstleistungen;
Quelle: EEG (2007).

Wird das beschriebene Modell nun in einem dynamischen Kontext betrachtet, so stellt sich zunächst die Frage, welches Energiedienstleistungsniveau in Zukunft von der Gesellschaft nachgefragt wird. In der Vergangenheit ist das Energiedienstleistungsniveau in quasi allen Energiedienstleistungsbereichen in Österreich, aber auch in allen anderen Industrieländern, stetig angestiegen. Mit Blickrichtung Raumkonditionierung sind in Österreich in den vergangenen Jahrzehnten sowohl die mittleren Innenraumtemperaturen als auch die Wohnflächen pro Person deutlich gestiegen. Auch im Bereich der Mobilität waren und sind ebenfalls

deutliche Anstiege der Energiedienstleistungskonsumation zu verzeichnen. Hier steigen die Personenkilometer ebenso an, wie die Masse, der Hubraum oder die Leistung der eingesetzten Kraftwagen.

Der zu erwartende Anstieg der Energiedienstleistungsnachfrage wird an entsprechender Stelle bei den quantitativen Analysen in dieser Arbeit diskutiert. Für eine vereinfachte qualitative Darstellung der zeitlichen Entwicklung in Abbildung 3.4.2 wird zunächst angenommen, dass das Energiedienstleistungsniveau über den betrachteten Zeitraum 2007 bis 2010 konstant bleibt.

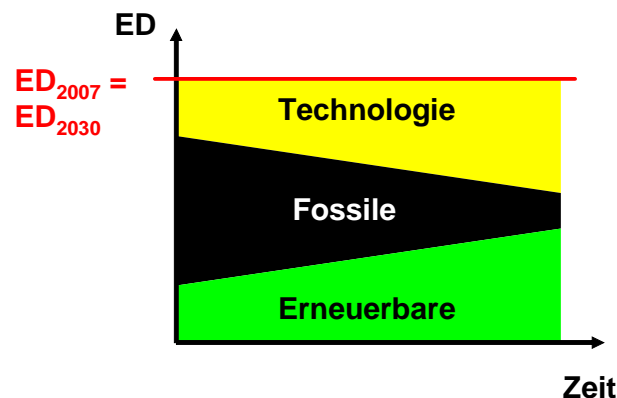


Abbildung 3.4.2: Die Produktion von Energiedienstleistungen im dynamischen Kontext; Quelle: EEG (2007).

Über die Zeit kommt es nun notwendiger Weise zu einer strukturellen Veränderung der Energiedienstleistungsproduktion. Der Anteil fossiler Energieträger wird sich aus Gründen der Ressourcenverknappung bzw. der steigenden Preise und sinkenden Versorgungssicherheit reduzieren. Ein gegenläufiger Trend kann bei der Nutzung erneuerbarer Energieträger erwartet werden. Dennoch ist es möglich, dass sich der Anteil der Summe aus erneuerbarer Energie und fossiler Energie an der Produktion der Energiedienstleistungen reduziert. Dies hat zur Folge, dass gleichzeitig die Technologieeffizienz erhöht werden muss, wenn es nicht zum Absinken des Energiedienstleistungsniveaus kommen soll. Eine Quantifizierung dieser Zusammenhänge für den Wärmebereich in Österreich ist Gegenstand der weiteren Ausführungen in dieser Arbeit.

4. Modellbildung und Methodik

Wie schon in Abschnitt 3.2 dargestellt, befasst sich die gegenständliche Studie „Wärme und Kälte aus Erneuerbaren 2030“ mit den Möglichkeiten, den österreichischen Wärmesektor bis zum Jahr 2030 mit erneuerbarer Energie abzudecken. Das Themenfeld wird dabei durch die folgenden 3 Schritte abgedeckt:

- a. Modellierung des zukünftigen Wärmebedarfs (Raumheizung, Warmwasser, Kühlung und Prozesswärme) in Österreich bis zum Jahr 2030.
- b. Entwicklung von Szenarien zur Deckung des Wärmebedarfs mit Erneuerbaren sowie Abschätzung primärer Beschäftigungs- u. Wertschöpfungseffekte aus Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie.
- c. Zusätzlich nötige Effizienzverbesserungen zur Absicherung der zurzeit etablierten Energiedienstleistungsniveaus.

Aus Gründen der sektoral stark unterschiedlichen Datenverfügbarkeit variiert auch der methodische Zugang bzw. das Aggregationsniveau der abgebildeten Energieverbrauchsbereiche. Tabelle 4.1 zeigt in diesem Zusammenhang einen Überblick über die Behandlung der einzelnen, in der Studie betrachteten Sektoren.

Tabelle 4.0.1: Darstellung der inhaltlichen Bereiche der Studie und der methodischen Zugänge zu den Unterthemen; Quelle: EEG (2007);

Gebäudetyp	Energiedienstleistungsbereich			
	Raumheizung	Warmwasser	Raumkühlung	Prozesswärme
Wohngebäude (private Wohnungen)	✓	✓	✓	✓
Dienstleistungsgebäude (öffentliche u. gewerbliche)	✓	(✓)*	✓	✓
	Modellierung auf disaggregiertem Niveau (Computermodell)		Szenarienrechnung für den Bedarf und die Bedarfsdeckung durch Erneuerbare auf Basis existierender Literatur	
	Methodischer Zugang			

* Warmwasser in Dienstleistungsgebäuden wird in den Kategorien Hotels oder ähnliche Gebäude, Werkstätten, Industrie- oder Lagerhallen und Gebäude für Kultur- oder Freizeitwecke bzw. des Bildungs- oder Gesundheitswesens auf Basis von Angaben aus der Literatur bzw. mittels der Einschätzung von Branchenvertretern abgeschätzt.

Die Energiedienstleistungsbereiche Raumheizung und Warmwasserbereitung werden für sämtliche genannte Gebäudekategorien disaggregiert modelliert, wobei für die Modellierung der Warmwasserbereitung bei Wohngebäuden detailliertere Ausgangsdaten zur Verfügung stehen als dies bei Dienstleistungsgebäuden der Fall ist.

Der Energiedienstleistungsbereich des Kühlens (Raumkühlung) wird sowohl für Wohngebäude als auch für Dienstleistungsgebäude behandelt. Methodisch erfolgt hier

jedoch der Zugang nicht über das oben genannte Modellierungstool sondern über eine literaturgestützte Szenarienrechnung, bei der die nötigen Annahmen und Daten aus der einschlägigen Literatur bezogen werden.

Im Bereich der Prozesswärme wird der mit den Dienstleistungsgebäuden in Zusammenhang stehende Bereich der gewerblichen und industriellen Prozesswärme untersucht. Prozesswärme im Bereich von Wohngebäuden (dies betrifft quasi ausschließlich Kochen) kann aufgrund der verfügbaren Daten nicht vom aggregiert vorliegenden Strom- oder Gasverbrauch abgetrennt werden und wird deshalb nicht separat ausgewiesen.

4.1 Beschreibung des verwendeten Softwaretools

Der Basisalgorithmus des verwendeten Softwaretools wurde von Schriegl (2007) im Zuge seiner Dissertation entwickelt und wurde für die gegenständliche Aufgabenstellung entsprechend modifiziert. Die Programmierung des Modells wurde auf EXCEL-Oberfläche über Visual Basic durchgeführt. Das verwendete Modell weist folgende Charakteristika auf:

Basisalgorithmus:

- nicht rekursiver betriebswirtschaftlicher Optimierungsalgorithmus (Zielfunktionen: minimiere Kosten; soziale Kosten; Energiebedarf; CO₂-Kosten)

Nebenbedingungen:

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

Implementierbare Instrumente:

- Technologische Standards
- Förderungen
- Steuern

Disaggregierte Abbildung des österreichischen Gebäudebestandes:

- Wohngebäude:
 - 4 Typen (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 Freizeitzwecke bzw. des Bildungs- oder Gesundheitswesens, Sonstige Gebäude)
 - 1 bis 4 Bauperioden
 - 1 bis 3 Größenklassen

Wahlfreie Maßnahmen:

- 6 Renovierungsmaßnahmen (+Kombinationen) mit bis zu 20 Technologien

4.2 Verwendete Datenquellen

Die Datenbasis der Studie ist im Bereich aggregierter Daten in Hinblick auf Gebäude und nationalem Energieverbrauch durch unterschiedliche Publikationen der Statistik Austria gegeben, im Bereich disaggregierte Daten werden Datenbanken der Autoren herangezogen, wobei der Abgleich aller verwendeten Modelle mittels nationaler Statistiken erfolgt.

Die wesentlichen Datenquellen, welche für die gegenständlichen Arbeiten verwendet wurden sind an den entsprechenden Stellen im Text bzw. in Tabellen und Abbildungen spezifiziert. Zusammenfassend können folgende wesentliche Quellen angegeben werden:

- Gebäudedaten: Statistik Austria, 2004, "Gebäude- und Wohnungszählung 2001"; Statistik Austria, 2006, "Wohnungen 2005"; Statistik Austria, 2004, "Arbeitsstättenzählung 2001";
- Energieverbrauch und Energieverbrauchsstrukturen: Statistik Austria, 2005, "Nutzenergieanalyse 2004"; Statistik Austria, 1997, "Energieverbrauch der Haushalte 1996/1997";
- Nutzerverhalten, Rebound-Effekte: Biermayr et al., 2004, "Maßnahmen zur Minimierung von Reboundeffekten bei der Sanierung von Wohngebäuden (MARESI)"; Endbericht zum gleichnamigen Forschungsprojekt im Auftrag des BMVIT;

4.3 Begriffsdefinitionen

Dieser Abschnitt dient der Definition von möglicherweise mehrdeutigen Begriffen, welche im vorliegenden Bericht verwendet werden. Die entsprechenden Begriffe werden im Weiteren in alphabetischer Reihenfolge behandelt. Der zu definierende Begriff ist dabei stets fett gedruckt. Wenn zur Definition eines Begriffs weitere Begriffe nötig sind, die hier ebenfalls definiert wurden, sind diese im Text kursiv gedruckt.

Endenergie: Der Energieinhalt von Energieträgern oder Energieströmen, die vom Energiekonsumenten (energetischer Endverbraucher) bezogen werden (elektrischer Strom am Hausanschluss, Heizöl im Haus-Heizöltank, Hackschnitzel im Lagerraum, Erdgas am Hausanschluss, Fernwärme an der Übergabestation,...). Endenergie resultiert aus der Umwandlung und dem Transport von *Sekundärenergie* oder *Primärenergie*, wobei hierbei in der Regel *Umwandlungsverluste* auftreten.

Energiedienstleistung: Vom Konsumenten nachgefragte Dienstleistung (z.B. Behaglichkeit in einem Wohnraum, Lichtstärke auf einer Arbeitsfläche, Bewältigen einer räumlichen Distanz), welche mittels Energieeinsatz bereitgestellt wird.

Energiebedarf: Bezeichnet eine bestimmte Energiemenge, welche mittels Umwandlungsprozess aufgrund einer Kalkulation oder Simulation theoretisch

umgesetzt wird. Z.B. weist ein bestimmtes Gebäude einen (errechneten, simulierten) Jahresheizendenergiebedarf von 12 MWh auf.

Energiequelle: Energievorräte, welche nach menschlichen Zeitmaßstäben unerschöpfliche Energieströme ermöglichen. Es stehen dabei die Energiequellen Solarenergie, Erdwärme und die Gravitation zur Verfügung.

Energieverbrauch: Nach den Gesetzen der Thermodynamik kann Energie nicht "verbraucht" sondern nur von einer Energieform in eine andere umgewandelt werden. Dennoch wird der Begriff "Energieverbrauch" in der gegenständlichen Arbeit für eine bestimmte Energiemenge, welche mittels eines bestimmten Umwandlungsprozesses in der Praxis tatsächlich umgesetzt (und gemessen) wird, verwendet. Z.B. weist ein gewisses Gebäude einen (gemessenen) Jahresheizendenergieverbrauch von 10 MWh auf.

Energie(wandlungs)kette: Alle oder ausgewählte Stufen in der schematischen Abfolge der Energieumwandlung von *Primärenergie* über *Sekundärenergie*, *Endenergie*, *Nutzenergie* zur *Energiedienstleistung*.

Erneuerbare Energie (auch regenerative Energie): Energieformen und Energieflüsse, welche sich von den Energiequellen solare Strahlung, Erdwärme und Gravitation ableiten und deren Nutzungszyklen innerhalb menschlicher Zeitmaßstäbe ablaufen.

Fossile Energieträger: Im Laufe der Erdgeschichte kumulierte und konservierte Kohlenstoffe und Kohlenwasserstoffe (biogene fossile Energieträger) sowie Uranlagerstätten und Vorräte an Kernfusionsausgangsstoffen.

Graue Energie: Jene Energie, die zur Herstellung eines Produktes aufgewendet werden musste und als kumulierter Energieaufwand quasi in diesem Produkt gespeichert ist.

Niedertemperaturwärme: Eine Energieform, welche durch Wärme in einem niedrigen Temperaturbereich bis 100 °C gegeben ist. Typische Bereiche der Niedertemperaturwärme sind die Raumwärme (zur Raumkonditionierung) und das Warmwasser (warmes Brauchwasser).

Nutzenergie: Jene Energie, welche nach der Umwandlung von *Endenergie* in Anlagen des Endverbrauchers zur Deckung der Energiedienstleistungsnachfrage des selbigen zur Nutzung zur Verfügung steht (Wärmeabgabe des Heizradiators, Warmwasser, Lichtemission eines Leuchtmittels, Bewegung eines Fahrzeuges). Bei der Umwandlung von *Endenergie* in Nutzenergie treten in der Regel *Umwandlungsverluste* auf.

Primäre Effekte (Wertschöpfung, Arbeitsplätze) werden durch die Wirtschaftstätigkeit in einem technologischen Wirtschaftsbereich durch die Produktion, den Handel und die Installation und Inbetriebnahme (=direkte Effekte) sowie der Vorleistungen (=indirekte Effekte) einer Technologie bewirkt (primäre Effekte = direkte Effekte + indirekte Effekte). Die primäre Wertschöpfung bzw. die primären Arbeitsplätze sind in den technologiespezifisch beteiligten Betrieben angesiedelt.

Primärenergie: Der Energieinhalt von Energieträgern oder Energieströmen, die noch keine technische Umwandlung erfahren haben (z.B. Kohle auf der Halde, Scheitholz, Wind, Solarstrahlung, Erdwärme,...).

Prozesswärme: Eine Energieform, welche durch Wärme in einem hohen Temperaturbereich ab ca. 100 °C gegeben ist. Typische Bereiche der Anwendung von Prozesswärme sind industrielle und gewerbliche betriebliche Prozesse, welche hohe Temperaturen oder/und Wasserdampf erfordern (Papierindustrie, Reinigungsverfahren, Sterilisation,...).

Qualitativ: (in Bezug auf Daten oder Interviews): Daten oder Aussagen, welche Umstände oder Zusammenhänge auf Grund von epischen Beschreibungen darstellen, ohne diese Umstände zwingend mit Zahlen zu hinterlegen.

Quantitativ: (in Bezug auf Daten): In Zahlen ausgedrückte Daten.

Sekundäre Effekte (Wertschöpfung, Arbeitsplätze) entstehen durch das gesteigerte Einkommen der Beschäftigten bzw. der Beteiligten der Betriebe und werden durch die erhöhte Konsumation durch das gestiegene Einkommen bewirkt. Die sekundäre Wertschöpfung bzw. die sekundären Arbeitsplätze entstehen (zum größten Teil) in anderen Wirtschaftsbereichen (z.B. Konsumgüterindustrie).

Sekundärenergie: Der Energieinhalt von Energieträgern oder Energieströmen, welche aus einer oder mehrerer technologischen Umwandlung(en) aus *Primärenergieträgern* hervorgehen (z.B. Koks, Heizöl, Benzin, Biodiesel, Holzpellets,...). Bei den Umwandlungen treten in der Regel *Umwandlungsverluste* auf.

Umwandlungsverluste: Entstehen durch die Umwandlung von einer Energieform in eine andere (z.B. Übergänge in der *Energiewandlungskette*) und sind durch das Umwandlungskonzept, die Umwandlungsprozesse und Umwandlungstechnologien gegeben. Umwandlungsverluste stellen Energiemengen dar, welche in einem konkreten Prozess nicht weiter genutzt werden können und z.B. in Form von Abwärme verloren gehen.

Abkürzungen

BHKW	Blockheizkraftwerk
°C	Grad Celsius
ca.	cirka
cal	Kalorien
J	Joule (Einheit der Arbeit, Energie, 1 J = 1 Ws)
K	Kelvin (Einheit der Temperatur)
kg	Kilogramm (Einheit der Masse)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
ÖE	Öläquivalent
s	Sekunde (Einheit der Zeit)
SKE	Steinkohleeinheiten
Stk.	Stück
Mio.	Million
m	Meter
usw.	und so weiter
vgl.	vergleiche
W	Watt (Leistung)
Wh	Wattstunde (Arbeit, Energie)
z.B.	zum Beispiel

Vielfache und Teile von Einheiten

Tabelle 4.3.1: Vielfache und Teile von Einheiten; Quelle: DIN 1301;

Vielfache			Teile		
da	Deka	10^1	d	dezi	10^{-1}
h	hekto	10^2	c	centi	10^{-2}
k	kilo	10^3	m	milli	10^{-3}
M	Mega	10^6	μ	mikro	10^{-6}
G	Giga	10^9	n	nano	10^{-9}
T	Tera	10^{12}	p	piko	10^{-12}
P	Peta	10^{15}	f	femto	10^{-15}
E	Exa	10^{18}	a	atto	10^{-18}

Umrechnungsfaktoren für Energieeinheiten

Mit der in Tabelle 4.3.2 dokumentierten Matrix von Umrechnungsfaktoren lassen sich alle im weiteren verwendeten energetischen Einheiten in die jeweils anderen Einheiten umrechnen.

Tabelle 4.3.2: Umrechnungsfaktoren für Energieeinheiten; Quelle: EEG (2007);

Einheit	MJ	kWh	kg SKE	kg ÖE	Mcal
MJ	1	0,278	0,034	0,024	0,239
kWh	3,6	1	0,123	0,0859	0,86
kg SKE	29,31	8,14	1	0,7	7,0
kg ÖE	41,91	11,63	1,43	1	10,1
Mcal	4,187	1,163	0,143	0,1	1

5. Modellierung des zukünftigen Wärmebedarfs in Österreich bis 2030

5.1 Ausgangsbasis und verwendete Daten

Den Ausgangspunkt für die Erstellung von unterschiedlichen Zukunftsszenarien bildet der Status quo des Wärme- und Kälteverbrauchs in Österreich. Hierbei sind die Sektoren Raumheizung, Warmwasserbereitung, Raumkühlung und Prozesswärme von Interesse. Die Daten der Endenergieverbräuche in diesen Sektoren wurden bereits im Abschnitt "Struktur der Wärmenachfrage in Österreich" in Abschnitt 3.3. dargestellt. Es erfolgt in diesem Abschnitt nun die Präsentation der in der Folge näher betrachteten Sektoren, sowie die Dokumentation der wesentlichen Daten, welche einen direkten Einfluss auf die Szenarienergebnisse haben.

5.1.1. Raumheizung, Warmwasserbereitung und Klimatisierung

Der Sektor Raumheizung, Warmwasserbereitung und Klimatisierung kann im Wesentlichen dem Gebäudebereich zugeordnet werden. Aus der Nutzenergieanalyse der Statistik Austria (2005) folgt der Endenergieverbrauch des Sektors "Raumheizung und Klimaanlage" in Österreich nach Energieträgern wie in Tabelle 5.1.1 dargestellt. Der Anteil dieses Sektors am Gesamt-Endenergieverbrauch in Österreich im Jahr 2004 beträgt 29,5%. In den angegebenen Zahlen sind keine Anteile des Warmwassers enthalten. Der Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung wird in den Daten der Statistik Austria dem Bereich "Industrieöfen" zugeordnet und ist aus den verfügbaren aggregierten Zahlen nicht separierbar. Dies ist jedoch für die gegenständliche Untersuchung ohne Relevanz, da der Bereich Warmwasser im verwendeten Modell auf disaggregierter Ebene modelliert wird und die Daten der Statistik Austria hierfür nicht benötigt werden.

Tabelle 5.1.1: Energieverbrauch des Sektors Raumheizung und Klimaanlage; Quelle: Statistik Austria (2005);

Datenjahr 2004	Energieverbrauch für Raumheizung und Klimaanlage in TJ
Steinkohle	1.486
Braunkohle	245
Braunkohlenbriketts	1.054
Koks	3.422
Brenntorf	4
Gasöl für Heizzwecke	66.987
Heizöl	17.568
Flüssiggas	5.366
Naturgas	79.879
Brennbare Abfälle	1.282
Brennholz	52.985
Biogene Brenn- und Treibstoffe	15.672
Umgebungswärme etc.	4.717
Fernwärme	46.857
Elektrische Energie	20.966
Insgesamt	318.491

Die oben dargestellten Zahlen der Statistik Austria sind aggregierte Werte für die Bereiche Raumheizung und Klimatisierung. Disaggregierte Zahlen (nach Raumheizung und Klimatisierung getrennt) sind in den Statistiken nicht verfügbar. Der Energieverbrauch für die Klimatisierung wird aus diesem Grund in der Folge separat abgehandelt (siehe unten).

Als Ausgangspunkt für die Modellierung des österreichischen Gebäudeparks wurde das Referenzjahr 2002 herangezogen, zumal für dieses Jahr eine solide Datenbasis der Statistik Austria verfügbar ist. Die definierten Gebäudetypen und deren Häufigkeit sind in Tabelle 5.1.2 dargestellt. Die Gebäudetypen bezeichnen in dieser Typologie jeweils typische Formen oder Verwendungszwecke der Gebäude. Je nach Homogenität und auch Größe der Grundgesamtheit der Typen wurden weiters Klassen definiert. Diese Klassen betreffen unterschiedliche Bauperioden und/oder unterschiedliche Größenklassen der Gebäude. Von jeder Gebäudeklasse wurde wiederum ein Bauteilekatalog definiert, welcher die Daten der typischen Bauteile U-Werte etc. enthält. Insgesamt waren im Jahr 2002 in Österreich 1.735.408 beheizte Gebäude vorhanden, wobei hiervon 1.554.920, also 89,6% Wohngebäude waren. Die Eingabedatensätze umfassen somit insgesamt 105 unterschiedliche Gebäudeklassen.

Tabelle 5.1.2: Für die Modellierung definierte Gebäudetypen, Anzahl der Gebäudeklassen je Type und Anzahl der beheizten Gebäude je Type; Referenzjahr 2002; Quelle: EEG (2007);

Gebäudetypen	Anzahl der Gebäudeklassen	Anzahl der beheizten Gebäude
Einfamilienhäuser	19	1.172.235
2-Familienhäuser	19	209.727
Mehrfamilienwohngebäude, klein	20	118.817
Mehrfamilienwohngebäude, groß	20	54.141
Handel, groß	1	9.919
Handel, klein	3	23.142
Hotels, groß	3	2.151
Hotels, klein	3	33.688
Bürogebäude, groß	3	8.062
Bürogebäude, klein	3	25.653
Büros in Wohngebäuden	4	10.106
Krankenhäuser, etc.	2	420
Schulen, etc	2	17.529
Sport u.ä. Freizeitinfrastruktur	1	1.946
Werkstätten, Industriegebäude, beheizt	2	47.872
Alle Gebäude (Summe)		1.735.408

Der Energieverbrauch für die Klimatisierung

Daten oder Szenarien für den Bereich Klimatisierung in Österreich sind in der Literatur nur in geringer Zahl und ausschließlich als aggregierte Schätzung verfügbar. Nach umfangreichen Recherchen konnten einige konkrete Zahlenwerte bzw. Szenarienwerte gefunden werden, die einfachen Plausibilitätskontrollen stand halten. Wesentliche Quellen für diese Werte sind Blümel et al. (2005) welche im Projekt "COOLSAN – Kältetechnische Sanierungskonzepte für Büro- und Verwaltungsgebäude" einen Szenarienwert für den Energieverbrauch für Klimatisierung im Jahr 2010 nennen und Adnot Jerome et al. (2003), die im Projekt "Energy Efficiency and Certification of Central Air Conditioners (EECCAC)" Szenarienwerte bis 2020 anführen. Aus den genannten Quellen wurde ein Modell für den Energieverbrauch für Klimatisierung in Österreich bis zum Jahr 2030 abgeleitet. Die Modellwerte bzw. die zeitliche Entwicklung sind in Tabelle 5.1.3 und in Abbildung 5.1.1 dokumentiert. Gemäß diesem Modell betrug der Stromverbrauch für Klimatisierung im Jahr 2004 103 GWh oder 371 TJ. Mit Bezug auf Tabelle 5.1.1 sind dies 1,8% des im Sektor Heizung und Klimatisierung insgesamt verbrauchten elektrischen Stroms. Für den Modellwert von 2030 entsprechend 822 GWh oder 2959 TJ ergäbe dies auf das Jahr 2004 bezogen einen Anteil von 14,1% des für Heizung und Klimatisierung insgesamt verbrauchten elektrischen Stroms. Die Modellwerte können aus diesem Blickwinkel heraus als gering betrachtet werden, da bereits im Status quo nicht zu vernachlässigende Kühllasten abgedeckt werden, vor allem im Bereich der Dienstleistungsgebäude. Da die Bedeutung der Klimatisierung von den Autoren der vorliegenden Studie höher eingeschätzt wird, werden die genannten aggregierten Modellwerte im Folgenden mit einem bottom-up Modellansatz verifiziert.

Tabelle 5.1.3: Modellwerte für den Stromverbrauch für Klimatisierung in Österreich bis 2030 auf Basis der COOLSAN - Daten; Quelle: EEG (2007);

Jahr	Modellwert (GWh/a)
1990	2
2000	54
2004	103
2010	208
2020	464
2030	822

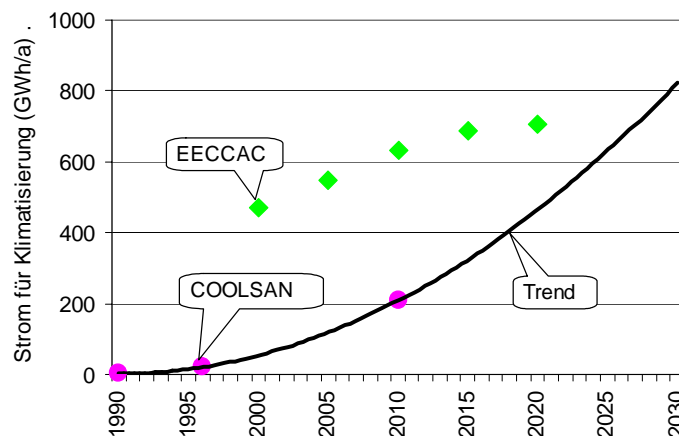


Abbildung 5.1.1: Angaben für den Stromverbrauch für Klimatisierung in Österreich aus der Literatur sowie eine Trendschätzung aufgrund der COOLSAN-Daten bis 2030; Quelle: EEG (2007);

Der bottom-up Ansatz baut einerseits auf die Einschätzung des Ausstattungsgrades mit Klimaanlage im Jahr 2030 und andererseits auf die spezifischen Energieverbräuche für Klimatisierung auf. Eine entsprechende Methodik sowie entsprechende spezifische Kennzahlen wurden in der aktuellen Schweizer Studie von CEPE (2007) "Der Energieverbrauch der Dienstleistungen und der Landwirtschaft 1990-2035" zur Abschätzung des zukünftigen Energieverbrauchs für die Klimatisierung herangezogen. In der zitierten Studie wird von einem spezifischen Stromverbrauch für die Teilklimatisierung von 6,3 kWh/m²a und für die Vollklimatisierung von 26,7 kWh/m²a ausgegangen. Diese Kennzahlen werden in der Folge zur Kalkulation des Stromverbrauches für Klimatisierung in Österreich herangezogen. Die klimatischen Randbedingungen der Schweizer Studie können auf die österreichischen Verhältnisse übertragen werden und die angegebenen Werte können weiters aufgrund von nicht repräsentativen, gemessenen Einzeldatensätzen als plausibel betrachtet werden. Die getroffenen Annahmen gelten dabei für konstante klimatische Verhältnisse über den Betrachtungszeitraum bis 2030. Für den Fall einer signifikanten Klimaerwärmung müssen in der Folge zwei weitere Faktoren berücksichtigt werden:

1. Es tritt ein höherer spezifischer Stromverbrauch auf (höhere durchschnittliche Temperaturen bewirken ein Ansteigen der Kühlgradtage und somit ein Ansteigen des Klimatisierungsbedarfs);
2. Es tritt eine Steigerung der Anlagendiffusion ein (und einmal installierte Anlagen werden in der Folge auch verwendet);

Beide Faktoren werden bei der Abschätzung jedoch nicht berücksichtigt, da für die nötigen Annahmen keine geeigneten Daten zur Verfügung stehen. Die genannten Faktoren können jedoch durch eine Steigerung der technischen Effizienz von Klimaanlage sowie durch Einsatz neuer Technologien wie beispielsweise der Erdkühlung kompensiert werden. Da diese Effizienzsteigerungen in der folgenden Abschätzung ebenfalls nicht berücksichtigt werden, wird auch der entstehende Fehler durch die gegenläufigen Trends dieser Faktoren reduziert.

Tabelle 5.1.4 dokumentiert die Ausgangsdaten und die Annahmen bezüglich der Diffusion von Klimaanlage sowie die Ergebnisse der Abschätzung. Die Diffusionswerte für die Klimatisierung wurden vom Projektteam geschätzt.

Das Resultat zeigt einen Stromverbrauch für Klimatisierung für das Jahr 2005 von insgesamt 365 GWh und für das Jahr 2030 von 1.875 GWh. Bezogen auf den von der Statistik Austria ausgewiesenen Stromverbrauch im Sektor Raumheizung und Klimatisierung für das Jahr 2004 von 5833 GWh entspricht der abgeschätzte Werte für das Jahr 2005 einem Anteil von 6,25%. Dieser Wert scheint angesichts der bereits existierenden Klimatisierungs-Infrastruktur plausibel.

Für die weiteren Berechnungen bei der Szenarienerstellung werden die zuletzt mit Hilfe des bottom-up Modells ermittelten Werte weiter verwendet, wobei sich gemäß einer quadratischen Näherung (Interpolation) der Stromverbrauch für die Klimatisierung in Österreich im Jahr 2020 auf einem Niveau von 970 GWh befindet. Die in Abbildung 5.1.2 über den Betrachtungszeitraum dargestellten Modellwerte werden in den nachfolgend präsentierten Szenarien als Datenbasis für den Klimatisierungsbedarf herangezogen.

Tabelle 5.1.4: Kalkulation des Stromverbrauchs für die Klimatisierung in Österreich; Quellen: EEG (2007), Hintergrunddaten siehe Fußnote ^a der Tabelle;

Gebäudekat.				2005			2030			Stromverbrauch	
	Anz. 2005	Anz. 2030	Fläche Schnitt ^a	Nicht-klimat	Teil-klimat	Voll-klimat	Nicht-klimat	Teil-klimat	Voll-klimat	2005	2030
	Stk	Stk	m2	%	%	%	%	%	%	GWh	GWh
EFH	1.196.770	1.332.543	218	97,5	2,0	0,5	75,0	20,0	5,0	68	754
ZFH	211.403	215.249	283	97,5	2,0	0,5	75,0	20,0	5,0	16	158
MFH kl.	120.813	131.825	498	98,0	2,0	0,0	83,0	15,0	2,0	8	97
MFH gr.	55.039	60.073	1042	98,0	2,0	0,0	83,0	15,0	2,0	7	93
Schulen	17.771	19.070	1045	99,0	1,0	0,0	94,0	5,0	1,0	1	12
KH	427	428	3355	70,0	20,0	10,0	30,0	40,0	30,0	6	15
Sport	2.016	2.348	680	98,5	1,0	0,5	85,0	10,0	5,0	0	3
Hotels gr.	2.204	2.379	2413	50,0	30,0	20,0	10,0	60,0	30,0	38	68
Hotels kl.	34.257	37.096	837	80,0	15,0	5,0	40,0	40,0	20,0	65	244
Büro gr.	8.295	9.826	1992	50,0	30,0	20,0	20,0	40,0	40,0	119	258
Büro kl.	26.342	30.704	335	88,0	10,0	2,0	65,0	25,0	10,0	10	44
Büro Whg.	10.404	12.416	1062	96,0	3,0	1,0	80,0	10,0	10,0	5	44
Handel, gr.	10.140	10.857	529	85,0	10,0	5,0	40,0	40,0	20,0	11	45
Handel, kl.	23.543	25.346	378	88,0	10,0	2,0	65,0	25,0	10,0	10	41
Summen										365	1875

^a die Ermittlung der Anzahl der nicht-Wohngebäude und der mittleren Flächen der untersuchten Gebäude basiert auf folgenden Quellen: IWU (1999): Energieeffiziente Büro- und Verwaltungsgebäude; Statistik Austria (2004): Arbeitsstättenzählung 2001; Statistik Austria (2006): Tourismus in Österreich 2005, Statistik Austria (2004): Gebäude- und Wohnungszählung 2001; Amstutz, M. / Schegg, R.: Hotel-Power. Energieeffizienz und CO₂-Emissionen in der Schweizer Hotellerie; Schlussbericht der Phase 1, BfE-Projekt Lausanne/Luzern 2003; Individuelle Auswertung der Gebäudedaten durch Statistik Austria (Margareta Mahidi im März 2007);

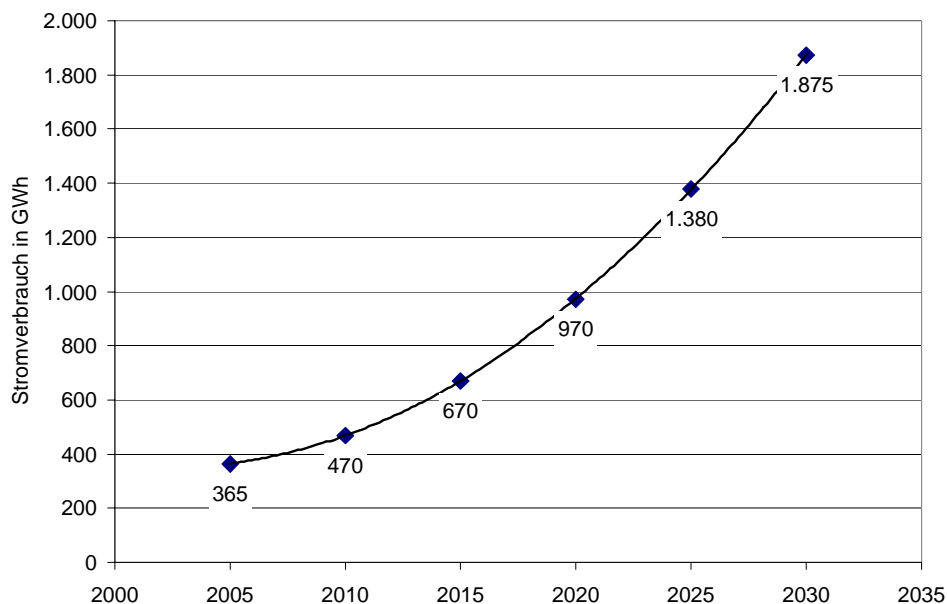


Abbildung 5.1.2: Modellwerte für den Stromverbrauch für Klimatisierung in Österreich von 2005 bis 2030; Quelle: EEG (2007);

5.1.2. Prozesswärme

Der Status quo des Sektors Prozesswärme ist mit Bezug auf das Datenjahr 2004 in Tabelle 5.1.5 dargestellt.

Wie bereits oben angemerkt, ist in der Rubrik "Industrieöfen" auch die gesamte Warmwasserbereitung enthalten. Die Anteile der Warmwasserbereitung werden für die Modellierung nicht aus den Werken der Statistik entnommen, sondern direkt auf Basis des eingesetzten Modells auf disaggregierter Ebene modelliert. Die entsprechenden Modellwerte betragen für das Jahr 2005 für die Dampferzeugung 81,2 PJ und für die Industrieöfen ohne Warmwasserbereitung 125,3 PJ.

Tabelle 5.1.5: Energieverbrauch im Bereich Prozesswärme; Quelle: Statistik Austria (2005);

Datenjahr 2004	Prozesswärme in TJ		
	Dampferzeugung	Industrieöfen	Summe Prozesswärme
Steinkohle	3.823	421	4.244
Braunkohle	846	1.287	2.134
Braunkohlenbriketts	0	73	73
Koks	0	7.542	7.542
Benzin	0	3	3
Leucht- und Flugpetroleum	0	9	9
Gasöl (Diesel)	90	240	329
Gasöl für Heizzwecke	209	5.027	5.236
Heizöl	3.799	3.714	7.513
Flüssiggas	92	1.813	1.905
Sonst. Produkte der Erdölverarb.	0	3.364	3.364
Naturgas	45.676	56.471	102.147
Gichtgas	6	2.557	2.563
Kokereigas	7	2.935	2.942
Brennbare Abfälle	3.268	4.828	8.096
Brennholz	473	7.276	7.749
Biogene Brenn- und Treibstoffe	22.453	2.008	24.461
Umgebungswärme etc.	0	3.387	3.387
Fernwärme	712	6.522	7.234
Elektrische Energie	401	44.331	44.733
Insgesamt	81.854	153.809	235.663

In der Folge werden die dargestellten Daten für die Beurteilung von Substitutionspotenzialen herangezogen. In den Bereichen Dampferzeugung und Industrieöfen sind nicht nur die eingesetzten zu substituierenden Energieträger von Bedeutung, sondern auch die jeweils genutzten Temperaturniveaus. Die Verteilung der Temperaturniveaus im industriellen Prozesswärmebedarf sind in Abbildung 5.2.2 dargestellt.

Zur Deckung des Prozesswärmebedarfs stehen einige Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger zur Verfügung. Die Bedeutung von solar thermischer Sonnenenergienutzung in österreichischen Gewerbe- u. Industriebetrieben wurde in einer umfassenden Studie von Müller et al. (2004) untersucht. Müller et al. zeigen hierbei einerseits technologische Möglichkeiten, andererseits auch Potenziale der Sonnenenergienutzung in einem Temperaturbereich bis 250 °C auf. Weitere, zum Teil bereits etablierte Technologien zur Bereitstellung von Prozesswärme betreffen den

Einsatz von Wärmepumpen (Niedertemperaturbereich), die Biomassenutzung (alle Temperaturniveaus) und den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplungen. Innovative Ansätze wie der Einsatz von biogen befeuerten Brennstoffzellen mit Hochtemperaturskopplung oder die Bedeutung einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft für den Prozesswärmebereich werden in der vorliegenden Studie nicht weiter untersucht, da die entsprechenden Diffusionsverläufe dieser innovativen Technologien nicht mit hinreichender Genauigkeit eingeschätzt werden können.

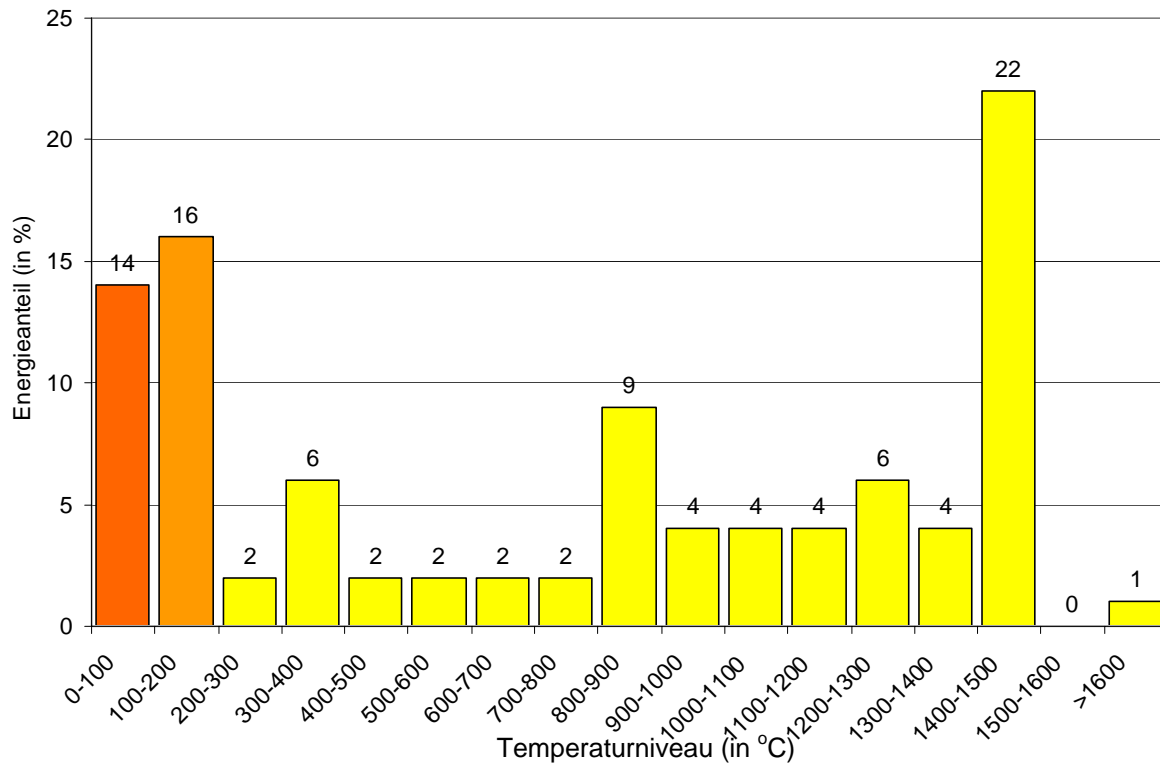


Abbildung 5.2.2: Verteilung der Temperaturniveaus im industriellen Prozesswärmebedarf; Quellen: Daten: Zahler und Häberle (2007) zitieren Neubarth und Kaltschmitt (2000); Grafik: EEG (2007);

5.2 Szenariendefinition

5.2.1 Dargestellte Szenarien

Zur Darstellung einer möglichen Entwicklungsbandbreite des Anteiles von erneuerbarer Energie im österreichischen Wärmesektor werden im Folgenden 3 Szenarien ausgearbeitet. Es handelt sich dabei um ein Basisszenario, um ein ambitioniertes Szenario und ein beschleunigtes Szenario. Diese Szenarien können wie folgt charakterisiert werden:

- **Basisszenario.** Das Basisszenario geht von einer Fortschreibung des Status quo aus. Die momentan niedrigen Teuerungsraten der Energiepreise sowie die existierenden nationalen energiepolitischen Rahmenbedingungen werden unverändert bis zum Jahr 2030 fortgeschrieben. Weiters werden keine CO₂-Preise berücksichtigt. Wesentliche energiepolitische Vorgaben, wie z.B. die Umsetzung von Energieeffizienz (Gebäuderichtlinie) und endogener technologischer Fortschritt (marktgetriebene Effizienzsteigerungen) werden jedoch einkalkuliert. Das Basisszenario ist damit auch gleichzeitig das "worst case" Szenario in Hinblick auf die Diffusion von Erneuerbaren. Eine weitere Verschlechterung der Rahmenbedingungen (noch geringere Teuerungsraten der Energiepreise bzw. Aufgabe jeglicher energiepolitischer Bemühungen) ist zwar theoretisch möglich, dieser Fall wird hier aber aus Gründen der, aus der Sicht der Autoren geringen Eintreffenswahrscheinlichkeit nicht diskutiert.
- **Ambitioniertes Szenario.** Das ambitionierte Szenario unterscheidet sich vom Basisszenario durch höhere Teuerungsraten bezüglich der Energiepreise (Teuerungsraten auf Basis des EU-Modells PRIMES), der Berücksichtigung von moderaten CO₂-Preisen und einer ambitionierteren Energiepolitik (selektivere und höhere Investitionszuschüsse).
- **Beschleunigtes Szenario.** Das beschleunigte Szenario berücksichtigt eine weitere Steigerung der Teuerungsraten von fossilen Energieträgern, höhere CO₂-Preise und eine ambitionierte Energiepolitik wie beim ambitionierten Szenario. In Hinblick auf die Eintreffenswahrscheinlichkeit ist dieses Szenario durchaus relevant, da die abgebildeten Teuerungsraten bis 2030 nicht unrealistisch sind.

Die wesentlichen Annahmen bezüglich der Szenarienparameter betreffen die Teuerungsraten der Energiepreise, die CO₂-Preise, und die Investitionszuschüsse. Weitere Randbedingungen sind durch die verfügbaren Potenziale Erneuerbarer Energieträger und durch beschränkte Diffusionswerte von Technologien gegeben.

5.2.2 Energiepreise

Für die zukünftige Entwicklung der Energiepreise wurden für die 3 Szenarien drei unterschiedliche Teuerungsprofile angenommen. Die jährlichen Teuerungsraten für die eingesetzten Energieträger sind in Tabelle 5.2.1 dokumentiert. Die Werte wurden in Anlehnung an das europäische Modell PRIMES gewählt, welches u.a. von Mantzos et al. (2006) angewendet wurde. Teuerungsraten betreffen in den Szenarien stets alle Energieträger, wobei das zu erwartende Teuerungsprofil in Abhängigkeit vom jeweiligen Szenario über die einzelnen Energieträger abgebildet wurde. Das Daten-

Referenzjahr für die Energiepreise ist 2005, die Teuerungsraten wurden für den Betrachtungszeitraum bis 2030 jeweils als konstant angenommen. Bei allen angegebenen Teuerungsraten handelt es sich um reale Teuerungen.

Beispielhaft sind die Effekte der Teuerungsraten in den unterschiedlichen Szenarien für Öl und Scheitholz in Abbildung 5.2.1 in Form der Teuerungsfaktoren dargestellt. Die Teuerungsfaktoren für Öl im Jahr 2030 betragen für die 3 Szenarien 1,16, 1,64 und 2,09, jene für Scheitholz sind 1,13, 1,28 und 1,28. Im beschleunigten Szenario findet somit von 2005 bis 2030 ca. eine Verdopplung (exakt +109%) des Heizölpreises statt, während der Preis für Scheitholz nur um 28% steigt. Die Teuerungsraten wurden so angesetzt, dass auch das beschleunigte Szenario noch als ein realistisches Szenario betrachtet werden kann, unter dessen Rahmenbedingungen ein stabiles gesellschaftliches und wirtschaftliches Umfeld möglich erscheint. Prinzipiell sind natürlich temporär auch höhere Teuerungsraten möglich (siehe z.B. die historische Entwicklung des Ölpreises). Deren Eintreffen und deren Beständigkeit sind jedoch nicht kalkulierbar, was auch die Aussagekraft eines entsprechenden Szenarios in Frage stellen würde.

Tabelle 5.2.1: Annahmen für die Teuerungsraten unterschiedlicher Energieträger für die betrachteten Szenarien; Quelle: EEG (2007)

Energieträger	Basisszenario	ambitioniertes Szenario	beschleunigtes Szenario
	reale Teuerungsraten pro Jahr		
Öl	0,6%	2,0%	3,0%
Gas	1,3%	2,7%	3,0%
Strom	1,0%	1,5%	3,0%
Fernwärme	1,0%	1,5%	3,0%
Nahwärme, Biomasse	0,6%	1,2%	1,2%
Pellets	0,6%	1,2%	1,2%
Stückholz	0,5%	1,0%	1,0%
Hackgut	0,5%	1,0%	1,0%

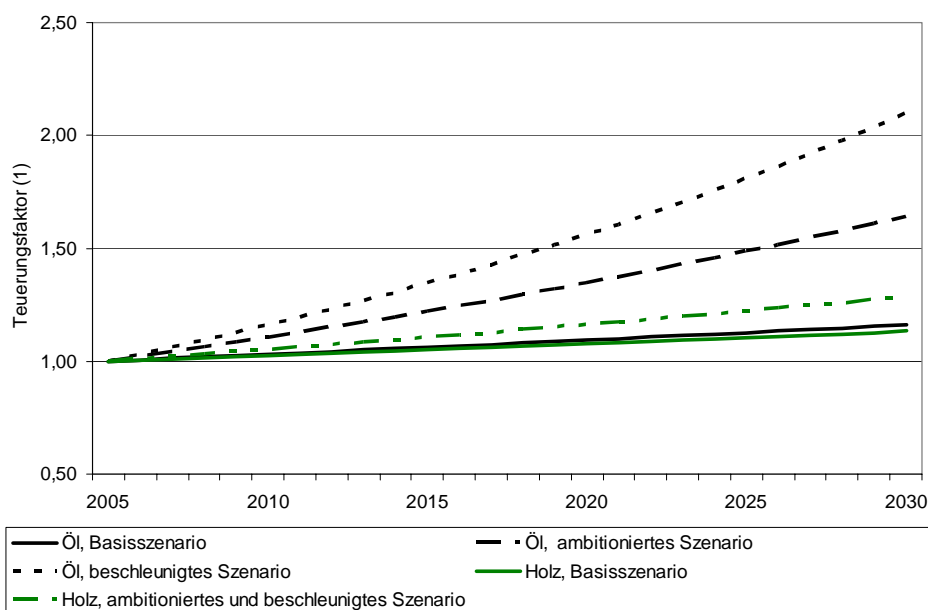


Abbildung 5.2.1: Auswirkungen der Teuerungsraten für Öl und Scheitholz für die 3 betrachteten Szenarien. Normierte Darstellung (2005=1); Quelle: EEG (2007);

5.2.3 Förderungen

Als eine energiepolitische Eingangsgröße wurden im Modell Fördervergaben vorgesehen. Es handelt sich dabei um nicht rückzahlbare Investitionszuschüsse, welche in den unterschiedlichen Szenarien unterschiedlich definiert werden. Weitere energiepolitische Rahmenbedingungen (vor allem die Wirkung bestehender normativer Instrumente wie der Bauordnung) wurden in allen Szenarien gleich definiert und betreffen weitestgehend die thermische Gebäudequalität von Neubauten und Sanierungen. Es wurde damit angenommen, dass in allen drei Szenarien der gleiche energiepolitische Wille zur Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz in Hinblick auf die thermische Qualität der Gebäudehülle und die Energieeffizienz von Heizsystemen besteht. Die in den einzelnen Szenarien vorgesehenen Förderprofile setzen sich aus Investitionszuschüssen für Technologien zur Wärmebereitstellung und aus Investitionszuschüssen für Gebäudeeffizienzmaßnahmen zusammen. Die Höhe der Investitionszuschüsse für Technologien zur Wärmebereitstellung sind in Tabelle 5.2.2 dokumentiert. Bei der Neuinstallation von Anlagen wird stets davon ausgegangen, dass die installierte Anlage dem jeweils aktuellen Energieeffizienzstandard entspricht. Diese Annahme kann einerseits als endogener Marktmechanismus gesehen werden, kann jedoch auch im energiepolitischen Rahmen als Randbedingung für den Zuschuss oder als normatives Instrument verankert werden.

Tabelle 5.2.2: Annahmen für die Höhe der Investitionszuschüsse in den dargestellten Szenarien; Quelle: EEG (2007)

	Basisszenario	ambitioniertes Szenario	beschleunigtes Szenario
Stückholz	20%	25%	25%
Hackgut	28%	35%	35%
Pellets	28%	30%	30%
Gas, Brennwertkessel	10%	10%	10%
Fernwärme Wien	10%	10%	10%
Fernwärme, andere Städte	10%	10%	10%
Fern- u. Nahwärme aus Biomasse	28%	20%	20%
Wärmepumpen Heizung	15%	20%	20%
Wärmepumpen Luft/Wasser	5%	5%	5%
Wärmepumpen Warmwasser	10%	10%	10%
Solare Warmwasseraufbereitung	20%	25%	25%
Teilsolare Heizung	20%	55%	55%

Förderungen von Gebäudeeffizienzmaßnahmen betreffen im Modell mögliche Wärmeschutzmaßnahmen (Isolierung des Baukörpers und thermische Qualität der Fenster). Die Höhe der Investitionszuschüsse in den einzelnen Szenarien ist in Tabelle 5.2.3 dargestellt. Der Investitionszuschuss beträgt allgemein 10% und soll Investitionen begünstigen, welche über das Maß der durch normative Instrumente festgelegten Effizienzstandards in diesem Bereich hinausgehen. Höhere Förderungen haben im Modell kaum zusätzliche Effekte, da der Haupteffekt durch die normativen Instrumente verursacht wird.

Tabelle 5.2.3: Annahmen für die Förderung von Gebäude-Energieeffizienzmaßnahmen für die dargestellten Szenarien; Quelle: EEG (2007)

	Szenario		
	Basisszenario	ambitioniertes Szenario	beschleunigtes Szenario
Energieeffizienzmaßnahmen	10%	10%	10%

5.2.4 CO₂-Preise

Die Preise für CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern werden im Basisszenario auf Null gesetzt. Im ambitionierten Szenario erfolgt die Bewertung mit 20 Euro/Tonne und im beschleunigten Szenario werden 50 Euro/Tonne CO₂ verrechnet. Die entsprechenden Werte sind in Tabelle 5.2.4 zusammengefasst.

Tabelle 5.2.4: Annahmen für die CO₂-Preise für die dargestellten Szenarien; Quelle: EEG (2007)

	Szenario		
	Basisszenario	ambitioniertes Szenario	beschleunigtes Szenario
Implementierte CO ₂ -Preise	0 Euro/Tonne	20 Euro/Tonne	50 Euro/Tonne

5.2.5 Potenzielle Erneuerbare Energie

Die Potenziale erneuerbarer Energie sind im Berechnungsmodell in unterschiedlichem Detaillierungsgrad abgebildet. Die Minimalanforderung der Betrachtung ergibt ein statisches (zeitlich unveränderliches) Potenzial, welches zu gewissen spezifischen Kosten zur Verfügung steht. Der maximale Detaillierungsgrad ist durch dynamische Potenzial-Kostenkurven gegeben. Die für den Wärmebereich maßgeblichen Potenziale erneuerbarer Energie betreffen die Bereiche:

- Umweltwärme für Wärmepumpen
- Solarenergie für solar thermische Anlagen
- Feste Biomasse für die thermische Nutzung
- Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungen

Hierbei sind in den einzelnen Potenzialkategorien folgende Randbedingungen im Modell berücksichtigt:

Umweltwärme für Wärmepumpen:

In diesem Bereich liegen vor allem strukturelle Beschränkungen in Hinblick auf die möglichen Wärmequellenanlagen vor. In urbanen Bereichen wurde die Verlegung von Erdkollektoren ausgeschlossen. Auch für die Errichtung von Tiefensonden sind Hemmnisse zu verzeichnen. Hier steht vor allem Luft als Wärmeträgermedium zur Verfügung. Im nicht urbanen Bereich stehen zusätzlich Wärmequellen-systeme in

Form von Sonden oder Erdkollektoren sowie Grundwassersysteme zur Verfügung. Im Wesentlichen ist das Potenzial der Umweltwärme durch die Zahl der anwendenden Nutzer gegeben. Es liegt in diesem Fall, abgesehen von den genannten strukturellen Einschränkungen, also keine Potenzialschranke hinsichtlich der Ressource vor. Dies gilt in verstärktem Maße für den hier betrachteten Zeitraum bis zum Jahr 2030.

Solarenergie für solar thermische Anlagen:

Hier werden solar thermische Anlagen zur Warmwasserbereitung, zur zusätzlichen Heizungseinbindung, zur Kühlung sowie zur Bereitstellung von Prozesswärme im Temperaturbereich bis 250 °C untersucht. Das Potenzial von solarer Wärme ist, wie schon bei der Umweltwärme für Wärmepumpen, hauptsächlich durch strukturelle Rahmenbedingungen beeinflusst. Zur Installation von solar thermischen Solaranlagen stehen prinzipiell alle im Südsektor befindlichen Dachflächen von Gebäuden sowie nutzbare und entsprechend ausgerichtete Fassadenflächen zur Verfügung. Darüber hinaus ist eine Aufständigung von solar thermischen Kollektoren prinzipiell auch auf Freiflächen möglich, sofern der Wärmebedarf in unmittelbarer Nähe auftritt. Letzteres ist auch in Hinblick auf die Bereitstellung von solarer Prozesswärme relevant. Eine mögliche Flächenpotenzial-Konkurrenz zu anderen Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie, welche nicht den Wärmesektor betreffen (hier vor allem die Photovoltaik), wurde im Modell nicht berücksichtigt.

Feste Biomasse für die thermische Nutzung:

Feste Biomasse für die thermische (energetische) Nutzung wird in den Brennstoffformen Stückgut, Hackgut und Pellets berücksichtigt. Die Nutzung kann dabei sowohl in kleinen dezentralen Anlagen (Haushalte, Dienstleistungsgebäude) erfolgen, als auch in Nahwärmenetzen oder im Bereich der Fernwärme in Heizwerken oder in Kraft-Wärme-Kopplungen erfolgen. Die Potenzial-Kostenkurve für feste Biomasse in Österreich ist in Abbildung 5.2.2 dargestellt. Die Potenzial-Kostenkurve beschreibt dabei die österreichischen Potenziale, nicht jedoch die Möglichkeiten Importe zu tätigen. Importe, die nach der Ausschöpfung des nationalen Potenzials erfolgen, werden mit hohen Kosten bewertet, da es sich dann um Importe in einer allgemeinen Verknappungssituation handelt. Dies könnte dann eintreten, wenn auch die Exporteure selbst verstärkt Biomasse in ihr nationales Energiesystem implementieren oder andere Länder eine verstärkte Biomassenachfrage am selben Markt entwickeln.

Die Potenzial-Kostenkurve zeigt den Anstieg der spezifischen Kosten mit zunehmender Ausschöpfung der Potenziale. Bei 100% Potenzialausschöpfung kommen auch 100% des dynamischen, über die Zeit veränderlichen Kostensatzes zum Tragen. Bei einer Überschreitung der Potenziale (Werte über 100%) wirkt die bereits erwähnte steile Kostenprogression, bei einer Unterschreitung der 100% - Potenziale kann bei Pellets und Scheitholz eine leichte und bei Hackschnitzel eine starke Kostendegression beobachtet werden.

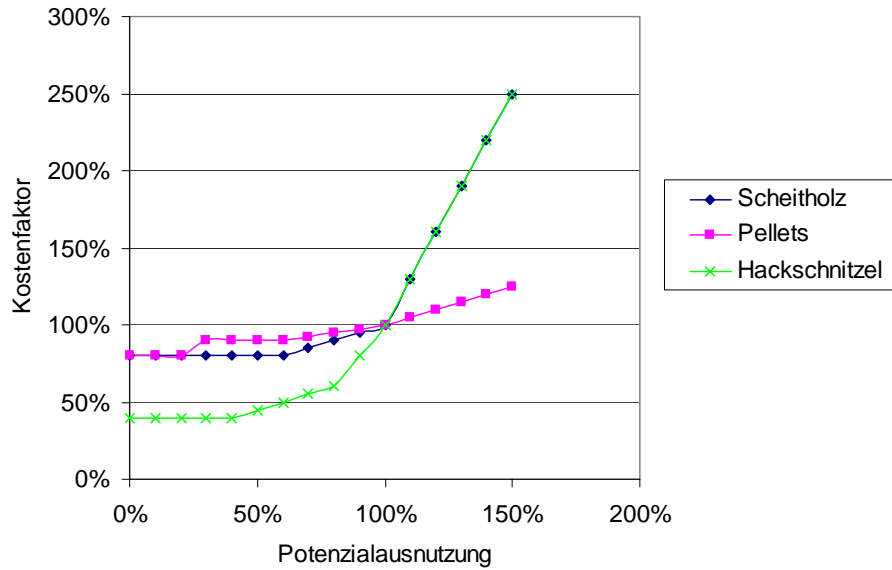


Abbildung 5.2.2: Potenzial-Kostenkurven für feste Biomasse in Österreich;
Quelle: EEG (2007);

Die österreichischen dynamischen (über die Zeit veränderlichen) Potenziale fester Biomasse für die energetische Nutzung sind in Abbildung 5.2.3 dargestellt. Die Potenziale für Scheitholz werden als konstant über den Betrachtungszeitraum angenommen. Pellets und Hackschnitzel hingegen weisen eine dynamische Entwicklung auf, die zunächst einen steilen Anstieg aufweist, der durch den Ausbau der Produktions-Infrastruktur verursacht wird. Ab dem Jahr 2010 ist nicht mehr die Produktionsinfrastruktur der limitierende Faktor sondern der Rohstoff. Natürlich sind in diesem Bereich Substitutionen möglich, so könnte Scheitholz auch gehackt oder pelletiert werden, allerdings entstehen dann auch höhere Kosten.

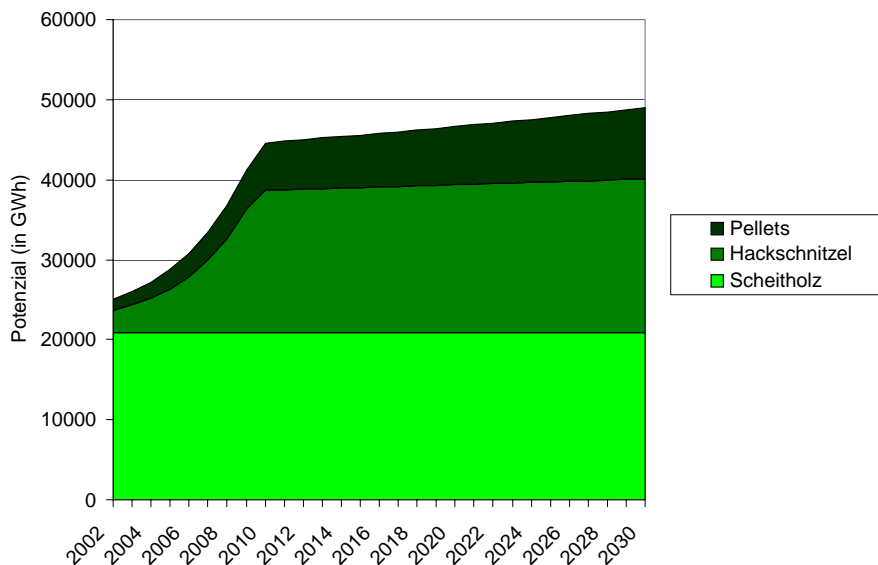


Abbildung 5.2.3: dynamische Potenziale fester Biomasse in Österreich;
Quelle: EEG (2007);

Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungen:

Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungen (KWK) wird in der vorliegenden Arbeit als nachhaltige Wärme bewertet, da die bei der Stromproduktion entstehende Abwärme im Falle ihrer Nutzung (Kraft-Wärme-Kopplung) einen Zusatznutzen darstellt, für den kein zusätzlicher Einsatz fossiler Energie erforderlich ist. Für eine detailliertere Bewertung (z.B. in Hinblick auf die CO₂-Relevanz) muss Wärme aus KWK-Anlagen jedoch differenziert betrachtet werden, da in Fernwärmenetze z.B. auch reine Heizwerke auf Basis fossiler Energie einspeisen (siehe unten unter Emissionskoeffizienten). Das Potenzial für Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungen ist einerseits von den für den Wärmeabsatz erforderlichen Nachfragestrukturen abhängig (Randbedingungen für ein wirtschaftlich betreibbares Wärmenetz) und andererseits vom Vorhandensein der Anlagen selbst. Die Randbedingungen für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen verschlechtern sich jedoch tendenziell mit der fortschreitenden Verbesserung der Gebäudequalität durch die Errichtung von energieeffizienten Neubauten oder Energieeffizienzmaßnahmen bei Sanierungen, da die Abnahmedichte längs des Wärmenetzes sinkt. Dieser Umstand wirkt sich in einem betriebswirtschaftlich optimierenden Modell auf die entsprechenden Diffusionsverläufe aus und würde in Hochpreis-Szenarien die Anzahl der fernwärmeversorgten Gebäude über die Zeit drastisch reduzieren. Da dieses Ergebnis nicht praxisrelevant ist, wurden im Modell weitere Randbedingungen für den Ausstieg aus der Fernwärmeversorgung implementiert. Insbesondere wird berücksichtigt, dass ein hoher Anteil der bereits fernwärmeversorgten Gebäude auch in Zukunft mit Fernwärme versorgt werden, die Art des Heizsystems also nicht gewechselt werden kann. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Entwicklung der Energieeffizienz dieser Gebäude – sie werden, falls dies wirtschaftlich ist ebenfalls wärmetechnisch saniert, was zwar in der Folge den Energieverbrauch aus Fernwärme reduziert, nicht jedoch die Anzahl der mit Fernwärme versorgten Gebäude.

5.2.6 Emissionskoeffizienten

Die Berechnung der CO₂-Emissionen der Szenarien basiert auf der Berücksichtigung von Emissionskoeffizienten der einzelnen Energieträger. Im Modell werden hierbei Emissionskoeffizienten verwendet, welche auch Externalitäten berücksichtigen (Emissionsfaktor der gesamten Gestehungskette des Energieträgers bis zur Endenergie). Die im Modell verwendeten Werte sind der Arbeit von Adensam et al. (2002) "Externe Kosten, Band I - Externe Kosten im Hochbau" entnommen und sind in Tabelle 5.2.5 dokumentiert.

Der elektrische Strom wird im Weiteren mit dem österreichischen Strommix bewertet. Es wird hierbei zwischen Stromverbräuchen unterschieden, die verteilt über das Jahr anfallen (z.B. elektrische Warmwasserbereitung), und solchen, die nur während der Heizperiode entstehen (z.B. Pumpenstrom eines Heizkessels). Diese Stromverbräuche werden mit den jeweiligen Emissionskoeffizienten (siehe Tabelle 5.2.5) bewertet.

Der Emissionskoeffizient für Fernwärme berücksichtigt den Anteil der Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungen und ist deshalb für die Fernwärme in Wien (hoher KWK – Anteil) geringer als außerhalb von Wien.

Die Emissionskoeffizienten für die unterschiedlichen Arten der Biomasse resultieren aus deren Gesteherung. Diese verändert sich mit zunehmender Ausschöpfung der Potenziale, was im Modell berücksichtigt wurde. So ist der Emissionskoeffizient für Pellets im Jahr 2002 deutlich geringer als im Jahr 2030, da anfangs ein hoher Anteil des nötigen Rohstoffs mit Holzabfällen (Sägenebenprodukte) abgedeckt wird und zu einem späteren Zeitpunkt auch hochwertigere Rohstoffe mit entsprechend höheren Produktionsaufwänden herangezogen werden müssen.

Tabelle 5.2.5: Emissionskoeffizienten unterschiedlicher Energieträger im verwendeten Modell; Quelle: Schriefl (2007);

Energieträger	Emissionskoeffizient (kg CO ₂ -Äquivalent/kWh Endenergie)
Öl (Heizöl extraleicht)	0,320
Erdgas	0,263
Kohle (Steinkohle)	0,450
Strommix Österreich (Jahresschnitt) ^a	0,273
Strommix Österreich (Winter)	0,400
Fernwärme Wien	0,160
Fernwärme außerhalb Wien	0,224
Scheitholz 2002	0,033
Scheitholz 2030	0,033
Hackschnitzel 2002	0,037
Hackschnitzel 2030	0,041
Pellets 2002	0,025
Pellets 2030	0,055

^a vgl. Strommix UCTE (Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity): Europäischer Strommix Jahresschnitt: 0,515 kg CO₂/kWh;

5.2.7 Veränderungen des Gebäudebestandes

Mit der Ausgangsbasis des Referenzjahres 2002 entwickelt das verwendete Modell den Gebäudebestand aufgrund der historischen Entwicklung und den erwarteten Neubau- und Sanierungsraten in die Zukunft. Die Ergebnisse für die Jahre 2005 und 2030 sind in Tabelle 5.2.6 dargestellt. Insgesamt wächst die Anzahl der beheizten Gebäude im betrachteten Zeitraum von 1.792.381 im Jahr 2005 auf 1.963.228 im Jahr 2030 um 9,5%, wobei das in absoluten Zahlen größte Wachstum im Bereich der Einfamilienhäuser zu verzeichnen ist. Angesichts der historischen Entwicklungen und der entsprechenden Trends handelt es sich also um ein gedämpftes aber plausibles Ausbauszenario.

Die Entwicklung des Gebäudebestandes ist in der Folge in allen Szenarien gleich, d.h. energiepolitische Maßnahmen haben im Modell einen Einfluss auf die Qualität der Gebäude, nicht aber auf deren Zahl. Ebenso hat die Entscheidung über einzelne Technologien (Heizsysteme) keine Rückwirkung auf die Entscheidung, ob eine bestimmtes Gebäude gebaut wird oder nicht.

Tabelle 5.2.6: Modellwerte für den Gebäudebestand in Österreich (beheizte Gebäude) nach Gebäudekategorien für die Jahre 2005 und 2030; Quelle: EEG 2007;

Gebäudekategorie	Anzahl 2005 in Stück	Anzahl 2030 in Stück	Veränderung
Einfamilienhäuser	1.196.770	1.332.543	11,3%
2-Familienhäuser	211.403	215.249	1,8%
Mehrfamilienwohngebäude, klein	120.813	131.825	9,1%
Mehrfamilienwohngebäude, groß	55.039	60.073	9,1%
Schulen, etc	17.771	19.070	7,3%
Krankenhäuser, etc.	427	428	0,2%
Sport u.ä. Freizeitinfrastruktur	2.016	2.348	16,4%
Hotels, groß	2.204	2.379	7,9%
Hotels, klein	34.257	37.096	8,3%
Bürogebäude, groß	8.295	9.826	18,5%
Bürogebäude, klein	26.342	30.704	16,6%
Büros in Wohngebäuden	10.404	12.416	19,3%
Handel, groß	10.140	10.857	7,1%
Handel, klein	23.543	25.346	7,7%
Industriegebäude groß	37.289	37.264	-0,1%
Industriegebäude klein	35.670	35.805	0,4%
Summe der Gebäude	1.792.381	1.963.228	9,5%

5.2.8 Lebensdauer von Anlagen

Die Lebensdauer von Anlagen ist wie folgt im Modell implementiert: Es gibt für jede Anlage eine minimale und eine maximale Lebensdauer. Vor Ablauf der minimalen Lebensdauer darf die Anlage vom Algorithmus nicht ersetzt werden, auch wenn dies z.B. wirtschaftlich wäre. Dies bildet gut das Entscheidungs- und Investitionsverhalten durchschnittlicher Nutzer ab. Nach Ablauf der minimalen Lebensdauer kann die Anlage durch ein neues gleichartiges oder ein anderes System ersetzt werden, wenn dies wirtschaftlich ist. Nach Ablauf der maximalen Lebensdauer muss die Anlage jedoch in jedem Fall ersetzt werden. Das Modell ist dann gezwungen die wirtschaftlichste Lösung zu finden.

Die minimalen Lebensdauern betragen bei Heizsystemen und Systemen zur Warmwasserbereitung 10 Jahre, bei Systemen, die den Baukörper betreffen (Fenster, Wärmedämmung, Fassade) 15 Jahre. Die maximalen Lebensdauern betragen bei aktiven Komponenten von Heizsystemen und Systemen zur Warmwasserbereitung (Kessel etc.) 20 Jahre, bei passiven Komponenten (Boiler, Puffer, Radiatoren) 25 Jahre und bei Systemen welche die Gebäudehülle betreffen je nach Bauteil zwischen 30 und 40 Jahren.

6. Szenarienergebnisse

Wie schon in Abschnitt 4 erläutert, wird der Wärmebereich aus Gründen der Datenverfügbarkeit und der Verfügbarkeit von entsprechenden Simulationsmodellen methodisch sektoral mit unterschiedlichen Zugängen aufgearbeitet. Die folgende Darstellung der Szenarienergebnisse erfolgt für die Bereiche:

- Heizung und Warmwasserbereitung
- Klimatisierung
- Dampferzeugung
- Industrieöfen (ohne Brauchwassererwärmung)

6.1 Szenarienergebnisse für Heizung und Warmwasserbereitung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Szenarien:

1. **Basisszenario** (unter Berücksichtigung von geringen Teuerungsraten für Energieträger, der bestehenden normativen und förderpolitischen Rahmenbedingungen, ohne Internalisierung von CO₂-Preisen)
2. **Ambitioniertes Szenario** (höhere Teuerungsraten bezüglich der Energiepreise auf Basis des EU-Modells PRIMES, mit Berücksichtigung von moderaten CO₂-Preisen und einer ambitionierteren Energiepolitik)
3. **Beschleunigtes Szenario** (weitere selektive Steigerung der Teuerungsraten von fossilen Energieträgern, höhere CO₂-Preise und eine ambitionierte Energiepolitik wie beim ambitionierten Szenario)

präsentiert und diskutiert. Aspekte von zentraler Bedeutung sind dabei die Entwicklung des zukünftigen Energieverbrauchs und die zukünftige Diffusion der Technologien. Aus der Entwicklung des Energieverbrauchs resultiert wiederum die Entwicklung der CO₂-Emissionen, welche in der Zusammenfassung der Szenarien in Abschnitt 6.2 thematisiert wird.

In der nachfolgenden Dokumentation der Szenarienergebnisse wird noch kein Bezug zu den Unterschieden der Ergebnisse der einzelnen Szenarien hergestellt. Die Abschnitte 6.1.1 bis 6.1.3 dienen zur disaggregierten Darstellung der strukturellen Entwicklung und zur Dokumentation der disaggregierten Detailergebnisse. Strategische und vergleichende Aussagen werden im Abschnitt 6.2 mit dem Titel "Zusammenfassung und Gegenüberstellung der Szenarien" dokumentiert.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt im ersten Unterpunkt (Basisszenario) mit detaillierten Erläuterungen bezüglich der Interpretation der dargestellten Zahlen und Verläufe, die Ergebnisse der weiteren Szenarien werden in der selben Systematik knapp kommentiert dargestellt.

6.1.1 Basisszenario

Das Ergebnis für die zeitliche Entwicklung des Energieverbrauchs im Betrachtungszeitraum 2005 bis 2030 im Basisszenario ist in Abbildung 6.1.1 dargestellt. Die zugehörigen Zahlenwerte sind in Tabelle 6.1.1 dokumentiert. Der gesamte Endenergieverbrauch für Heizen und für die Warmwasserbereitung sinkt von 348,7 PJ im Jahr 2005 auf 247,1 PJ im Jahr 2030. Dies entspricht einer Reduktion des Endenergieverbrauchs um 29,1% bis zum Jahr 2030 in diesem Verbrauchssektor. Diese erhebliche Reduktion kommt im Basisszenario durch die Steigerung der Energieeffizienz der Gebäude sowie durch die Steigerung der Energieeffizienz der Heizsysteme zu Stande. In dieser Statistik sind auch die Solarwärme sowie die Umweltwärme enthalten, welche zwar in Form von Energiedienstleistungen konsumiert werden, aber nicht im strengen Sinne als Primär- oder Sekundärenergieträger bereitgestellt werden müssen. Der Strom, der zum Betrieb der Wärmepumpen zur Nutzung der Umweltwärme verbraucht wird, ist im dargestellten Anteil "Strom enthalten". Dass trotz steigender Nutzung der Umweltwärme der Gesamtstromverbrauch für Raumheizung und Warmwasserbereitung sinkt, ist auf den Umstand zurückzuführen, dass im selben Zeitraum Strom-Direktheizungen und Strom-direkt Warmwasserbereitungsanlagen deutlich reduziert werden.

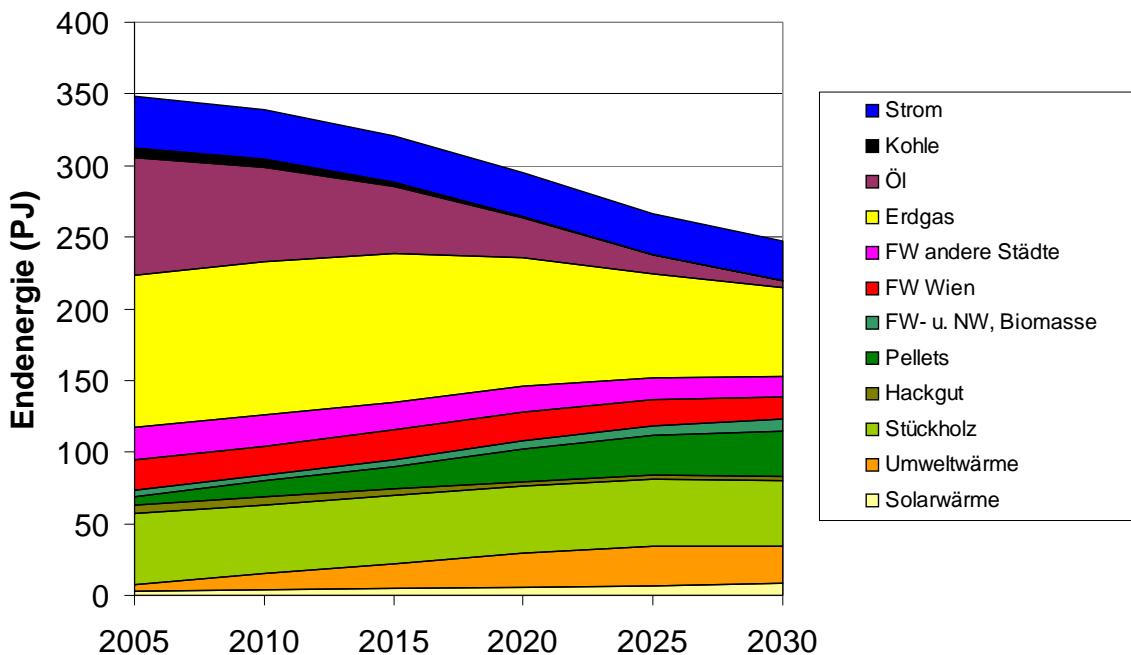


Abbildung 6.1.1: Endenergieverbrauch im Basisszenario nach Energieträgern;
Quelle: EEG (2007);

Die Struktur des Endenergieverbrauchs ändert sich im Basisszenario bis 2030 deutlich. Abbildung 6.1.2 zeigt die prozentuellen Anteile der einzelnen Energieträger am Energieträgermix für die Heizung und Warmwasserbereitung. In einer qualitativen Betrachtung bleibt der Anteil des elektrischen Stroms über den Betrachtungszeitraum konstant. Im Stromverbrauch sind Strom-Direktanwendungen sowie Hilfsstrom (Pumpen, Steuer- u. Regelungstechnik) und Strom für Wärmepumpen summiert. Wie am steigenden Beitrag der Umweltwärme gut ersichtlich ist, wird Stromverbrauch von Strom-Direktanwendungen durch den Stromverbrauch der Wärmepumpen ersetzt, wobei der Anteil der Umweltwärme als erneuerbarer Anteil gewonnen wird.

Tabelle 6.1.1 Struktur des Endenergieverbrauchs im Basisszenario; EEG (2007);

Energieträger	Endenergieverbrauch in PJ					
	2005 ^a	2010	2015	2020	2025	2030
Solarenergetischer Eintrag	3,2	3,8	4,6	5,6	6,8	8,2
Umweltwärme	4,8	11,3	17,7	23,6	27,6	25,9
Stückholz	49,3	48,0	47,5	47,4	46,7	45,7
Hackgut	5,4	5,3	4,6	3,0	3,0	3,0
Pellets	6,4	11,5	15,7	22,2	28,0	31,4
FW- u. NW, Biomasse	4,5	4,0	4,5	6,2	6,5	9,0
FW Wien, fossil	21,4	20,6	20,6	19,9	17,8	15,3
FW, andere Städte, fossil	22,2	21,2	19,6	18,0	15,3	14,0
Erdgas	106,2	107,7	104,4	89,9	72,3	62,0
Öl	81,9	65,9	46,2	27,8	13,6	5,4
Kohle	7,4	5,1	2,7	0,8	0,2	0,0
Strom	36,2	34,9	32,9	30,9	28,6	27,1
Summe	348,7	339,3	320,8	295,3	266,5	247,1

^a Abweichungen der angegebenen Zahlenwerte des Jahres 2005 von Statistiken (z.B. Faninger et al. (2007)) haben methodische Hintergründe: das Startjahr des Szenarienmodells ist 2002, da für dieses Jahr alle benötigten Referenzdaten zur Verfügung stehen. Die Werte des Jahres 2005 sind somit errechnete Modellwerte. Das verwendete Modell ist zur Erstellung von mittel- bis langfristigen Szenarien geeignet, jedoch nicht für kurzfristige Prognosen.

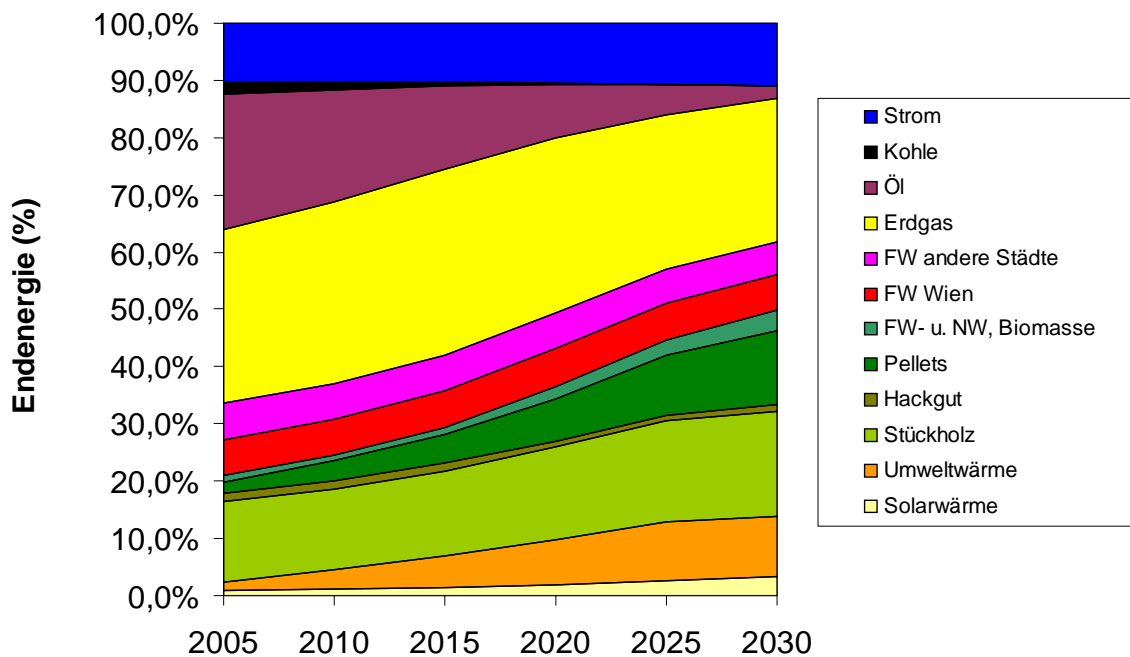


Abbildung 6.1.2: Anteile der Energieträger für Heizung und Warmwasserbereitung im Basisszenario; Quelle: EEG (2007);

Der Anteil der klassischen fossilen Energieträger sinkt erheblich, allen voran der Anteil von Öl. Dies hat mehrere Gründe. Einerseits werden alte Ölkessel im Betrachtungszeitraum nach Ablauf der Lebensdauer bzw. im Fall von Generalsanierungen mehr und mehr durch andere Heizsysteme ersetzt, andererseits fällt die Technologiewahl in neu gebauten Gebäuden immer seltener auf den Ölkessel. Die dennoch neu installierten Ölkessel weisen aufgrund der gesteigerten

Wirkungsgrade im Kessel- und Gebäudebereich zusätzlich einen geringeren Energieverbrauch auf, was den Anteil der Endenergie bis 2030 auf wenige Prozent reduziert. Der Energieträger Kohle stirbt im Endenergiemix für Heizung und Warmwasserbereitung bis zum Jahr 2030 im Basisszenario (und in allen anderen Szenarien) fast aus. Spätestens nach Beendigung der Lebensdauer werden Kohlekessel in der Regel durch andere Systeme ersetzt.

Der Anteil des Erdgases bleibt über den Betrachtungszeitraum näherungsweise konstant. Erdgas ist im Basisszenario auch in Zukunft ein attraktiver Energieträger und substituiert in verstärktem Maß Öl. Abgesehen von den für das Modell bestimmenden ökonomischen Größen der Investitions- und Betriebskosten hat auch die mit Gaskesseln einhergehende Energieeffizienz (Brennwerttechnologie) Rückwirkungen auf die Technologieentscheidungen. Der Sektor Endenergie aus Fern- und Nahwärme zeigt in Summe konstante Anteile, wobei die Anteile an Systemen auf Biomassebasis steigen, während bei konventionellen Systemen leichte Rückgänge zu verzeichnen sind.

Der Endenergieverbrauch in dezentralen Biomasseanlagen steigt anteilmäßig stark an. Hier ist es vor allem der Energieverbrauch von Pelletssystemen, der ein deutliches anteilmäßiges Wachstum aufweist. Hackgut spielt im Betrachtungszeitraum eine kleine Rolle, der Energieverbrauch von Stückholzanlagen steigt anteilmäßig an. Ein starkes Wachstum ist beim Anteil der Umweltwärme zu beobachten. Der energetische Anteil von Solarsystemen wächst im Betrachtungszeitraum an, bleibt bis 2030 aber auf einige Prozent beschränkt. Die qualitativ beschriebenen Daten sind in Tabelle 6.1.2 quantifiziert.

Tabelle 6.1.2: Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch im Basisszenario; Quelle: EEG (2007);

Energieträger	Endenergieverbrauch in %					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Solarwärme	0,9%	1,1%	1,4%	1,9%	2,6%	3,3%
Umweltwärme	1,4%	3,3%	5,5%	8,0%	10,4%	10,5%
Stückholz	14,1%	14,1%	14,8%	16,1%	17,5%	18,5%
Hackgut	1,5%	1,6%	1,4%	1,0%	1,1%	1,2%
Pellets	1,8%	3,4%	4,9%	7,5%	10,5%	12,7%
FW- u. NW, Biomasse	1,3%	1,2%	1,4%	2,1%	2,4%	3,7%
FW Wien, fossil	6,1%	6,1%	6,4%	6,7%	6,7%	6,2%
FW, andere Städte, fossil	6,4%	6,2%	6,1%	6,1%	5,7%	5,6%
Erdgas	30,5%	31,7%	32,5%	30,4%	27,1%	25,1%
Öl	23,5%	19,4%	14,4%	9,4%	5,1%	2,2%
Kohle	2,1%	1,5%	0,8%	0,3%	0,1%	0,0%
Strom	10,4%	10,3%	10,2%	10,5%	10,7%	11,0%
Summe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Eine Aufgliederung der Szenarienergebnisse nach den Energieträgerkategorien Erneuerbare Energie, Fernwärme, Strom und Fossile Energie fasst die oben im Detail dargestellten Ergebnisse in Abbildung 6.1.3 zusammen. Deutlich ist hier die Umstrukturierung in Richtung Erneuerbare Energie zu erkennen.

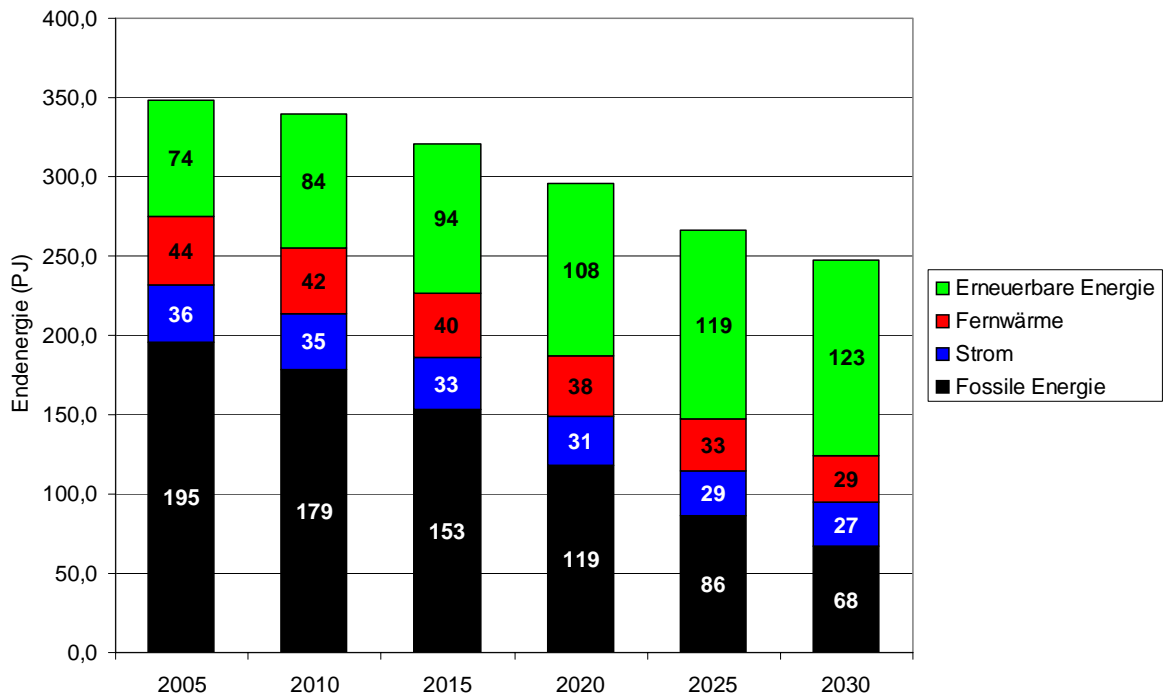


Abbildung 6.1.3: Ergebnisse des Basisszenarios nach Energieträgerkategorien;
Quelle: EEG (2007);

Sowohl im Anteil der Fernwärme als auch im Anteil des Stromes sind weitere erneuerbare Anteile enthalten (KWK, Wasserkraft,...). Da sich diese Anteile jedoch über den Betrachtungszeitraum hinweg stark verändern können (Veränderung des Kraftwerksparks, Einfluss des Stromhandels, Veränderung des KWK-Parks und der Brennstoffe), wurden sie nicht separiert. Der Anteil der Biomasse Nah- und Fernwärme wurde jedoch bereits der Kategorie "Erneuerbare Energie" zugeordnet.

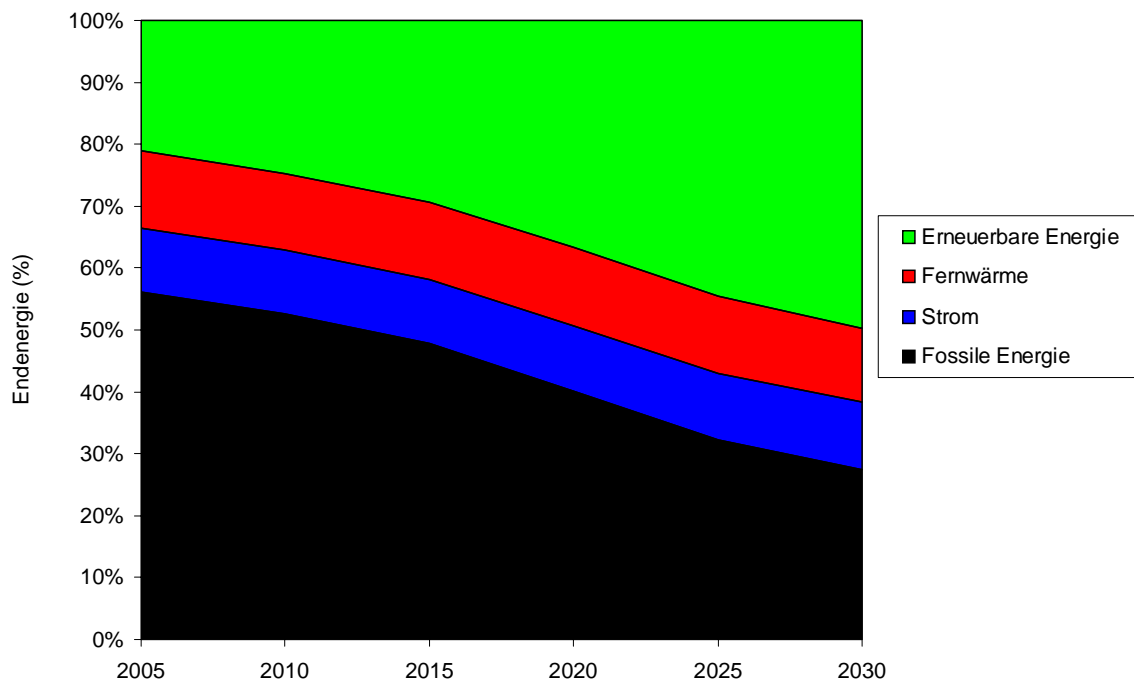


Abbildung 6.1.4: Anteile von Energieträgerkategorien am Endenergieverbrauch im Basisszenario; Quelle: EEG (2007);

Technologiediffusion im Basisszenario

Bei den bisherigen Ausführungen betreffend Basisszenario wurde die Entwicklung des Endenergieverbrauchs analysiert ohne Aussagen über die zahlenmäßige Verteilung von Heizsystemen zu machen. Die Modellergebnisse erlauben jedoch auch die Darstellung der Anlagenzahlen, welche aus technologisch-strukturellen Gründen zum Teil deutlich von den Strukturen des Endenergieverbrauchs abweichen.

Die im Weiteren dokumentierten Zahlen betreffen immer das Hauptheizsystem. Das heißt, jedem beheizten Gebäude wird ein bestimmtes Heizsystem zugeordnet. Weitere Heizsysteme (Zweitkessel, parallele Systeme, Systeme für die Übergangszeiten usw.) werden vom Modell nicht erfasst. Die Summe der Heizsysteme entspricht zu einem gewissen Zeitpunkt somit immer der Anzahl der beheizten Gebäude. Bezüglich der neu installierten Anlagen entsteht auf diese Art und Weise kein nennenswerter Fehler, da Zweitkessel etc. im Regelfall alte Geräte sind, welche nicht entsorgt, sondern an Ort und Stelle belassen wurden.

Einen Sonderfall stellen die Solaranlagen dar. Da im Modell keine monovalenten solaren Heizsysteme implementiert wurden, handelt es sich auch bei großen Solaranlagen immer um bivalente Systeme, bei denen eine solar thermische Anlage stets mit einem anderen Heizsystem kombiniert wird. Die Anzahl der Solaranlagen kommt somit zu der Anzahl der Heizsysteme hinzu. Bei den dokumentierten Anzahlen für Solaranlagen handelt es sich um solar thermische Anlagen zur Warmwasserbereitung und um solar thermische Anlagen zur Warmwasserbereitung und teilsolaren Raumheizung.

Reine Brauchwasserwärmepumpen (also Wärmepumpen, die ausschließlich für die Brauchwassererwärmung vorgesehen sind) sind bezüglich ihres energetischen Beitrages in allen dargestellten Zahlen berücksichtigt, auf die Darstellung der Anlagen-Stückzahlen dieser Technologie wurde im Weiteren verzichtet. Die im Folgenden dargestellten Wärmepumpen-Stückzahlen enthalten Heizungs-wärmepumpen für die Raumheizung und Wärmepumpensysteme für die Raumheizung und die Warmwasserbereitung.

Die vorliegenden Szenarien berücksichtigen stets heute verfügbare Technologien und inkrementelle Verbesserungsinnovationen (technologische und ökonomische Lerneffekte), berücksichtigen aber keine Systeminnovationen oder heute nicht am Markt verfügbare Zukunftstechnologien, da eine entsprechende Prognose im Rahmen der vorliegenden Studie nicht seriös durchführbar ist.

Die Ergebnisse für die Technologiediffusion der untersuchten Heizsysteme sind in Abbildung 6.1.5 dargestellt. In der Abbildung sind die Heizsysteme auf Basis der fossilen Energieträger Heizöl, Erdgas und Kohle zusammengefasst dargestellt. Die Bezeichnung Strom-direkt steht für Widerstandsheizungen (Tag- und Nachtstromheizsysteme). Dezentrale Heizsysteme welche auf Basis von festen biogenen Energieträgern betrieben werden (Scheitholz, Hackschnitzel und Pellets) wurden ebenfalls zusammengefasst. Zentrale Heizsysteme (Nah- und Fernwärme) sind unabhängig von den in diesen Systemen eingesetzten Energieträgern gemeinsam dargestellt (inklusive Biomasse Nahwärme). Gemeinsam mit der Anzahl der Wärmepumpen ergibt sich die gesamte Anzahl der Haupt-Heizsysteme und somit, wie bereits oben erläutert, auch die Anzahl der beheizten Gebäude. Die Anzahl der Solaranlagen kommt zusätzlich hinzu.

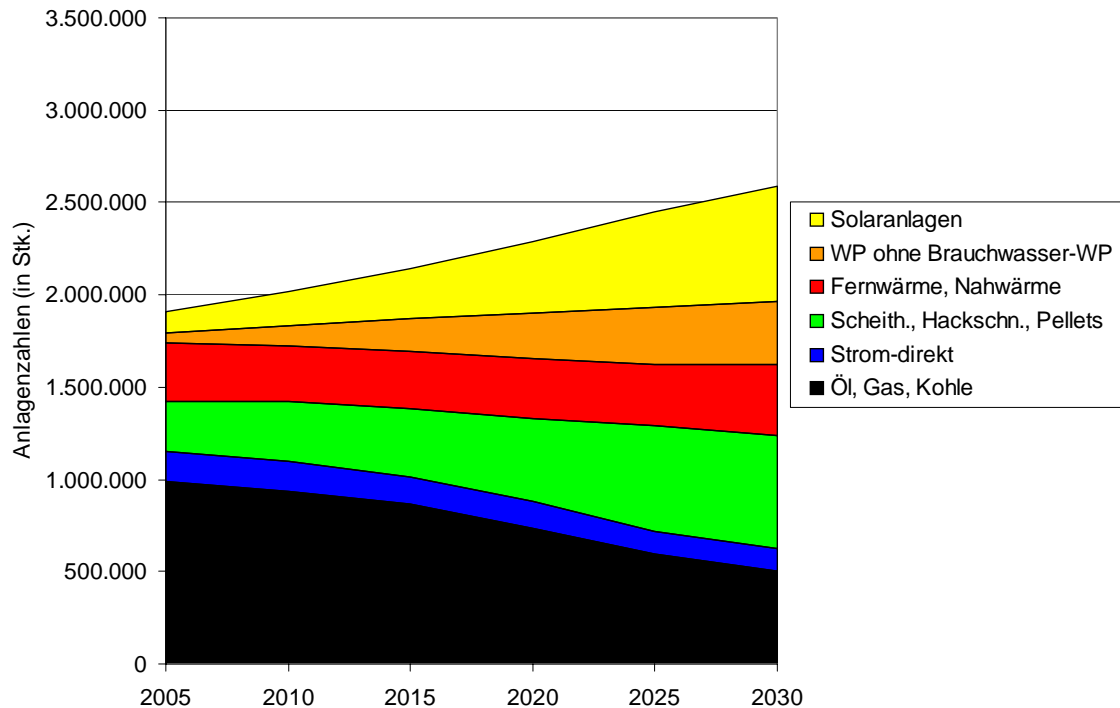


Abbildung 6.1.5: Technologiediffusion im Basisszenario; Quelle: EEG (2007);

Abbildung 6.1.5 zeigt eine deutliche Reduktion der Heizsysteme auf Basis fossiler Energie. Die Anzahl der Stromheizungen wird ebenfalls reduziert. Nah- und Fernwärmesysteme zeigen eine leichte Steigerung, vor Allem gegen das Ende des Betrachtungszeitraumes, wobei hier die Biomasse-Nahwärme der treibende Faktor ist. Die Holzheizsysteme und die Wärmepumpensysteme zeigen ein deutliches Wachstum. Es findet im Basisszenario somit ein Strukturwandel in Richtung Heizsysteme auf Basis erneuerbarer Energie statt.

Tabelle 6.1.3: Anlagenzahlen im Basisszenario; Quelle: EEG (2007);

Energieträger	Anzahl der Hauptheizsysteme in Stück					
	2005 ^a	2010	2015	2020	2025	2030
Öl	395.937	328.429	239.262	143.402	77.005	34.356
Gas	557.610	583.630	609.168	584.812	514.331	467.052
Scheitholz	219.567	214.742	219.479	243.498	270.193	296.251
Pellets	37.461	90.437	127.470	183.478	271.158	287.809
Hackschnitzel	18.641	21.785	23.329	23.932	25.282	26.700
Fernwärme Wien	145.721	139.500	144.640	144.541	143.395	143.708
Fernwärme Rest	148.588	141.331	137.175	132.955	134.710	134.481
Biomasse Nahwärme	20.971	18.307	25.195	45.964	60.407	107.389
Kohle	33.876	23.433	13.064	4.748	1.544	397
Strom-direkt	160.239	157.990	153.038	144.731	127.956	121.327
WP ohne WW-WP	53.771	111.124	174.501	247.296	303.967	343.761
Solaranlagen	203.803	284.970	366.137	447.304	528.471	628.822

^a Abweichungen der angegebenen Zahlenwerte des Jahres 2005 von Statistiken (z.B. Faninger et al. (2007)) haben methodische Hintergründe: das Startjahr des Szenarienmodells ist 2002, da für dieses Jahr alle benötigten Referenzdaten zur Verfügung stehen. Die Werte des Jahres 2005 sind somit errechnete Modellwerte. Das verwendete Modell ist zur Erstellung von mittel- bis langfristigen Szenarien geeignet, jedoch nicht für kurzfristige Prognosen.

Die Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und zur teilsolaren Heizung weisen ebenfalls ein starkes Wachstum auf. Die absoluten Zahlenwerte (Anlagenzahlen) für die untersuchten Heizsysteme sind in Tabelle 6.1.3 dokumentiert.

Die anteilmäßige Verteilung der Hauptheizsysteme (ohne der Kategorie Solaranlagen) ist in Abbildung 6.1.6 dargestellt. Die schon anhand der absoluten Zahlen dokumentierten Ergebnisse werden hier bezüglich ihrer strukturellen Aussage noch unterstrichen.

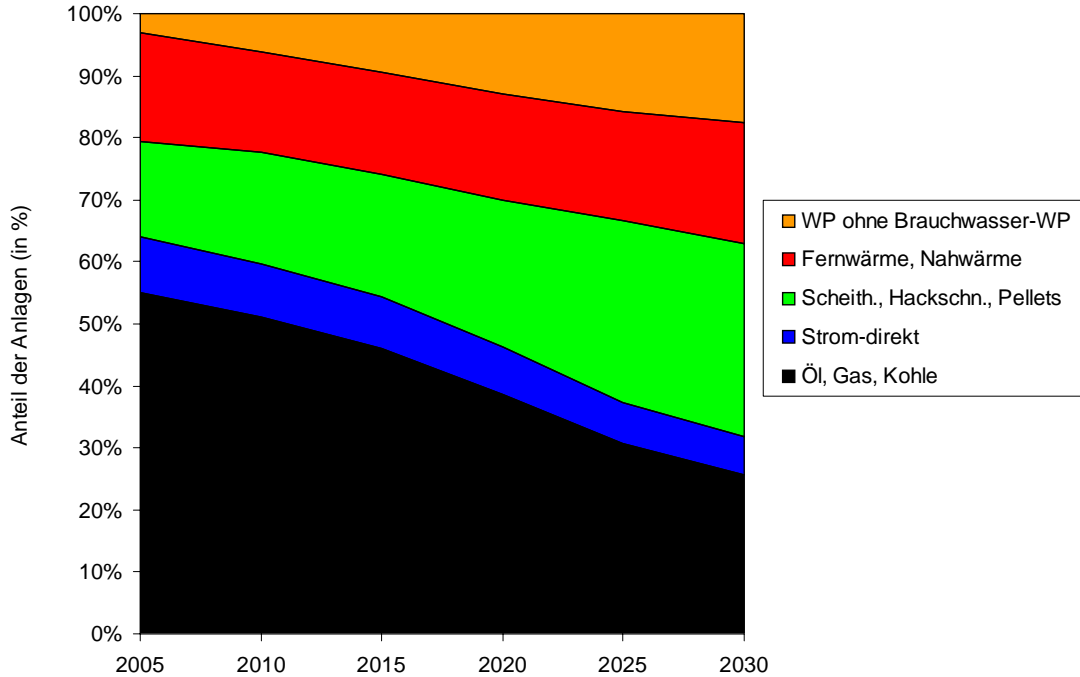


Abbildung 6.1.6: Anteile der Heizsysteme im Basisszenario; Quelle: EEG (2007)

Die Zahlenwerte zur anteilmäßigen Verteilung der Hauptheizsysteme sind in Tabelle 6.1.4 dokumentiert.

Tabelle 6.1.4: Anteile der Heizsysteme im Basisszenario; Quelle: EEG (2007);

Energieträger	Anteil der Hauptheizsysteme in %					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Öl	22,1%	17,9%	12,8%	7,6%	4,0%	1,8%
Gas	31,1%	31,9%	32,6%	30,8%	26,7%	23,8%
Scheitholz	12,3%	11,7%	11,8%	12,8%	14,0%	15,1%
Pellets	2,1%	4,9%	6,8%	9,7%	14,1%	14,7%
Hackschnitzel	1,0%	1,2%	1,3%	1,3%	1,3%	1,4%
Fernwärme Wien	8,1%	7,6%	7,8%	7,6%	7,4%	7,3%
Fernwärme Rest	8,3%	7,7%	7,4%	7,0%	7,0%	6,9%
Biomasse Nahwärme	1,2%	1,0%	1,4%	2,4%	3,1%	5,5%
Kohle	1,9%	1,3%	0,7%	0,3%	0,1%	0,0%
Strom-direkt	8,9%	8,6%	8,2%	7,6%	6,6%	6,2%
WP ohne WW-WP	3,0%	6,1%	9,4%	13,0%	15,8%	17,5%
Solaranlagen ^a	11,4%	15,6%	19,6%	23,6%	27,4%	32,0%

^a die Prozentangaben bei den Solaranlagen verstehen sich als Anteil der Gebäude, welche mit einer Solaranlage ausgestattet sind. Solaranlagen stellen hier zusätzliche Systeme in Ergänzung zu den Hauptheizsystemen dar.

6.1.2 Ambitioniertes Szenario

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im ambitionierten Szenario ist nach Energieträgern aufgegliedert in Abbildung 6.1.7 dargestellt. Die zugehörigen absoluten Zahlenwerte sind in Tabelle 6.1.5 dokumentiert. Qualitativ sind ähnliche Verläufe wie im Basisszenario zu beobachten, wobei der Anteil erneuerbarer Energie ein noch deutlicheres Wachstum aufweist. Dieses Wachstum geht dabei größtenteils auf Kosten des Erdgasanteiles. Die Entwicklung insgesamt zeigt eine deutlich höhere Dynamik, wobei im Gegensatz zum Basisszenario im Betrachtungszeitraum bereits auch die Reduktion von einzelnen erneuerbaren Energieträgern zu beobachten ist (z.B. Stückholz, Umweltwärme).

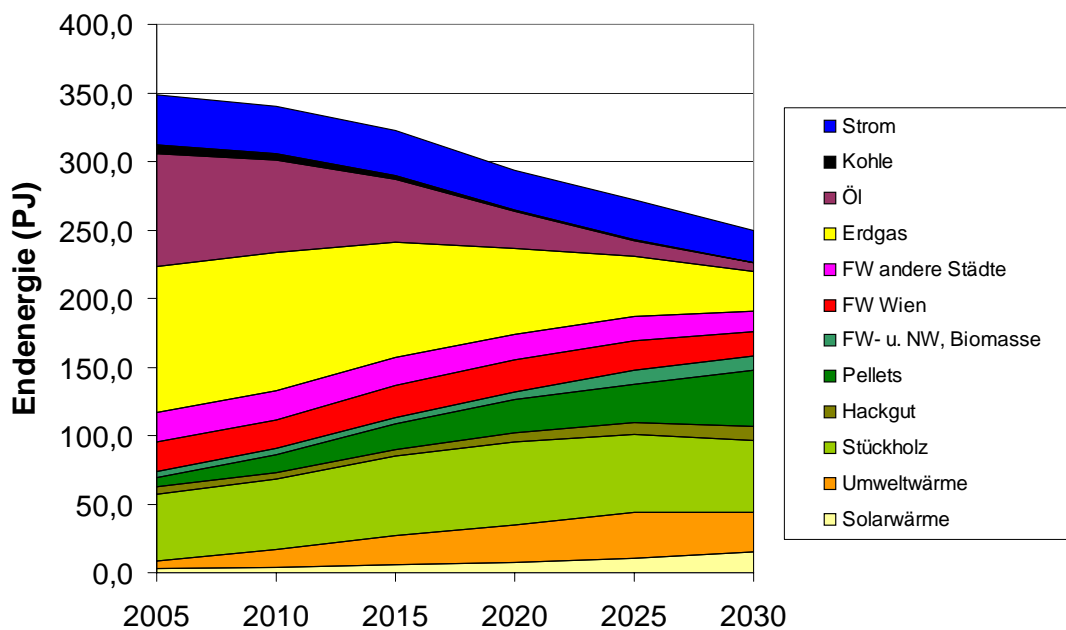


Abbildung 6.1.7: Endenergieverbrauch im ambitionierten Szenario nach Energieträgern; Quelle: EEG (2007);

Tabelle 6.1.5: Endenergieverbrauch im ambitionierten Szenario nach Energieträgern; Quelle: EEG (2007);

Energieträger	Endenergieverbrauch in PJ					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Solarwärme	3,2	4,2	5,6	7,5	10,4	14,7
Umweltwärme	4,8	12,5	22,0	27,0	33,9	29,6
Stückholz	49,3	51,4	57,3	60,6	56,3	52,0
Hackgut	5,4	5,1	5,0	6,8	9,2	10,1
Pellets	6,4	13,3	19,0	24,0	28,0	41,5
FW- u. NW, Biomasse	4,5	3,9	4,7	6,0	10,4	10,4
FW Wien, fossil	21,4	21,2	22,6	22,9	21,4	17,4
FW, andere Städte, fossil	22,2	21,5	20,7	18,7	17,7	14,5
Erdgas	106,2	100,5	84,1	62,5	43,4	29,1
Öl	81,9	67,3	46,0	27,3	11,9	6,4
Kohle	7,4	5,1	2,9	1,0	0,1	0,0
Strom	36,2	34,0	32,5	28,9	29,0	23,8
Summe	348,7	339,9	322,3	293,2	271,6	249,7

Die Struktur des Endenergieverbrauchs im ambitionierten Szenario ist in Abbildung 6.1.8 dargestellt. Die bereits oben erwähnte Dynamik der Entwicklungen kommt in der Darstellung noch deutlicher zum Ausdruck. Das Diagramm zeigt einen über den Betrachtungszeitraum symmetrischen Übergang vom Schwerpunkt fossile Energie auf erneuerbare Energie. Die wesentlichen erneuerbaren Energieträger sind hierbei die biogenen Brennstoffe Pellets und Scheitholz sowie die Umweltwärme und die solare Wärme. Die entsprechenden Zahlenwerte der Anteile sind in Tabelle 6.1.6 dokumentiert.

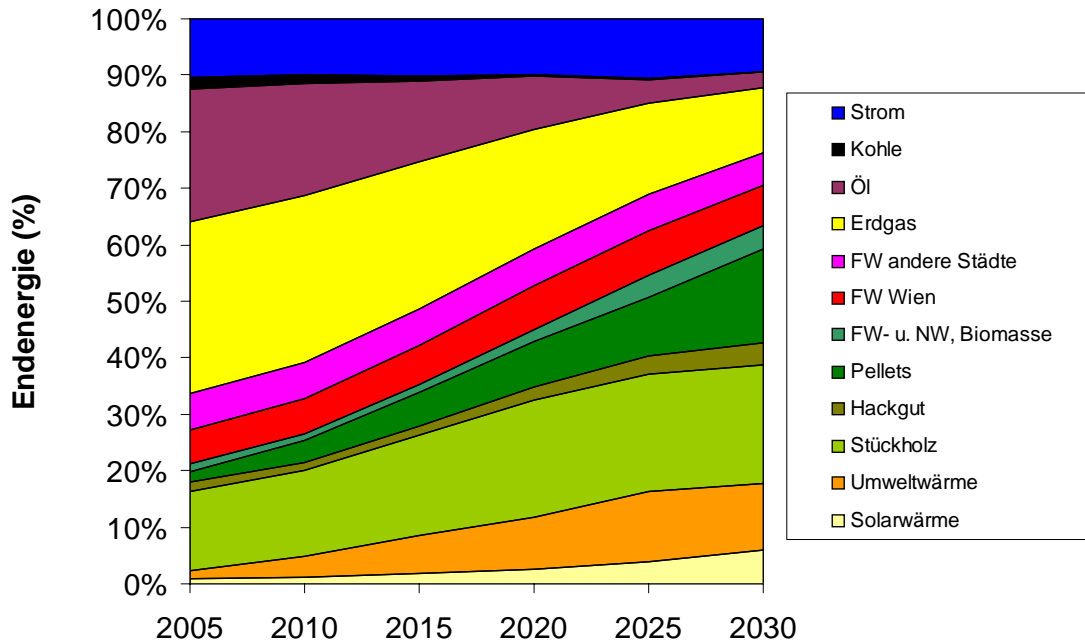


Abbildung 6.1.8: Struktur des Endenergieverbrauchs im ambitionierten Szenario; Quelle: EEG (2007);

Tabelle 6.1.6: Struktur des Endenergieverbrauchs im ambitionierten Szenario; Quelle: EEG (2007);

Energieträger	Endenergieverbrauch in %					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Solarenergetischer Eintrag	0,9%	1,2%	1,7%	2,6%	3,8%	5,9%
Umweltwärme	1,4%	3,7%	6,8%	9,2%	12,5%	11,9%
Stückholz	14,1%	15,1%	17,8%	20,7%	20,7%	20,8%
Hackgut	1,5%	1,5%	1,6%	2,3%	3,4%	4,1%
Pellets	1,8%	3,9%	5,9%	8,2%	10,3%	16,6%
FW- u. NW, Biomasse	1,3%	1,1%	1,5%	2,0%	3,8%	4,2%
FW Wien, fossil	6,1%	6,2%	7,0%	7,8%	7,9%	7,0%
FW, andere Städte, fossil	6,4%	6,3%	6,4%	6,4%	6,5%	5,8%
Erdgas	30,5%	29,6%	26,1%	21,3%	16,0%	11,7%
Öl	23,5%	19,8%	14,3%	9,3%	4,4%	2,6%
Kohle	2,1%	1,5%	0,9%	0,3%	0,0%	0,0%
Strom	10,4%	10,0%	10,1%	9,8%	10,7%	9,5%
Summe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Die Anteile der Energieträgerklassen erneuerbare Energie, Fernwärme, Strom und fossile Energie am Endenergieverbrauch sind in Abbildung 6.1.9 in absoluten Zahlen und in Abbildung 6.1.10 in relativen Anteilen dargestellt.

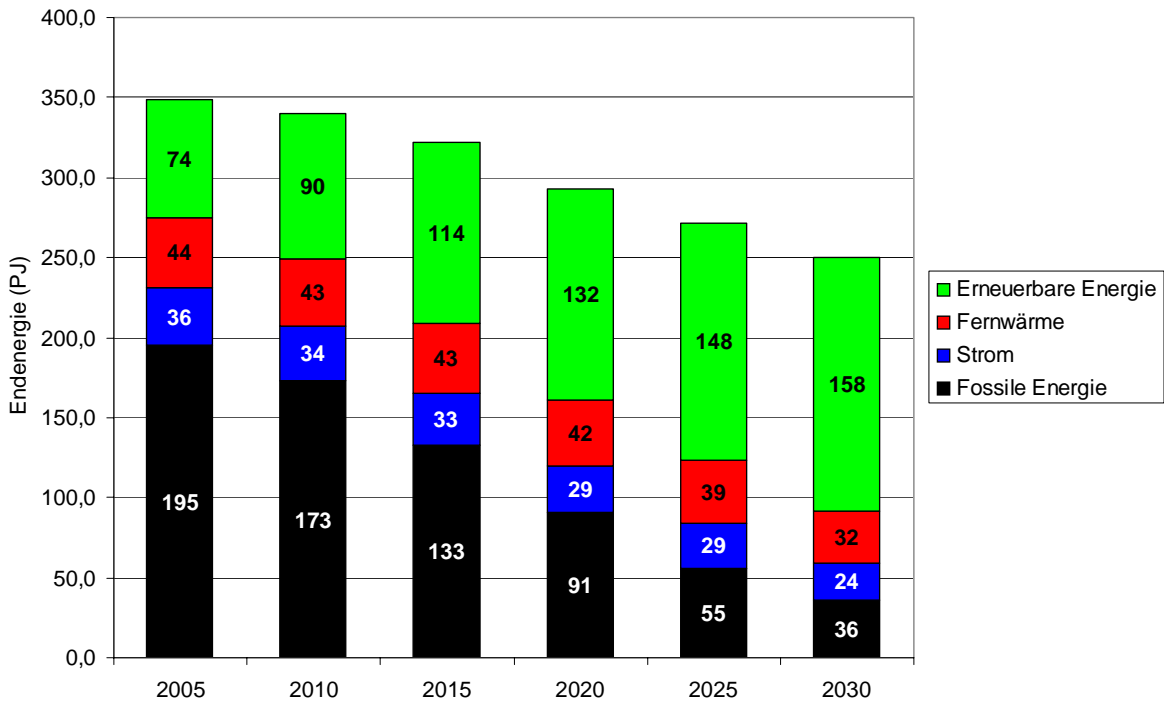


Abbildung 6.1.9: Ergebnisse des ambitionierten Szenarios nach Energieträgerkategorien; Quelle: EEG (2007);

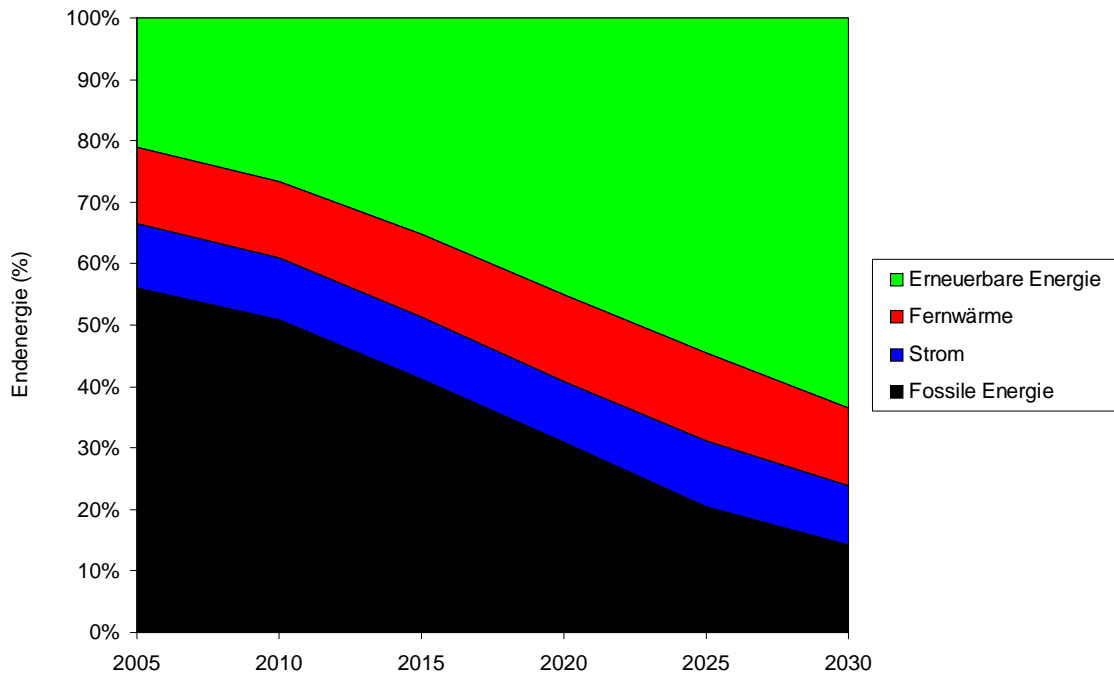


Abbildung 6.1.10: Anteile der Energieträgerkategorien am Endenergieverbrauch im ambitionierten Szenario; Quelle: EEG (2007);

Technologiediffusion im ambitionierten Szenario

Die Entwicklung der Anlagenzahlen im ambitionierten Szenario ist in Abbildung 6.1.11 dargestellt, die detaillierten Zahlen sind in Tabelle 6.1.7 dokumentiert. Die Anzahl der Heizsysteme auf Basis fossiler Energieträger wird im ambitionierten Szenario deutlich reduziert. Ihre Anzahl sinkt von ca. 983.000 Systemen im Jahr 2005 trotz gleichzeitigem Anstieg der Anzahl der beheizten Gebäude auf ca. 379.000 Systeme im Jahr 2030. Diese Reduktion wird vorrangig von Heizsystemen auf Basis biogener Brennstoffe und der Wärmepumpentechnologie kompensiert. Die Anzahl der Nah- und Fernwärmesysteme wächst leicht, Strom-direkt Anwendungen werden bis zum Jahr 2030 auf 56% der Anzahl im Jahr 2005 reduziert.

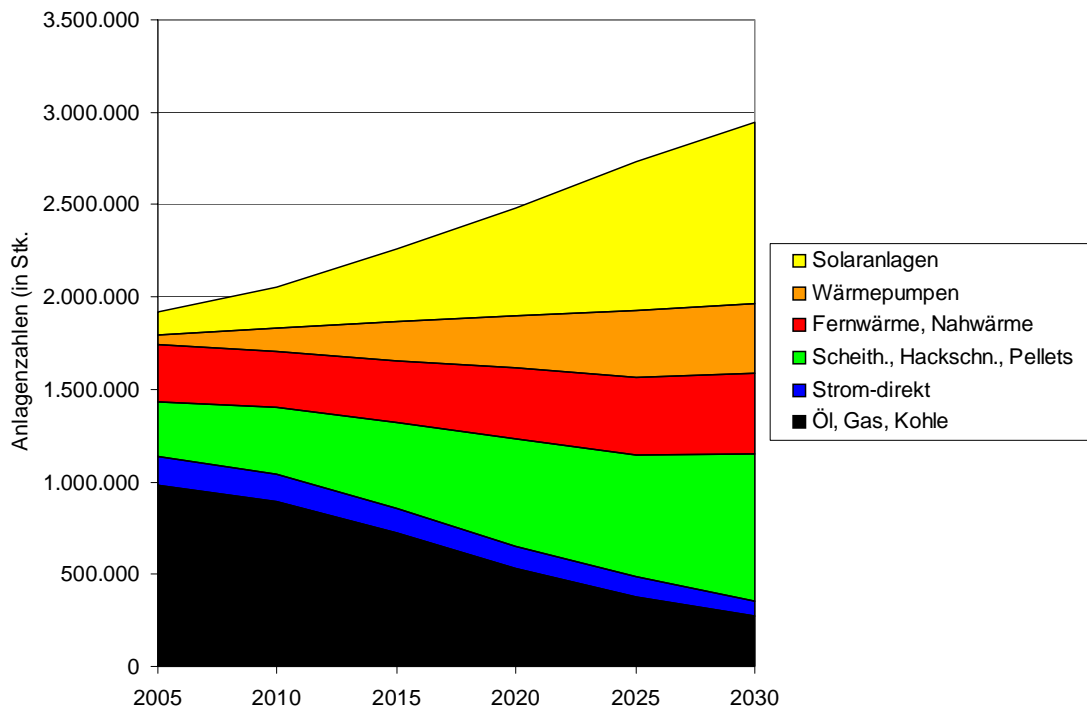


Abbildung 6.1.11: Technologiediffusion im ambitionierten Szenario; Quelle: EEG (2007)

Tabelle 6.1.7: Anlagenzahlen im ambitionierten Szenario; Quelle: EEG (2007);

Energieträger	Anzahl der Hauptheizsysteme in Stück					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Öl	394.324	326.782	223.959	139.033	65.039	36.909
Gas	555.280	542.988	485.244	384.430	313.231	233.428
Scheitholz	221.538	231.219	267.631	339.035	335.039	346.117
Pellets	50.904	113.138	171.888	219.946	285.053	401.873
Hackschnitzel	18.641	21.785	23.702	30.010	40.915	46.528
Fernwärme Wien	143.928	142.612	150.612	157.837	156.905	153.132
Fernwärme Rest	146.079	142.795	141.840	139.413	137.026	136.444
Biomasse Nahwärme	20.792	17.392	37.326	83.382	127.763	143.708
Kohle	32.980	23.250	13.811	5.318	772	391
Strom-direkt	155.579	144.992	134.748	118.710	105.568	86.971
Wärmepumpen	52.338	123.756	215.560	282.245	362.637	377.725
Solaranlagen	203.803	334.328	456.626	578.924	804.596	983.969

Die nicht zur Gruppe der Hauptheizsysteme gehörigen Solaranlagen weisen einen großen Zuwachs auf. Die Anzahl der installierten Solaranlagen steigt im Modellszenario von ca. 203.800 im Jahr 2005 auf ca. 984.000 im Jahr 2030. Dies bedeutet fast eine Verfünffachung der Anzahl.

Die anteilmäßige Entwicklung der Hauptheizsysteme im ambitionierten Szenario ist in Abbildung 6.1.12 dargestellt. Deutlich zu sehen ist hier die Umstrukturierung des Anlagenparks. Wärmepumpen und Heizsysteme auf Basis biogener Energieträger übernehmen die Anteile der Heizsysteme auf Basis fossiler Energieträger.

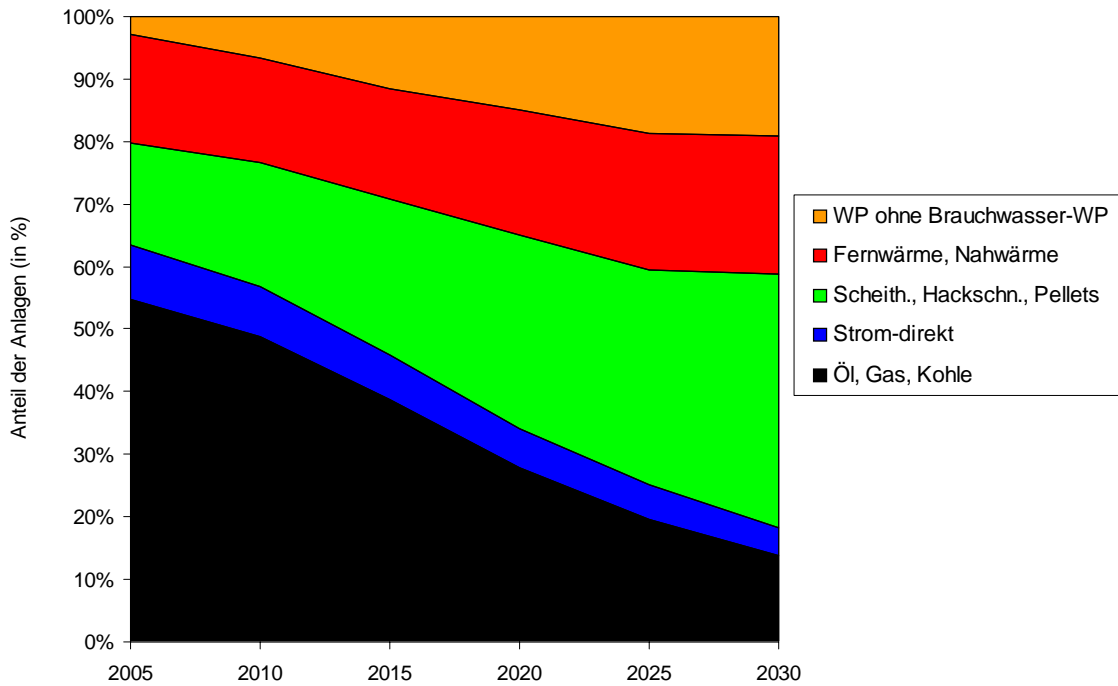


Abbildung 6.1.12: Anteile der Heizsysteme im ambitionierten Szenario;
Quelle: EEG (2007);

6.1.3 Beschleunigtes Szenario

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im beschleunigten Szenario nach unterschiedlichen Energieträgern aufgegliedert ist in Abbildung 6.1.13 dargestellt, die zugehörigen Zahlenwerte sind in Tabelle 6.1.8 dokumentiert. Im beschleunigten Szenario kommt es einerseits zu einer sehr starken Umstrukturierung des gesamten Energieträgergefüges von fossilen Energieträgern zu erneuerbaren Energieträgern, andererseits kommt es zu Substitutionseffekten unter den erneuerbaren Energieträgern. Sogar im Bereich der Nah- und Fernwärme kommt es zu Substitutionseffekten durch entsprechende Biomassesysteme. Im Unterschied zu den zuvor präsentierten Szenarien wird auch die Endenergie im Bereich des elektrischen Stromes deutlich reduziert.

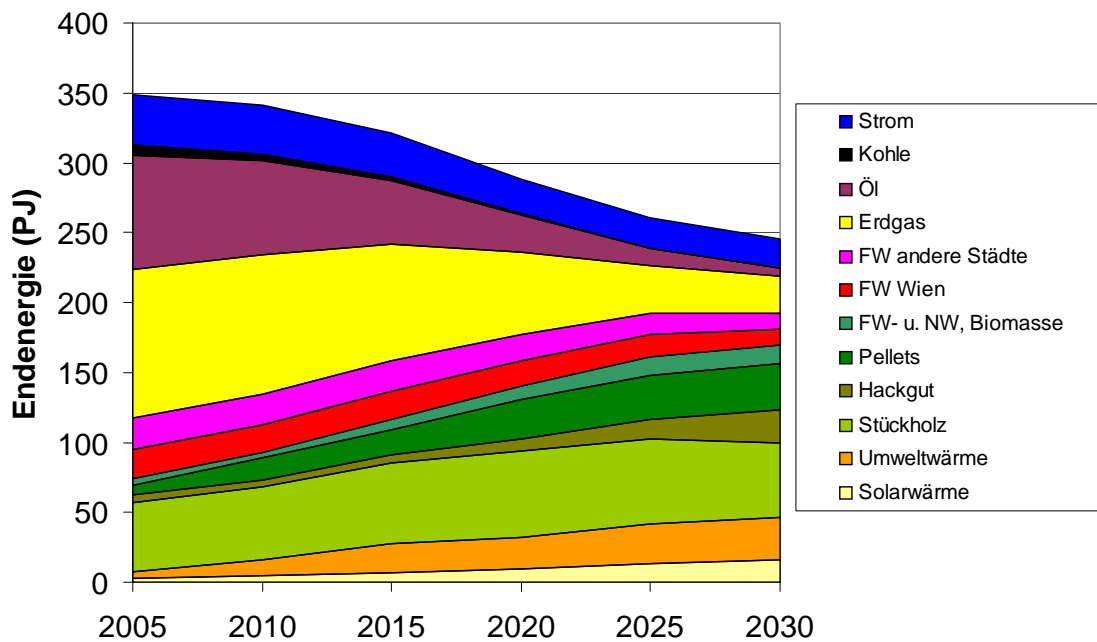


Abbildung 6.1.13: Endenergieverbrauch im beschleunigten Szenario nach Energieträgern; Quelle: EEG (2007)

Tabelle 6.1.8: Endenergieverbrauch im beschleunigten Szenario nach Energieträgern; Quelle: EEG (2007)

Energieträger	Endenergieverbrauch in PJ					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Solarwärme	3,2	4,4	6,2	9,4	13,2	15,8
Umweltwärme	4,8	11,7	20,8	22,7	28,8	30,7
Stückholz	49,3	52,2	58,0	62,0	60,0	53,4
Hackgut	5,4	5,2	6,0	8,0	15,0	23,5
Pellets	6,4	15,4	18,0	29,0	31,0	33,0
FW- u. NW, Biomasse	4,5	3,9	7,3	9,1	12,8	13,0
FW Wien, fossil	21,4	20,1	20,2	18,0	16,2	11,4
FW, andere Städte, fossil	22,2	21,5	21,6	19,0	15,4	11,9
Erdgas	106,2	99,3	83,3	58,6	34,5	25,9
Öl	81,9	67,4	45,4	27,1	11,9	5,8
Kohle	7,4	5,4	3,1	0,9	0,3	0,1
Strom	36,2	34,3	31,4	24,7	21,3	20,6
Summe	348,7	340,9	321,4	288,5	260,3	245,2

Die Struktur des Endenergieverbrauchs im beschleunigten Szenario ist in Abbildung 6.1.14 dargestellt, die zugehörigen Zahlenwerte sind in Tabelle 6.1.9 dokumentiert. Die schon oben beschriebene Umstrukturierung des für die Raumheizung und Warmwasserbereitung eingesetzten Energieträgermix ist deutlich erkennbar. Im beschleunigten Szenario kommt es erstmalig auch zu einer deutlichen Reduktion des Stromverbrauchs, auch was die relativen Anteile des elektrischen Stroms im Energieträgermix betrifft. Alle erneuerbaren Energieträger weisen im beschleunigten Szenario über den Betrachtungszeitraum stark wachsende Anteile auf.

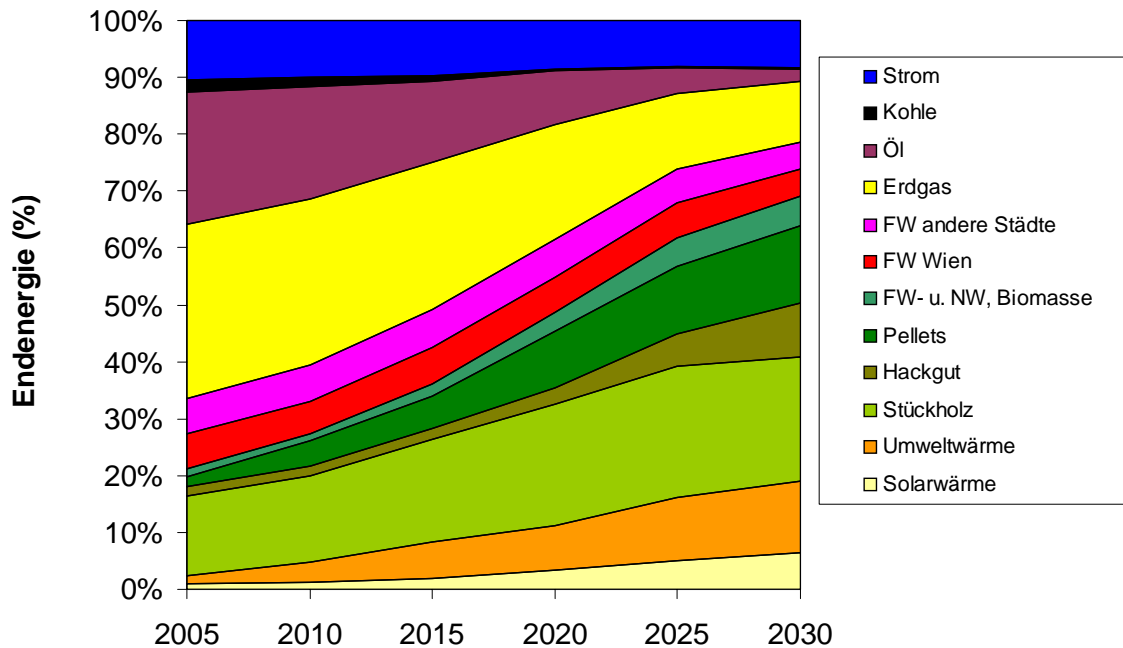


Abbildung 6.1.14: Struktur des Endenergieverbrauchs im beschleunigten Szenario;
Quelle: EEG (2007);

Tabelle 6.1.9: Struktur des Endenergieverbrauchs im beschleunigten Szenario;
Quelle: EEG (2007)

Energieträger	Endenergieverbrauch in %					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Solarenergetischer Eintrag	0,9%	1,3%	1,9%	3,2%	5,1%	6,4%
Umweltwärme	1,4%	3,4%	6,5%	7,9%	11,1%	12,5%
Stückholz	14,1%	15,3%	18,0%	21,5%	23,0%	21,8%
Hackgut	1,5%	1,5%	1,9%	2,8%	5,8%	9,6%
Pellets	1,8%	4,5%	5,6%	10,1%	11,9%	13,5%
FW- u. NW, Biomasse	1,3%	1,2%	2,3%	3,1%	4,9%	5,3%
FW Wien, fossil	6,1%	5,9%	6,3%	6,2%	6,2%	4,7%
FW, andere Städte, fossil	6,4%	6,3%	6,7%	6,6%	5,9%	4,9%
Erdgas	30,5%	29,1%	25,9%	20,3%	13,2%	10,6%
Öl	23,5%	19,8%	14,1%	9,4%	4,6%	2,3%
Kohle	2,1%	1,6%	1,0%	0,3%	0,1%	0,0%
Strom	10,4%	10,1%	9,8%	8,5%	8,2%	8,4%
Summe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Die Anteile der Energieträgerklassen erneuerbare Energie, Fernwärme, Strom und fossile Energie am Endenergieverbrauch sind in Abbildung 6.1.15 in absoluten Zahlen und in Abbildung 6.1.16 in relativen Anteilen dargestellt. Zu den größten Änderungen kommt es im beschleunigten Szenario im Zeitraum zwischen 2015 und 2025. Es ist bereits zu erkennen, dass die Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs durch die Erhöhung der Gebäudeenergieeffizienz und die Erhöhung der Energieeffizienz der eingesetzten Technologien im Bereich Heizung und Warmwasserbereich gegen Ende der Betrachtungsperiode sättigt. Für weitere deutliche Reduktionen des Gesamtenergieverbrauchs für Heizung und Warmwasser müssten in der Folge die Rahmenbedingungen weiter verschärft werden oder aber neue Technologien eröffnen neue Möglichkeiten im Bereich der Energieeffizienz.

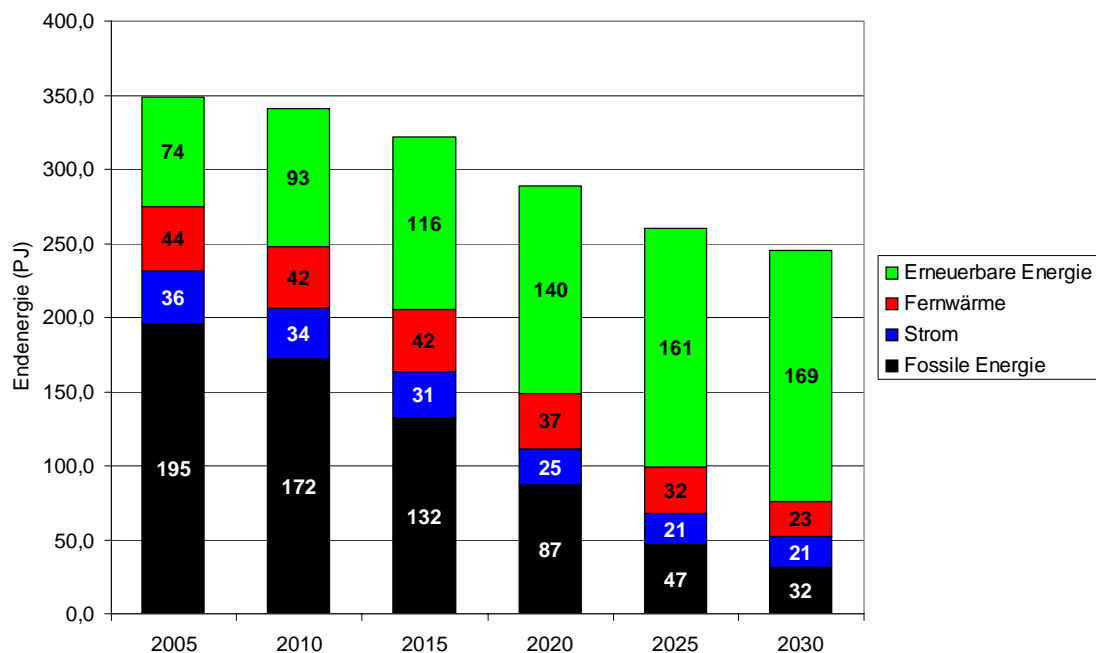


Abbildung 6.1.15: Ergebnisse des beschleunigten Szenarios nach Energieträgerkategorien; Quelle: EEG (2007);

Zu beobachten ist weiters, dass auch die klassische Fernwärme im beschleunigten Szenario von der strukturellen Dynamik erfasst wird. Der Endenergieverbrauch in diesem Bereich sinkt im Jahr 2030 nicht ganz auf die Hälfte des Wertes von 2005 ab. Wie bei der Analyse der Technologiediffusion (siehe unten) deutlich wird, kommt es im Betrachtungszeitraum zu einer starken Substitution der klassischen Fernwärmeversorgung durch Biomasse Nah- und Fernwärme. Dieser Effekt kann als Brennstoffsubstitution interpretiert werden. Die starke Reduktion des Energieverbrauchs im Bereich Fernwärme resultiert abgesehen von der Umstrukturierung in Richtung Biomasse auch aus der forcierten Sanierung fernwärmeversorgter Gebäude.

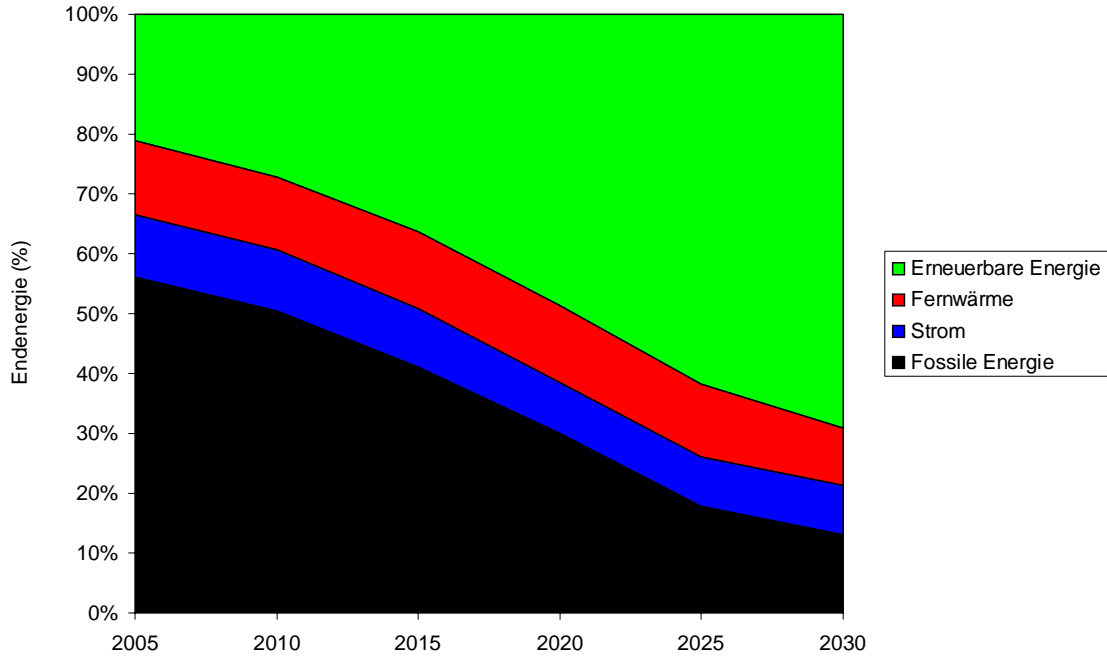


Abbildung 6.1.16: Anteile der Energieträgerkategorien am Endenergieverbrauch im beschleunigten Szenario; Quelle: EEG (2007);

Technologiediffusion im beschleunigten Szenario

Die Entwicklung der Anlagenzahlen im beschleunigten Szenario ist in Abbildung 6.1.17 dargestellt, die detaillierten Zahlen sind in Tabelle 6.1.7 dokumentiert.

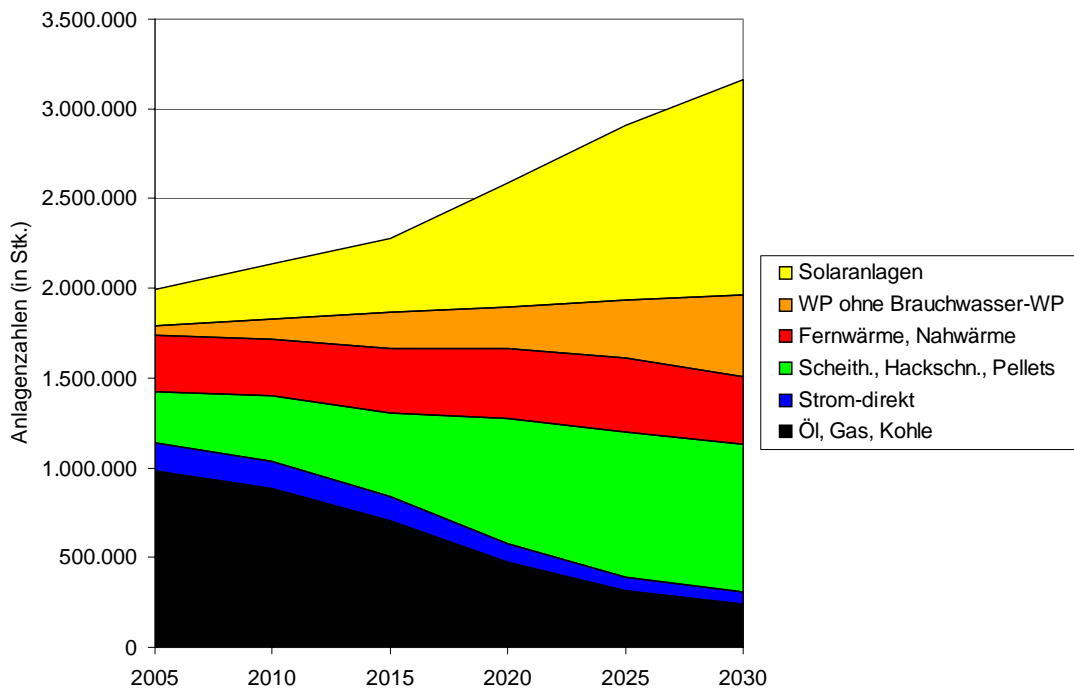


Abbildung 6.1.17: Technologiediffusion im beschleunigten Szenario; Quelle: EEG (2007);

Tabelle 6.1.10: Anlagenzahlen im beschleunigten Szenario; Quelle: EEG (2007);

Energieträger	Anzahl der Hauptheizsysteme in Stück					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Öl	394.145	325.683	219.479	132.195	61.565	32.197
Gas	556.176	532.004	474.232	337.136	250.314	210.851
Scheitholz	221.538	253.919	304.957	351.951	409.149	382.829
Pellets	47.140	91.169	124.670	283.384	325.196	300.177
Hackschnitzel	18.641	24.715	30.234	60.779	78.935	142.923
Fernwärme Wien	143.749	137.120	138.481	122.888	101.515	90.112
Fernwärme Rest	145.721	141.148	151.545	135.804	118.306	100.714
Biomasse Nahwärme	19.537	35.333	69.614	135.044	193.381	187.096
Kohle	32.801	24.348	14.371	4.938	1.737	393
Strom-direkt	155.937	152.132	133.629	101.806	73.917	60.860
Wärmepumpen	56.998	113.138	205.109	233.431	315.933	455.076
Solaranlagen	203.803	307.897	413.764	683.769	978.870	1.201.495

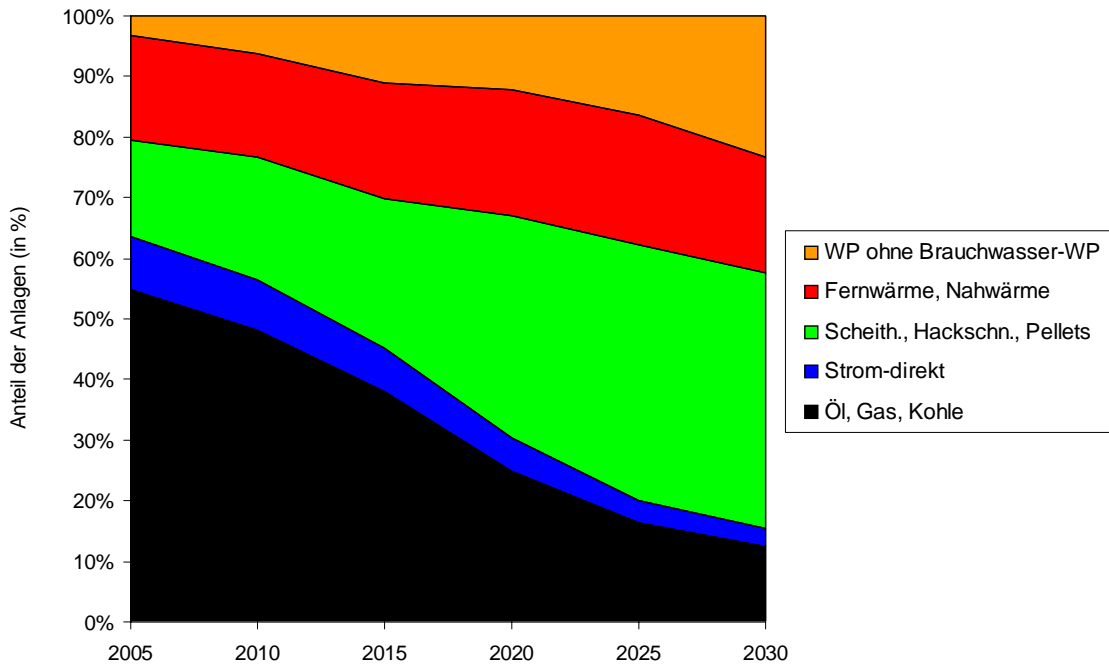


Abbildung 6.1.18: Anteile der Heizsysteme im beschleunigten Szenario; Quelle: EEG (2007);

6.2 Zusammenfassung und Gegenüberstellung der Szenarien

In diesem Abschnitt werden die Unterschiede in den Ergebnissen des Basisszenarios, des ambitionierten Szenarios und des beschleunigten Szenarios für den Bereich Heizenergie und Warmwasserbereitung herausgearbeitet. Außerdem werden verschiedene weitere Aspekte wie die CO₂-Relevanz des Energieverbrauchs der unterschiedlichen Szenarien präsentiert. Die in Abschnitt 6.1 dargestellten Detailergebnisse, Strukturen und prinzipielle Zusammenhänge werden im Weiteren nicht wiederholt, Querverweise sind an den entsprechenden Stellen vermerkt.

6.2.1 Endenergieverbrauch

Der Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasserbereitung im Jahr 2005 und in den drei untersuchten Szenarien im Jahr 2030 ist in Abbildung 6.2.1 dargestellt, die zugehörigen Zahlenwerte sind in Tabelle 6.2.1 dokumentiert.

Ein zunächst überraschendes Ergebnis ist die gleichmäßige Reduktion des Gesamtverbrauchs für Raumwärme und Warmwasserbereitung in den drei Szenarien. Bei den Modellrechnungen wurde angenommen, dass normative energiepolitische Instrumente, welche gegenwärtig installiert sind, in allen Szenarien weiterhin Gültigkeit besitzen. Dies betrifft vor allem die Bereiche Bauordnung und die Gebäuderichtlinie. Weiters wurde in allen Szenarien davon ausgegangen, dass sowohl im Bereich des Neubaus als auch im Bereich der Sanierung jeweils der aktuelle Stand der Technik (in Hinblick auf die Energieeffizienz von passiven und aktiven Komponenten) umgesetzt wird. Diese Mechanismen bewirken eine fortschreitende Verbesserung der Energieeffizienz des jeweiligen Gebäudebestandes sowie der darin enthaltenen technischen Infrastruktur für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser.

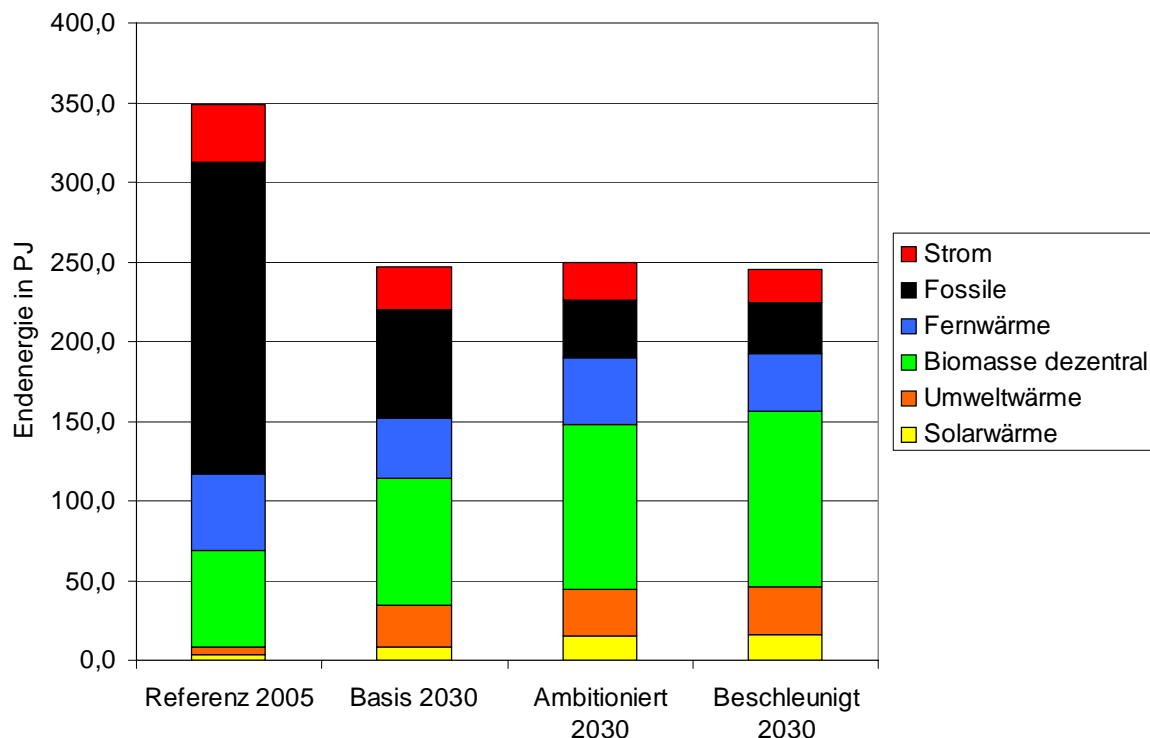


Abbildung 6.2.1: Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung in Österreich – Referenz 2005 und die Ergebnisse der Szenarien; Quelle: EEG (2007);

Die Effizienzverbesserungen, die in allen untersuchten Szenarien wirksam werden setzen jedoch voraus, dass sich die Investitionsbereitschaft im Vergleich zum Jahr 2005 im Betrachtungszeitraum nicht verschlechtert, das heißt, dass auch positive Konjunkturdaten Voraussetzung für die dargestellten Entwicklungen sind. In Hinblick auf die beschriebenen Randbedingungen der Energieverbrauchsreduktion ist diese also nicht als endogene Entwicklung zu interpretieren, die mit hoher Wahrscheinlichkeit eintritt, sondern es werden weiterhin große energiepolitische Anstrengungen erforderlich sein, den Effizienztrend bis 2030 voranzutreiben.

Tabelle 6.2.1: Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung in Österreich – Referenz 2005 und die Ergebnisse der Szenarien; Quelle: EEG (2007);

Energieträgerkategorie	Endenergie in PJ			
	Referenz 2005	Basisszenario	ambitioniertes Szenario	beschleunigtes Szenario
Solarwärme	3,2	8,2	14,7	15,8
Umweltwärme	4,8	25,9	29,6	30,7
Biomasse dezentral	61,0	80,1	103,7	109,9
Fernwärme	48,1	38,3	42,3	36,4
Fossile	195,5	67,5	35,6	31,7
Strom	36,2	27,1	23,8	20,6
Summe	348,7	247,1	249,7	245,2

Das Modell zeigt also eine Reduktion des Endenergieverbrauchs von rund 349 PJ im Jahr 2005 auf rund 245 PJ bis 250 PJ im Jahr 2030. Dies entspricht einer Reduktion um 28% bis 30%.

Betrachtet man die Struktur des Endenergieverbrauchs der drei Szenarien, so lassen sich deutliche strukturelle Unterschiede in den Ergebnissen erkennen. Sowohl das ambitionierte Szenario als auch das beschleunigte Szenario weisen deutlich höhere Anteile an erneuerbarer Energie im Energieträgermix auf, als dies beim Basisszenario der Fall ist. Werden die Anteile erneuerbarer Energie² ohne Strom³ summiert, so zeigt sich, dass sich das ambitionierte Szenario und das beschleunigte Szenario deutlich vom Basisszenario abheben. Während im Basisszenario im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung bis zum Jahr 2030 rund 62% Erneuerbare erreicht werden, liegen diese Anteile beim ambitionierten Szenario bei rund 76% und beim beschleunigten Szenario bei rund 79%. Der Unterschied zwischen ambitionierten Szenario und beschleunigten Szenario ist somit relativ gering, wobei in Hinblick auf die zeitliche Entwicklung das beschleunigte Szenario die hohen Anteile erneuerbarer Energie früher erreicht. Der größte Unterschied zwischen den beiden letztgenannten Szenarien tritt im Jahr 2025 auf.

Gegen Ende der Betrachtungsperiode von 2005 bis 2030 zeigt sich in Hinblick auf das beschleunigte Szenario ein gewisser Sättigungseffekt. Das beschleunigte Szenario

² Hier wird auch die Fernwärme als erneuerbare Energie gewertet, da in diesem Bereich Sektoren mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energie (Biomasse-Nahwärme und Biomasse-Fernwärme, Wärmenutzung aus KWK-Anlagen, biogener Anteil der Müllverbrennung etc.) enthalten sind.

³ Da die Entwicklung der nationalen Stromgestehung und die Zurechenbarkeit des erneuerbaren Anteils kein Thema der vorliegenden Studie ist, wird der elektrische Strom separat ausgewiesen. Erneuerbare Anteile des elektrischen Stromes müssen bei den angegebenen Zahlen noch zusätzlich hinzugerechnet werden.

und das ambitionierte Szenario nähern sich hier wieder an. Es ist dies ein Indiz dafür, dass es in der Zeit nach dem Betrachtungszeitraum hoher Anstrengungen bedürfen wird, um den Anteil erneuerbarer Energie noch weiter zu steigern. Der Verlauf der Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energie in den betrachteten Szenarien ist in Abbildung 6.2.2 dargestellt, die Zahlenwerte sind in Tabelle 6.2.2 dokumentiert.

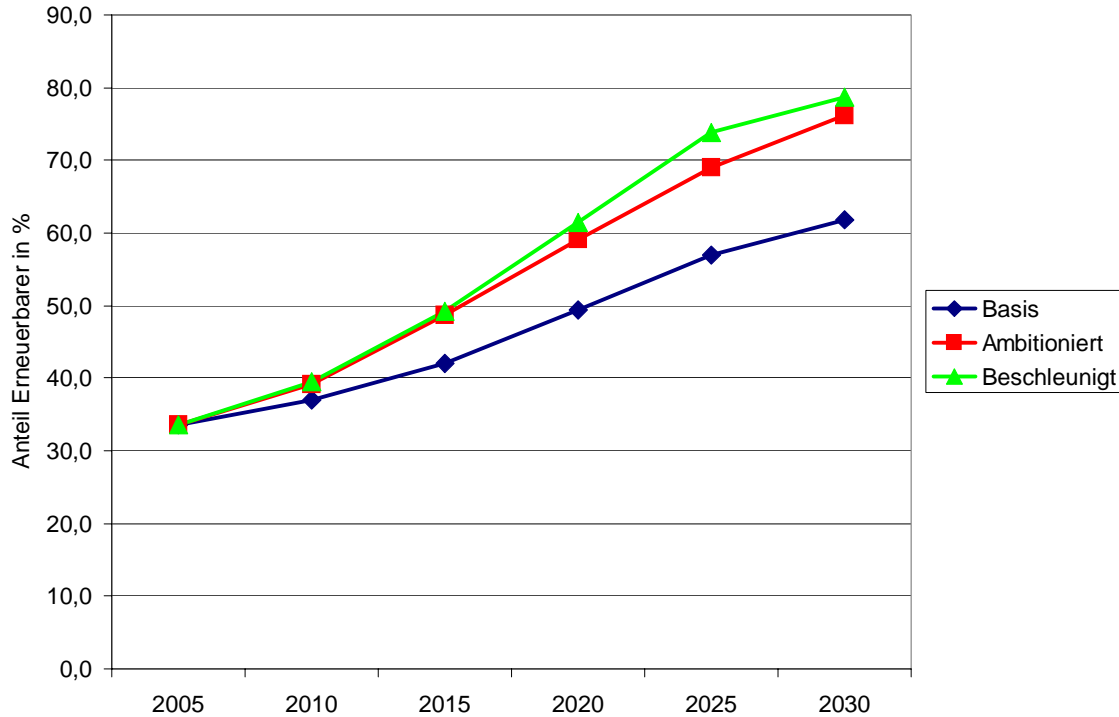


Abbildung 6.2.2: Anteil Erneuerbarer (ohne erneuerbaren Strom) am Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasserbereitung in den Szenarien; Quelle: EEG (2007);

Tabelle 6.2.2: Anteil Erneuerbarer (ohne erneuerbaren Strom) am Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasserbereitung in den Szenarien; Quelle: EEG (2007);

Szenario	Anteil Erneuerbarer ohne Strom in %					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Basisszenario	33,6	37,0	42,0	49,4	56,9	61,7
ambitioniertes Szenario	33,6	39,1	48,6	59,2	68,9	76,2
beschleunigtes Szenario	33,6	39,4	49,2	61,4	73,9	78,7

6.2.2 Technologiediffusion

Die Technologiediffusion stellt neben der strukturellen Entwicklung des Energieverbrauchs einen weiteren wichtigen Aspekt der Betrachtung dar. Die oben dargestellte Struktur des Energieverbrauchs korreliert nämlich nicht zwangsläufig mit der Anzahl der Heizsysteme, die mit einem bestimmten Energieträger betrieben werden. Strukturelle Eigenheiten bewirken, dass bestimmte Heizsysteme nur in Gebäuden mit bestimmten Merkmalen und typischer Weise geringer oder hoher

Heizlast eingesetzt werden (z.B. Hackschnitzel-Heizsysteme). Abbildung 6.2.3 zeigt die zahlenmäßige Verteilung der Hauptheizsysteme in den unterschiedlichen Szenarien. Die Summe der Hauptheizsysteme entspricht dabei jeweils der Summe der beheizten Gebäude, die Anzahl der Solaranlagen kommt zusätzlich hinzu. Abgebildet sind die Werte für das Jahr 2005 des Basisszenarios ("Status quo") sowie die Ergebnisse der drei Szenarien, jeweils für die Jahre 2020 und 2030. Deutlich sind hierbei die Unterschiede zwischen dem Basisszenario und dem ambitionierten Szenario bzw. dem beschleunigten Szenario einerseits und den Jahren 2020 und 2030 andererseits zu erkennen.

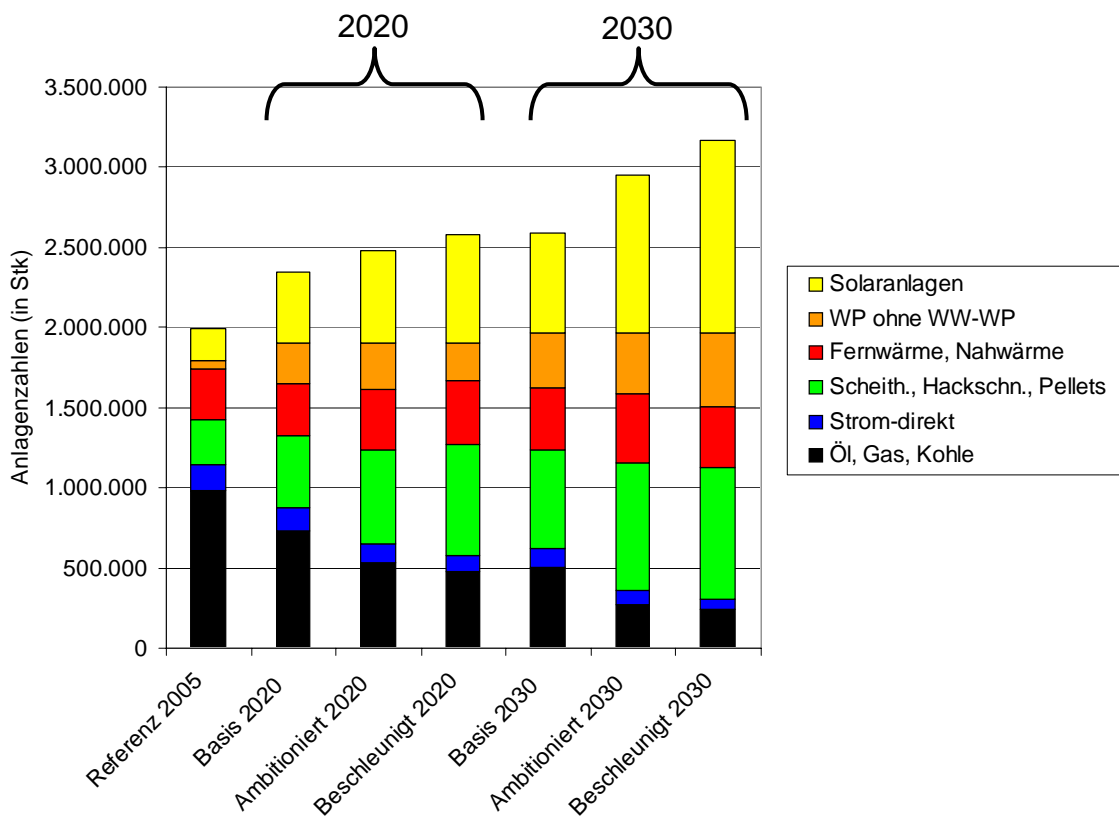


Abbildung 6.2.3: Technologiediffusion von Hauptheizsystemen und Solaranlagen in den Szenarien für die Jahre 2005, 2020 und 2030; Quelle: EEG (2007);

Auf qualitativer Ebene lassen sich die Ergebnisse des beschleunigten Szenarios für das Jahr 2020 mit dem Basisszenario für das Jahr 2030 vergleichen. Das heißt, unter den Rahmenbedingungen des beschleunigten Szenarios stellt sich im Jahr 2020 eine ähnliche technologische Struktur der Heizsysteme ein, wie dies im Jahr 2030 unter den Rahmenbedingungen des Basisszenarios der Fall wäre. Die Randbedingungen des beschleunigten Szenarios "beschleunigen" die strukturelle Entwicklung damit im Hinblick auf den Betrachtungszeitraum um 10 Jahre.

Die zahlenmäßige Verteilung der Heizsysteme für die untersuchten Szenarien und die Jahren 2020 und 2030 ist in Tabelle 6.2.3 dokumentiert. Die Anzahl der Ölheizungen sinkt in allen Szenarien bis 2030 auf unter ein Zehntel der im Jahr 2005 vorhandenen Anlagen. Die Hauptdynamik findet hierbei im Zeitraum von 2020 bis 2030 statt. Bei der Anzahl der Gasheizsysteme muss im Jahr 2030 zwischen dem Basisszenario und dem ambitionierten bzw. dem beschleunigten Szenario unterschieden werden. Im Basisszenario bleibt die Gasheizung ein wesentliches Heizsystem, während in den

beiden anderen Szenarien doch eine deutliche Reduktion der Gasheizsysteme zu verzeichnen ist. Die Anzahl der Scheitholz-Heizsysteme steigt in allen Szenarien moderat, die höchste Steigerung tritt im Fall des beschleunigten Szenarios auf. Pelletssysteme nehmen in allen Szenarien einen hohen Stellenwert ein, wobei die stärkste Diffusion unter den Randbedingungen des ambitionierten Szenarios für 2030 zu verzeichnen ist. Interessanter Weise weisen Pelletssysteme im Jahr 2030 im Basisszenario und im beschleunigten Szenario ähnliche Verbreitung auf, während im ambitionierten Szenario dieser Diffusionsgrad deutlich übertroffen wird. Die Diffusion von Hackschnitzel-Heizsystemen variiert stark in Abhängigkeit vom jeweiligen Szenario und erreicht unter den Randbedingungen des beschleunigten Szenarios die höchsten Werte.

Tabelle 6.2.3: Technologiediffusion von Hauptheizsystemen und Solaranlagen in den Szenarien für die Jahre 2005, 2020 und 2030 in absoluten Zahlen;
Quelle: EEG (2007);

Systeme	Hauptheizsysteme und Solaranlagen in Stück						
	Status quo 2005	Basis 2020	ambition. 2020	beschleu. 2020	Basis 2030	ambition. 2030	beschleu. 2030
Öl	395.937	143.402	139.033	132.195	34.356	36.909	32.197
Gas	557.610	584.812	384.430	337.136	467.052	233.428	210.851
Scheitholz	219.567	243.498	339.035	351.951	296.251	346.117	382.829
Pellets	37.461	183.478	219.946	283.384	287.809	401.873	300.177
Hackschnitzel	18.641	23.932	30.010	60.779	26.700	46.528	142.923
Fernwärme Wien	145.721	144.541	157.837	122.888	143.708	153.132	90.112
Fernwärme Rest	148.588	132.955	139.413	135.804	134.481	136.444	100.714
Biomasse Nahw.	20.971	45.964	83.382	135.044	107.389	143.708	187.096
Kohle	33.876	4.748	5.318	4.938	393	393	393
Strom-direkt	160.239	144.731	118.710	101.806	121.327	86.971	60.860
Wärmepumpen	53.771	247.296	282.245	233.431	343.761	377.725	455.076
Solaranlagen	203.803	447.304	578.924	683.769	628.822	983.969	1.201.495
Summe Hauptheizsysteme	1.792.381	1.899.358	1.899.358	1.899.358	1.963.227	1.963.227	1.963.227

Die Verbreitung der klassischen Fernwärme ist über weite Bereiche etwa konstant. Dies betrifft vor allem das Basisszenario und das ambitionierte Szenario. Im Modell wurden für alle Szenarien Mechanismen implementiert, die den Umstieg von Fernwärme auf ein anderes System deutlich erschweren um die praxisrelevanten Rahmenbedingungen abzubilden. Trotzdem gerät im beschleunigten Szenario die klassische Fernwärme zunehmend unter Preisdruck. Hier ist die parallel stattfindende Steigerung der Diffusion der Biomasse-Nahwärme Systeme als Kompensation zu verstehen. In der Praxis ist dieser Effekt auch als Änderung des Brennstoffmix im Bereich der Nah- und Fernwärmeeinrichtungen zu interpretieren, wobei der wirtschaftliche Betrieb von Wärmenetzen angesichts der steigenden Energieeffizienz der Gebäude zunehmend schwieriger wird (sinkende Abnahmedichte).

Heizsysteme auf Kohlebasis werden im Betrachtungszeitraum in allen Szenarien bis zur Bedeutungslosigkeit reduziert. Alte Kohlekessel werden spätestens am Ende ihrer Lebensdauer gegen andere Systeme ersetzt. Eine deutliche Reduktion der Systemzahl ist auch im Fall der Strom-direkt Heizungen zu verzeichnen, wobei eine Staffelung nach Szenarien zu beobachten ist.

Wärmepumpensysteme verzeichnen in allen Szenarien eine deutliche Diffusion, wobei die höchsten Zahlen unter den Randbedingungen des beschleunigten Szenarios erreicht werden. Diesem Heizsystem kommt die Erhöhung der Gebäudeenergieeffizienz in besonderem Maße zu Gute. Die Steigerungsraten betreffen hierbei sowohl den Bereich des innovativen Neubaus als auch den Sanierungsbereich.

Die Diffusion der Solaranlagen für die Warmwasserbereitung und/oder teilsolare Raumheizung ist ebenfalls in allen Szenarien stark ausgeprägt, wobei die Randbedingungen der unterschiedlichen Szenarien wiederum einen großen Einfluss auf die Höhe der Steigerungsraten haben.

Die prozentuelle Verteilung der Heizsysteme in den unterschiedlichen Szenarien ist in Tabelle 6.2.4 dokumentiert.

Tabelle 6.2.4: Anteile der Hauptheizsysteme und Solaranlagen in den Szenarien für die Jahre 2005, 2020 und 2030 in Prozent; Quelle: EEG (2007);

Systeme	Hauptheizsysteme und Solaranlagen – Anteile ^a in %						
	Status quo 2005	Basis 2020	ambition. 2020	beschleu. 2020	Basis 2030	ambition. 2030	beschleu. 2030
Öl	22,1%	7,6%	7,3%	7,0%	1,8%	1,9%	1,6%
Gas	31,1%	30,8%	20,2%	17,8%	23,8%	11,9%	10,7%
Scheitholz	12,3%	12,8%	17,9%	18,5%	15,1%	17,6%	19,5%
Pellets	2,1%	9,7%	11,6%	14,9%	14,7%	20,5%	15,3%
Hackschnitzel	1,0%	1,3%	1,6%	3,2%	1,4%	2,4%	7,3%
Fernwärme Wien	8,1%	7,6%	8,3%	6,5%	7,3%	7,8%	4,6%
Fernwärme Rest	8,3%	7,0%	7,3%	7,2%	6,9%	7,0%	5,1%
Biomasse Nahw.	1,2%	2,4%	4,4%	7,1%	5,5%	7,3%	9,5%
Kohle	1,9%	0,3%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
Strom-direkt	8,9%	7,6%	6,3%	5,4%	6,2%	4,4%	3,1%
Wärmepumpen	3,0%	13,0%	14,9%	12,3%	17,5%	19,2%	23,2%
Solaranlagen	11,4%	23,6%	30,5%	36,0%	32,0%	50,1%	61,2%

^a Summe der Hauptheizsysteme = 100%, Solaranlagen: Anteil der Gebäude mit einer Solaranlage für die Warmwasserbereitung und/oder teilsolare Raumheizung;

6.2.3 CO₂-Relevanz des Bereichs Raumwärme und Warmwasser

Der Rückgang des Endenergieverbrauchs für Raumheizung und Warmwasserbereitung sowie die Umstrukturierung des Energiemix in diesem Bereich bewirken eine Reduktion der zugehörigen CO₂-Emissionen. Abbildung 6.2.4 zeigt den Verlauf der CO₂-Emissionen für die behandelten Szenarien über den Betrachtungszeitraum. Die CO₂-Emissionen betragen im Jahr 2005 22,5 Mio. Tonnen. Die weitere Entwicklung bzw. die daraus resultierenden Einsparungen sind in den Tabellen 6.2.5 und 6.2.6 dokumentiert.

Im Jahr 2020 ergeben sich für das Basisszenario 7,2 Mio. Tonnen, für das ambitionierte Szenario 9,0 Mio. Tonnen und für das beschleunigte Szenario 9,7 Mio. Tonnen Einsparungen an CO₂. Der Unterschied zwischen dem Basisszenario und dem beschleunigten Szenario beträgt somit 2,5 Mio. Tonnen CO₂. Da die Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz bei allen betrachteten Szenarien ähnlich verläuft, ist

diese Differenz dem unterschiedlichen Energiemix in den Szenarien zuzuschreiben, wobei im Vergleich zum Status quo auch im Basisszenario eine Umstrukturierung des Energiemix in Richtung der verstärkten Nutzung erneuerbarer Energie enthalten ist.

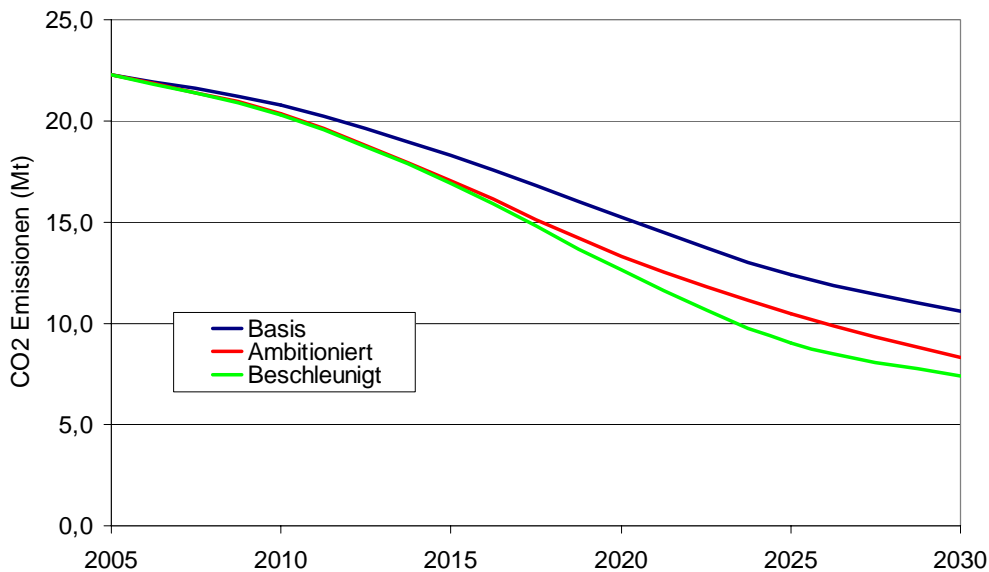


Abbildung 6.2.4: CO₂-Emissionen im Sektor Raumwärme und Warmwasserbereitung für die untersuchten Szenarien; Quelle: EEG (2007);

Tabelle 6.2.5: CO₂-Emissionen im Sektor Raumwärme und Warmwasserbereitung für die untersuchten Szenarien; Quelle: EEG (2007);

Szenario	CO ₂ -Emissionen in Mio. Tonnen					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Basisszenario	22,3	20,8	18,3	15,3	12,4	10,6
ambitioniertes Szenario	22,3	20,4	17,0	13,3	10,5	8,3
beschleunigtes Szenario	22,3	20,3	16,9	12,6	9,1	7,4

Tabelle 6.2.6: CO₂-Einsparungen im Sektor Raumwärme und Warmwasserbereitung für die Szenarien bezogen auf das Jahr 2005; Quelle: EEG (2007);

Szenario	CO ₂ -Einsparungen in Mio. Tonnen					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Basisszenario	0,0	1,5	4,0	7,0	9,9	11,7
ambitioniertes Szenario	0,0	1,9	5,2	9,0	11,8	14,0
beschleunigtes Szenario	0,0	2,0	5,4	9,7	13,2	14,9

Es soll an dieser Stelle noch einmal mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, dass die CO₂-Einsparungen, welche sich selbst im Basisszenario ergeben, nur eintreffen können, wenn die angestrebten Effizienzziele im Bereich der Gebäudeenergieeffizienz (thermische Gebäudequalität und technische Energieeffizienz von Heizsystemen) tatsächlich erreicht werden. Die Erreichung dieses Ziels bedarf großer energiepolitischer Anstrengungen und einer großen Aufmerksamkeit.

6.3 Klimatisierung

In Abschnitt 5.1 der vorliegenden Studie wurden die Datengrundlagen zur Klimatisierung erarbeitet und dargestellt. Ausgehend von einer Literaturrecherche wurden Zahlenwerte für den zukünftigen Klimatisierungsbedarf in Österreich dokumentiert und mit den Ergebnissen eines bottom-up Modells verglichen. Schlussendlich wurden die Ergebnisse des bottom-up Modells, die auch in Tabelle 6.3.1 dokumentiert sind, für die weiteren Berechnungen übernommen. Die disaggregierten Annahmen für die Berechnung der Modellwerte sind in Abschnitt 5.1 dokumentiert.

Tabelle 6.3.1: Modellwerte für den Stromverbrauch für die Klimatisierung mit herkömmlicher Klimaanlage-technologie bis 2030; Quelle: EEG (2007);

Jahr	GWh
2005	365
2010	470
2015	670
2020	970
2025	1.380
2030	1.875

Grundlegende Aspekte zum Energieverbrauch für die Klimatisierung:

Der in Südeuropa schon längere Zeit vorhandene Energieverbrauch für die Klimatisierung stellt für Österreich eine vergleichsweise "neue" Herausforderung dar. Zwar sind in manchen Kategorien von Dienstleistungsgebäuden (z.B. große Bürogebäude, große Spitäler etc.) Klimaanlage-anlagen auch in Österreich schon ein historischer Bestand, eine breite Marktdiffusion der Klimatisierung auch im Wohngebäudebereich ist jedoch eine neue Entwicklung. Prinzipiell muss aus der Sicht einer nachhaltigen Entwicklung zunächst die Vermeidung des Kühlbedarfs analog zur Vermeidung des Heizwärmebedarfs an sich im Vordergrund stehen. Hierbei ist vor allem die Forderung nach einer zweckmäßigen Architektur auch oder vor allem im Bereich der Dienstleistungsgebäude von zentraler Bedeutung.

In einem aktuellen Forschungsprojekt der Energy Agency (2007), "Service Buildings Keep Cool – Promotion of "sustainable cooling" in the service building sector", erfolgt die systematische Untersuchung von nachhaltigen Optionen der Klimatisierung von Dienstleistungsgebäuden auf europäischer Ebene. In diesem Projekt wird unter anderem ein gereihter Maßnahmenkatalog zur Minimierung des Energieverbrauchs für die Klimatisierung entworfen, welcher von der Vermeidung des Klimatisierungsbedarfs bis zur nachhaltigen Deckung verbleibender Kühllasten reicht.

Status quo der Klimatisierung:

Der technologische Status quo im Klimatisierungsbereich ist heute durch die Kompressions-Kältemaschine gegeben. Dezentrale Anlagen, welche auch in südeuropäischen Ländern bereits einen hohen Diffusionsgrad erreicht haben, bestehen meist aus einem Innen- und einem Außengerät (Split-Klimaanlage) und decken die Kühllast von einem oder mehreren Räumen ab. Zentrale Anlagen, wie sie

zumeist in modernen Dienstleistungsgebäuden installiert sind, sind zusätzlich mit einem Kälteverteilssystem und unterschiedlichen Regelungsoptionen ausgestattet.

Prinzipiell muss zwischen Anlagen zur Raumkühlung (bloßes Absenken der Innenraumtemperatur) und echten Klimaanlage (Regelung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit) unterschieden werden. Eine Klimatisierung im strengeren Sinn erfolgt in der Regel mit Wärmepumpengeräten, welche über die Betriebsarten Kühlen, Heizen, Entfeuchten, Ventilation sowie einem Automatikbetrieb verfügen.

Klimatisierung mit Erneuerbaren:

Für die Kühlung bzw. Klimatisierung von Gebäuden mit Erneuerbaren kommen prinzipiell die Erdkühlung mit Wärmepumpen, die solare Kühlung und die Kühlung auf Basis anderer Wärmequellen (z.B. Biomassefeuerung) in Frage. Im Weiteren werden jedoch nur die Erdkühlung mit Wärmepumpen und die solare Kühlung berücksichtigt, da die Diffusion anderer Wärmequellen zum Betrieb von Kältemaschinen im Rahmen der vorliegenden Studie nicht eingeschätzt werden kann.

Die aktive Erdkühlung mit Wärmepumpen ist eine entwickelte Technologie, welche auch international Verbreitung gefunden hat. Erdkälte mit aktiver Wärmepumpe (Kältekreisumkehr) kann bei entsprechender Anlagenauslegung nicht nur zur Kühlung, sondern auch zur Klimatisierung (also mit Entfeuchtung) eingesetzt werden. Die aktive Erdkühlung mit Wärmepumpen kann als eine auf dem Markt verfügbare Technologie angesehen werden, die sich gut mit dem Einsatz als Raumheizung kombinieren lässt.

Die solare Kühlung befindet sich in Österreich bezüglich der Technologiediffusion im Pilot- und Demonstrationsstadium. Für eine breite Markteinführung sind aus diesem Grund noch entsprechende Vorlaufzeiten zu berücksichtigen. Die technische Infrastruktur der solaren Kühlung (Kollektoren, Speicher,...) kann, wie auch schon bei der Wärmepumpe angemerkt, für die Bereitstellung von Raumwärme und für die Warmwasserbereitung mit verwendet werden, was einen systemischen technologischen Ansatz erlaubt.

Prinzipiell stehen heute unterschiedliche Technologien zur Wärme/Kälte-Wandlung als Stand der Technik zur Verfügung. Die Kältemaschinen, die bei der solaren Kühlung eingesetzt werden können arbeiten mit der Sorptionstechnik. Dazu zählen Absorptions- und Adsorptionskältemaschinen sowie DEC-Anlagen (offener Sorptionsprozess). Diese Maschinen benötigen je nach gewähltem Typ zum Antrieb Wärme mit einer Temperatur zwischen 60°C und 80°C. Die Absorptions- und Adsorptionsanlagen werden üblicherweise als Kaltwassersätze und die DEC-Anlagen als Luftsysteme geplant. Diese Kältemaschinen werden nachfolgend kurz erklärt⁴:

Absorptionskältemaschine:

Die Absorptionskältemaschine, die flüssige Absorptionsmittel verwendet, wird nach dem Einsatz von unterschiedlichen Stoffpaaren unterschieden: Wasser/Lithiumbromid mit Wasser als Kältemittel für die Klimatisierung (für Kaltwassertemperaturen über 0°C) oder Ammoniak/Wasser mit Ammoniak als Kältemittel für die Kältetechnik (für Kaltwassertemperaturen unter 0°C). Bei Absorptionskältemaschinen wird im Absorber das Kältemittel vom Arbeitsmittel absorbiert und gibt dabei Wärme ab. Im Austreiber

⁴ Information Fa. S.O.L.I.D. GmbH

wird das Kältemittel unter der Wärmezufuhr (von der Solaranlage) wieder vom Arbeitsmittel getrennt. Das Kältemittel wird im Kondensator verflüssigt und verdampft im Verdampfer unter Aufnahme von Wärme aus dem zu kühlenden System.

Adsorptionskältemaschine:

Die Adsorptionskältemaschine verwendet zur Adsorption des verdampfenden Kältemittels einen festen Stoff – in der Klimatechnik werden die Stoffpaare Wasser/Zeolith oder Wasser/Silikagel (vor allem im größeren Leistungsbereich), wobei Wasser das Kältemittel ist, eingesetzt. Adsorptionskältemaschinen arbeiten mit zwei Kammern, die mit dem Adsorbens (Silikagel) gefüllt sind. Das Kältemittel verdampft wegen des Unterdruckes in der Anlage schon bei sehr niedrigen Temperaturen. Dieser Kältemitteldampf wird in eine der mit Adsorbens gefüllten Kammern (Sammler) geleitet und dort von diesem adsorbiert. Die dabei auftretende Wärme wird über das Kühlwasser abgeführt. Zur gleichen Zeit wird in der anderen Adsorbens-Kammer (Austreiber) das Kältemittel mit der Wärme aus der Solaranlage aus dem Adsorbens ausgetrieben. Der entstehende Wasserdampf wird im Kondensator wieder verflüssigt und anschließend dem Verdampfer zugeführt. Wenn dieser Zyklus abgelaufen ist vertauschen der Sammler und der Austreiber ihre Funktion.

DEC-Anlagen:

Der DEC-Prozess (Desiccative and Evaporative Cooling) stellt einen offenen Adsorptionsprozess dar. Bei diesen Anlagen erfolgt die Entfeuchtung der Luft nicht über Kondensation sondern durch Adsorption der Feuchte an einem geeigneten Stoff – dem Sorptionsmittel Silicagel, Lithiumchlorid oder Alumosilikat. Bei dem DEC-Prozess werden die Schritte (sorptive) Entfeuchtung und Kühlung (adiabate Befeuchtung) voneinander getrennt. Dadurch ist ein Kaltwassersatz mit Rückkühlwerk im Gegensatz zu konventionellen Klimaanlage nicht notwendig. Das System funktioniert im Prinzip folgendermaßen: Als erster Schritt wird die Feuchtigkeit der Außenluft in einem langsam rotierenden Sorptionsrad reduziert. Anschließend wird die Außenluft, die nach der Entfeuchtung eine höhere Temperatur aufweist, über ein Wärmerückgewinnungsrads von der kühleren Raumluft abgekühlt und in einem letzten Schritt durch Verdunstungskühlung (Befeuchtung) auf die gewünschte Temperatur gebracht. Die Wärme der Solaranlage wird für die Regeneration (Desorption) des Sorptionsrades benötigt.

Modellszenario für den Sektor Klimatisierung

Für die Erstellung eines Modellszenarios wird im Weiteren angenommen, dass im Betrachtungszeitraum eine deutliche Marktdiffusion der solaren Kühlung und der Nutzung der Erdkälte mit aktiver Wärmepumpe einsetzt. Größere Anteile entstehen hierbei vor allem ab dem Jahr 2015, wobei angenommen wird, dass bis zum Jahr 2030 jede der genannten Technologien den modellierten Stromverbrauch für die Klimatisierung zu jeweils 30% erneuerbar substituiert und der Betriebsstromverbrauch der Aggregate (Wärmepumpen, Pumpensysteme der solaren Kühlung,...) in den verbleibenden 40% des Stromverbrauchs enthalten ist. Die restlichen Anteile konventioneller Klimaanlage ohne Nutzung von Erdkälte sind ebenfalls in den verbleibenden 40% im Jahr 2030 enthalten. Die zeitliche Entwicklung der einzelnen Anteile ist in der Abbildung 6.3.1 dargestellt.

Wie bereits oben angeführt kann im Prinzip jeder Energieträger der zur Bereitstellung von Wärme geeignet ist mittels einer Kältemaschine auch zur Bereitstellung von Kälte eingesetzt werden. In diesem Sinne würde prinzipiell auch der Einsatz von Biomasse eine Bereitstellung von Kälte ermöglichen. Diese Option wird jedoch nicht in Betracht gezogen, da es sich bei dieser Variante um eine Möglichkeit handelt, deren Marktdiffusion im Rahmen der vorliegenden Studie nicht eingeschätzt werden kann. Der restliche Anteil des Energieverbrauchs für die Klimatisierung von Gebäuden wird weiterhin mit herkömmlichen Klimaanlage auf Strombasis bereitgestellt.

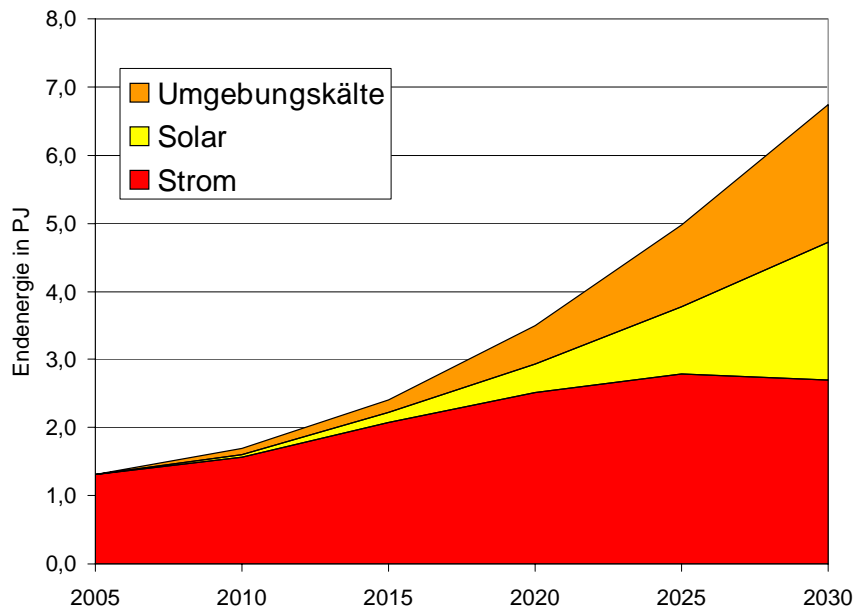


Abbildung 6.3.1: Szenario für eine mögliche Marktdiffusion der Erdkälte und der solaren Kühlung für die Gebäudeklimatisierung in Österreich als Anteil am Modell für den Gesamtverbrauch für die Klimatisierung; Quelle: EEG (2007);

6.4 Dampferzeugung und Prozesswärme

Der Sektor Dampferzeugung und Prozesswärme, der im Jahr 2004 7,6% des gesamten nationalen Endenergieverbrauchs ausmachte, betrifft industrielle und gewerbliche Prozesse. Die Ausgangsbasis dieses Sektors im Jahr 2004 ist in Abbildung 6.4.1 dargestellt. Im Wesentlichen wird der Energieverbrauch in diesem Bereich mit Erdgas und Erneuerbaren (Biomasse) abgedeckt.

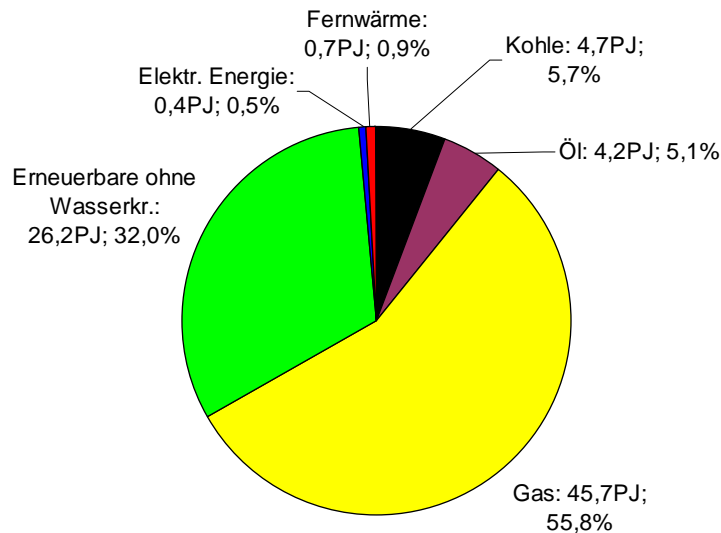


Abbildung 6.4.1: Endenergieverbrauch für Dampferzeugung und Prozesswärme im Jahr 2004; Quelle: Daten: Statistik Austria (2005), Grafik: EEG (2004);

Die historische Entwicklung des Sektors Dampferzeugung und Prozesswärme zeigt in einer polynomischen Trendschätzung⁵ ein deutliches Wachstum, wie dies in Abbildung 6.4.2 dargestellt ist. Für ein Zukunftsszenario wird jedoch angenommen, dass in diesem Sektor ein Lernpotenzial von 3% pro Jahr in Bezug auf den Wachstumstrend umgesetzt werden kann. Dieses Lernpotenzial resultiert aus technologischen Effizienzsteigerungen in den Prozessen, aber auch aus einer strukturellen Veränderung des Sektors (Reduktion energieintensiver Prozesse). Das Resultat, welches im Weiteren als Zukunftsszenario verwendet wird, ist ebenfalls in Abbildung 6.4.2 dargestellt.

Für die zukünftige Entwicklung des Energieträgermix im Sektor Dampferzeugung und Prozesswärme wird von einem weiteren Anstieg des Anteils biogener Energieträger sowie dem Markteintritt der Solarthermie ausgegangen. Wie unter 5.1.2 erläutert, ist davon auszugehen, dass ca. 30% des gesamten Prozesswärmebereiches einem Temperaturniveau unter 200 °C zugeordnet werden können. Dies ist prinzipiell auch der maximale Anteil, der mit solar thermischen Kollektoren abgedeckt werden könnte. Für den Betrachtungszeitraum wurde angenommen, dass die Marktdiffusion von Solarthermie in diesem Sektor bis zum Jahr 2030 einen Anteil von 10% des gesamten Endenergieverbrauchs abdecken kann.

⁵ Polynom 2. Ordnung, $R^2=0,88$;

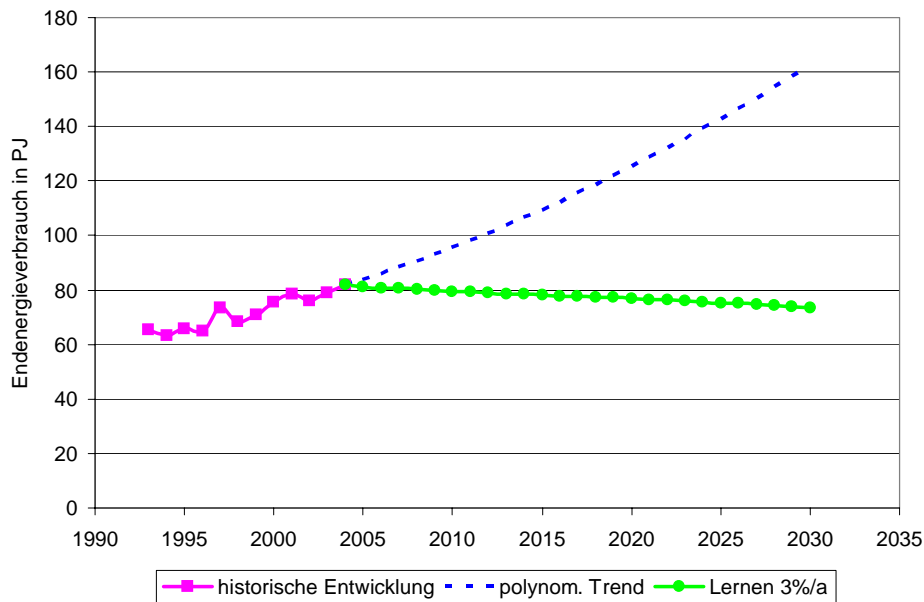


Abbildung 6.4.2: Szenario für den Endenergieverbrauch für Dampferzeugung und Prozesswärme bis zum Jahr 2030; Quelle: EEG (2007);

Weitere Annahmen für die Entwicklung eines Verbrauchsszenarios betreffen eine starke Reduktion des Kohleanteils sowie eine leichte Reduktion des Ölanteils. Die Endenergieträger Strom und Fernwärme wurden als konstant angenommen.

Die Ergebnisse für das Szenario für den Sektor Dampferzeugung und Prozesswärme sind in Abbildung 6.4.3 dargestellt, die zugehörigen Zahlenwerte sind in Tabelle 6.4.1 dokumentiert. Der gesamte Anteil Erneuerbarer⁶ steigt dabei über den Betrachtungszeitraum von 33% im Jahr 2005 auf 68% im Jahr 2030.

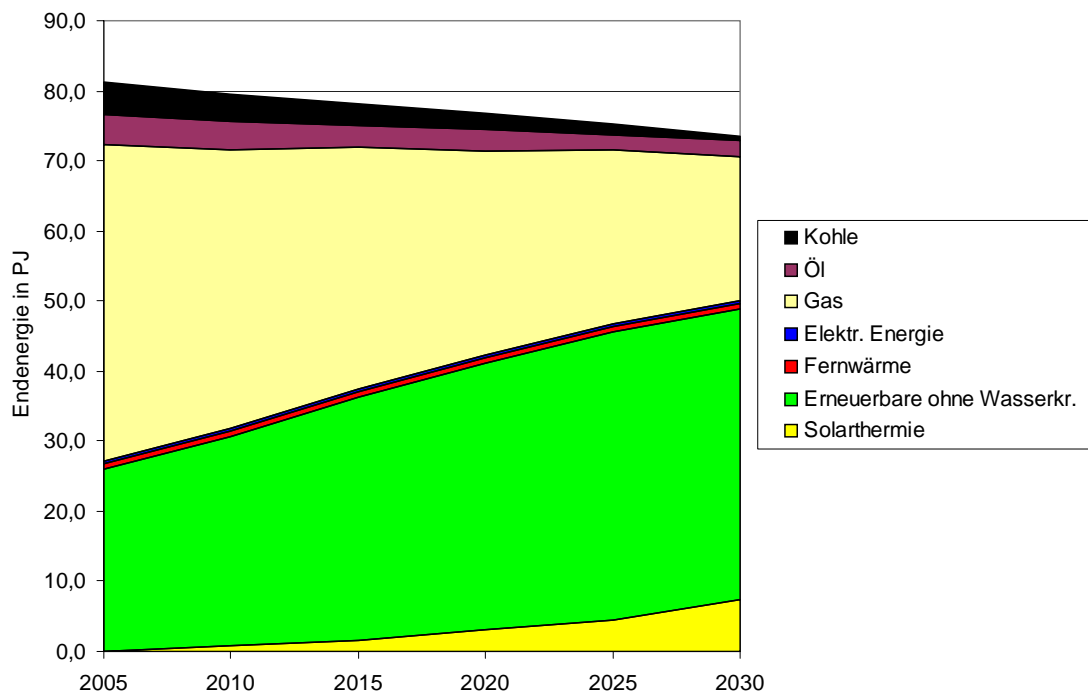


Abbildung 6.4.3: Szenario für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Dampferzeugung und Prozesswärme bis 2030; Quelle: EEG (2007);

⁶ Als "Erneuerbare" gelten hier Solarthermie, Erneuerbare ohne Wasserkraft und Fernwärme.

Tabelle 6.4.1: Szenarienwerte für den Endenergieverbrauch für Dampferzeugung und Prozesswärme bis 2030; Quelle: EEG (2007);

Energieträger	Endenergieverbrauch in PJ					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Kohle	4,7	4,0	3,1	2,3	1,5	0,7
Öl	4,2	4,0	3,1	3,1	2,3	2,2
Gas	45,3	39,8	34,4	29,2	24,9	20,6
Erneuerbare ohne Wasserkr.	26,0	29,8	34,8	38,0	41,0	41,6
Elektr. Energie	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Fernwärme	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7
Solarthermie	0,0	0,8	1,6	3,1	4,5	7,4
Summe	81,2	79,6	78,2	76,8	75,3	73,6

6.5 Industrieöfen (ohne Brauchwassererwärmung)

Wie bereits in Abschnitt 5 ausgeführt, sind in den Basisdaten der Statistik Austria (Nutzenergieanalyse 2004) im Sektor "Industrieöfen" auch die Energieverbräuche aus der Warmwasserbereitung der Haushalte sowie der Energieverbrauch für das Kochen enthalten. Der Sektor Industrieöfen macht 14,2% des nationalen Gesamt-Endenergieverbrauchs aus. Die Anteile der unterschiedlichen Energieträger sind in Abbildung 6.5.1 dargestellt. Erdgas mit 36,7% und der elektrische Strom mit 28,8% dominieren anteilmäßig in diesem Sektor. Kohle, Öl und Erneuerbare ohne Wasserkraft erbringen weitere Anteile jeweils über 10%.

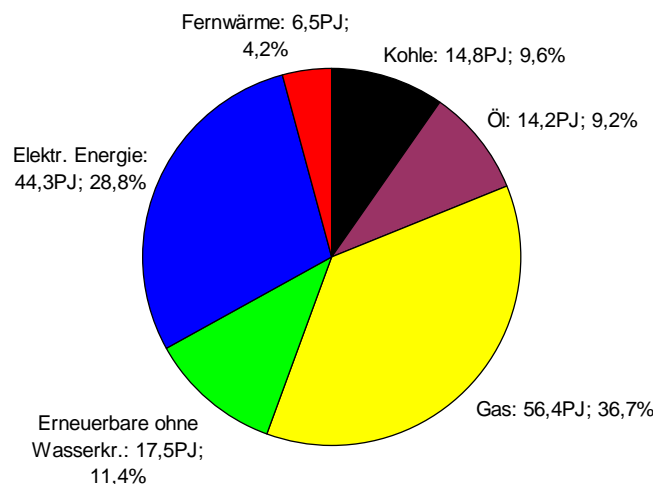


Abbildung 6.5.1: Endenergieverbrauch für Industrieöfen inklusive Warmwasserbereitung im Jahr 2004; Quelle: Daten: Statistik Austria (2005), Grafik: EEG (2004);

Der historische Endenergieverbrauch für Industrieöfen weist deutliche Schwankungen auf, welche auch auf strukturelle Änderungen der industriellen Infrastruktur zurückzuführen sind. Dieser Verlauf sowie ein polynomischer Trend sind in Abbildung 6.5.2 dargestellt. Das Szenario für den Endenergieverbrauch für Industrieöfen ohne Warmwasser basiert in der Folge auf einer Bereinigung des Warmwasseranteiles und der Annahme einer technologischen Effizienzlernrate von 2% pro Jahr. Die Lernrate wird geringer als bei der Dampferzeugung angesetzt, da im Bereich der Industrieöfen tendenziell teurere Energieträger eingesetzt werden und wurden und größere Teile des Lernpotenzials aus diesem Grund bereits in der Vergangenheit umgesetzt wurden.

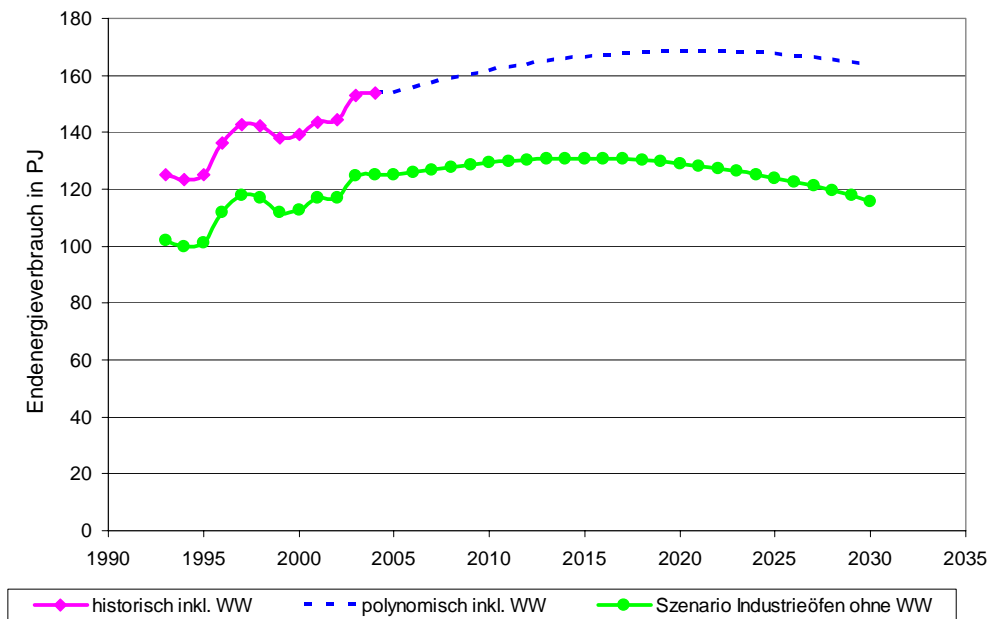


Abbildung 6.5.2: Szenario für den Endenergieverbrauch für Industrieöfen ohne Warmwasserbereitung der Haushalte; Quelle: EEG (2007);

Für das Szenario betreffend Energieträgermix wurde angenommen, dass der Warmwasseranteil der Haushalte dieselbe Struktur aufweist, wie der verbleibende Anteil der Industrieöfen. Weiters wurde angenommen, dass Erneuerbare (hauptsächlich biogene Energieträger) vorrangig Erdgas und den elektrischen Strom substituieren. Der Anteil von Öl und Kohle wurde über den Betrachtungszeitraum leicht rückgängig angenommen, der Anteil der Fernwärme wurde konstant belassen. Abbildung 6.5.3 veranschaulicht die zeitliche Entwicklung des Energieträgermix, Tabelle 6.5.1 dokumentiert die zugehörigen Zahlenwerte.

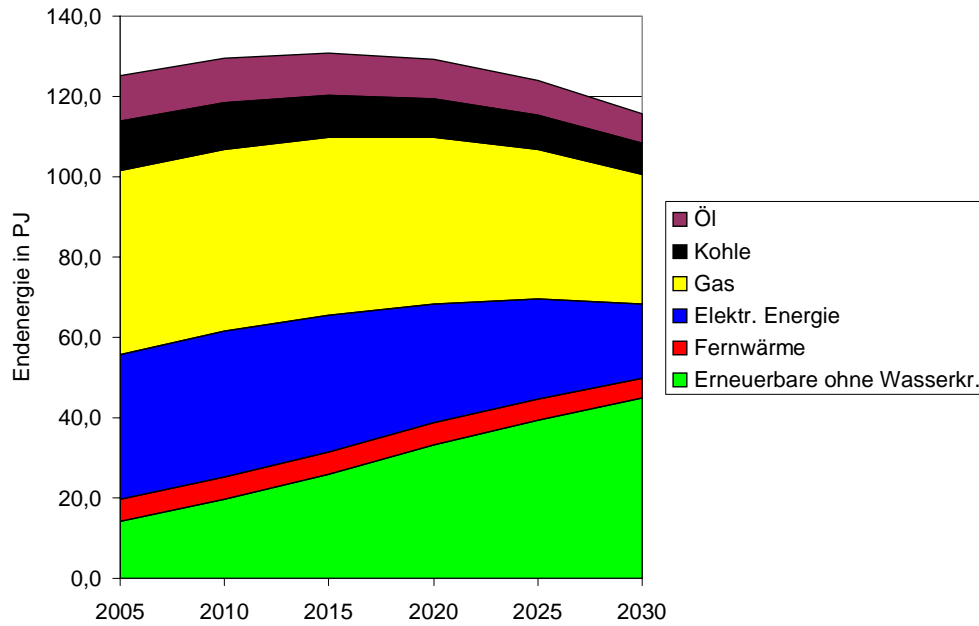


Abbildung 6.5.3: Szenario für den Energieträgermix für den Sektor Industrieöfen ohne Warmwasserbereitung der Haushalte; Quelle: EEG (2007);

Tabelle 6.5.1: Szenario für den Energieträgermix für den Sektor Industrieöfen ohne Warmwasserbereitung der Haushalte; Quelle: EEG (2007);

Energieträger	Endenergieverbrauch in PJ					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Kohle	12,1	11,6	10,5	9,7	8,7	7,5
Öl	11,6	11,0	10,5	9,7	8,7	7,5
Gas	46,0	45,3	44,5	41,3	37,2	32,4
Erneuerbare ohne Wasserkr.	14,3	19,8	25,9	33,3	39,4	44,9
Elektr. Energie	36,1	36,2	34,0	29,7	24,8	18,5
Fernwärme	5,3	5,5	5,5	5,5	5,2	4,9
Summe	125,3	129,4	130,9	129,1	124,1	115,7

6.6 Gesamtbetrachtung Wärme und Kälte

In den vorangegangenen Abschnitten wurden die Detailergebnisse der Szenarien für die Bereiche

- Heizung u. Warmwasser
- Klimatisierung
- Dampferzeugung
- Industrieöfen

präsentiert. Für den größten Sektor, der Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser, wurden mit Hilfe eines disaggregierten Computermodells 3 Szenarien, nämlich das

- Basisszenario
- das ambitionierte Szenario
- und das beschleunigte Szenario

erstellt und ausführlich dokumentiert und interpretiert. Für die anderen Bereiche wurden durch plausible Annahmen Szenarien für eine realistische Entwicklung in Richtung Steigerung der Energieeffizienz und Diffusion erneuerbarer Energieträger entwickelt und ebenfalls präsentiert.

Beispielhaft sei an dieser Stelle das Gesamtergebnis für den Wärmesektor im Fall des ambitionierten Szenarios dargestellt. Abbildung 6.6.1 veranschaulicht die Ergebnisse für den Endenergieverbrauch aller vier Sektoren. Der Sektor Heizung und Warmwasserbereitung zeigt im Betrachtungszeitraum eine deutliche effizienzbedingte Reduktion des Endenergieverbrauchs. Der Sektor Klimatisierung bleibt trotz einer hohen Wachstumsdynamik im Bereich kleiner Anteile. Die restlichen Bereiche weisen eine geringe Dynamik auf.

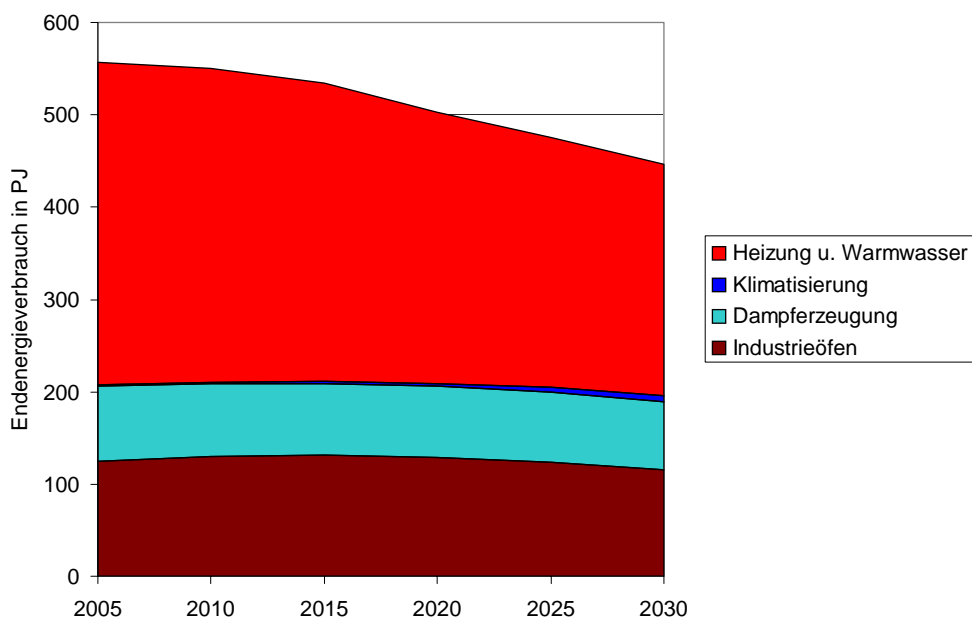


Abbildung 6.6.1: Entwicklung des Endenergieverbrauches des gesamten Wärmesektors im ambitionierten Szenario; Quelle: EEG (2007);

Da die Entwicklung des Endenergieverbrauches alleine für eine Diskussion der Bedeutung dieses Szenarios nicht hinreichend ist, ist in Abbildung 6.6.2 der Anteil der unterschiedlichen Energieträgerkategorien dargestellt. In der Abbildung kommt der strukturelle Wechsel der schwerpunktmäßigen Versorgung mit fossiler Energie zur Versorgung mit erneuerbarer Energie deutlich zum Ausdruck. Tabelle 6.6.1 dokumentiert hierfür die absoluten Werte und die relativen Anteile der einzelnen Energieträgerkategorien.

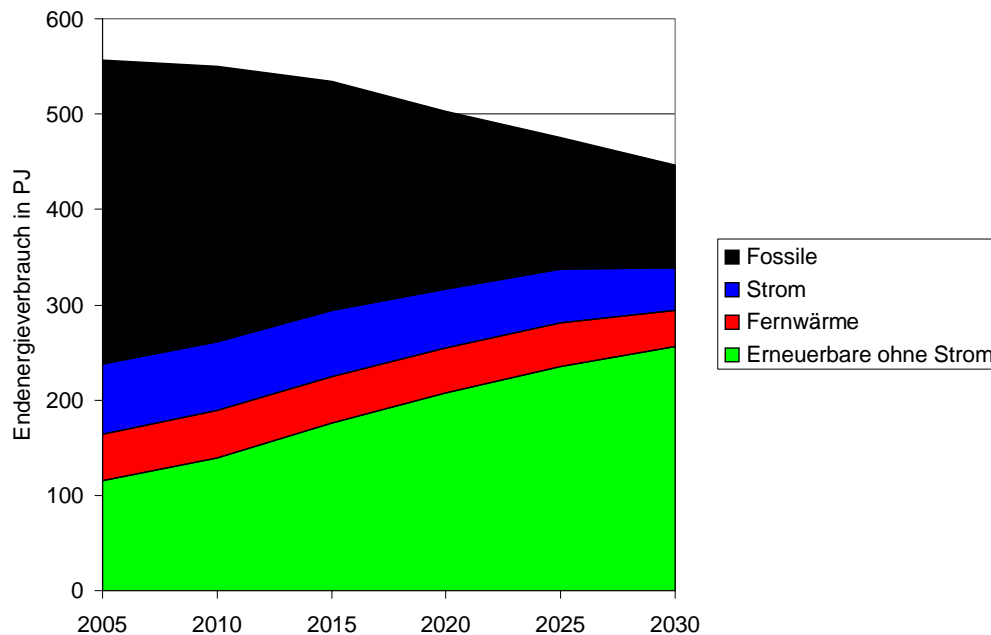


Abbildung 6.6.2: Entwicklung des Energieträgermix für den gesamten Wärmesektor im ambitionierten Szenario; Quelle: EEG (2007);

Tabelle 6.6.1: Entwicklung des Energieträgermix für den gesamten Wärmesektor im ambitionierten Szenario; Quelle: EEG (2007);

Energieträger-Kategorie	Endenergieverbrauch in PJ					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Erneuerbare ohne Strom	114,9	139,5	175,3	207,3	235,3	256,3
Fernwärme	49,2	48,9	49,5	47,8	45,1	37,5
Strom	73,7	72,3	69,0	61,4	57,0	45,4
Fossile	318,8	289,9	239,8	186,1	138,5	106,6
Summe	556,6	550,6	533,7	502,6	475,9	445,8
	Anteile in %					
Erneuerbare ohne Strom	20,6%	25,3%	32,9%	41,2%	49,4%	57,5%
Fernwärme	8,8%	8,9%	9,3%	9,5%	9,5%	8,4%
Strom	13,2%	13,1%	12,9%	12,2%	12,0%	10,2%
Fossile	57,3%	52,6%	44,9%	37,0%	29,1%	23,9%
Summe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Aus der Reduktion des Endenergieverbrauches und der strukturellen Veränderung der Endenergieaufbringung resultiert schlussendlich eine deutliche Reduktion der CO₂-Emissionen. Das Ergebnis für das ambitionierte Szenario ist in Abbildung 6.6.3 dargestellt. Die zugehörigen Emissionswerte und die auf das Jahr 2005 bezogenen

Einsparungen sind in Tabelle 6.6.2 dokumentiert. Die Emissionsreduktion beträgt demnach im ambitionierten Szenario für den gesamten Wärmebereich 11,7 Mio. Tonnen bis zum Jahr 2020 und 19,6 Mio. Tonnen bis zum Jahr 2030. Hierbei sind Reduktionen in allen Sektoren außer bei der Klimatisierung zu verzeichnen. Im Bereich der Klimatisierung zeichnet sich eine Zunahme der Emissionen ab, welche jedoch wegen der begrenzten Größe des Sektors ohne große Auswirkungen für die Gesamtbilanz bleibt.

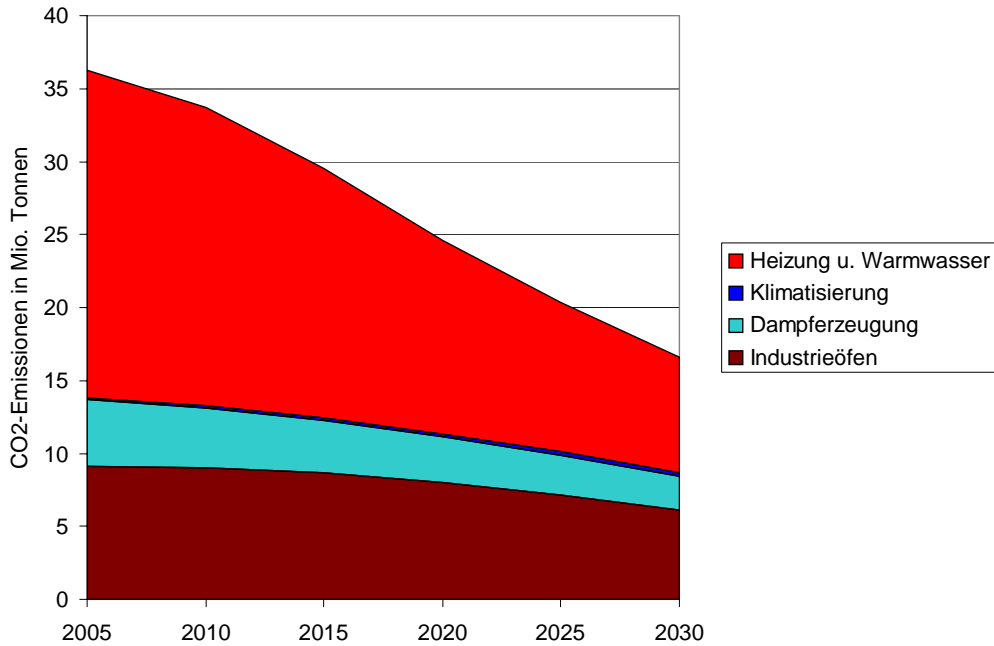


Abbildung 6.6.3: Entwicklung der CO₂-Emissionen für den gesamten Wärmesektor im ambitionierten Szenario; Quelle: EEG (2007);

Tabelle 6.6.2: Entwicklung der CO₂-Emissionen und CO₂-Einsparungen für den gesamten Wärmesektor im ambitionierten Szenario; Quelle: EEG (2007);

Sektoren	CO ₂ -Emissionen in Mio. Tonnen					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Heizung u. Warmwasser	22,4	20,5	17,1	13,2	10,3	8,0
Klimatisierung	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Dampferzeugung	4,6	4,2	3,6	3,2	2,7	2,3
Industrieöfen	9,1	9,0	8,6	8,0	7,2	6,1
Summe	36,2	33,7	29,5	24,6	20,4	16,6
	Einsparungen in Mio. Tonnen CO ₂ bezogen auf 2005					
Heizung u. Warmwasser	0	2,0	5,4	9,2	12,2	14,5
Klimatisierung	0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Dampferzeugung	0	0,5	1,0	1,4	1,9	2,3
Industrieöfen	0	0,1	0,4	1,1	1,9	2,9
Summe	0	2,5	6,7	11,7	15,9	19,6

Eine zusammenfassende Darstellung der drei Szenarienfälle ist in Abbildung 6.6.4 dargestellt. Die Ergebnisse der Szenarien unterscheiden sich bei der Betrachtung der Gesamteffekte absolut nur um jenen Betrag, um den sich auch die Szenarien im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung unterscheiden, da die Anteile aus

den Bereichen Dampferzeugung und Prozesswärme, Industrieöfen und Klimatisierung in den Modellen jeweils konstante Emissionen aufweisen.

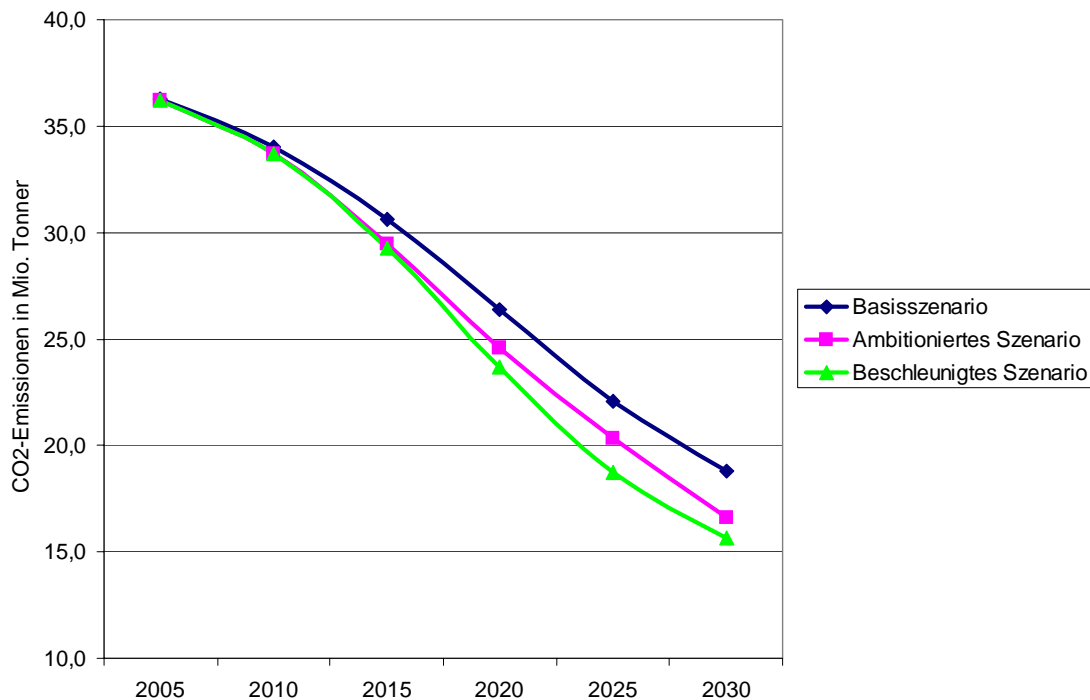


Abbildung 6.6.4: Entwicklung der CO₂-Emissionen des gesamten Wärme- und Kältesektors nach Szenarien; Quelle: EEG (2007); Anmerkung: die Zeitachse schneidet die y-Achse nicht im Nullpunkt.

Die höchsten Emissionsreduktionen treten im beschleunigten Szenario auf. Mit Bezug auf das Jahr 2005 betragen sie in diesem Szenario im Jahr 2020 12,5 Mio. Tonnen und 20,6 Mio. Tonnen im Jahr 2030, wie dies gemeinsam mit den Ergebnissen bezüglich der anderen Szenarien in Tabelle 6.6.3 dokumentiert ist.

Tabelle 6.6.3: Vergleich der Entwicklung der CO₂-Emissionen und CO₂-Einsparungen für den gesamten Wärmesektor für alle untersuchten Szenarien; Quelle: EEG (2007);

Szenarien	CO ₂ -Emissionen in Mio. Tonnen					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Basisszenario	36,2	34,0	30,6	26,4	22,1	18,8
ambitioniertes Szenario	36,2	33,7	29,5	24,6	20,4	16,6
beschleunigtes Szenario	36,2	33,7	29,3	23,7	18,7	15,6
	CO ₂ -Einsparungen in Mio. Tonnen mit Bezug auf 2005					
Basisszenario	0,0	2,3	5,7	9,9	14,2	17,5
ambitioniertes Szenario	0,0	2,5	6,7	11,7	15,9	19,6
beschleunigtes Szenario	0,0	2,5	6,9	12,5	17,5	20,6

Es wird an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass es sich bei den CO₂-Einsparungen, die für das Basisszenario ausgewiesen sind nicht um Einsparungen handelt, die sich „von selbst“ einstellen. Zur Erreichung dieser Einsparungen ist die Umsetzung der entsprechenden Gebäudeenergieeffizienz ebenso Voraussetzung wie das Erreichen der angenommenen technischen Effizienzlernraten bei Heizsystemen und industriell/gewerblichen Wärmebereitstellungen.

6.7 Volkswirtschaftliche Effekte

Die Veränderung des Energieträgermix bei der Bereitstellung von Wärme bis zum Jahr 2030 bringt positive volkswirtschaftliche Effekte im Bereich der eingesetzten erneuerbaren Energieträger mit sich. Wesentliche Effekte betreffen dabei die nationale Wertschöpfung und die Arbeitsplätze. Im Weiteren werden nur Bruttoeffekte diskutiert, das heißt, es werden keine Substitutionseffekte betrachtet (z.B. Biomassekessel verdrängen Ölkessel).

Wertschöpfungseffekte betreffen die Technologien, welche im Zuge der Nutzung erneuerbarer Energieträger verwendet werden, aber auch die Brennstoffe. Die untersuchten Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger (Biomasseanlagen, Wärmepumpen, Solaranlagen) werden typischer Weise in Österreich gefertigt, über den österreichischen Handel gehandelt und von österreichischen Unternehmen installiert bzw. auch betrieben (z.B. Biomasse-Nahwärmanlagen). Die eingesetzten Energieträger stehen entweder frei zur Verfügung (Umweltwärme und Solarenergie) oder werden ebenfalls auf nationaler Ebene bereitgestellt (Biomasse). Die Wertschöpfungsketten weisen somit einen hohen nationalen Wertschöpfungsanteil auf, welcher auch in Hinblick auf mögliche Nettoeffektbetrachtungen zu berücksichtigen ist.

6.7.1 Abschätzung direkter und indirekter Beschäftigungs- u. Wertschöpfungseffekte

Bei der Abschätzung der direkten und indirekten Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte muss angemerkt werden, dass folgende Positionen aus der Berechnung ausgenommen wurden, da sie entweder nicht Gegenstand der Untersuchung waren, oder entscheidende Daten nicht zur Verfügung stehen:

- Biomasseverstromung
- Exporte von Waren und Dienstleistungen
- Anlagen in gewerblichen und industriellen Prozessen

Die Abschätzung von direkten und indirekten Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekten basiert auf der Anwendung von Beschäftigungs- und Wertschöpfungsmultiplikatoren, welche in den Arbeiten von Haas et al. (2006) und Kranzl et al. (2007) ermittelt wurden. Es werden dabei folgende 4 Bereiche abgeschätzt:

- Wertschöpfung der Investitionen in Anlagen (Planung, Errichtung, Inbetriebnahme)
- Wertschöpfung des Betriebs der Anlagen (Wartung, Betreuung und Brennstoff)
- Arbeitsplätze aus Investitionen (Planung, Errichtung, Inbetriebnahme)
- Arbeitsplätze aus dem Betrieb (Wartung, Betreuung und Brennstoff)

Die Tabellen 6.7.1 bis 6.7.5 dokumentieren die verwendeten Multiplikatoren. Bei den Technologien Solaranlagen und Wärmepumpen sind Wertschöpfungsmultiplikatoren bezüglich des Betriebes nicht verfügbar. Da es sich jedoch um quasi wartungsfreie Technologien handelt, welche auch keinen Brennstoff im eigentlichen Sinne

benötigen, kann die Wertschöpfung aus dem Betrieb der entsprechenden Anlagen auch gering eingeschätzt werden. Die nationale Wertschöpfung welche sich aus dem Verbrauch von Strom ergibt, wird bei allen Technologien ausgeklammert, d.h. in den Rechnungen nicht berücksichtigt.

Die angegebenen Multiplikatoren betreffen jeweils die gesamte Wertschöpfungskette. Das heißt z.B. bei solar thermischen Anlagen, dass die Effekte von der Produktion des Absorbers über die Herstellung des Kollektors, der Montage vor Ort bis zur Inbetriebnahme alle Glieder der Wertschöpfungskette erfasst wurden.

Tabelle 6.7.1: Multiplikatoren für solar thermische Anlagen (bezogen auf die installierte Kollektorfläche); Quelle: Haas et al. (2006);

Multiplikator	Produktion	
Wertschöpfung direkt	461	Euro/m ²
Wertschöpfung indirekt	239	Euro/m ²
Arbeitsplätze direkt	0,00586	AP/m ²
Arbeitsplätze indirekt	0,00287	AP/m ²
	Betrieb	
Arbeitsplätze direkt	0,000185	AP/m ²
Arbeitsplätze indirekt	0,000056	AP/m ²

Tabelle 6.7.2: Multiplikatoren für Wärmepumpenanlagen (bezogen auf die installierte mittlere Anlage); Quelle: Haas et al. (2006);

Multiplikator	Produktion	
Wertschöpfung direkt	4280	Euro/Stk.
Wertschöpfung indirekt	2335	Euro/Stk.
Arbeitsplätze direkt	0,054	AP/Stk.
Arbeitsplätze indirekt	0,027	AP/Stk.
	Betrieb	
Arbeitsplätze direkt	0,0043	AP/Stk.
Arbeitsplätze indirekt	0,0014	AP/Stk.

Tabelle 6.7.3: Multiplikatoren für Biomasse-Nahwärmanlagen (Produktion: bezogen auf das mittlere angeschlossene Gebäude; Betrieb: bezogen auf die Brennstoffarbeit); Quelle: Kranzl et al. (2007);

Multiplikator	Produktion	
Wertschöpfung direkt	12500	Euro/Geb.
Wertschöpfung indirekt	5800	Euro/Geb.
Arbeitsplätze direkt	0,23	AP/Geb.
Arbeitsplätze indirekt	0,09	AP/Geb.
	Betrieb	
Wertschöpfung direkt	14000	Euro/GWh
Wertschöpfung indirekt	15680	Euro/GWh
Arbeitsplätze direkt	0,28	AP/GWh
Arbeitsplätze indirekt	0,388	AP/GWh

Tabelle 6.7.4: Multiplikatoren für Stückholzanlagen (Produktion: bezogen auf die mittlere installierte Anlage; Betrieb: bezogen auf die Brennstoffarbeit); Quelle: Kranzl et al. (2007);

Multiplikator	Produktion	
Wertschöpfung direkt	4375	Euro/Geb.
Wertschöpfung indirekt	2200	Euro/Geb.
Arbeitsplätze direkt	0,07	AP/Geb.
Arbeitsplätze indirekt	0,035	AP/Geb.
	Betrieb	
Wertschöpfung direkt	9333	Euro/GWh
Wertschöpfung indirekt	11293	Euro/GWh
Arbeitsplätze direkt	0,22	AP/GWh
Arbeitsplätze indirekt	0,11	AP/GWh

Tabelle 6.7.5: Multiplikatoren für Hackschnitzelkessel (Produktion: bezogen auf die mittlere installierte Anlage; Betrieb: bezogen auf die Brennstoffarbeit); Quelle: Kranzl et al. (2007);

Multiplikator	Produktion	
Wertschöpfung direkt	6520	Euro/Geb.
Wertschöpfung indirekt	3360	Euro/Geb.
Arbeitsplätze direkt	0,1056	AP/Geb.
Arbeitsplätze indirekt	0,0552	AP/Geb.
	Betrieb	
Wertschöpfung direkt	15844	Euro/GWh
Wertschöpfung indirekt	11222	Euro/GWh
Arbeitsplätze direkt	0,30	AP/GWh
Arbeitsplätze indirekt	0,22	AP/GWh

Tabelle 6.7.6: Multiplikatoren für Pelletskessel (Produktion: bezogen auf die mittlere installierte Anlage; Betrieb: bezogen auf die Brennstoffarbeit); Quelle: Kranzl et al. (2007);

Multiplikator	Produktion	
Wertschöpfung direkt	4200	Euro/Geb.
Wertschöpfung indirekt	2240	Euro/Geb.
Arbeitsplätze direkt	0,07	AP/Geb.
Arbeitsplätze indirekt	0,031	AP/Geb.
	Betrieb	
Wertschöpfung direkt	19911	Euro/GWh
Wertschöpfung indirekt	14778	Euro/GWh
Arbeitsplätze direkt	0,39	AP/GWh
Arbeitsplätze indirekt	0,28	AP/GWh

Die Ergebnisse der Berechnungen werden im Folgenden jeweils für fünfjährige Zeitfenster gemittelt pro Jahr angegeben. Berücksichtigt wurden in den Berechnungen sowohl die Installation von Neuanlagen als auch der Ersatz von alten Anlagen, die am Ende ihrer Lebensdauer angelangt sind sowie der Betrieb der Anlagen.

Ergebnisse für Solaranlagen:

Abbildung 6.7.1 zeigt die primäre Wertschöpfung aus Solaranlagen für die 3 untersuchten Szenarien. Das Basisszenario zeigt hierbei einen kontinuierlichen aber moderaten Anstieg der Wertschöpfung, das ambitionierte Szenario zeigt einen massiven Anstieg in der Epoche 2021-2025, das beschleunigte Szenario zeigt diesen Anstieg bereits in der Epoche 2016-2020, also im Mittel 5 Jahre vor dem ambitionierten Szenario.

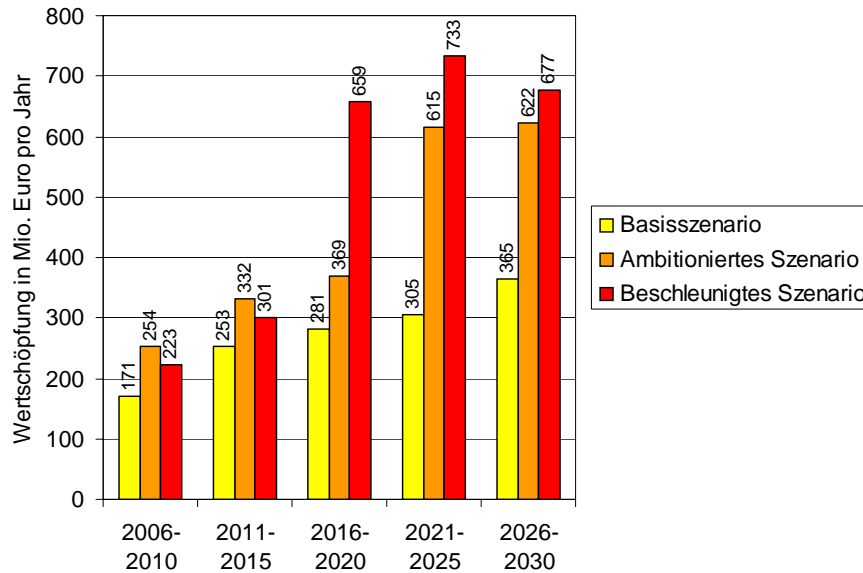


Abbildung 6.7.1: Primäre Wertschöpfung (indirekte plus direkte) aus Solaranlagen pro Jahr; Quelle: EEG (2007);

Da der Betrieb von Solaranlagen marginale Arbeitsplatzeffekte hat, zeigt Abbildung 6.7.2 in Hinblick auf die Arbeitsplatzeffekte von Solaranlagen ein sehr ähnliches Bild wie Abbildung 6.7.1 für die Wertschöpfung. Zentraler Punkt ist auch hier, dass die Randbedingungen des beschleunigten Szenarios den starken Anstieg der Arbeitsplatzeffekte um 5 Jahre vor dem ambitionierten Szenario einleiten.

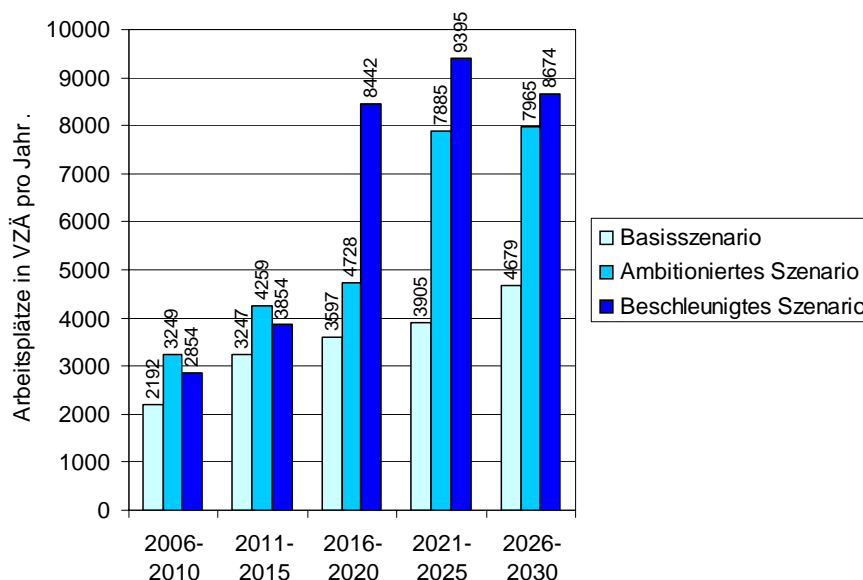


Abbildung 6.7.2: Primäre Arbeitsplätze (indirekte plus direkte) in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) aus Solaranlagen pro Jahr; Quelle: EEG (2007);

Ergebnisse für Wärmepumpen:

Die Wertschöpfung aus dem Inlandsmarkt der Wärmepumpen ist in Abbildung 6.7.3 dargestellt. Auffallend sind der Einbruch der Wertschöpfung im beschleunigten Szenario in der mittleren Betrachtungsperiode und der nachfolgende sehr starke Anstieg des Verlaufs bis zum Jahr 2030. Unregelmäßigkeiten dieser Art sind typische Erscheinungen des beschleunigten Szenarios, in dem es aus Gründen der hohen Preissignale einerseits und der Potenzialeffekte andererseits zu temporären Technologiebooms kommt.

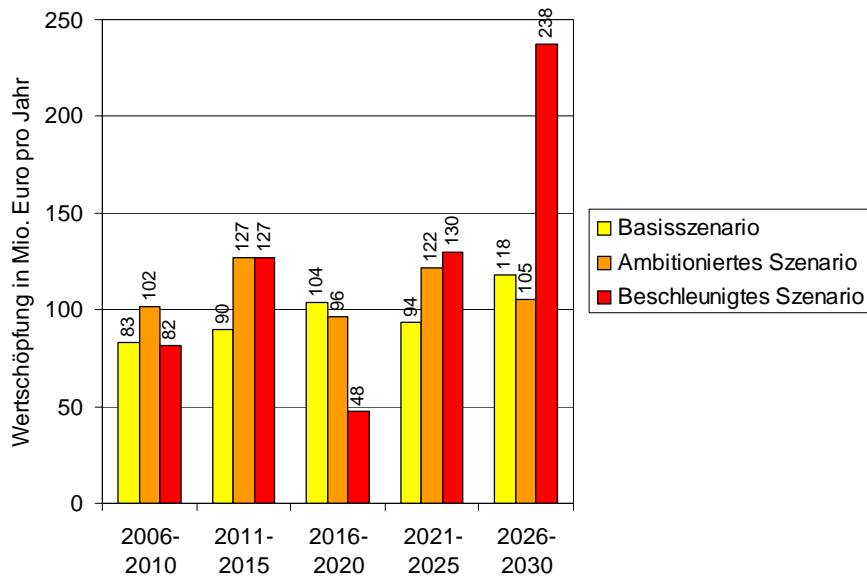


Abbildung 6.7.3: Primäre Wertschöpfung (indirekte plus direkte) aus Wärmepumpen pro Jahr; Quelle: EEG (2007);

Die Arbeitsplatzeffekte aus der Wärmepumpentechnologie sind in Abbildung 6.7.4 dokumentiert. Die starken Schwankungen der Wertschöpfung werden im Bereich der Arbeitsplätze durch die Betriebseffekte gedämpft, sind jedoch noch immer gut zu erkennen.

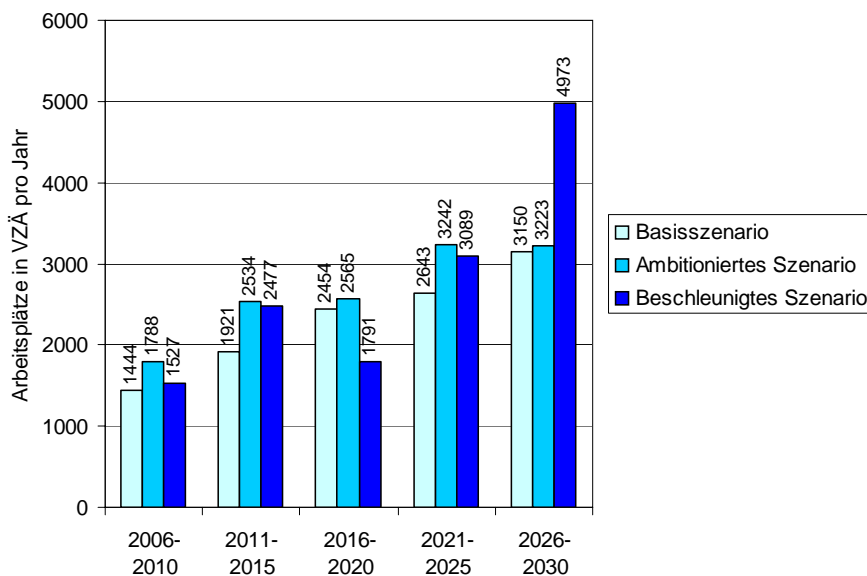


Abbildung 6.7.4: Primäre Arbeitsplätze (indirekte plus direkte) in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) aus Wärmepumpen pro Jahr; Quelle: EEG (2007);

Ergebnisse für Biomassensysteme:

Hier muss angemerkt werden, dass die dokumentierten Zahlen nur den Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung in Gebäuden betreffen. Vor allem die Anlagen (Investitionen) im gewerblich-industriellen Bereich wurden in der gegenständlichen Arbeit nicht behandelt und können an dieser Stelle auch nicht bewertet werden.

In Abbildung 6.7.5 ist die Wertschöpfung aus Biomassensystemen aus dem Inlandsmarkt für Raumwärme und Warmwasserbereitung dokumentiert. Die dargestellte Entwicklung zeigt einen interessanten Verlauf. Im Basisszenario lässt sich ein kontinuierlicher Anstieg der Wertschöpfung über den Betrachtungszeitraum beobachten, während sich im EU-Szenario nach einem raschen Anstieg ein konstanter Verlauf einstellt. Im beschleunigten Szenario wird im Zeitraum 2016-2020 nach einem steilen Anstieg ein Maximum erreicht, im Zeitraum danach kommt es zu einer Reduktion der Wertschöpfung bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes. Im letzten Zeitraum der Gesamtperiode (2026-2030) befinden sich die Wertschöpfungen aus den drei Szenarien in einer ähnlichen Größenordnung, möglicher Weise der nachhaltig erzielbaren Wertschöpfung in diesem Sektor.

Die Ursache für die dargestellten Verläufe ist in den Biomassepotenzialen zu sehen. Bei der Ausschöpfung des Potenzials bzw. bei der Überschreitung des Potenzials werden die kostenintensiven Bereiche der Potenzial-Kostenkurven wirksam, welche in der Folge andere Heizsysteme attraktiver werden lassen. Fluktuierende Verläufe wie sie unter den Randbedingungen des beschleunigten Szenarios entstehen, stellen für die betroffenen Produzenten der Technologien sowie aller weiteren an der Wertschöpfungskette beteiligten Produzenten und Dienstleister eine große Herausforderung dar. Aus dieser Sicht wird im beschleunigten Szenario zwar die rascheste Veränderung hervorgerufen, in Hinblick auf die längerfristige strukturelle Entwicklung stellt jedoch das ambitionierte Szenario das bessere Entwicklungsszenario dar.

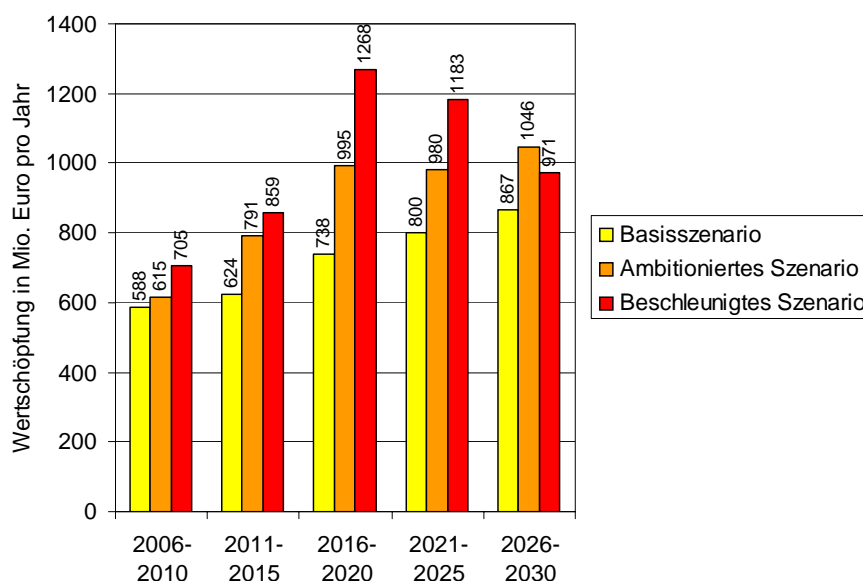


Abbildung 6.7.5: Primäre Wertschöpfung (indirekte plus direkte) aus Biomasseanlagen pro Jahr (aggregierte Werte für Biomasse-Nahwärme und dezentraler Biomassenutzung); Quelle: EEG (2007);

Die Arbeitsplatzeffekte aus der Biomassenutzung zeigen dasselbe Bild wie die Verläufe der Wertschöpfungen. Die Zahlen enthalten sowohl im Fall der Wertschöpfung als auch im Fall der Arbeitsplätze die Brennstoffbereitstellung. Der kontinuierlich ansteigende Anteil der Entwicklung ist dabei auf den kontinuierlich steigenden Brennstoffbedarf der kumulierten Anlagen zurückzuführen, abweichende Verläufe werden zum Großteil von einer nicht kontinuierlichen Anlagenproduktion hervorgerufen.

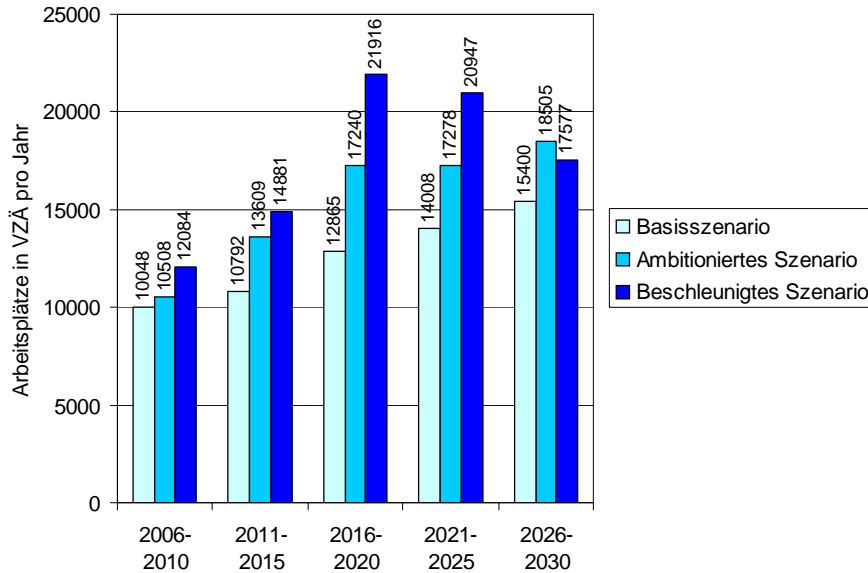


Abbildung 6.7.5: Primäre Arbeitsplatzeffekte (indirekte plus direkte) aus Biomasseanlagen pro Jahr (aggregierte Werte für Biomasse-Nahwärme und dezentraler Biomassenutzung); Quelle: EEG (2007);

Gesamtergebnisse für Biomasetechnologien, Solarthermie und Wärmepumpen

Die aggregierten Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für die oben einzeln dargestellten Technologien sind in Abbildung 6.7.6 und 6.7.7 dargestellt. Die Wertschöpfungseffekte (Abbildung 6.7.6) repräsentieren die primären Effekte (direkte plus indirekte Effekte, jedoch keine Sekundäreffekte) der Produktion dieser Technologien im österreichischen Inlandsmarkt für den Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung.

Die dargestellte Entwicklung zeigt den schon bekannten Verlauf. Im Basisszenario lässt sich ein kontinuierlicher Anstieg der Wertschöpfung über den Betrachtungszeitraum beobachten, während sich im ambitionierten Szenario nach einem raschen Anstieg ein konstanter Verlauf einstellt. Im beschleunigten Szenario wird im Zeitraum 2016-2020 nach einem steilen Anstieg ein Maximum erreicht, im Zeitraum danach kommt es zu einer Reduktion der Wertschöpfung bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes. Im letzten Zeitraum der Gesamtperiode (2026-2030) befinden sich die Wertschöpfungen aus den drei Szenarien in einer ähnlichen Größenordnung, möglicher Weise der nachhaltig erzielbaren Wertschöpfung in diesem Sektor.

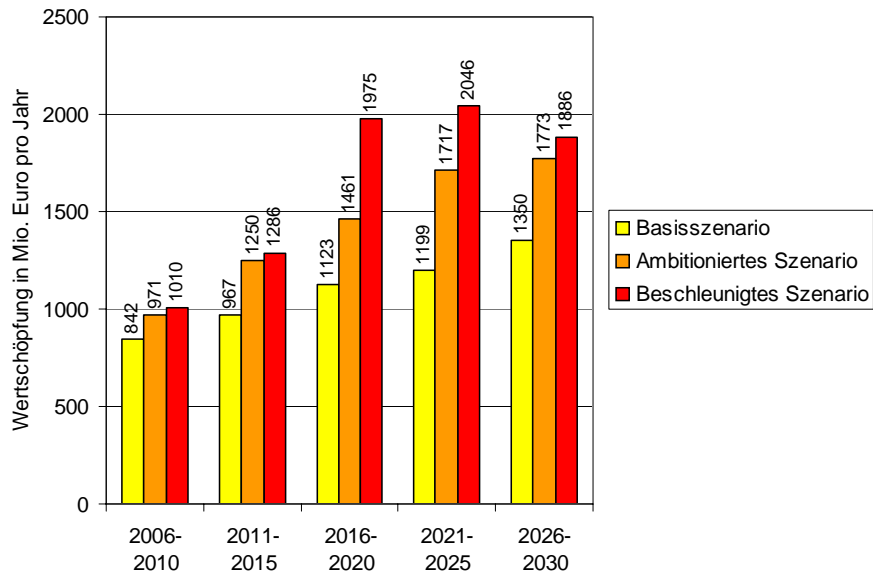


Abbildung 6.7.6: Primäre Wertschöpfung (indirekte plus direkte) aus der Produktion der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung über den Szenarienzeitraum; Quelle: EEG (2007);

Fluktuierende Verläufe wie sie unter den Randbedingungen des beschleunigten Szenarios entstehen, stellen für die betroffenen Produzenten der Technologien sowie aller weiteren an der Wertschöpfungskette beteiligten Produzenten und Dienstleister eine große Herausforderung dar. Aus dieser Sicht wird im beschleunigten Szenario zwar die rascheste Veränderung hervorgerufen, in Hinblick auf die längerfristige strukturelle Entwicklung stellt jedoch das ambitionierte Szenario das bessere Entwicklungsszenario dar.

Die in Abbildung 6.7.7 dargestellten Beschäftigungseffekte betreffen die Produktion und den Betrieb der entsprechenden Technologien. Strukturell zeigen sich ähnliche Verläufe wie bei der Wertschöpfung.

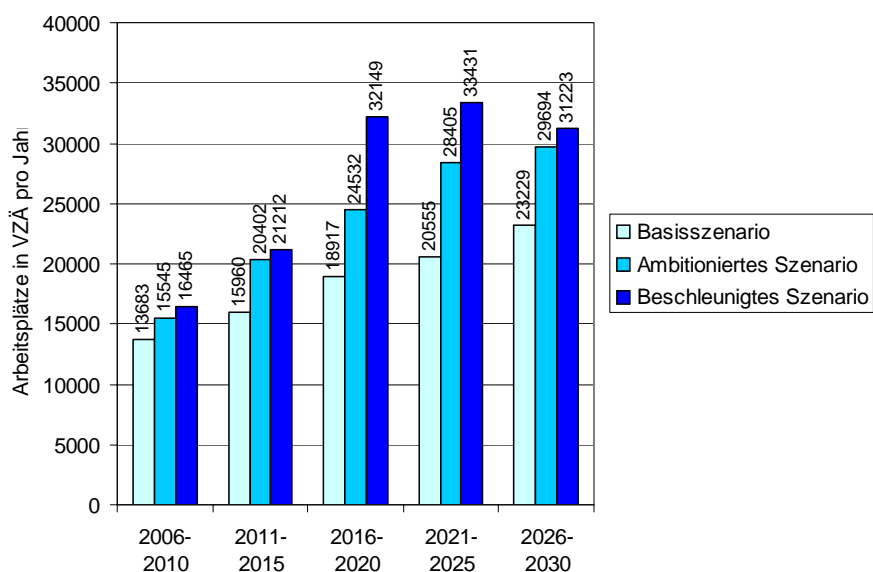


Abbildung 6.7.7: Primäre Beschäftigungseffekte (indirekte plus direkte) aus der Produktion und dem Betrieb der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung über den Szenarienzeitraum;

Die hier dargestellten Wertschöpfungen und Arbeitsplatzzahlen aus den entsprechenden technologischen Bereichen sind als Daten zu einem Teilmarkt der jeweiligen Technologien zu verstehen. Sie sind in dieser Weise nicht für eine aggregierte Darstellung der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Technologien geeignet. Wie bereits oben angeführt sind für eine Gesamtbewertung noch folgende Bereiche mit zu berücksichtigen:

- Die dargestellten Zahlen betreffen primäre Effekte. Sekundäre Effekte durch den Einkommenseffekt der primären Effekte (diese können für den Szenarienzeitraum nicht seriös abgeschätzt werden) müssten zusätzlich berücksichtigt werden.
- Die volkswirtschaftlichen Auswirkungen gewerblich-industrieller Anwendungen können im Rahmen der vorliegenden Studie nicht quantifiziert werden. Dies bedarf einer technologisch-strukturellen Analyse der gewerblich-industriellen Strukturen und deren Änderung bei z.B. Brennstoffsubstitution.
- Der Exportmarkt, welcher für viele der hier genannten Technologien bereits den zentralen Markt ausmacht, ist nicht Gegenstand der vorliegenden Studie. Die Produktion für den Exportmarkt erbringt eine hohe Wertschöpfung im Bereich der Technologieproduktion.

6.7.2 Weitere gesellschaftliche und wirtschaftliche Effekte

Abgesehen von den oben dargestellten volkswirtschaftlichen Fakten sind die nachfolgend qualitativ beschriebenen Faktoren im Zusammenhang mit der forcierten Bereitstellung von Wärme und Kälte auf Basis erneuerbarer Energie ebenfalls von hoher gesellschaftlicher Bedeutung:

- Der nationale Zahlungsabfluss für den Import von fossilen Energieträgern wird durch eine inländische Wertschöpfung substituiert.
- Die Versorgungssicherheit in Bezug auf Raumwärme, Warmwasserbereitung und ebenso gewerbliche und industrielle Prozesse wird erheblich verbessert. Diese Qualität wurde in der Vergangenheit für den Wärmebereich kaum diskutiert, wird jedoch im betrachteten Zeitraum bis 2030 mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Thema.
- Die Diffusion von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie im Wärmebereich führt zu einer erheblichen Reduktion von CO₂-Emissionen.
- Die Umsetzung einer offensiven Strategie zur Diffusion erneuerbarer Energie Technologien in Österreich schafft für Österreich die Chance zu einer europäischen Modellregion zu werden. Österreich hat sowohl aus der Sicht des historischen Technologie-Diffusionsverlaufes als auch aus der Sicht der Rohstoffe und Produktionsinfrastruktur optimale Voraussetzungen zu einer zukünftigen Marke für erneuerbare Technologie zu werden.
- Die weitere aktive Entwicklung und Forcierung des Heimmarktes für erneuerbare Energie Technologien schafft optimale Voraussetzungen zur Entwicklung des Exportmarktes.
- Die diskutierten Technologien nutzen dezentral regionale erneuerbare Ressourcen und sind dadurch kompatibel mit der dezentralen Ressourcenverteilung und der Verteilung des Energiedienstleistungsbedarfs. Transportwege werden dadurch minimiert und eine hohe Versorgungssicherheit wird gewährleistet.

- Die Bereitstellung von festen biogenen Energieträgern belebt die regionale ländliche Wirtschaft und schafft eine regionale Wertschöpfung in sonst oft wirtschaftlich benachteiligten Regionen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie im Wärmebereich bereits im Status quo einen hohen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Stellenwert aufweisen, welcher ein großes zukünftiges Entwicklungspotenzial zeigt und langfristig zu einer wesentlichen Grundlage der österreichischen Volkswirtschaft werden kann.

7. Zusätzliche Effizienzansprüche zur Wahrung des Energiedienstleistungsniveaus.

In den vorangegangenen Abschnitten wurden plausible Zukunftsbilder in Hinblick auf die Bereitstellung von Wärme und Kälte bis zum Jahr 2030 entwickelt und in Form von Szenarien präsentiert. Hierbei waren die Abdeckung des Energieverbrauchs mit erneuerbarer Energie, die Auswirkungen auf die CO₂ Emissionen und die volkswirtschaftlichen Effekte wesentliche Eckpfeiler der Diskussion. Im gegenständlichen Abschnitt werden Überlegungen angestellt, ob und in welcher Weise die verbliebenen Anteile fossiler Energie im Energiemix durch erhöhte Energieeffizienz oder auch durch den Einsatz zusätzlicher erneuerbarer Energie substituiert werden können.

7.1 Entwicklungspotenzial des Anteils erneuerbarer Energie

Ausgangspunkt der Überlegungen ist das beschleunigte Szenario, da dieses Szenario ein maximales Entwicklungsszenario unter stabilen und nicht unwahrscheinlichen Randbedingungen darstellt und damit auch jenes maximal erreichbare Ergebnis präsentiert, welches unter einer kontinuierlichen gesellschaftlichen Entwicklung ohne gesellschaftliche, wirtschaftliche oder technische Strukturbrüche möglich ist. Es hat sich bei der Analyse des beschleunigten Szenarios in den vorangegangenen Kapiteln bereits gezeigt, dass das Gesamtsystem hierbei eine hohe Dynamik entwickelt, welche vor allem im Zeitraum zwischen 2020 und 2030 zu beobachten ist. Diese Dynamik wird einerseits durch den hohen Preisdruck durch die Verteuerung der fossilen Energieträger und andererseits durch die Annäherung an unterschiedliche Potenzialgrenzen billiger erneuerbarer Energie erzeugt. Abbildung 7.1.1 ruft für die folgenden Überlegungen noch einmal die sektorale Struktur des Energieverbrauchs für Wärme und Kälte in Österreich im beschleunigten Szenario in Erinnerung.

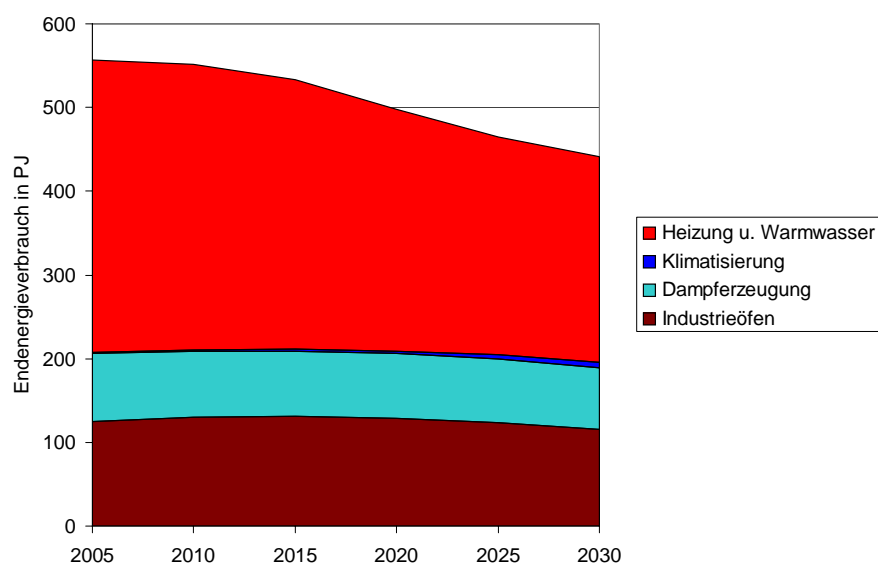


Abbildung 7.1.1: Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte in Österreich im beschleunigten Szenario nach Sektoren; Quelle: EEG (2007);

Der Gesamt-Endenergieverbrauch setzt sich aus dem dominanten Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung, dem geringmächtige Bereich der Klimatisierung sowie die gewerblich – industriellen Bereiche der Dampferzeugung und der Industrieöfen zusammen. Energieverbrauchsreduktionen durch Steigerung der Energieeffizienz sind im Betrachtungszeitraum vor allem im Bereich der Gebäude (betrifft den Sektor Raumwärme und Warmwasser) zu beobachten. Beim Sektor Klimatisierung handelt es sich um einen Wachstumssektor, in den gewerblich – industriellen Bereichen sind eine Trendwende zum ansteigenden Energieverbrauch in der Vergangenheit sowie Energieverbrauchsreduktionen geringen Ausmaßes durch technisches Lernen zu beobachten.

Der aggregierte Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte in Österreich im beschleunigten Szenario nach Energieträgerklassen ist in Abbildung 7.1.1 dargestellt, die zugehörigen Werte sind in Tabelle 7.1.1 dokumentiert. Deutlich ist dabei der strukturelle Wechsel vom Schwerpunkt fossile Energie im Jahr 2005 zum Schwerpunkt erneuerbare Energie im Jahr 2030 zu erkennen.

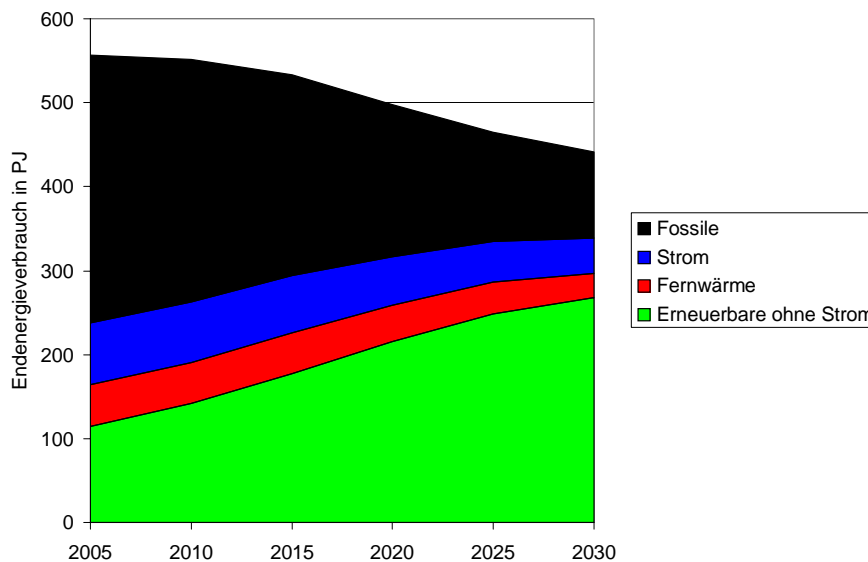


Abbildung 7.1.2: Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte in Österreich im beschleunigten Szenario nach Energieträgerklassen; Quelle: EEG (2007);

Tabelle 7.1.1: Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte in Österreich im beschleunigten Szenario nach Energieträgerklassen; Quelle: EEG (2007);

Energieträger	Endenergieverbrauch in PJ					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Erneuerbare ohne Strom	114,5	142,0	177,7	215,5	248,0	267,3
Fernwärme	49,1	47,9	48,2	43,2	37,6	29,0
Strom	73,8	72,5	67,9	57,3	49,3	42,2
Fossile	318,9	289,1	239,1	181,9	129,8	102,7
Summe	556,3	551,5	532,9	497,9	464,7	441,2
	Anteile in %					
Erneuerbare ohne Strom	20,6%	25,7%	33,4%	43,3%	53,4%	60,6%
Fernwärme	8,8%	8,7%	9,0%	8,7%	8,1%	6,6%
Strom	13,3%	13,2%	12,7%	11,5%	10,6%	9,6%
Fossile	57,3%	52,4%	44,9%	36,5%	27,9%	23,3%
Summe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Der Anteil erneuerbarer Energie steigt von 20,6% im Jahr 2005 auf einen Wert von 60,6% im Jahr 2030. Dieser Anteil enthält die Solarthermie, die Umgebungswärme, die dezentrale Biomassenutzung (Scheitholz, Hackschnitzel und Pellets) sowie die Biomasse-Nahwärme. Nicht enthalten sind die Fernwärme und der elektrische Strom, welche in den Darstellungen separat ausgewiesen sind. Durch die Berücksichtigung der erneuerbaren Anteile der Fernwärme (KWK, biogener Müllanteil) und der erneuerbaren Anteile im Strommix (Wasserkraft, neue Erneuerbare) steigen die genannten Anteile entsprechend an.

Die Anteile Erneuerbarer sind in den einzelnen Sektoren unterschiedlich, wobei der höchste Anteil mit 79% (Erneuerbare ohne Strom) im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung zu verzeichnen ist. In Abbildung 7.1.2 ist zu erkennen, dass der Anteil erneuerbarer Energie in absoluten Zahlen gegen Ende des Betrachtungszeitraumes ebenso Sättigungserscheinungen aufweist, wie die fortschreitende Reduktion des Gesamt-Endenergieverbrauchs durch die Verbesserung der Energieeffizienz. Unter den gegebenen Randbedingungen des beschleunigten Szenarios lässt der Antrieb für den zu beobachtenden Strukturwandel nach, der Gesamt-Endenergieverbrauch und der zugehörige Energiemix streben einem Gleichgewicht zu, das im Betrachtungszeitraum jedoch nicht erreicht wird.

Die beobachteten strukturellen Wandlungsvorgänge besitzen lange Zeitkonstanten. Diese begründen sich auf die langen Lebensdauern der beteiligten Systemkomponenten (Gebäude und deren Komponenten, Heizsysteme, industrielle und gewerbliche Anlagen), welche in der Regel Jahrzehnte betragen. Die Zeitkonstanten können auch im Fall hoher Anreize (z.B. erheblich höhere Energiepreiserhöhungen) nicht beliebig reduziert werden, da die Ressourcen für Investitionen (z.B. in Passivhäuser) begrenzt sind.

In Hinblick auf die untersuchten Szenarien ist es somit unwahrscheinlich, dass unter einer stetigen Entwicklung der wesentlichen Faktoren (Energiepreise, Verfügbarkeit von importierten Energieträgern, beschränktes Budget zur Finanzierung anreizorientierter energiepolitischer Instrumente) bis 2030 eine Vollversorgung des Sektors Wärme und Kälte in Österreich rein mit erneuerbarer Energie umgesetzt werden kann. Eine entsprechende Vollversorgung mit erneuerbarer Energie ist im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung prinzipiell möglich, wobei hier nicht erneuerbare Anteile im Bereich des elektrischen Stroms und im Bereich der Fernwärmeversorgung diskutiert werden müssen. Der Bereich Klimatisierung ist unter Einbeziehung von konstruktiv-architektonischen Bemühungen zur Vermeidung von Gebäude-Kühllasten und dem Einsatz der solaren Kühlung und von Erdkälte langfristig abdeckbar, wobei in den betrachteten Szenarien für den Energieverbrauch für Klimatisierung keine Effekte der Klimaveränderung berücksichtigt wurden.

Schwieriger sind der Bereich der Dampferzeugung und Prozesswärme sowie der Bereich der Industrieöfen zu beurteilen. Prinzipiell können alle in den Prozessen erforderlichen Temperaturniveaus mit erneuerbaren Energieträgern abgedeckt werden. In Bereichen unter 200°C kann die Solarthermie wertvolle Beiträge leisten, darüber sind Verbrennungsprozesse auf Biomassebasis einsetzbar, wobei hier wieder gemäß der Prozessanforderungen feste, flüssige oder gasförmige biogene Energieträger eingesetzt werden können. Die fossilen Energieträger Kohle, Öl und Erdgas sind somit prinzipiell substituierbar. Im Bereich des elektrischen Stromes werden die Substitutionsmöglichkeiten in diesen Sektoren als gering eingestuft, da der

elektrische Strom in gewerblich-industriellen Prozessen wegen seiner relativ hohen spezifischen Kosten bereits heute zumeist nur im Falle einer prozesstechnischen Notwendigkeit eingesetzt wird. Ein Teil des elektrischen Stromes wird somit nicht durch die anderen genannten Endenergieträger substituierbar sein.

Aus der Sicht der Potenziale unterliegen die Nutzung der Solarenergie und der Umgebungswärme nur strukturellen Randbedingungen wie der begrenzten Aufstellungsflächen, des begrenzten Raumes für effektive Wärmequellensysteme oder der Beschränkungen durch die verfügbare Wärmespeichertechnologie. Im Bereich Biomasse liegen jedoch beschränkte Potenziale des Rohstoffes vor, welche sich bis zum Jahr 2030 dynamisch bis in die Größenordnung von 180 PJ⁷ entwickeln. Im beschleunigten Szenario wird für das Jahr 2030 ein Biomasseverbrauch von 209 PJ für Wärme in dezentralen und zentralen Anlagen ausgewiesen. Es werden im beschleunigten Szenario im Jahr 2030 somit bereits 29 PJ Biomasse aus Potenzialknappheit zu höheren Preisen importiert. Eine weitere Forcierung der Biomassennutzung würde in der Folge zusätzliche Importe erforderlich machen, wobei nicht davon ausgegangen werden kann, dass ein unbeschränktes Importpotenzial verfügbar ist, da in einem dynamischen langfristigen Kontext die Nachfrage nach Biomasse nicht nur von nationaler Seite steigen wird. Aus strategischer Sicht sollte demnach Biomasse vorrangig in Bereichen eingesetzt werden, welche hohe Temperaturniveaus erfordern, die von den anderen verfügbaren Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie nicht abgedeckt werden können.

7.2 Zusätzlicher Effizienzbedarf zur Erreichung von 100% erneuerbarer Wärme

Es hat sich gezeigt, dass bei einem Übergang zu einer nationalen Wärmeversorgung aus 100% erneuerbarer Energie mehrere hemmende Faktoren wirksam werden. Wesentliche Aspekte sind:

- Begrenzttes Potenzial an Biomasse
- Begrenzte mögliche Temperaturniveaus bei Solarthermie und Nutzung der Umgebungswärme
- Prozessbedingter Bedarf am Energieträger elektrischer Strom (gewerblich-industrielle Prozesse und Betrieb von Wärmepumpen)
- Lange Systemzeitkonstanten wegen langlebiger und investitionsintensiver Systemkomponenten

Eine Umstellung der nationalen Wärmebereitstellung auf 100% erneuerbare Energie bis zum Jahr 2030 erscheint aus den genannten Gründen bei stetigem Verlauf der wesentlichen Parameter unwahrscheinlich. Der Ansatz der Substitution von fossilen Energieträgern durch erneuerbare Energieträger ist zwar qualitativ in allen Bereichen durchführbar, er scheitert jedoch quantitativ an den beschränkten Potenzialen Erneuerbarer. Daraus folgt, dass eine weitere Bedarfsreduktion durch die Erhöhung der Energieeffizienz über das Jahr 2030 hinaus erforderlich ist, um eine 100%ige Deckung des Wärmebereiches mittels erneuerbarer Energie zu ermöglichen.

⁷ Ein zusätzliches Potenzial für die Biomasse-Verstromung wurde berücksichtigt. Die angegebene Endenergie steht der Nutzung als Wärme zur Verfügung.

In Abbildung 7.2.1 sind die Modellwerte des beschleunigten Szenarios für den Gesamtenergieverbrauch für den Wärmesektor und die Extrapolation der Sektoren mit plausiblen Steigerungsraten dargestellt. Hinter den Daten der Extrapolation steht nicht wie für den Zeitraum bis 2030 ein umfassendes Modell, die Verläufe sind somit als rein hypothetisch anzusehen. Der Ausbau der Biomasse über den Zeitraum von 2030 hinaus ist durch die beschränkten Potenziale nur bedingt möglich. Es wurde davon ausgegangen, dass Importpotenziale langfristig nur zu hohen Preisen verfügbar sein werden. Der Ausbau der Solarenergie und der Umweltwärme erfolgt mit linearen Steigerungen, der Fernwärmeanteil sinkt leicht wegen der weiter steigenden Energieeffizienz der Gebäude. Der elektrische Strom⁸ weist nach einem Minimum im Jahr 2035 wieder einen leicht steigenden Trend auf, zumal mit diesem Energieträger unter anderem auch die Wärmepumpen betrieben werden. Die fossilen Energieträger Öl, Gas und Kohle laufen bis 2060 aus. Der Gesamtverbrauch reduziert sich ausgehend von 556 PJ im Jahr 2005 auf 441 PJ im Jahr 2030 und weiter auf 381 PJ im Jahr 2060. Im Jahr 2060 verbleibende nicht erneuerbare Energieverbräuche betreffen Anteile des elektrischen Stroms und der Fernwärme.

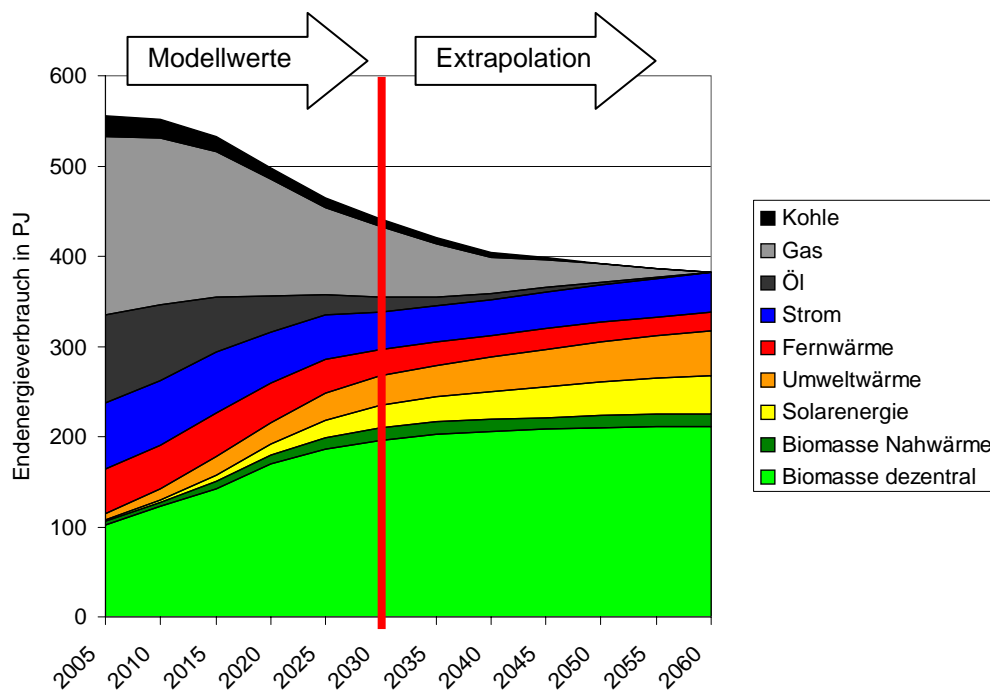


Abbildung 7.2.1: Modellwerte und Extrapolation zur Abschätzung eines „Nachhaltigkeitsszenarios“; Quelle: EEG (2007);

Die weitere Reduktion des Energieverbrauchs im Wärmesektor erscheint auf Grund der Extrapolation der oben dargestellten Hüllkurve als prinzipiell realistisch durchführbar. Der wesentliche Anteil der zusätzlichen Reduktion betrifft die über das Jahr 2030 hinaus andauernde Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudebestandes, wobei die fortlaufende Sanierung des noch immer existierenden nicht sanierten Bestandes z.B. auf Passivhausqualität umgesetzt wird. Weitere Steigerungen der Energieeffizienz sind im gewerblich-industriellen Prozessbereich möglich, wobei in

⁸ Stromversorgung Österreichs im Jahr 2005: Wasserkraft: 39.019 GWh (58,7%), Wärmekraft: 25.999 GWh (39,1%), „neue“ Erneuerbare: 1.347 GWh (2,0%), Sonstige: 115 GWh (0,2%), Total: 66.480 GWh (100%); Anteil von Wasserkraft plus „neue“ Erneuerbare: 40.366 GWh (60,7%); Quelle: Energie-Control GmbH (2007);

diesem Bereich auch eine strukturelle Veränderung weg von energieintensiven Produkten und Produktionen erwartet werden kann.

Die Frage, ob 100% erneuerbare Wärme in Österreich möglich ist, muss abschließend differenziert beantwortet werden: 100% erneuerbare Wärme sind bis zum Jahr 2030 unter stetigen Rahmenbedingungen auch bei hohen Teuerungsraten für fossile Energieträger nicht realistisch umsetzbar. In Abhängigkeit von verschiedenen Szenarienparametern sind jedoch hohe Anteile erneuerbarer Energie, vor allem im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung möglich. 100% erneuerbare Wärme für den gesamten Wärmebereich sind auf Basis einer sehr groben Betrachtung bis zum Jahr 2060 umsetzbar, wobei im System stets nicht erneuerbare Anteile des elektrischen Stromes bzw. der Fernwärme verbleiben.

8. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

8.1 Einleitung

In der vorliegenden Studie wird die Entwicklung des Sektors Wärme und Kälte des österreichischen Endenergieverbrauchs bis zum Jahr 2030 untersucht. Dieser Sektor umfasst wie in Abbildung 8.1.1 dargestellt gegenwärtig 51,3% des Gesamt-Endenergieverbrauchs und wird für die weitere Analyse in die vier Bereiche Raumwärme und Warmwasser, Klimatisierung, Dampferzeugung und Prozesswärme, sowie Industrieöfen gegliedert, wobei der Bereich Raumwärme und Warmwasser mit einem Anteil von 63% den gewichtigsten Bereich im Sektor Wärme und Kälte darstellt.

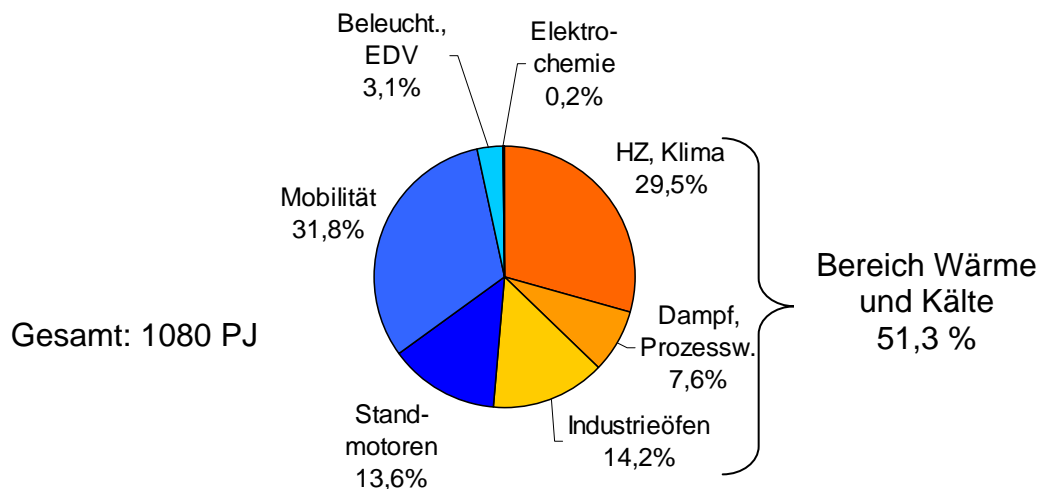


Abbildung 8.1.1: Endenergieverbrauch in Österreich nach Sektoren im Jahr 2004;
Quellen: Daten: Statistik Austria (2005), Grafik: EEG (2007).

Ziel der Arbeit ist es, die zukünftige Rolle der erneuerbaren Energie und der Energieeffizienz im Sektor Wärme und Kälte bis zum Jahr 2030 festzustellen. Mit Hilfe von Szenarien wird deshalb der Einfluss unterschiedlicher Rahmenbedingungen auf die Technologiediffusion, die resultierenden CO₂-Emissionen sowie auf unterschiedliche volkswirtschaftliche Faktoren diskutiert. In der Folge wird die Frage beantwortet, ob eine zu 100% auf Erneuerbaren basierende Versorgung mit Wärme und Kälte in Österreich bis zum Jahr 2030 möglich erscheint.

Der methodische Zugang besteht im Bereich Raumwärme und Warmwasser aus der disaggregierten Abbildung des gesamten österreichischen Gebäudebestandes auf einem umfassenden Computermodell. Auf Basis dieses Modells erfolgen Szenarienrechnungen, wobei drei Szenarien den möglichen Entwicklungsraum entscheidender Parameter bis 2030 überspannen. Diese Szenarien lassen sich wie folgt charakterisieren:

- **Basisszenario.** Das Basisszenario geht von einer Fortschreibung des Status quo aus. Niedrige Teuerungsraten der Energiepreise sowie die existierenden nationalen energiepolitischen Rahmenbedingungen werden unverändert bis zum Jahr 2030 fortgeschrieben. Weiters werden keine CO₂-Preise berücksichtigt. Wesentliche energiepolitische Vorgaben, wie z.B. die Umsetzung von Energieeffizienz (Gebäuderichtlinie) und endogener

technologischer Fortschritt (marktgetriebene Effizienzsteigerungen) werden einkalkuliert.

- **Ambitioniertes Szenario.** Das ambitionierte Szenario unterscheidet sich vom Basisszenario durch höhere Teuerungsraten bezüglich der Energiepreise (Teuerungsraten auf Basis des EU-Modells PRIMES), der Berücksichtigung von moderaten CO₂-Preisen und einer ambitionierteren Energiepolitik (selektivere und höhere Investitionszuschüsse).
- **Beschleunigtes Szenario.** Das beschleunigte Szenario berücksichtigt eine weitere Steigerung der Teuerungsraten von fossilen Energieträgern auf ca. 3% pro Jahr, höhere CO₂-Preise und eine ambitionierte Energiepolitik wie beim ambitionierten Szenario. In Hinblick auf die Eintreffenswahrscheinlichkeit ist dieses Szenario durchaus relevant.

Die weiteren Bereiche des Sektors Wärme und Kälte (Klimatisierung sowie gewerbliche und industrielle Wärme) werden auf aggregiertem Niveau in einem top-down Ansatz analysiert, wobei jeweils ein plausibles Entwicklungsszenario entwickelt wird. Abschließend werden die unterschiedlichen Bereiche wieder zusammengeführt, wobei Gesamtszenarien für den Bereich Wärme und Kälte resultieren.

Die Datenbasis der Studie ist im Bereich aggregierter Daten in Hinblick auf Gebäude und nationalem Energieverbrauch durch unterschiedliche Publikationen der Statistik Austria gegeben, im Bereich disaggregierte Daten werden Datenbanken der Autoren herangezogen, wobei der Abgleich aller verwendeten Modelle mittels nationaler Statistiken erfolgt.

8.2 Ergebnisse

8.2.1 Raumwärme und Warmwasserbereitung

Der Endenergieverbrauch

Ein zunächst überraschendes Ergebnis ist die gleichmäßige Reduktion des Gesamtverbrauchs für Raumwärme und Warmwasserbereitung in allen drei Szenarien, wie dies in Abbildung 8.2.1 dargestellt ist. In allen Szenarien wurde davon ausgegangen, dass die normativen energiepolitischen Instrumente (Bauordnung, Gebäuderichtlinie) welche gegenwärtig installiert sind, weiterhin Gültigkeit behalten und ihre Wirkung in der Zukunft entfalten. Weiters wurde in allen Szenarien davon ausgegangen, dass sowohl im Bereich des Neubaus als auch im Bereich der Sanierung jeweils der aktuelle Stand der Technik (in Hinblick auf die Energieeffizienz von passiven und aktiven Komponenten) umgesetzt wird. Diese Mechanismen bewirken eine fortschreitende Verbesserung der Energieeffizienz des Gebäudebestandes sowie der darin enthaltenen Technologien für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser.

Das Modell zeigt eine Reduktion des Endenergieverbrauchs von rund 349 PJ im Jahr 2005 auf rund 247 PJ im Jahr 2030. Dies entspricht einer Reduktion um 29%. Betrachtet man die Struktur des Endenergieverbrauchs der drei Szenarien, so lassen sich deutliche strukturelle Unterschiede in den Ergebnissen erkennen. Sowohl das ambitionierte als auch das beschleunigte Szenario weisen deutlich höhere Anteile an

erneuerbarer Energie im Energieträgermix auf, als dies beim Basisszenario der Fall ist. Während im Basisszenario im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung bis zum Jahr 2030 rund 61% Erneuerbare erreicht werden, liegen diese Anteile beim ambitionierten Szenario bei rund 76% und beim beschleunigten Szenario bei rund 79%, die erneuerbaren Anteile des elektrischen Stroms nicht mitgerechnet. Der Unterschied zwischen ambitionierten Szenario und beschleunigten Szenario ist somit relativ gering, wobei in Hinblick auf die zeitliche Entwicklung das beschleunigte Szenario die hohen Anteile erneuerbarer Energie früher erreicht. Der größte Unterschied zwischen den beiden letztgenannten Szenarien tritt im Jahr 2025 auf.

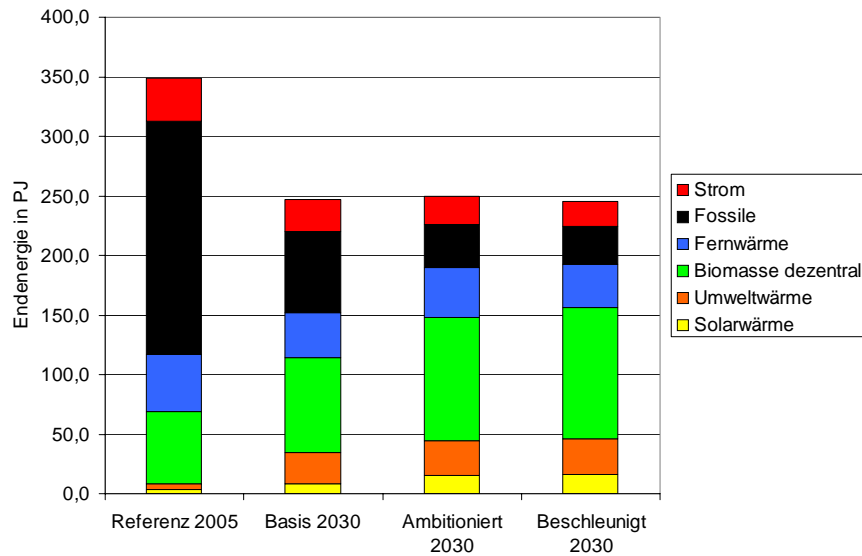


Abbildung 8.2.1: Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung in Österreich – Referenz 2005 und die Ergebnisse der Szenarien; Quelle: EEG (2007);

Gegen Ende der Betrachtungsperiode zeigt sich beim beschleunigten Szenario ein Sättigungseffekt. Beschleunigtes Szenario und ambitioniertes Szenario nähern sich hier wieder an (siehe Abb. 8.2.2). Alles deutet darauf hin, dass es nach 2030 hoher Anstrengungen bedürfen wird, um den Anteil erneuerbarer Energie noch deutlich weiter zu steigern.

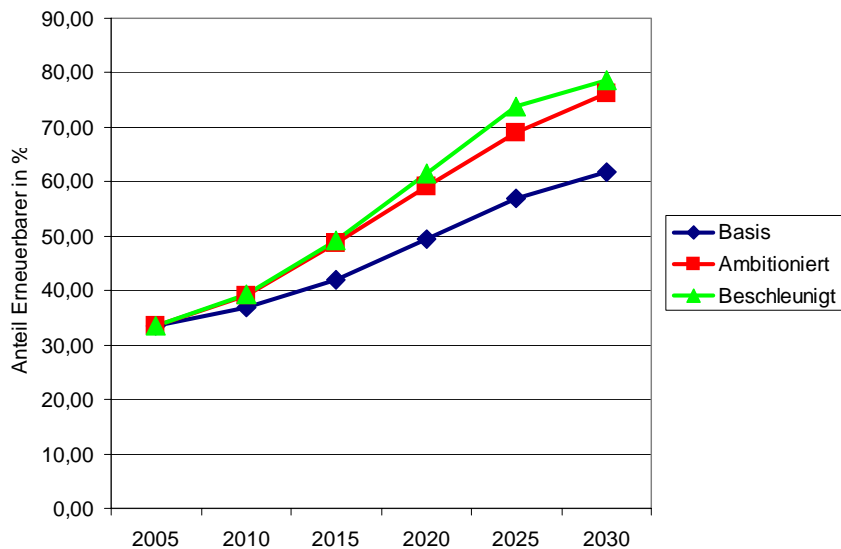


Abbildung 8.2.2: Anteil Erneuerbarer (ohne erneuerbaren Strom) am Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasserbereitung; Quelle: EEG (2007);

Die Technologiediffusion

Abbildung 8.2.3 zeigt die Technologiediffusion für die 3 Szenarien und die Jahre 2020 und 2030 und zum Vergleich die Ausgangssituation im Jahr 2005. Abgebildet ist der jeweilige Anlagenbestand der Hauptheizsysteme. Die Summe dieser Systeme entspricht dabei jeweils der Summe der beheizten Gebäude, die Anzahl der Solaranlagen kommt zusätzlich hinzu. Die strukturellen Unterschiede zwischen dem Basisszenario und dem ambitionierten bzw. dem beschleunigten Szenario einerseits und den Jahren 2020 und 2030 andererseits sind deutlich zu erkennen.

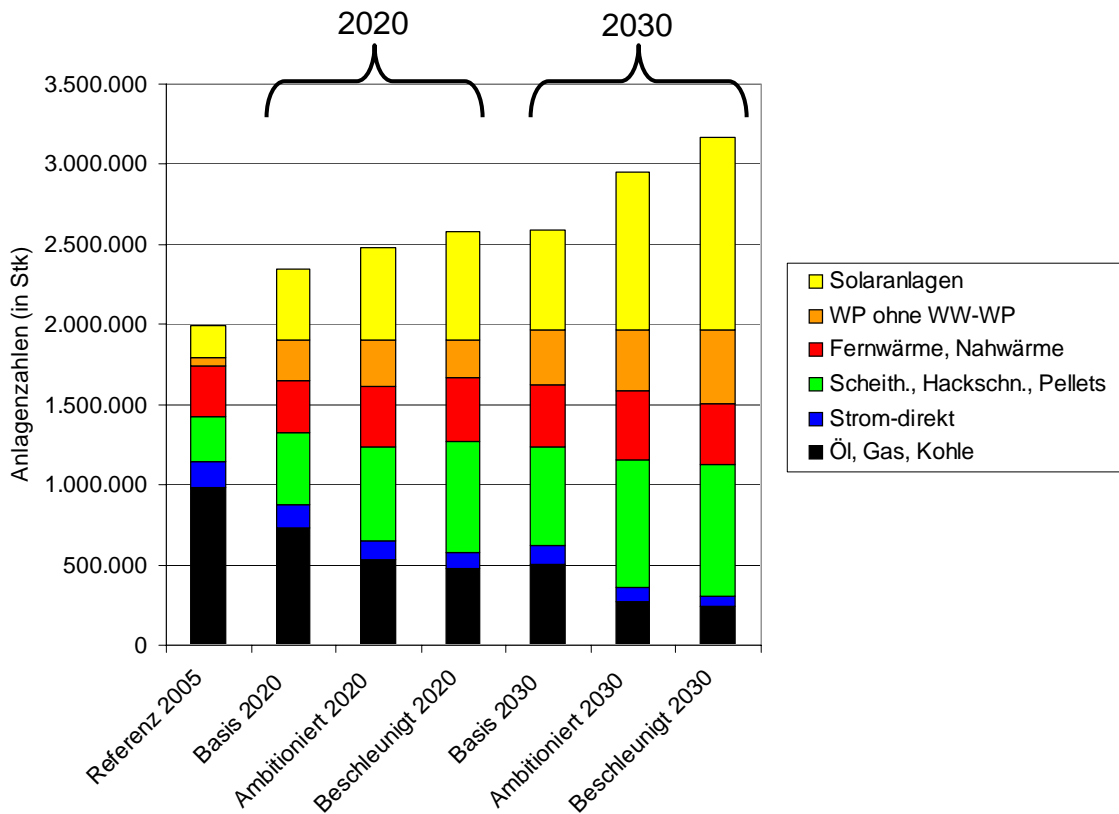


Abbildung 8.2.3: Technologiediffusion von Hauptheizsystemen und Solaranlagen in den Szenarien für die Jahre 2005, 2020 und 2030; Quelle: EEG (2007);

Bei einem strukturellen Vergleich des beschleunigten Szenarios mit dem Basisszenario fällt auf, dass das beschleunigte Szenario in Hinblick auf Struktur und Größenordnungen dem Basisszenario um gut 10 Jahre voreilt. Die Randbedingungen des beschleunigten Szenarios "beschleunigen" die strukturelle Entwicklung damit im Betrachtungszeitraum um mehr als 10 Jahre.

Die Anzahl der Ölheizungen sinkt in allen Szenarien bis 2030 auf unter ein Zehntel der im Jahr 2005 vorhandenen Anlagen. Die Hauptdynamik findet hierbei im Zeitraum von 2020 bis 2030 statt. Bei der Anzahl der Gasheizsysteme muss im Jahr 2030 zwischen dem Basisszenario und dem ambitionierten bzw. dem beschleunigten Szenario unterschieden werden. Im Basisszenario bleibt die Gasheizung ein wesentliches Heizsystem, während in den beiden anderen Szenarien doch eine deutliche Reduktion der Gasheizsysteme zu verzeichnen ist. Die Anzahl der Scheitholz-Heizsysteme steigt in allen Szenarien moderat, die höchste Steigerung tritt im Fall des beschleunigten Szenarios auf. Pelletssysteme nehmen in allen Szenarien einen hohen Stellenwert ein, wobei die stärkste Diffusion unter den Randbedingungen des ambitionierten

Szenarios für 2030 zu verzeichnen ist. Interessanter Weise weisen Pelletssysteme im Jahr 2030 im Basisszenario und im beschleunigten Szenario ähnliche Verbreitung auf, während im ambitionierten Szenario dieser Diffusionsgrad deutlich übertroffen wird. Die Verbreitung der klassischen Fernwärme ist über weite Bereiche etwa konstant. Dies betrifft vor allem das Basisszenario und das ambitionierte Szenario. Im Modell wurden für alle Szenarien Mechanismen implementiert, die den Umstieg von Fernwärme auf ein anderes System deutlich erschweren um die praxisrelevanten Rahmenbedingungen abzubilden. Trotzdem gerät im beschleunigten Szenario die klassische Fernwärme zunehmend unter Preisdruck. Hier ist die parallel stattfindende Steigerung der Diffusion der Biomasse-Nahwärme Systeme als Kompensation zu verstehen. In der Praxis ist dieser Effekt auch als Änderung des Brennstoffmix im Bereich der Nah- und Fernwärmeanlagen zu interpretieren, wobei der wirtschaftliche Betrieb von Wärmenetzen angesichts der steigenden Energieeffizienz der Gebäude zunehmend schwieriger wird (sinkende Abnahmedichte).

Heizsysteme auf Kohlebasis werden im Betrachtungszeitraum in allen Szenarien bis zur Bedeutungslosigkeit reduziert. Alte Kohlekessel werden spätestens am Ende ihrer Lebensdauer gegen andere Systeme ersetzt. Eine deutliche Reduktion der Systemzahl ist auch im Fall der Strom-direkt Heizungen zu verzeichnen, wobei eine Staffelung nach Szenarien zu beobachten ist.

Wärmepumpensysteme verzeichnen in allen Szenarien eine deutliche Diffusion, wobei die höchsten Zahlen unter den Randbedingungen des beschleunigten Szenarios erreicht werden. Diesem Heizsystem kommt die Erhöhung der Gebäudeenergieeffizienz in besonderem Maße zu Gute. Die Steigerungsraten betreffen hierbei sowohl den Bereich des innovativen Neubaus als auch den Sanierungsbereich, der auch ein Einsatzgebiet für reine Brauchwasserwärmepumpen darstellt. Die Diffusion der Solaranlagen für die Warmwasserbereitung und/oder teilsolare Raumheizung ist ebenfalls in allen Szenarien stark ausgeprägt, wobei die Randbedingungen der unterschiedlichen Szenarien wiederum einen großen Einfluss auf die Höhe der Steigerungsraten haben.

Die CO₂-Relevanz

Der Rückgang des Endenergieverbrauchs für Raumheizung und Warmwasserbereitung sowie die Umstrukturierung des Energiemix in diesem Bereich bewirken eine deutliche Reduktion der zugehörigen CO₂-Emissionen. Abbildung 8.2.4 zeigt den Verlauf der CO₂-Emissionen für die behandelten Szenarien. Die CO₂-Emissionen betragen im Jahr 2005 ca. 22,3 Mio. Tonnen. Bis zum Jahr 2020 können im Basisszenario 7,0 Mio. Tonnen, im ambitionierten Szenario 9,0 Mio. Tonnen und im beschleunigten Szenario 9,7 Mio. Tonnen eingespart werden. Bis zum Jahr 2030 sind Einsparungen von 11,7, 14,0 und 14,9 Mio. Tonnen CO₂ zu verzeichnen. Die Einsparungen sind in Tabelle 8.2.1 dokumentiert.

Tabelle 8.2.1: CO₂-Einsparungen im Sektor Raumwärme und Warmwasserbereitung für die Szenarien bezogen auf das Jahr 2005; Quelle: EEG (2007);

Szenario	CO ₂ -Einsparungen in Mio. Tonnen					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Basisszenario	0,0	1,5	4,0	7,0	9,9	11,7
ambitioniertes Szenario	0,0	1,9	5,2	9,0	11,8	14,0
beschleunigtes Szenario	0,0	2,0	5,4	9,7	13,2	14,9

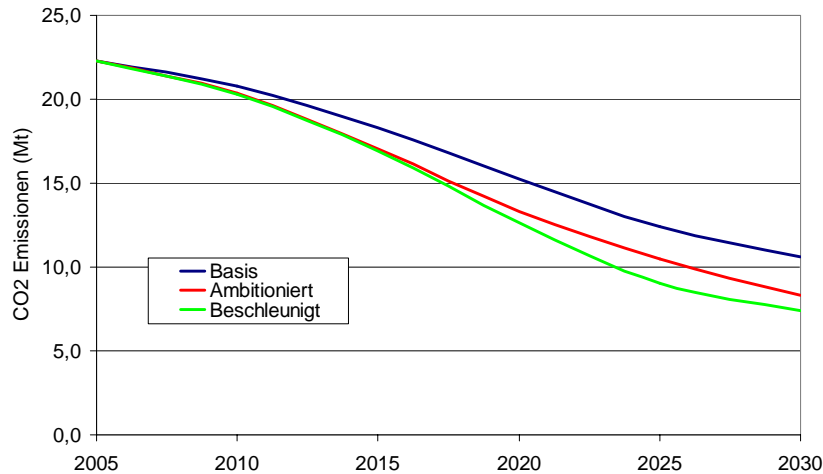


Abbildung 8.2.4: CO₂-Emissionen im Sektor Raumwärme und Warmwasserbereitung für die untersuchten Szenarien; Quelle: EEG (2007);

8.2.2 Klimatisierung

Der zukünftige Stromverbrauch für Klimatisierung in Österreich wurde aus einem bottom-up Modell ermittelt, wobei der Verbrauch im Jahr 2020 970 GWh und im Jahr 2030 1875 GWh beträgt. Es wurde angenommen, dass im Jahr 2030 ein Anteil dieses Stromverbrauchs von jeweils 30% über Erdkühlung mit aktiver Wärmepumpe und über solare Kühlung substituiert werden kann.

8.2.3 Dampferzeugung und Prozesswärme

Das Szenario für Dampferzeugung und Prozesswärme ist in Abbildung 8.2.5 dargestellt. Dabei wurde dem Sektor eine Effizienzlernrate von 3%/a unterstellt und ein Ausbauprogramm für erneuerbare Energieträger implementiert, das im wesentlichen auf die Substitution von fossilen Energieträgern abzielt. Der Anteil erneuerbarer Energie kann im Szenario von 33% im Jahr 2005 auf 68% im Jahr 2030 gesteigert werden.

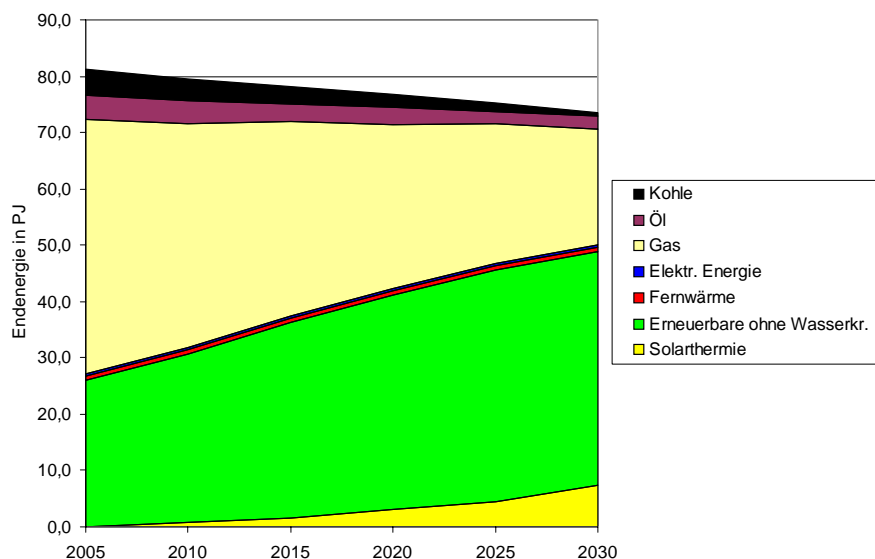


Abbildung 8.2.5: Szenario für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Dampferzeugung und Prozesswärme bis 2030; Quelle: EEG (2007);

8.2.4 Industrieöfen

Das Szenario für den Bereich Industrieöfen ist in Abbildung 8.2.6 dargestellt. Es wird hierbei eine Effizienzlernrate von 2%/a unterstellt und angenommen, dass wiederum eine Substitution von fossilen Energieträgern durch erneuerbare Energieträger möglich ist.

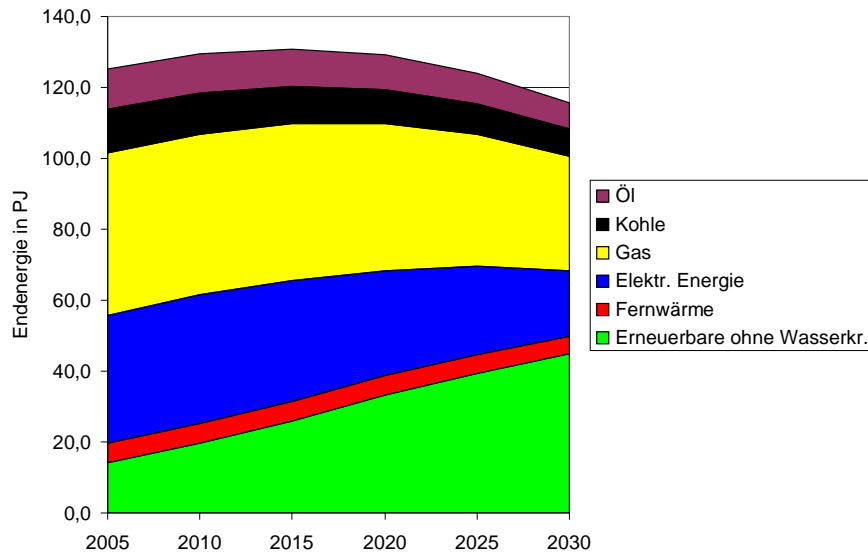


Abbildung 8.2.6: Szenario für den Energieträgermix für den Sektor Industrieöfen ohne Warmwasserbereitung der Haushalte; Quelle: EEG (2007);

8.2.5 Gesamtbetrachtung Wärme und Kälte

Die Gesamtentwicklung des Endenergieverbrauchs des Bereiches Wärme und Kälte ist in Abbildung 8.2.7 anhand des moderaten ambitionierten Szenarios dargestellt. Die Reduktion des Endenergieverbrauchs resultiert vor allem aus dem Anstieg der Gebäude-Energieeffizienz im Sektor Heizung und Warmwasser.

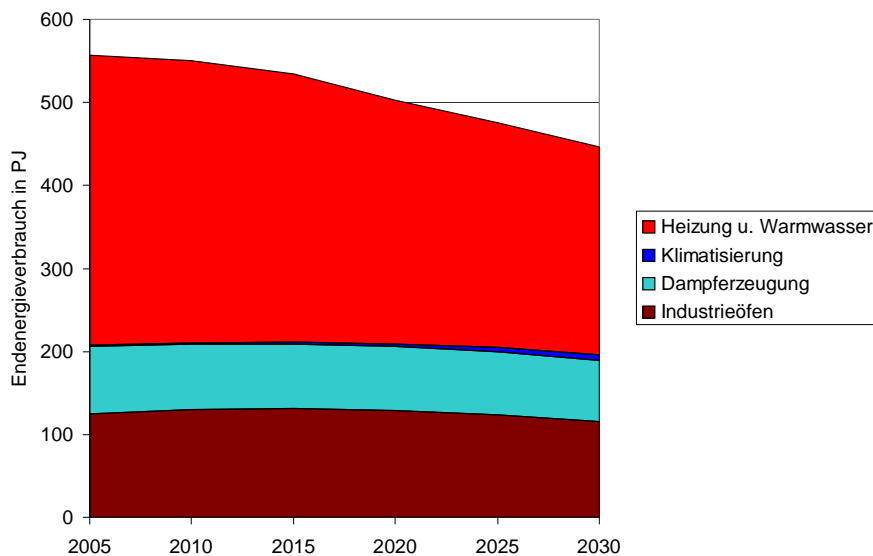


Abbildung 8.2.7: Entwicklung des Endenergieverbrauches des gesamten Wärmesektors im ambitionierten Szenario; Quelle: EEG (2007);

Neben der Entwicklung des Endenergieverbrauchs ist die Entwicklung des Energieträgermix von zentraler Bedeutung. Abbildung 8.2.8 veranschaulicht den

strukturellen Wechsel der schwerpunktmäßigen Versorgung mit fossiler Energie zur Versorgung mit erneuerbarer Energie. Der Anteil erneuerbarer Energie (ohne Strom) beträgt dabei im Jahr 2005 20,6% und erhöht sich bis zum Jahr 2030 auf 57,5%.

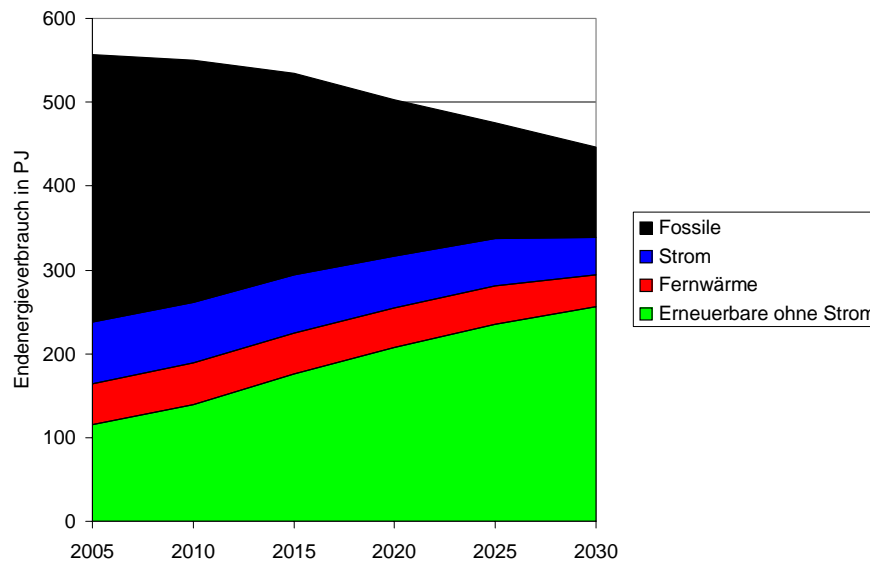


Abbildung 8.2.8: Entwicklung des Energieträgermix für den gesamten Wärmesektor im ambitionierten Szenario; Quelle: EEG (2007);

Aus der Reduktion des Endenergieverbrauchs und der strukturellen Veränderung der Endenergieaufbringung resultiert schlussendlich eine deutliche Reduktion der CO₂-Emissionen. Die Emissionsreduktion beträgt im ambitionierten Szenario für den gesamten Wärmebereich 11,7 Mio. Tonnen bis zum Jahr 2020 und 19,6 Mio. Tonnen bis zum Jahr 2030.

8.2.6 Volkswirtschaftliche Effekte

Die gezeigten Entwicklungen haben umfangreiche volkswirtschaftliche Konsequenzen. Die massive Technologiediffusion im Bereich der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie bewirkt ein weiteres kräftiges Ansteigen der nationalen Wertschöpfung und der Arbeitsplatzzahlen in diesem Bereich. Im Bereich Wärme und Kälte sind hierbei folgende Technologien untersucht worden: Biomasseanwendungen (Nah- u. Fernwärme, Stückholz- Hackschnitzel- und Pelletsfeuerungen), die Solarthermie und die Wärmepumpentechnologie.

Die aggregierten Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für die genannten Technologien sind in Abbildung 8.2.9 und 8.2.10 dargestellt. Die Wertschöpfungseffekte (Abbildung 8.2.9) repräsentieren die primären Effekte (direkte plus indirekte Effekte, jedoch keine Sekundäreffekte) der Produktion dieser Technologien im österreichischen Inlandsmarkt für den Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung.

Die dargestellte Entwicklung zeigt einen interessanten Verlauf. Im Basisszenario lässt sich ein kontinuierlicher Anstieg der Wertschöpfung über den Betrachtungszeitraum beobachten, während sich im ambitionierten Szenario nach einem raschen Anstieg ein konstanter Verlauf einstellt. Im beschleunigten Szenario wird im Zeitraum 2016-2020 nach einem steilen Anstieg ein Maximum erreicht, im Zeitraum danach kommt es zu einer Reduktion der Wertschöpfung bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes. Im letzten Zeitraum der Gesamtperiode (2026-2030) befinden sich die

Wertschöpfungen aus den drei Szenarien in einer ähnlichen Größenordnung, möglicher Weise der nachhaltig erzielbaren Wertschöpfung in diesem Sektor.

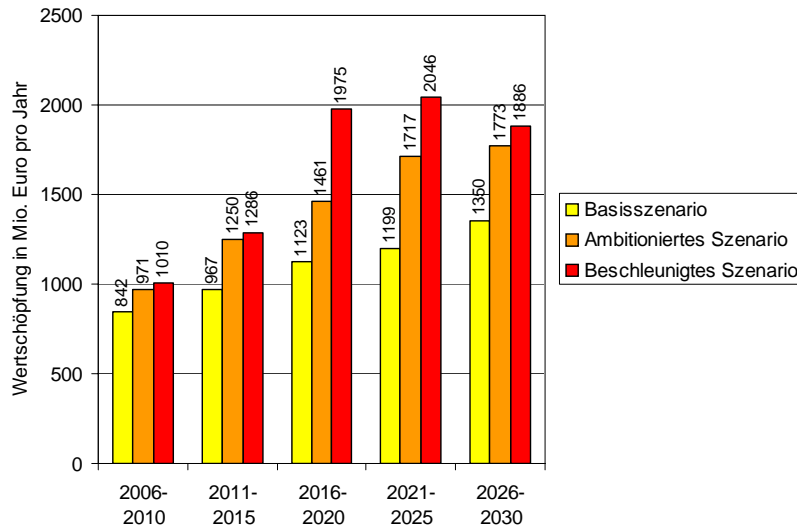


Abbildung 8.2.9: Primäre Wertschöpfung (indirekte plus direkte) aus der Produktion der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung über den Szenarienzeitraum; Quelle: EEG (2007);

Fluktuierende Verläufe wie sie unter den Randbedingungen des beschleunigten Szenarios entstehen, stellen für die betroffenen Produzenten der Technologien sowie aller weiteren an der Wertschöpfungskette beteiligten Produzenten und Dienstleister eine große Herausforderung dar. Aus dieser Sicht wird im beschleunigten Szenario zwar die rascheste Veränderung hervorgerufen, in Hinblick auf die längerfristige strukturelle Entwicklung stellt jedoch das ambitionierte Szenario das bessere Entwicklungsszenario dar.

Die in Abbildung 8.2.10 dargestellten Beschäftigungseffekte betreffen die Produktion und den Betrieb der entsprechenden Technologien. Strukturell zeigen sich ähnliche Verläufe wie bei der Wertschöpfung.

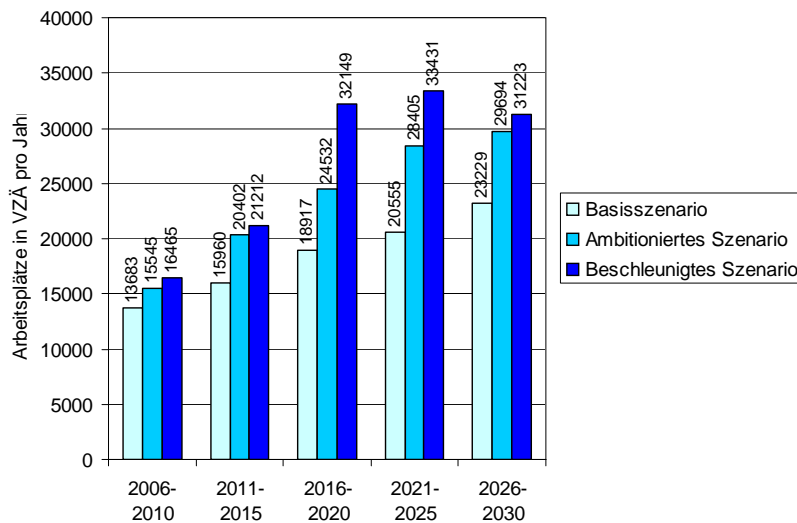


Abbildung 8.2.10: Primäre Beschäftigungseffekte (indirekte plus direkte) aus der Produktion und dem Betrieb der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung über den Szenarienzeitraum; Quelle: EEG (2007);

Eine zusätzliche Wertschöpfung bzw. zusätzliche Beschäftigungseffekte resultieren einerseits aus den sekundären Effekten durch den Einkommenseffekt der primären Effekte (diese können für den Szenarienzeitraum nicht seriös abgeschätzt werden), andererseits aus den Bereichen Klimatisierung, Prozesswärme und Industrieöfen. Werte zu den letztgenannten Bereichen können nur mittels einer technologisch-strukturellen Analyse der gewerblich-industriellen Strukturen und deren Änderung bei z.B. Brennstoffsubstitution ermittelt werden, was im Rahmen der vorliegenden Studie nicht möglich war.

8.2.7 100% Erneuerbare bis 2030?

Es hat sich gezeigt, dass bei einem Übergang zu einer nationalen Wärmeversorgung aus 100% erneuerbarer Energie mehrere hemmende Faktoren wirksam werden. Wesentliche Aspekte sind:

- Begrenzttes Potenzial an Biomasse
- Begrenzte mögliche Temperaturniveaus bei Solarthermie und Nutzung der Umgebungswärme
- Prozessbedingter Bedarf am Energieträger elektrischer Strom (gewerblich-industrielle Prozesse, Betrieb von Wärmepumpen, Betrieb von Pumpen und Hilfsaggregaten anderer Technologien zur Nutzung Erneuerbarer)
- Lange Systemzeitkonstanten wegen langlebiger und investitionsintensiver Systemkomponenten

Die Frage, ob 100% erneuerbare Wärme in Österreich möglich ist, muss abschließend differenziert beantwortet werden: 100% erneuerbare Wärme sind bis zum Jahr 2030 unter stetigen Rahmenbedingungen auch bei hohen Teuerungsraten für fossile Energieträger nicht realistisch umsetzbar. In Abhängigkeit von verschiedenen Szenarienparametern sind jedoch hohe Anteile erneuerbarer Energie, vor allem im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung möglich. 100% erneuerbare Wärme für den gesamten Wärmebereich sind auf Basis einer sehr groben Betrachtung bis zum Jahr 2060 umsetzbar, wobei im System stets nicht erneuerbare Anteile des elektrischen Stromes bzw. der Fernwärme verbleiben.

8.2.8 Was der Wärme- und Kältesektor in Hinblick auf die Regierungsziele beitragen kann

Österreich hat sich, wie auch die Europäische Union und andere Nationalstaaten, ambitionierte Ziele in Hinblick auf die zukünftige Nutzung erneuerbarer Energie gesetzt. Der Anteil erneuerbarer Energie am Bruttoinlandsverbrauch soll demnach bis zum Jahr 2010 auf 25% ansteigen, bis 2020 soll ein Anteil von 45% erreicht werden.

Der nationale Endenergieverbrauch betrug im Jahr 2004 für alle Sektoren in Summe 1080 PJ, wovon 22,5% erneuerbare Energie (inklusive Wasserkraft und Erneuerbare im Strommix) waren. Mit den Wachstumszahlen des Endverbrauches von Kratena und Wüger (2005) hochgerechnet, ergibt sich für das Jahr 2020 für Österreich ein energetischer Endverbrauch von 1277 PJ. 45% Erneuerbare im Jahr 2020 würden somit einen erneuerbaren Anteil von 575 PJ ausmachen. Die Anteile dieses Ziels, die vom Sektor Wärme und Kälte erfüllt werden können sind in Tabelle 8.2.2

dokumentiert. Der Sektor Wärme und Kälte kann somit in Abhängigkeit vom gewählten Szenario einen Anteil von 38,6% (Basisszenario) bis 43,5% (beschleunigtes Szenario) des Gesamtziels erfüllen (Erneuerbare im Strommix sind hierbei berücksichtigt).

Tabelle 8.2.2: Beitrag des Wärme- und Kältesektors in Hinblick auf das Regierungsziel 45% Erneuerbare bis 2020; Quelle: EEG (2007);

	Erneuerbare ohne Strom (in PJ)	Erneuerbarer Anteil Strom (60,7%, in PJ) ⁹	Summe (in PJ)	Anteil am Erneuerbaren-Ziel (in %)
Basisszenario	183,3	38,5	221,9	38,6
Ambitioniertes Szenario	207,3	37,3	244,5	42,5
Beschleunigtes Szenario	215,5	34,8	250,3	43,5

8.3 Schlussfolgerungen

Aus den getätigten Untersuchungen können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Im Zeitraum bis 2030 können hohe Anteile des Energieverbrauches im Sektor Wärme und Kälte mit Erneuerbaren abgedeckt werden. 100% Erneuerbare sind jedoch unter stetigen Randbedingungen mit den heute verfügbaren Technologien und Anwendungsmöglichkeiten bis 2030 voraussichtlich nicht erreichbar.
- Der Sektor Wärme und Kälte kann in Abhängigkeit vom gewählten Szenario einen Anteil von 38,6% (Basisszenario) bis 43,5% (beschleunigtes Szenario) des Regierungszieles 45% Erneuerbare bis 2020 beitragen.
- Es sind im Sektor Wärme und Kälte umfangreiche CO₂-Emissionsreduktionen möglich, welche sich aus der Steigerung der Energieeffizienz und einem Strukturwandel im Energiemix in Richtung Erneuerbare zusammensetzen, wobei beide Komponenten gleichermaßen wichtig sind, da beschränkte Potenziale Erneuerbarer vorliegen.
- Für eine stabile und kontinuierliche Entwicklung einer nationalen, auf der Nutzung erneuerbarer Energieträger basierenden Wärmeversorgung sind stabile energiepolitische Randbedingungen und ein hohes Maß an Investitionssicherheit erforderlich. Forschung und technologische Entwicklung müssen sowohl im Energieeffizienzbereich als auch im Bereich der Wärmebereitstellungstechnologien und Systemlösungen intensiviert werden.
- Aus technologischer Sicht müssen Systemlösungen angestrebt werden, deren Ziel eine optimale Kombination von Energieeffizienz und Erneuerbarer ist, wobei das Prinzip einer kaskadischen Nutzung (z.B. Temperaturniveaus) eine große Rolle spielt.

⁹ Für die Kalkulation wurde der erneuerbare Anteil des elektrischen Stromes aus dem Jahr 2005 mit 60,7% angesetzt. Eine Prognose des erneuerbaren Stromanteiles für das Jahr 2020 war in der vorliegenden Studie nicht durchführbar. Tendenziell wird sich der Anteil Erneuerbarer im Strommix bis 2020 wegen des steigenden nationalen Stromverbrauchs voraussichtlich jedoch verringern.

- Bei einem forcierten Einsatz erneuerbarer Energie im Wärmebereich werden die nationalen Potenzialgrenzen der Biomasse erreicht. Es ist in dieser Hinsicht zu überlegen, wo Biomasse im Wärmebereich strategisch günstig eingesetzt werden kann, da mit diesem Energieträger auch hohe Prozesstemperaturen erreicht werden können, die z.B. im Industrieofenbereich erforderlich sind, nicht jedoch im Raumwärmebereich.
- Selbst im Basisszenario werden große Energieeinsparungen durch Erhöhung der Energieeffizienz erreicht. Es darf dabei jedoch nicht der Eindruck entstehen, dass es sich hierbei um einen endogenen Effekt handelt. Grundvoraussetzung ist, dass die bestehenden Effizienzprogramme und Richtlinien exakt umgesetzt werden. Dies trifft im besonderen Maße auf die EU-Rahmenrichtlinie 2020 und die ambitionierten nationalen Ziele bis zum Jahr 2020 zu.
- Die Systemzeitkonstanten, vor allem jene der Energieeffizienz im Wärmesektor sind durch die Langlebigkeit der Komponenten enorm. Energiepolitische Maßnahmen sind deshalb ohne Verzug umzusetzen.
- Die beschriebenen Entwicklungen können nur erreicht werden, wenn sich die ökonomischen Randbedingungen für Investitionen nicht verschlechtern. Vor allem die nötigen Energieeffizienzmaßnahmen sind mit hohen Investitionen verknüpft.
- Bei budgetären Überlegungen in Hinblick auf die Finanzierung anreizorientierter energiepolitischer Instrumente sind weitere positive volkswirtschaftliche Überlegungen in die Kalkulationen mit einzubeziehen wobei folgende wesentliche Aspekte zum Tragen kommen:
 - Der nationale Zahlungsabfluss für den Import von fossilen Energieträgern wird durch eine inländische Wertschöpfung substituiert.
 - Die Versorgungssicherheit in Bezug auf Raumwärme, Warmwasserbereitung und ebenso gewerbliche und industrielle Prozesse wird erheblich verbessert. Diese Qualität wurde in der Vergangenheit für den Wärmebereich kaum diskutiert, wird jedoch im betrachteten Zeitraum bis 2030 mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Thema.
 - Die Diffusion von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie im Wärmebereich führt zu einer erheblichen Reduktion von CO₂-Emissionen.
 - Die Umsetzung einer offensiven Strategie zur Diffusion erneuerbarer Energie Technologien in Österreich schafft für Österreich die Chance zu einer europäischen Modellregion zu werden. Österreich hat sowohl aus der Sicht des historischen Technologie-Diffusionsverlaufes als auch aus der Sicht der Rohstoffe und Produktionsinfrastruktur optimale Voraussetzungen zu einer zukünftigen Marke für erneuerbare Technologie zu werden.
 - Die weitere aktive Entwicklung und Forcierung des Heimmarktes für erneuerbare Energie Technologien schafft optimale Voraussetzungen zur Entwicklung des Exportmarktes.
 - Die diskutierten Technologien nutzen dezentral regionale erneuerbare Ressourcen und sind dadurch kompatibel mit der dezentralen

Ressourcenverteilung und der Verteilung des Energiedienstleistungsbedarfs. Transportwege werden dadurch minimiert und eine hohe Versorgungssicherheit wird gewährleistet.

- Die Bereitstellung von festen biogenen Energieträgern belebt die regionale ländliche Wirtschaft und schafft eine regionale Wertschöpfung in sonst oft wirtschaftlich benachteiligten Regionen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie im Wärmebereich bereits im Status quo einen hohen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Stellenwert aufweisen, welcher ein großes zukünftiges Entwicklungspotenzial zeigt und langfristig zu einer wesentlichen Grundlage der österreichischen Volkswirtschaft werden kann.

9. Summary and conclusions

9.1 Introduction

The present study investigates the development of final energy consumption for heating and cooling in Austria up to the year 2030. This sector comprises 51.3% of total final energy consumption, see figure 9.1.1 below, and is mostly (78.6%) provided by fossil energy carriers and electricity (without considering renewables in the electricity mix). For the investigation, heating and cooling is split up into the four areas (i) space and water heating, (ii) air conditioning, (iii) commercial and industrial steam production and, (iv) industrial ovens. With 62.7% space and water heating holds the largest share of the heating and cooling sector.

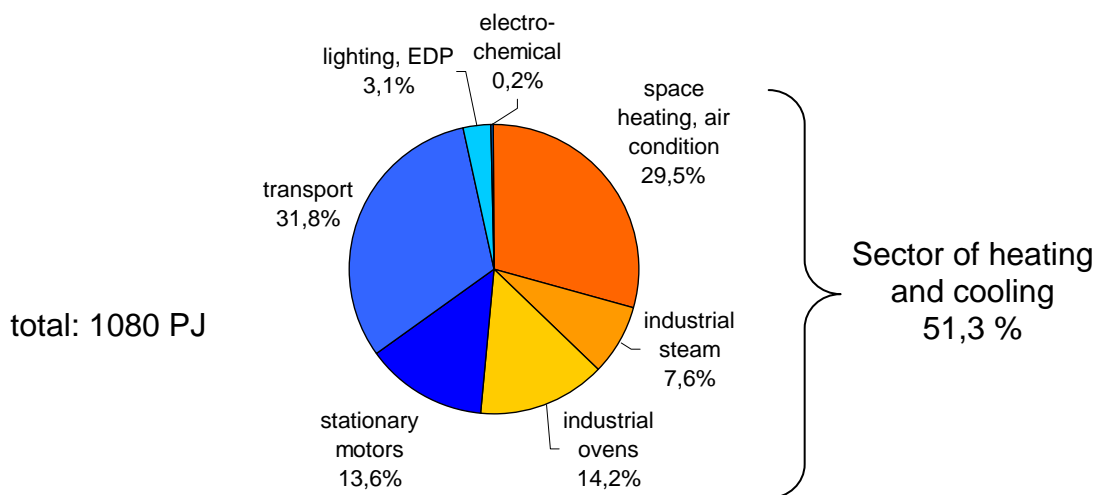


Figure 9.1.1: Final energy consumption in Austria for the major energy service sectors in the year 2004; sources: data: Statistik Austria (2005), figure: EEG (2007).

The target of the present work is to find out the future role of renewable energy and energy efficiency in the heating and cooling sector up to the year 2030. For the investigation three scenarios are defined and the variation of major parameters allows the discussion of their influence on the technology diffusion process, the resulting CO₂ emissions and last but not least economic effects. Subsequently the question will be answered if a national energy supply with 100% renewable energy carriers for heating and cooling in Austria will be possible until 2030.

Methodically the subsector space and water heating is modelled by a comprehensive computer model on a disaggregated level. For this purpose, Austria's building stock (residential buildings and all service buildings) is completely depicted in the model. On this basis three scenarios are worked out, which cover a relevant range of major parameters values up to the year 2030. The scenarios can be characterised like follows:

- **Baseline scenario.** The baseline scenario assumes a continuation of the status quo. Low rate of price increases of all kind of energy carriers (including fossil) and the continuation of the existing energy policy instruments of Austria up to the year 2030. Furthermore there are no CO₂ prices taken into

consideration. But important existing energy policy targets in the area of energy efficiency (especially energy efficiency of buildings and heating systems) are implemented and in the model they are expected to be realised. Moreover endogenous technological improvements are implemented, too.

- **Ambitious scenario.** The ambitious scenario shows higher rates of price increase for the different energy carriers (the basis of price increase is the EU model PRIMES) and moderate CO₂ prices are implemented. Furthermore an ambitious energy policy (selective and higher subsidies for technology investments) is taken under consideration.
- **Accelerated scenario.** In the accelerated scenario a further increase of energy prices up to 3% per year (for fossil energy carriers) is implemented. Moreover higher CO₂ prices and a further increase in energy policy efforts are assumed. The authors consider this scenario as not unlikely to appear in the future.

The other subsectors of heating and cooling (air conditioning, commercial and industrial heat) are modelled by aggregated top-down approaches and plausible scenarios are developed for each subsector for the investigated period. Finally the different subsectors are summed up again what leads to total scenarios for the heating and cooling sector.

Aggregated data for the study with respect to buildings and national energy consumption are provided by different publications of the national statistic office "Statistik Austria". Disaggregated data are provided by databases of the study's authors. The models results are compatible with national statistics.

9.2 Results

9.2.1 Space and water heating

Final energy consumption

A surprising result is a significant and for all three scenarios by and large similar reduction of total final energy consumption for space and water heating, see figure 9.2.1. In all scenarios, the present framework of normative energy policy instruments (efficiency construction standards of buildings, building guidelines) is installed in the model. Furthermore the scenarios proceed on the assumption that in both cases, new buildings and retrofitted buildings, always the current technological efficiency standard (active and passive components) is installed. Moreover, it should be noted that in the scenarios with higher fossil energy prices some efficiency improvements are compensated by a higher share of biomass heating systems with somewhat lower efficiencies than fossil boilers. These mechanisms result in a steady increase of energy efficiency of buildings and heating systems where energy prices only play a subordinate role.

The model shows a reduction of final energy consumption from about 349 PJ in the year 2005 (reference value) to about 247 PJ in the year 2030. This is equivalent to a reduction of 29%. Focussing on the structure of energy carriers, we can observe clear differences between the three scenarios. The ambitious scenario as well as the accelerated scenario shows much higher parts of renewable energy than the baseline

scenario. The share of renewables in the energy carrier mix in case of the baseline scenario is 61%, in case of the ambitious scenario it is 76% and finally in case of the accelerated scenario it is about 79%. In these numbers the renewable part of electricity (e.g. hydro power) is not considered. As we can see, there are some differences between the ambitious and the accelerated scenario at the end of the investigated period. However, the major difference between these scenarios is the development over time – in case of the accelerated scenario high shares of renewables can be observed clearly earlier. The biggest difference between ambitious and accelerated scenario appears in 2025.

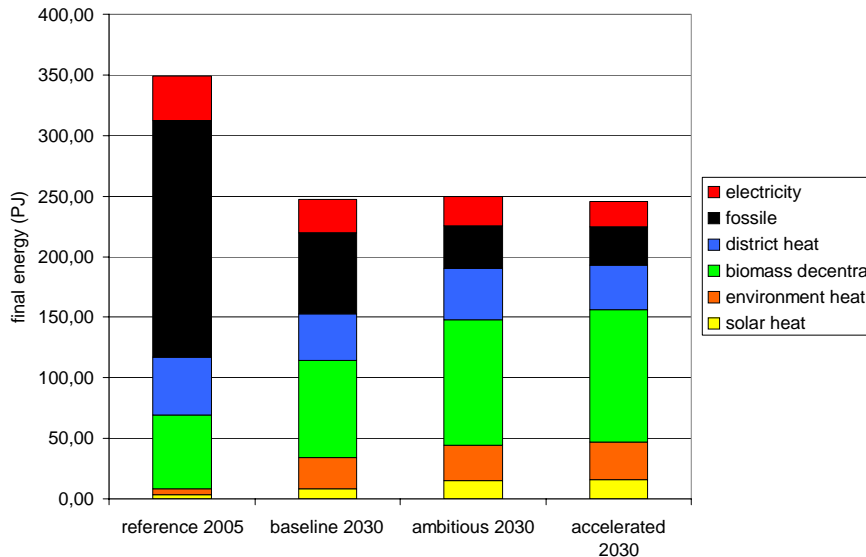


Figure 9.2.1: Final energy consumption for space and water heating in Austria – reference 2005 and the results of the three scenarios for 2030; source: EEG (2007);

At the end of the period we can observe a saturation effect in case of the accelerated scenario. There is a clear approximation of accelerated scenario and ambitious scenario how it can be seen in figure 9.2.2. This development is an indication for the high effort necessary to proceed with the fast increase of renewables share after the year 2030.

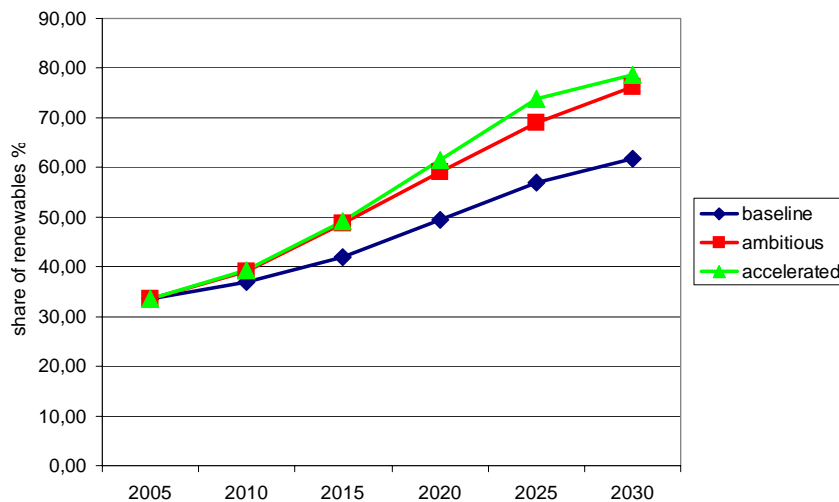


Figure 9.2.2: Share of renewables (without consideration of renewable electricity) in final energy consumption for space and water heating; source: EEG (2007);

Diffusion of technologies

The diffusion of technologies for the three scenarios and the years 2020 and 2030 and the reference values for the year 2005 are shown in figure 9.2.3. The figure shows the number of main heating systems and the number of solar thermal systems. Here the number of main heating systems is equal the number of heated buildings and the number of solar thermal systems is additional. The structural differences between the three scenarios can be seen clearly by a comparison of fossil and renewable development.

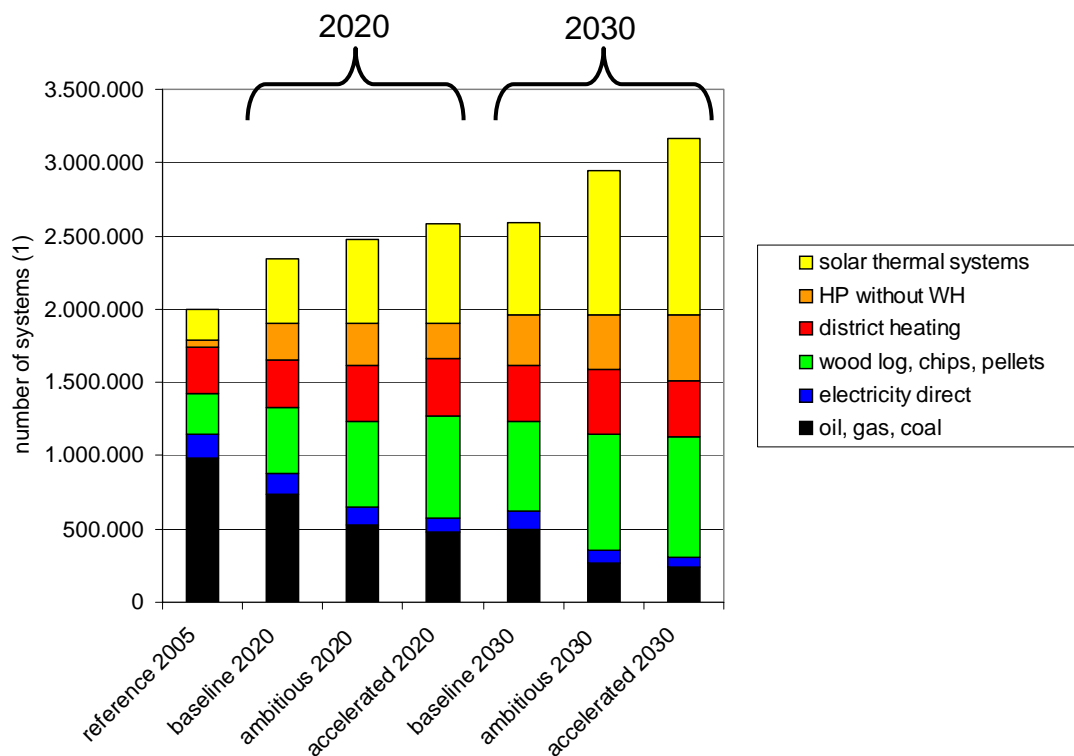


Figure 9.2.3: Technological diffusion of heating systems and solar thermal systems for the three scenarios and the years 2005, 2020 and 2030; source: EEG (2007);

Comparing the technological structure of the accelerated and the baseline scenario, it becomes obvious that the structure of accelerated scenarios' result reaches a certain level of renewable diffusion more than 10 years earlier than the baseline scenario. That is to say, the accelerated scenarios' side conditions speed up the technology diffusion by more than 10 years.

The number of heating systems based on oil decreases in all scenarios for the year 2030 to a tenth of the reference value of the year 2005. Here the major dynamic takes place between 2020 and 2030. In case of gas heating systems there is a difference between the baseline scenario on the one hand and the ambitious and the accelerated scenario on the other hand. In the baseline scenario heating systems based on natural gas remain an important heating system, in the other scenarios a strong decrease of the number of natural gas systems can be observed. The number of heating systems based on wood log increases moderately in all scenarios, the strongest diffusion occurs in the accelerated scenario. Pellets systems have a high impact in all scenarios. The strongest diffusion happens in the ambitious scenario for the year 2030. In this context it is interesting that these systems show a similar diffusion in baseline and accelerated scenario in the year 2030 and a significant higher diffusion in

the ambitious scenario. The spreading of district heating does not vary much during the period of investigation. The model contains some features reflecting a considerable inertia shifting from existing district heating systems to other heating systems. Nevertheless district heating systems decrease in the accelerated scenario because of the strong increasing energy prices. District heating systems in the future will be faced with the additional economic problem of decreasing heat load per building caused by increasing energy efficiency of buildings (decreasing heat density in heating grids).

Heating systems based on coal are phasing out in all scenarios. Coal boilers are replaced by other systems at the latest at the end of their lifetime. A further clear reduction of systems happens in case of direct electric heating systems.

The number of heat pumps increases in all scenarios. The strongest increase shows the accelerated scenario. A major supporting factor for the high diffusion of this technology is the increasing building efficiency which clearly lowers the costs of the technical systems (lower power demand) and above all the running costs. The diffusion takes place in new and in retrofitted buildings, the latter also a promising field for water heating heat pumps. The diffusion of solar thermal systems also strongly develops in all scenarios but differs considerably between the scenarios.

The CO₂-relevance

The decrease of final energy consumption for space and water heating as well as the change in energy mix lead to a clear reduction of CO₂ emissions. Figure 9.2.4 shows the development of CO₂ emissions in this sector for the different scenarios up to the year 2030. CO₂ emissions in 2005 are about 23.2 million tons. The savings in 2020 in relation to 2005 are in case of the baseline scenario 7.0 million tons, 9.0 million tons for the ambitious scenario and 9.7 million tons for the accelerated scenario. The savings in 2030, also in relation to 2005 are 11.7 million tons, 14.0 million tons and 14.9 million tons, respectively. Furthermore, the savings are documented in table 9.2.1 below.

Table 9.2.1: CO₂-savings in the sector space and water heating for the different scenarios in relation to the year 2005; source: EEG (2007);

Scenario	CO ₂ -savings in million tons					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Baseline scenario	0,0	1,5	4,0	7,0	9,9	11,7
Ambitious scenario	0,0	1,9	5,2	9,0	11,8	14,0
Accelerated scenario	0,0	2,0	5,4	9,7	13,2	14,9

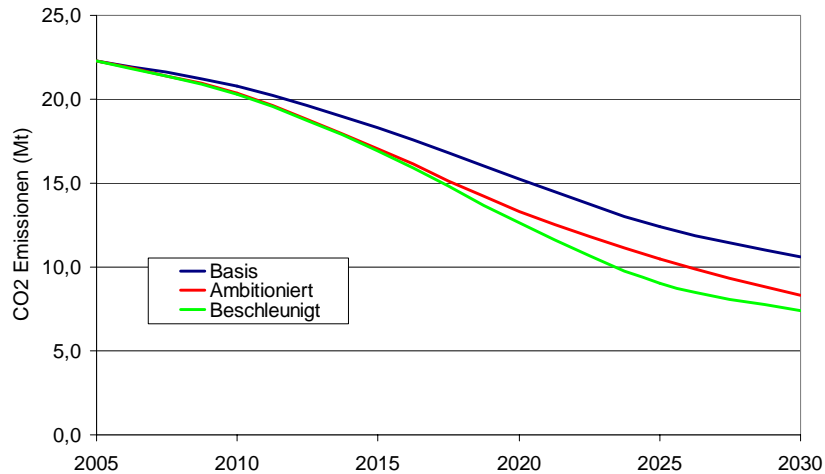


Figure 9.2.4: CO₂-emissions in the subsector space and water heating for the three scenarios; source: EEG (2007);

9.2.2 Air condition

The electricity consumption for air condition in Austria was estimated by a bottom-up model and results in values of 970 GWh for the year 2020 and 1875 GWh for the year 2030. Furthermore it was assumed that 30% of the above mentioned values for the year 2030 can be substituted by heat pumps with earth cold and further 30% can be substituted by solar cooling.

9.2.3 Commercial and industrial steam Production

The scenario for the steam production and industrial process heat is shown in figure 9.2.5. An increase of industrial energy efficiency of 3% per year is calculated and a program for fuel switch from fossil energy carriers to renewable energy carriers is installed. The share of renewable energy can be raised from 33% in the year 2005 up to 68% in the year 2030.

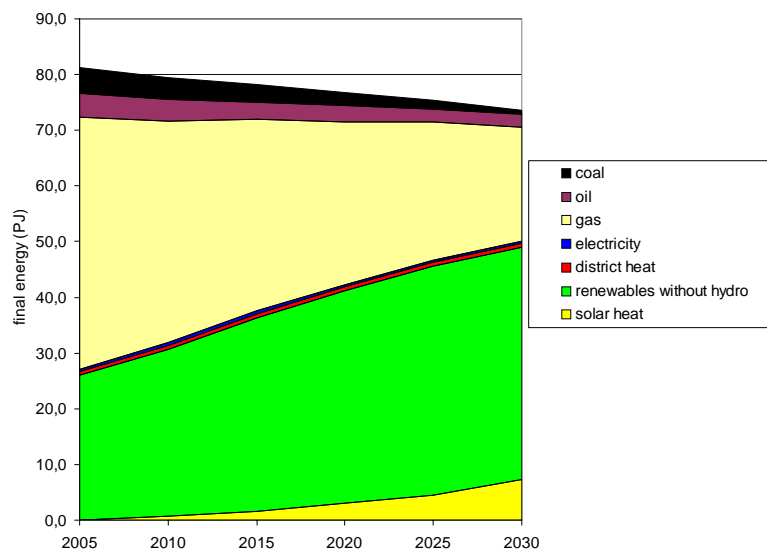


Figure 9.2.5: Scenario for commercial and industrial steam Production and industrial heat up to the year 2030; source: EEG (2007);

9.2.4 Industrial stoves

The scenario for the sector industrial stoves is shown in figure 9.2.6. Similar to the sector of steam production, an annual increase of energy efficiency of 2% is installed in the model behind. In technological areas where it is possible, a fuel switch programme, mainly from fossil energy carriers to Biomass takes place.

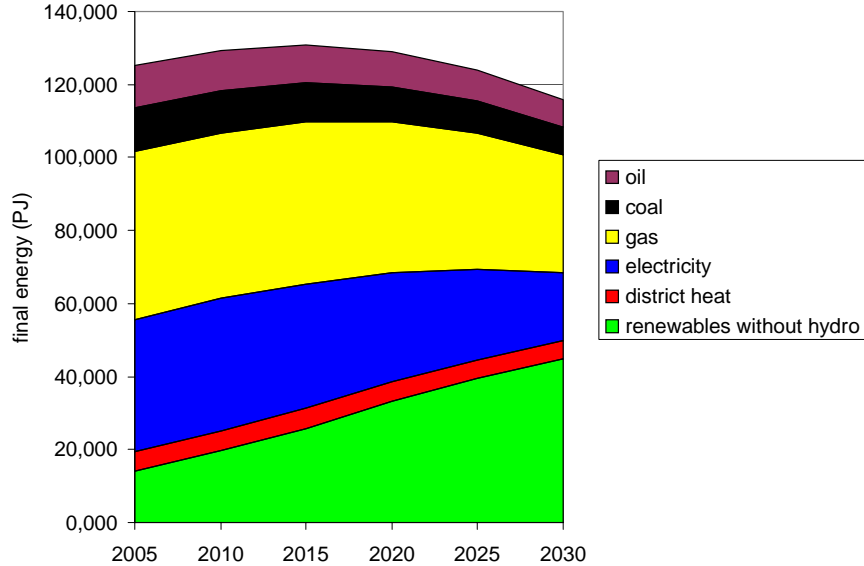


Figure 9.2.6: Scenario for the sector industrial stoves without water heating for households; source: EEG (2007);

8.2.5 Total results for heating and cooling in Austria

The total development of final energy consumption in the heating and cooling sector in Austria is shown in figure 8.2.7. Basis of the figure is the ambitious scenario for the subsector space and water heating. The observable reduction in total final energy consumption results mainly from increasing energy efficiency in Austria's building stock in the investigated period.

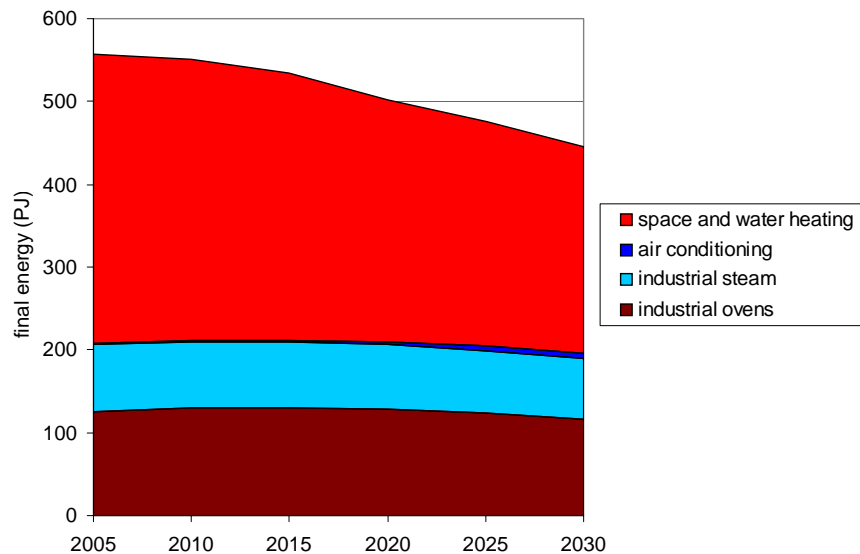


Figure 9.2.7: Development of total final energy consumption of the heating and cooling sector in Austria up to the year 2030; source: EEG (2007);

In addition to the development of final energy consumption, the development of energy carrier mix is of special interest. Figure 9.2.8 shows this development up to the year 2030, also for the ambitious scenario for the subsector of space and water heating. The structural changes from a fossil based energy supply to a renewable priority can clearly be seen. The share of renewables increases from 20.6% in the year 2005 to a value of 57.5% in the year 2030 (renewable electricity not included).

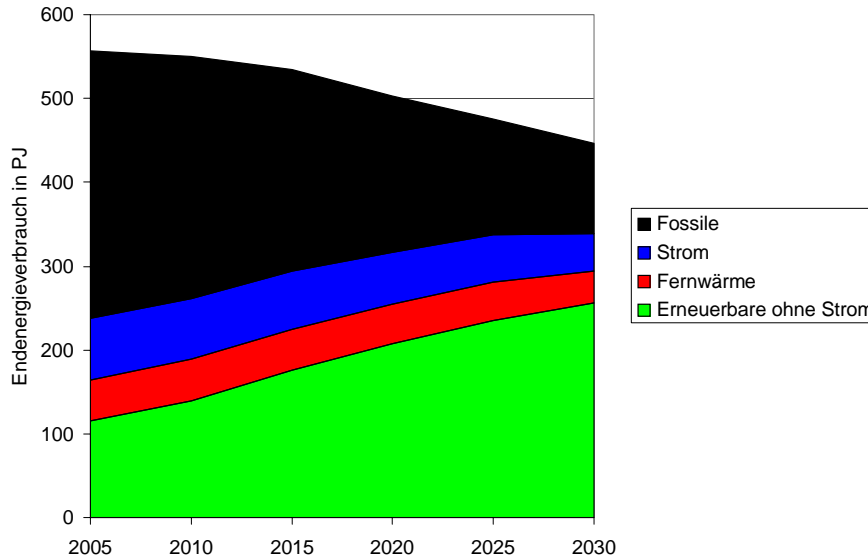


Figure 9.2.8: Structural development of energy carriers in the heating and cooling sector in Austria (ambitious scenario for space and water heating); source: EEG (2007);

Both effects together (increasing energy efficiency and structural changes) lead to high CO₂-savings of 11.7 million tons in the year 2020 and 19.6 million tons in the year 2030, both numbers with reference to 2005 and the ambitious scenario.

9.2.6 Effects in political economy

The developments shown above have a comprehensive impact on political economy of Austria. The high diffusion of renewable technologies leads to a further increase in national value added and creates a lot of new and sustainable jobs. In the sector heating and cooling the impact of the following technologies for the use of renewable energy was investigated: technologies for the use of biomass (district heating, wood log, wood chips and pellets), solar thermal systems and heat pumps.

The aggregated numbers for value added and new jobs are shown in figure 9.2.9 and 9.2.10. The numbers for the effect on value added (figure 9.2.9) are for primary effects (direct plus indirect effects but without secondary effects) of the technology production and installation for space and water heating technologies for the national market.

The development shows an interesting run. In the baseline scenario a continuous increase of value added is observable in the whole period. In the ambitious scenario after a strong increase a period of light increase follows and in the accelerated scenario a slow decrease follows after a period of very strong increase. In the last period of the investigated years (2026-2030) all numbers of the different scenario results are of the same order. It is possible, that this level corresponds with a sustainable level of value added.

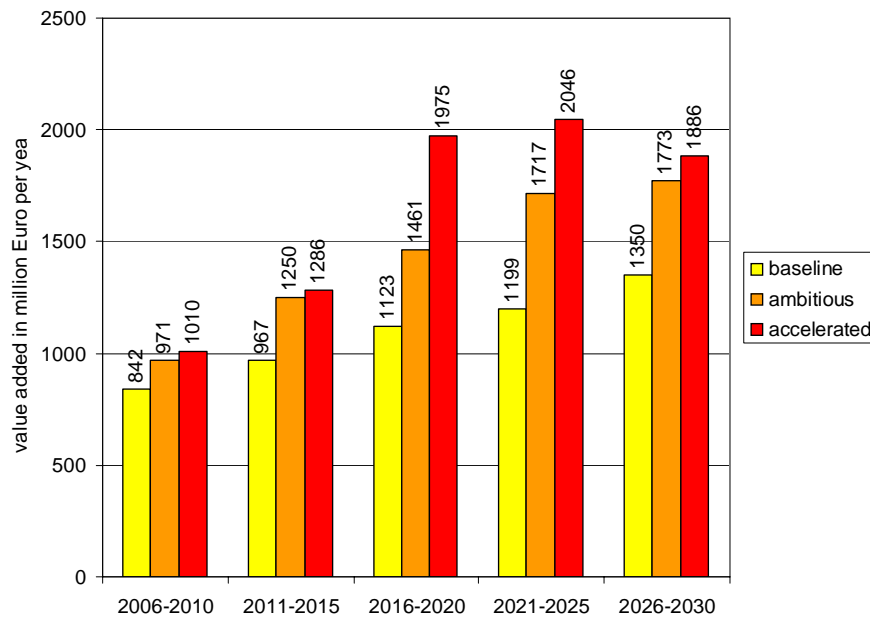


Figure 9.2.9: Primary value added (indirect and direct) from the production of renewable technologies for the subsector space and water heating up to the year 2030; source: EEG (2007);

A fluctuating development like under the side conditions of the accelerated scenario is a big challenge for technology producers and other firms in the production chain. From this point of view the accelerated scenario provides the highest growing rates but the time for this growth is limited. For a sustainable development of technological infrastructure and industrial infrastructure the ambitious scenario gives the better side conditions.

Figure 9.2.10 shows the number of jobs created by the production and the use of renewable technologies in Austria up to the year 2030. Structural effects are similar to those of the value added discussed above.

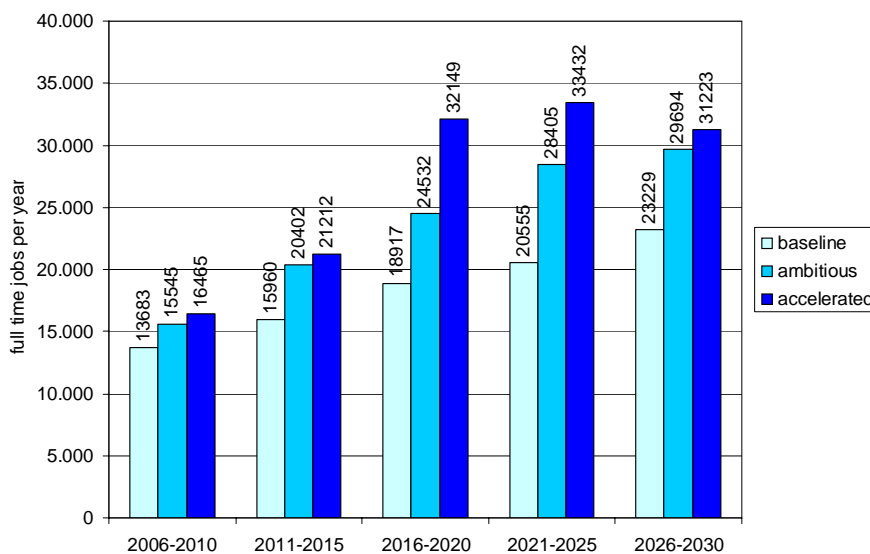


Figure 9.2.10: Primary jobs (indirect plus direct) from the production and the use of renewable technologies for the subsector space and water heating up to the year 2030; source: EEG (2007);

Additional value added and additional jobs result on the one hand from secondary effects of the income effect from primary effects (these effects can not be estimated in the present study) and on the other hand from the also investigated industrial sectors (steam production, air condition, industrial stoves). Data for an estimation of those industrial sectors are not available. A comprehensive political economy investigation of renewable industrial technologies would be necessary for an adequate estimation.

9.2.7 100% renewables in the year 2030?

For a 100% renewable energy supply in the heating and cooling sector of Austria until 2030 different obstacles take effect. Major hindering factors are:

- A limited potential of biomass.
- Limited temperatures of heat in case of solar thermal systems and heat pumps.
- Structural demand on the energy carrier electricity (commercial and industrial processes, operation of heat pumps, operation of other pumps and electronic devices on e.g. biomass boilers)
- Long time constants because of system components with long life time and high demand of investment.

The question if 100% renewable heating and cooling are possible in Austria until 2030 must be answered more differentiated. 100% renewable heating and cooling under stable and steady side conditions up to the year 2030 are not realistic, even with high prices for fossil energy carriers. But there are high shares of renewables possible especially in the subsector space and water heating. A very rough extrapolation of the scenarios show that 100% renewables could be realised up to the year 2060, but there is still a not renewable part of electricity and district heating in the mix of energy carriers remaining. The present study does not consider future technologies like fuel cells or energy systems based on hydrogen. But a high market penetration of those technologies can not be expected until 2030 because of the above described long-time diffusion processes. But these technologies might have a strong impact on the period after.

9.2.8 Possible contribution of the heating and cooling sector for the governmental targets

Austria, the EU and other nations have ambitious renewable energy targets. Austria's target is to reach a share of renewables in total national energy consumption of 25% in the year 2010 and 45% in the year 2020.

The national final energy consumption in 2004 for all sectors together was 1080 PJ and the share of renewables was 22.5% (including hydro power and other renewables in the electricity mix). Calculated with the growing rates of national energy consumption of Kratena and Wüger (2005) a number for the total final energy consumption in the year 2020 of 1277 PJ results. Yet, a share of 45% results in a necessary amount of renewable energy in 2020 of 575 PJ. The possible contribution of the sector heating and cooling is documented in table 9.2.2. In the baseline scenario the contribution is about 222 PJ, the ambitious scenario shows about 245 PJ and the accelerated scenario provides about 250 PJ. All numbers include renewables

in electricity mix). Therefore a contribution of the heating and cooling sector to the governmental target (=100%) of 38.6% to 43.5% depending from the scenario seems to be possible.

Table 9.2.2: Contribution of the heating and cooling sector to the governmental target of 45% renewable energy in total energy consumption up to the year 2020; source: EEG (2007);

	Renewables without electricity (in PJ)	Renewable part of the electricity mix (60,7%, in PJ) ¹⁰	Total (in PJ)	Contribution to the governmental target (in %)
Baseline scenario	183,3	38,5	221,9	38,6
Ambitious scenario	207,3	37,3	244,5	42,5
Accelerated scenario	215,5	34,8	250,3	43,5

9.3 Conclusions

From the above documented results of the present investigation we come to the following conclusions:

- In the period up to the year 2030 a high share of renewable energy can be realised in the heating and cooling sector of Austria. But under steady side conditions and with presently available technologies, 100% renewable energy is probably not possible.
- A contribution of the heating and cooling sector to the governmental target on renewable energy in 2020 of 38.6% to 43.5% (target corresponds with 100%) depending from the scenario seems to be possible.
- In the heating and cooling sector, comprehensive CO₂-savings are possible. These savings result on the one hand from increasing energy efficiency, on the other hand from an increasing share of renewables in the energy mix. Both components are very important because of the limited potentials of renewable energy sources.
- For a stable and continuous development of a national energy supply based on renewable energy sources a stable energy policy framework and stable side conditions for investments are necessary. Research and technological development have to focus on system solutions based on the combination of energy efficiency and renewable energy technology.
- From a technological point of view industrial a commercial system solutions with the use of different temperatures (cascades) are a promising working field.
- In case of an intensive use of renewable energy in the heating and cooling sector the national biomass potentials will reach their limit. Therefore it will be necessary to plan the optimal use of biomass because of the high temperature levels biomass can provide (necessary e.g. in industrial ovens but not for low temperature applications like space heating).

¹⁰ For the calculation the share of renewables in the electricity mix is the number of the year 2005. In this study a forecast of electricity mix up to the year 2020 was not practicable. It can be expected that the actual number will be below 60,7% because of structural development of the increasing total electricity demand.

- Big energy savings are caused by the increase of energy efficiency even in the baseline scenario. But this effect is not endogenous. Therefore the existing national energy policy targets have to be fulfilled. To meet the requirements high energy policy efforts are imperative, not only in the sector of residential buildings, also for all other kinds of buildings and especially in the sectors industrial steam production and industrial ovens.
- The time constants in the heating and cooling sector are very long. Especially the efficiency relevant investment area because of long living technologies with high investment demand. Therefore appropriate energy policy measures have to be installed without delay.
- The developments described in the scenarios are only valid if the side conditions for investments do not worsen. Especially the development of energy efficiency in the building sector is dependent on high private investments.
- A large field of positive national political economy effects must be taken under consideration in case of the political calculation of subsidies and research and development budgets. The following major aspects take effect:
 - The national payment for imported fossil energy carriers will be reduced and will be substituted by a national value added.
 - The security of energy service supply in the sector heating and cooling will increase significantly. This topic was not much discussed for this sector in the past, but it probably will become an important subject up to the year 2030.
 - The national diffusion of technologies for energy efficiency and renewable energy leads to extensive CO₂ savings.
 - With an offensive national strategy for the diffusion of renewables, Austria could get in the position of an European model region for renewables and sustainable development. Therefore, the starting point is very good. Both aspects, the historical development and the renewable potentials are supporting factors.
 - A positive development of the national market for renewable energy technologies causes also positive side conditions for the development of the export market.
 - The technologies discussed above use decentralised regional resources and therefore they are compatible with the allocation of renewable resources. The need of transportation is low and the security of supply is very high.
 - The provision of biomass based energy carriers has positive effects on the rural economy and delivers a regional value added in regions with economic disadvantages.

To sum all aspects up, presently renewable energy technologies in the heating and cooling sector of Austria have a high political economy value and show a big potential for future development. In long term the use of renewable energy and the necessary energy efficiency developments might become a fundamental basis of the Austrian political economy.

10. Literatur

Adensam Heidi, Bruck Manfred, Geissler Susanne, Fellner Maria (2002): Externe Kosten, Band I (Externe Kosten im Hochbau), Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Wien, <http://www.iswb.at/ecobuilding/bmwa/externekosten.htm>

Adnot Jerome et al., 2003, "Energy Efficiency and Certification of Central Air Conditioners (EECCAC)"; final report april 2003, study for the D.G. Transportation-Energy (DGTREN) of the Commission of the E.U.;

Biermayr et al., 2004, "Maßnahmen zur Minimierung von Reboundeffekten bei der Sanierung von Wohngebäuden (MARESI)"; Endbericht zum gleichnamigen Forschungsprojekt im Auftrag des BMVIT – Forschungsprogramm „Haus der Zukunft“;

Blümel Ernst et al., 2005, "COOLSAN – Kältetechnische Sanierungskonzepte für Büro- und Verwaltungsgebäude"; Endbericht des gleichnamigen Forschungsprojektes im Auftrag des BMVIT;

Brainbows, 2007, "Biomasse-Ressourcenpotenzial in Österreich", Brainbows Informationsmanagement GmbH, Studie im Auftrag der RENERGIE Raiffeisen Managementgesellschaft für erneuerbare Energie GmbH, Handout Pressekonferenz 29.05.2007;

Bundeskanzleramt Österreich, 2007, "Regierungserklärung 2007-2010";

CEPE, 2007, "Der Energieverbrauch der Dienstleistungen und der Landwirtschaft, 1990 – 2035", Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK; März 2007;

Energy Agency, 2007, "Service Buildings Keep Cool – Promotion of "sustainable cooling" in the service building sector", Intelligent Energy – Europe Programme of the European Community EIE/04/179/SO7.39459, Projektinformation: <http://www.energyagency.at/projekte/keepcool/index.htm#h3>

EEG, 2007, Inhalte, welche im Zuge des gegenständlichen Projektes entstanden sind; Energy Economics Group, Technische Universität Wien;

Haas et al., 2006, "Technologien zur Nutzung Erneuerbarer Energieträger – wirtschaftliche Bedeutung für Österreich", Studie der Energy Economics Group der TU-Wien im Auftrag des Dachverbandes Energie-Klima, Fachverband Maschinen und Metallwaren, Wirtschaftskammer Österreich, Jänner 2006;

Kranzl et al., 2007, "Gesamtwirtschaftliche Analyse des österreichischen Bioenergiesektors", unveröffentlichter Zwischenbericht, Forschungsprojekt im Auftrag des BMVIT;

Kratena Kurt, Wüger Michael, 2005, "Energieszenarien für Österreich bis 2020", Österr. Institut für Wirtschaftsforschung, Juni 2005;

Mantzou et al., 2006, "Efficiency scenarios related to the European Energy and Transport Trends to 2030. On behalf of: European Commission, DG TREN. University of Athens, Greece;

Müller T., 2004, "Produzieren mit der Sonnenenergie – Potenzialstudie zur thermischen Solarenergienutzung in österreichischen Gewerbe- und Industriebetrieben", Forschungsprogramm Nachhaltig Wirtschaften, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 1/2004;

Schriegl Ernst, 2007, "Modellierung der Entwicklung von Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser im österreichischen Wohngebäudebestand unter der Annahme verschiedener Optimierungsziele"; Dissertation, Technische Universität Wien, Institut für elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Energy Economics Group;

Statistik Austria, 1997, "Energieverbrauch der Haushalte 1996/1997"; Herausgeber Statistik Austria 1997, ISBN 3-7046-1329-9;

Statistik Austria, 2004, "Gebäude- und Wohnungszählung 2001"; Herausgeber Statistik Austria 2004, ISBN 3-902452-70-6;

Statistik Austria, 2005, "Nutzenergieanalyse 2004"; Herausgeber Statistik Austria 2004, Daten im .xls-Format;

Statistik Austria, 2006, "Wohnungen 2005"; Herausgeber Statistik Austria 2006, ISBN 3-902479-71-X;

Statistik Austria, 2004, "Arbeitsstättenzählung 2001"; Herausgeber Statistik Austria 2004, ISBN 3-902452-65-X;

Zahler Christian und Häberle Andreas, 2007, "Fresnel-Kollektor zur solaren Prozesswärmeerzeugung", Erneuerbare Energie, Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie, Ausgabe 2007-2, p. 11-14;

11. Anhänge

11.1 Tabellenverzeichnis

- Tab. 4.0.1: Darstellung der inhaltlichen Bereiche der Studie und der methodischen Zugänge zu den Unterthemen
- Tab. 4.3.1: Vielfache und Teile von Einheiten
- Tab. 4.3.2: Umrechnungsfaktoren für Energieeinheiten
- Tab. 5.1.1: Energieverbrauch des Sektors Raumheizung und Klimaanlage
- Tab. 5.1.2: Für die Modellierung definierte Gebäudetypen, Anzahl der Gebäudeklassen je Type und Anzahl der beheizten Gebäude je Type
- Tab. 5.1.3: Modellwerte für den Stromverbrauch für Klimatisierung in Österreich bis 2030 auf Basis der COOLSAN - Daten
- Tab. 5.1.4: Kalkulation des Stromverbrauchs für die Klimatisierung in Österreich;
- Tab. 5.1.5: Energieverbrauch im Bereich Prozesswärme
- Tab. 5.2.1: Annahmen für die Teuerungsraten unterschiedlicher Energieträger für die betrachteten Szenarien
- Tab. 5.2.2: Annahmen für die Höhe der Investitionszuschüsse in den dargestellten Szenarien
- Tab. 5.2.3: Annahmen für die Förderung von Gebäude-Energieeffizienzmaßnahmen für die dargestellten Szenarien
- Tab. 5.2.4: Annahmen für die CO₂-Preise für die dargestellten Szenarien
- Tab. 5.2.5: Emissionskoeffizienten unterschiedlicher Energieträger im verwendeten Modell
- Tab. 5.2.6: Modellwerte für den Gebäudebestand in Österreich nach Gebäudekategorien für die Jahre 2005 und 2030
- Tab. 6.1.1: Struktur des Endenergieverbrauchs im Basisszenario
- Tab. 6.1.2: Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch im Basisszenario
- Tab. 6.1.3: Anlagenzahlen im Basisszenario
- Tab. 6.1.4: Anteile der Heizsysteme im Basisszenario
- Tab. 6.1.5: Endenergieverbrauch im ambitionierten Szenario nach Energieträgern
- Tab. 6.1.6: Struktur des Endenergieverbrauchs im ambitionierten Szenario
- Tab. 6.1.7: Anlagenzahlen im ambitionierten Szenario
- Tab. 6.1.8: Endenergieverbrauch im beschleunigten Szenario nach Energieträgern
- Tab. 6.1.9: Struktur des Endenergieverbrauchs im beschleunigten Szenario
- Tab. 6.1.10: Anlagenzahlen im beschleunigten Szenario
- Tab. 6.2.1: Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung in Österreich – Referenz 2005 und die Ergebnisse der Szenarien
- Tab. 6.2.2: Anteil Erneuerbarer am Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasserbereitung in den Szenarien;
- Tab. 6.2.3: Technologiediffusion von Hauptheizsystemen und Solaranlagen in den Szenarien für die Jahre 2005, 2020 und 2030 in absoluten Zahlen
- Tab. 6.2.4: Anteile der Hauptheizsysteme und Solaranlagen in den Szenarien für die Jahre 2005, 2020 und 2030 in Prozent
- Tab. 6.3.1: Modellwerte für den Stromverbrauch für die Klimatisierung mit herkömmlicher Klimaanlage-technologie bis 2030
- Tab. 6.4.1: Szenarienwerte für den Endenergieverbrauch für Dampferzeugung und Prozesswärme bis 2030
- Tab. 6.5.1: Szenario für den Energieträgermix für den Sektor Industrieöfen ohne Warmwasserbereitung der Haushalte

- Tab. 6.6.1: Entwicklung des Energieträgermix für den gesamten Wärmesektor im ambitionierten Szenario
- Tab. 6.6.2: Entwicklung der CO₂-Emissionen und CO₂-Einsparungen für den gesamten Wärmesektor im ambitionierten Szenario
- Tab. 6.6.3: Vergleich der Entwicklung der CO₂-Emissionen und CO₂-Einsparungen für den gesamten Wärmesektor für alle untersuchten Szenarien
- Tab. 6.7.1: Multiplikatoren für solar thermische Anlagen
- Tab. 6.7.2: Multiplikatoren für Wärmepumpenanlagen
- Tab. 6.7.3: Multiplikatoren für Biomasse-Nahwärmeanlagen
- Tab. 6.7.4: Multiplikatoren für Stückholzanlagen
- Tab. 6.7.5: Multiplikatoren für Hackschnitzelkessel
- Tab. 7.1.1: Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte in Österreich im beschleunigten Szenario nach Energieträgerklassen
- Tab. 8.2.1: CO₂-Einsparungen im Sektor Raumwärme und Warmwasserbereitung für die Szenarien bezogen auf das Jahr 2005
- Tab. 8.2.2: Beitrag des Wärme- und Kältesektors in Hinblick auf das Regierungsziel 45% Erneuerbare bis 2020
- Table 9.2.1: CO₂-savings in the sector space and water heating for the different scenarios in relation to the year 2005
- Table 9.2.2: Contribution of the heating and cooling sector to the governmental target of 45% renewable energy in total energy consumption up to the year 2020

11.2 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 8.2.1: Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung in Österreich
- Abb. 8.2.2: Anteil Erneuerbarer am Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasserbereitung
- Abb. 3.1.1: Der Endenergieverbrauch in Österreich nach Sektoren im Jahr 2004
- Abb. 3.3.1: Endenergieverbrauch in Österreich im Jahr 2004 nach Sektoren und Energieträgern
- Abb. 3.3.2: Endenergieträger für Niedertemperatur-Wärme und Kälte in Österreich im Jahr 2004
- Abb. 3.3.3: Endenergieträger für Hochtemperatur-Wärme in Österreich im Jahr 2004
- Abb. 3.4.1: Das Prinzip der Produktion von Energiedienstleistungen
- Abb. 3.4.2: Die Produktion von Energiedienstleistungen im dynamischen Kontext
- Abb. 5.1.1: Angaben für den Stromverbrauch für Klimatisierung in Österreich
- Abb. 5.1.2: Modellwerte für den Stromverbrauch für Klimatisierung in Österreich von 2005 bis 2030
- Abb. 5.2.2: Verteilung der Temperaturniveaus im industriellen Prozesswärmebedarf
- Abb. 5.2.1: Auswirkungen der Teuerungsraten für Öl und Scheitholz für die 3 betrachteten Szenarien
- Abb. 5.2.2: Potenzial-Kostenkurven für feste Biomasse in Österreich
- Abb. 5.2.3: Dynamische Potenziale fester Biomasse in Österreich
- Abb. 6.1.1: Endenergieverbrauch im Basisszenario nach Energieträgern
- Abb. 6.1.2: Anteile der Energieträger für Heizung und Warmwasserbereitung im Basisszenario
- Abb. 6.1.3: Ergebnisse des Basisszenarios nach Energieträgerkategorien
- Abb. 6.1.4: Anteile von Energieträgerkategorien am Endenergieverbrauch im Basisszenario
- Abb. 6.1.5: Technologiediffusion im Basisszenario
- Abb. 6.1.6: Anteile der Heizsysteme im Basisszenario
- Abb. 6.1.7: Endenergieverbrauch im ambitionierten Szenario nach Energieträgern
- Abb. 6.1.8: Struktur des Endenergieverbrauchs im ambitionierten Szenario
- Abb. 6.1.9: Ergebnisse des ambitionierten Szenarios nach Energieträgerkategorien
- Abb. 6.1.10: Anteile der Energieträgerkategorien am Endenergieverbrauch im ambitionierten Szenario
- Abb. 6.1.11: Technologiediffusion im ambitionierten Szenario
- Abb. 6.1.12: Anteile der Heizsysteme im ambitionierten Szenario
- Abb. 6.1.13: Endenergieverbrauch im beschleunigten Szenario nach Energieträgern
- Abb. 6.1.14: Struktur des Endenergieverbrauchs im beschleunigten Szenario
- Abb. 6.1.15: Ergebnisse des beschleunigten Szenarios nach Energieträgerkategorien
- Abb. 6.1.16: Anteile der Energieträgerkategorien am Endenergieverbrauch im beschleunigten Szenario
- Abb. 6.1.17: Technologiediffusion im beschleunigten Szenario
- Abb. 6.1.18: Anteile der Heizsysteme im beschleunigten Szenario
- Abb. 6.2.1: Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung in Österreich – Referenz 2005 und die Ergebnisse der Szenarien
- Abb. 6.2.2: Anteil Erneuerbarer am Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasserbereitung in den Szenarien

- Abb. 6.2.3: Technologiediffusion von Hauptheizsystemen und Solaranlagen in den Szenarien für die Jahre 2005, 2020 und 2030
- Abb. 6.2.4: CO₂-Emissionen im Sektor Raumwärme und Warmwasserbereitung für die untersuchten Szenarien
- Abb. 6.3.1: Szenario für eine mögliche Marktdiffusion der Erdkälte und der solaren Kühlung für die Gebäudeklimatisierung in Österreich als Anteil am Modell für den Gesamtverbrauch für die Klimatisierung
- Abb. 6.4.1: Endenergieverbrauch für Dampferzeugung und Prozesswärme im Jahr 2004
- Abb. 6.4.2: Szenario für den Endenergieverbrauch für Dampferzeugung und Prozesswärme bis zum Jahr 2030
- Abb. 6.4.3: Szenario für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Dampferzeugung und Prozesswärme bis 2030
- Abb. 6.5.1: Endenergieverbrauch für Industrieöfen inklusive Warmwasserbereitung im Jahr 2004
- Abb. 6.5.2: Szenario für den Endenergieverbrauch für Industrieöfen ohne Warmwasserbereitung der Haushalte
- Abb. 6.5.3: Szenario für den Energieträgermix für den Sektor Industrieöfen ohne Warmwasserbereitung der Haushalte
- Abb. 6.6.1: Entwicklung des Endenergieverbrauches des gesamten Wärmesektors im ambitionierten Szenario
- Abb. 6.6.2: Entwicklung des Energieträgermix für den gesamten Wärmesektor im ambitionierten Szenario
- Abb. 6.6.3: Entwicklung der CO₂-Emissionen für den gesamten Wärmesektor im ambitionierten Szenario
- Abb. 6.6.4: Entwicklung der CO₂-Emissionen des gesamten Wärme- und Kältesektors nach Szenarien
- Abb. 6.7.1: Primäre Wertschöpfung aus Solaranlagen pro Jahr
- Abb. 6.7.2: Primäre Arbeitsplätze in Vollzeitäquivalenten aus Solaranlagen pro Jahr
- Abb. 6.7.3: Primäre Wertschöpfung aus Wärmepumpen pro Jahr
- Abb. 6.7.4: Primäre Arbeitsplätze in Vollzeitäquivalenten aus Wärmepumpen pro Jahr
- Abb. 6.7.5: Primäre Wertschöpfung aus Biomasseanlagen pro Jahr
- Abb. 6.7.5: Primäre Arbeitsplatzeffekte aus Biomasseanlagen pro Jahr
- Abb. 6.7.6: Primäre Wertschöpfung aus der Produktion der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung über den Szenarienzeitraum
- Abb. 6.7.7: Primäre Beschäftigungseffekte aus der Produktion und dem Betrieb der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung über den Szenarienzeitraum
- Abb. 7.1.1: Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte in Österreich im beschleunigten Szenario nach Sektoren
- Abb. 7.1.2: Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte in Österreich im beschleunigten Szenario nach Energieträgerklassen
- Abb. 7.2.1: Modellwerte und Extrapolation zur Abschätzung eines „Nachhaltigkeitsszenarios“
- Abb. 8.1.1: Endenergieverbrauch in Österreich nach Sektoren im Jahr 2004
- Abb. 8.2.1: Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung in Österreich – Referenz 2005 und die Ergebnisse der Szenarien
- Abb. 8.2.2: Anteil Erneuerbarer (ohne erneuerbaren Strom) am Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasserbereitung

- Abb. 8.2.3: Technologiediffusion von Hauptheizsystemen und Solaranlagen in den Szenarien für die Jahre 2005, 2020 und 2030
- Abb. 8.2.4: CO₂-Emissionen im Sektor Raumwärme und Warmwasserbereitung für die untersuchten Szenarien
- Abb. 8.2.5: Szenario für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Dampferzeugung und Prozesswärme bis 2030
- Abb. 8.2.6: Szenario für den Energieträgermix für den Sektor Industrieöfen ohne Warmwasserbereitung der Haushalte
- Abb. 8.2.7: Entwicklung des Endenergieverbrauches des gesamten Wärmesektors im ambitionierten Szenario
- Abb. 8.2.8: Entwicklung des Energieträgermix für den gesamten Wärmesektor im ambitionierten Szenario
- Abb. 8.2.9: Primäre Wertschöpfung (indirekte plus direkte) aus der Produktion der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung über den Szenarienzeitraum
- Abb. 8.2.10: Primäre Beschäftigungseffekte aus der Produktion und dem Betrieb der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie im Bereich Raumwärme und Warmwasserbereitung über den Szenarienzeitraum
- Figure 9.1.1: Final energy consumption in Austria for the major energy service sectors in the year 2004
- Figure 9.2.1: Final energy consumption for space and water heating in Austria – reference 2005 and the results of the three scenarios for 2030
- Figure 9.2.2: Share of renewables in final energy consumption for space and water heating
- Figure 9.2.3: Technological diffusion of heating systems and solar thermal systems for the three scenarios and the years 2005, 2020 and 2030
- Figure 9.2.4: CO₂-emissions in the subsector space and water heating for the three scenarios
- Figure 9.2.5: Scenario for commercial and industrial steam Production and industrial heat up to the year 2030
- Figure 9.2.6: Scenario for the sector industrial stoves without water heating for households
- Figure 9.2.7: Development of total final energy consumption of the heating and cooling sector in Austria up to the year 2030
- Figure 9.2.8: Structural development of energy carriers in the heating and cooling sector in Austria
- Figure 9.2.9: Primary value added from the production of renewable technologies for the subsector space and water heating up to the year 2030
- Figure 9.2.10: Primary jobs from the production and the use of renewable technologies for the subsector space and water heating up to the year 2030