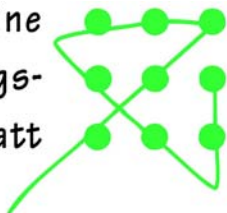




wege zur strom- und wärmeaufbringung ohne fossile energieträger bis 2020/2030 ein diskussionsbeitrag

Im Auftrag von

die grüne
bildungs-
werkstatt



A - 1020 Wien
Hollandstr. 10/46
Tel. +43 1 315 63 93-0
Fax +43 1 315 63 93-22
office@oegut.at
www.oegut.at

Impressum:

Für den Inhalt verantwortlich: Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik, ÖGUT,
Hollandstrasse 10/46, A – 1020 Wien, Tel.: +43.1.315 63 93 – 0, Fax +43.1.315 63 93 – 22,
eMail: office@oegut.at, www.oegut.at,
vertreten durch: Dr. Herbert Greisberger

MitarbeiterInnen::

- Mag. Martin Schweighofer
- Dr. Herbert Greisberger
- DI Gerhard Bayer
- Mag. Michael Cerveny
- DIⁱⁿ Susanne Supper
(alle ÖGUT)
- Mag. Bernd Gottinger, IIP

Wege zur Strom- und Wärmeaufbringung ohne fossile Energieträger bis 2020 bzw. 2030

Ein Diskussionsbeitrag

AutorInnen

Mag. Martin Schweighofer

Dr. Herbert Greisberger

DI Gerhard Bayer

Mag. Michael Cerveny

DIⁱⁿ Susanne Supper

(alle ÖGUT)

Mag. Bernd Gottinger, IIP

Wien, Jänner 2008

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	7
2. Fragestellung und Gegenstand der Arbeit	9
Abgrenzung des Betrachtungsrahmens	9
3. Stromerzeugung ohne fossile Energieträger bis 2020	11
Methode und Datenquellen.....	11
Modellierung des Stromverbrauchs	11
Modellierung der Stromaufbringung	13
Das Stromszenario	14
Die Nachfrageseite.....	15
Die Angebotsseite	25
4. Raumwärme ohne fossile Energieträger bis 2030	30
Methode und Datenquellen	30
Modellierung des Wärme-Energiebedarfs im Sektor privater Haushalte.....	30
Modellierung des Wärme-Energiebedarfs in den anderen Sektoren.....	36
Raumwärme 2030 – das Szenario	36
Der Raumwärmebedarf 2030	37
Wärmeaufbringung aus erneuerbaren Energieträgern.....	42
Ergebnis Heizungsumstellung.....	47
5. Begleitende Fragestellungen.....	49
Beschäftigungseffekte	49
Treibhausrelevante Emissionen laut Szenario	53
Energieversorger als Energiedienstleister?	56
6. Kurzfassung	57
7. Wesentliche Literatur	62

1. Vorwort

Klimaschutz ist in den letzten Jahren das zentrale Thema der internationalen und nationalen Umweltdiskussion. Obwohl das Faktum der zunehmenden Erderwärmung wissenschaftlich ebenso unumstritten ist wie die wichtigste Ursache hierfür, nämlich die intensive Nutzung fossiler Energieträger (Kohle, Erdöl und Erdgas), bleiben die konkreten Schritte und Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen sowohl international als auch auf nationaler Ebene höchst konfliktär.

Dies äußert sich insbesondere in weitgehend ergebnislosen internationalen Klimaschutzkonferenzen wie beispielsweise im Dezember 2007 auf Bali. Im Mittelpunkt dieser Verhandlungen steht vor allem die Festlegung konkreter nationaler Zielsetzungen, aber auch der Einsatz unterschiedlicher Instrumente (z. B. JI/CDM) und Optionen (z. B. CCS, Aufforstung, Ausbau Nuklearenergie) im Sinne einer globalen Reduktion der Treibhausgasemissionen. Hierbei geht es nicht nur um die Verteilung von Emissionsrechten zwischen den hochindustrialisierten Staaten (OECD-Staaten) und weniger industrialisierten Ländern (z. B. China, Indien oder Brasilien), sondern auch um fundamentale Unterschiede in den Standpunkten der Industrieländer selbst, insbesondere den Positionen der USA und Europas.

Der Beitrag Österreichs zur internationalen Diskussion ist zwischen den österreichischen Stakeholdern wenig umstritten. Österreich unterstützt – gemeinsam mit den Staaten der Europäischen Union – die Position engagierte Klimaschutzziele festzulegen. Erreicht sollen diese werden durch eine Erhöhung der Energieeffizienz und verstärkter Nutzung erneuerbarer Energieträger; ein möglicher Beitrag der Nuklearenergie oder durch Carbon Capture and Storage (CCS) wird von Seiten Österreichs sehr kritisch gesehen. Auf europäischer Ebene wurden die Zielsetzungen mit 20 % Reduktion der Treibhausgasemissionen und des Energieeinsatzes (gemessen an den Prognosen für 2020) sowie der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger um 20 % bis 2020 festgesetzt. Österreich als ein Motor der europäischen Umweltpolitik geht mit seinen Zielen sogar über das Europäische Niveau hinaus, zeigt allerdings eine nicht zufriedenstellende Zielerreichung. Höchst engagierte Ziele wie die österreichische Kyoto-Zielsetzung einer Reduktion der Treibhausgasemissionen um 13 % oder dem Ziel eines Anteils von 45 % erneuerbarer Energieträger am gesamten Energieeinsatz Österreichs sind aus heutiger Sicht nur schwer erreichbar. Entgegen der Zielsetzung steigen die CO₂-Emissionen in Österreich seit 1990 weiterhin an. Der steigende Einsatz erneuerbarer Energieträger wird durch Verbrauchsanstiege mehr als kompensiert.

Obwohl die österreichische Positionierung im Wesentlichen von allen relevanten Stakeholdern mitgetragen wird, bleibt die Energie- und Klimapolitik ein österreichisches Streitthema. Hierbei geht es nicht um die Zielsetzungen (insb. Reduktion der Treibhausgasemissionen, Steigerung der Energieeffizienz, Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger, Beibehaltung der Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Wirtschaft) an sich, sondern primär um das erforderliche Ausmaß und die hierfür notwendigen Schritte. Angesichts des Auseinanderklaffens zwischen den österreichischen Zielen im Bereich der Energie- und Klimapolitik und der Entwicklung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen in Österreich in den letzten Jahren besteht breiter Konsens über die Notwendigkeit weitergehender Schritte und Maßnahmen.

Eines der radikalsten in Österreich diskutierten Konzepte ist jenes der sogenannten „Energiewende“. Dieses konzentriert sich auf die Sektoren Elektrizität und Raumwärme. Ziel ist es, in beiden Sektoren bis 2020 bzw. 2030 CO₂-Emissionen vollständig zu vermeiden. Bei Fortschreibung der derzeitigen Trends ist dies jedoch wenig realistisch.

Aber ist es theoretisch-technisch ohne hohe Wohlstandsverluste machbar? Diese Fragestellung war die Grundlage des vorliegenden Diskussionsbeitrages der ÖGUT.

Ein Diskussionsbeitrag

Die Arbeit soll einen Beitrag zu einer offenen Diskussion über die Zukunft der Energieversorgung in Österreich liefern, indem sie ein technisch-realistisches Szenario für eine mittelfristig klimaneutrale Versorgung Österreichs im Bereich Strom und Raumwärme aufzeigt. Bei dem hier vorgestellten Szenario handelt es sich nicht um DEN Weg in eine CO₂-freie Zukunft im Bereich Strom und Raumwärme, sondern um eine Option auf dem Weg in eine langfristig nachhaltige Energiezukunft.

Eine Diskussion, die innerhalb Österreichs umso intensiver und konsequenter geführt werden muss, als sich die Kluft zwischen den Zielen und den Ergebnissen der österreichischen Energie- und Klimapolitik vergrößert. Verbunden mit dieser möglichen Diskrepanz ist auch ein Schaden für die Glaubwürdigkeit der österreichischen Umweltpolitik. Dies wirkt sich letztlich sowohl in Bezug auf die Durchsetzung österreichischer Interessen auf europäischer Ebene als auch auf den Export von Umwelt- und Energietechnologie negativ aus.

In dieser Diskussion engagieren sich die wesentlichen Mitglieder der ÖGUT mit durchaus heterogenen Standpunkten. Die Funktion des hier vorliegenden Diskussionsbeitrages besteht daher vor allem im Aufzeigen der Möglichkeiten radikaler Energie- und Klimapolitik, nicht in der Formulierung eines zwischen den ÖGUT-Stakeholdern abgestimmten Standpunktes. Die ÖGUT lädt daher alle Institutionen und Personen ein, an dieser Diskussion teilzunehmen und fachliche Kritik, Ergänzungen und Anmerkungen zum gewählten Szenario einzubringen.

Die Klimadiskussion ernst zu nehmen heißt aber auch radikale Ansätze zu denken und zu diskutieren. Denn eines sollte aus den Diskussionen der letzten Jahre klar geworden sein: Jede Energie- und Klimapolitik, die signifikant zur Reduktion der Treibhausgasemissionen beitragen will, benötigt einen deutlichen Wandel der historischen Entwicklung im Energiesystem. Ob und wie dieser Wandel wirtschaftlich und politisch leistbar ist, ist angesichts der Berichte über die Gefahren des Klimawandels erst eine zweite Frage. Dies gilt insbesondere für Österreich. Denn: Wer, wenn nicht Österreich mit seinem hohen Wohlstandsniveau, seinen technischen Potenzialen und der Zustimmung der Bevölkerung zu einer fortschrittlichen Umweltpolitik soll Pionier im Sinne einer nachhaltigen globalen Energie- und Klimapolitik sein?

Dr. Herbert Greisberger

2. Fragestellung und Gegenstand der Arbeit

Ausgangspunkt der Arbeit ist das Ziel des Umstiegs auf erneuerbare Energieträger in der Stromerzeugung bis 2020 und in der Bereitstellung von Raumwärme bis 2030. Im Rahmen dieser Studie sollen Wege aufgezeigt werden, wie die Erreichung dieser Ziele durch die Ausschöpfung der theoretisch-technischen Potenziale möglich wäre.

Dazu werden für die relevanten Segmente des Energiesystems die **technischen** Potenziale für den Einsatz erneuerbarer Energieträger und die Steigerung der Energieeffizienz erhoben. Grundlage hierfür bilden die wichtigsten österreichischen Arbeiten zu technischen Potenzialen einzelner Energieträger sowie im Bereich der Energieeinsparung (Effizienzsteigerung). Auf dieser Basis wurde in Abstimmung mit vom Auftraggeber genannten externen Experten *eine* Kombination möglicher Handlungsoptionen erarbeitet und im Weiteren dargestellt. Entscheidend für die Diskussion einzelner Szenarien ist, in welchem Maße die vorhandenen theoretisch-technischen Potenziale genutzt werden müssen, um das Ziel des vollständigen Umstiegs auf erneuerbare Energieträger in der Stromerzeugung (bis 2020) und in der Raumwärmebereitstellung (bis 2030) zu erreichen. Hierbei sind eine Vielzahl potenzieller Kombinationen bestehender Einsparoptionen und Potenziale an erneuerbaren Energieträgern denkbar. Wichtigste Basis für die Wahl des konkreten Szenarios waren neben der Verfügbarkeit technischer Potenziale ökonomisch-energetische Überlegungen.

Ergänzend zur oben dargestellten Fragestellung werden die Beschäftigungseffekte und der mögliche Beitrag von Energiedienstleistungsunternehmen dargestellt und diskutiert. Grundlage hierfür war einerseits die verfügbare österreichische Literatur, andererseits internationale Beispiele sowie strukturelle Überlegungen zur wirtschaftlichen Situation von Energieversorgungsunternehmen.

Abgrenzung des Betrachtungsrahmens

Ausgangspunkt der Kurzstudie war die Frage, ob bzw. wie die oben genannten Ziele auf Basis der in der Fachliteratur angegebenen theoretisch-technischen Potenziale erreicht werden können. Die Arbeit zeigt die Potenziale und technische Machbarkeit einer CO₂-freien bzw. -neutralen Versorgung Österreichs mit Strom und Raumwärme.

Grundsätzlich wurden im vorliegenden Projekt technische Potenziale betrachtet. Diese sind mit heute verfügbarer Technologie bzw. absehbaren technologischen Entwicklungen zu realisieren. Technische Restriktionen (bspw. Investitionsvorlaufzeiten oder Rohstoffverfügbarkeiten) wurden in der Abschätzung der Potenziale berücksichtigt. Die Frage der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Technologien wurde nicht explizit diskutiert, allerdings bei der Auswahl des konkreten Szenarios berücksichtigt. Das heißt, es wurden jene Potenziale im Bereich der erneuerbaren Energieträger für die Szenarienbildung herangezogen, die aus heutiger Sicht bei einem Verzicht auf fossile Energieträger aufgrund von politischen Vorgaben oder infolge außergewöhnlicher Preissteigerungen für fossile Energieträger oder für die Emission von CO₂ in die Atmosphäre genutzt würden. Hierbei wurden auch zukünftige Kostenentwicklungen berücksichtigt. Beispielsweise werden im Bereich der Photovoltaik weitere Kostensenkungen erwartet, während andere Optionen auf technisch-ökonomische

Restriktionen stoßen, also ab einem bestimmten Nutzungsgrad je erzeugter Energieeinheit ein Preisanstieg zu erwarten ist.

Im Bereich der Energieeffizienz liegt der Fokus ebenfalls auf der technischen Effizienz. Die Substitution von Energie durch andere Inputfaktoren (bspw. Arbeit, ausgelöst durch eine ökosoziale Steuerreform) oder strukturelle Änderungen im Wirtschaftssystem (bspw. Umstieg auf weniger energieintensive Konsumstrukturen) werden nur qualitativ berücksichtigt. Ebenso wird davon ausgegangen, dass die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit Österreichs erhalten bleibt und keine wesentlichen wirtschaftlichen Einbrüche oder radikalen Änderungen in der Wirtschaftsstruktur zu erwarten sind.

Die vorliegende Studie basiert im Wesentlichen auf bestehenden Arbeiten und verfügbaren Datenquellen, die zur Beantwortung der Forschungsfrage zusammengefügt, auf Plausibilität geprüft und gesamtheitlich betrachtet werden. Ergänzend werden in Teilbereichen mit fehlenden Quellen ExpertInnenabschätzungen vorgenommen und punktuell auch eigene Datenerhebungen, Simulationen, Modellrechnungen und Prognosen ergänzt. Die so gewonnenen Daten waren Grundlage für das Modell, welches im Rahmen der Arbeit erstellt wurde und welches die Basis für die konkreten Szenarioberechnungen ist.

Die Kurzstudie konzentriert sich auf die Segmente Strom und Raumwärme (inkl. Warmwasser) für Haushalte und Gewerbe. Die energieintensiven Industriebranchen werden bzgl. ihrer Produktionsprozesse nicht mit Einsparpotenzialen hinterlegt, sondern es wird ein Gleichbleiben des Energieverbrauchs in dieser Nutzungskategorie unterstellt. Sehr wohl werden aber jene Energieverbräuche im produzierenden Bereich modelliert, die nicht direkt mit den Prozessen der Produktion zu tun haben (bspw. Beleuchtung, EDV, Antriebssysteme). Der Verkehrssektor ist aufgrund der Einschränkung auf den Strom- und Wärmesektor mit Ausnahme des Stromeinsatzes im Verkehrsbereich ebenfalls nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

Die notwendigen Maßnahmen und Rahmenbedingungen (ordnungsrechtliche Maßnahmen, Aktionsprogramme zur Markttransformation, fiskalische Impulse etc.) auf europäischer und österreichischer Ebene zur Realisierung der technischen Potenziale waren nicht Gegenstand der Kurzstudie. Ebenso wenig die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen des gewählten Szenarios mit Ausnahme einer Abschätzung der Beschäftigungswirkungen.

Im Rahmen der Realisierung eines derartigen Szenarios wären vertiefende Analysen in Hinblick auf Energie- und Ökobilanzen sowie Flächenbilanzen und Kosten-Nutzen-Analysen durchzuführen. Damit kann sichergestellt werden, dass Maßnahmen mit höchster Effizienz prioritär behandelt werden. Insbesondere müssen auch Logistik- und Verteilungsfragen berücksichtigt und Umsetzungsmaßnahmen an lokale Spezifika angepasst werden.

Begleitende Best-Practice-Beispielsammlung

Um die bestehenden technischen Potenziale zu veranschaulichen, wurden in einer begleitenden Arbeit eine Reihe von österreichischen Best-Practice-Beispielen in den relevanten Bereichen der Energieeffizienz und des Einsatzes erneuerbarer Energieträger gesammelt und dokumentiert. Diese wurden parallel zur gegenständlichen Arbeit erstellt. Dabei wurden – soweit sinnvoll – jeweils Querverweise hergestellt.

3. Stromerzeugung ohne fossile Energieträger bis 2020

Die Bereiche Strom und Raumwärme wurden jeweils in einem Partialmodell erarbeitet. Die beiden wichtigsten Verbindungen zwischen den Sektoren, nämlich der Strombedarf zum Betrieb der Wärmepumpen sowie die Stromerzeugung aus wärmegeführten KWK-Anlagen wurden jeweils im Wärmemodell erarbeitet und in das Strommodell übertragen. Im Weiteren finden sich eine Beschreibung der verwendeten Methode und der wichtigsten Datenquellen sowie die Beschreibung des gewählten Szenarios.

Methode und Datenquellen

Ausgangspunkt für die Fragestellung, wie die Stromerzeugung ohne fossile Energieträger bis 2020 erreicht werden kann, ist ein sektorales Modell, das den Stromverbrauch und die Stromaufbringung abbildet und gegenüberstellt. Die zeitliche Auflösung wurde folgendermaßen gewählt: als Basisjahr wurde 2005 festgelegt, da für dieses Jahr die aktuellsten Datenquellen verfügbar sind (bspw. Energiebilanzen, Nutzenergieanalyse, Ökostrombericht). Die Eckpunkte für die zeitliche Entwicklung sind 2005, 2010, 2015, 2020 – dazwischen schreibt das Modell den Trend automatisch linear fort um eine zeitliche Entwicklung darzustellen.

Modellierung des Stromverbrauchs

Die Verbrauchsseite wurde so detailliert im Modell abgebildet, wie dies die verfügbaren Datenquellen zulassen und dabei noch eine sinnvolle Abschätzung der Effizienzpotenziale möglich ist. Dabei werden die Verbrauchskategorien nach folgenden Wirtschaftssektoren differenziert:

- Private Haushalte
- Öffentliche und private Dienstleistungen
- Produzierender Bereich
- Transport
- Landwirtschaft

Berücksichtigt im Modell wurden jene Nutzerkategorien, die einen Verbrauch elektrischer Energie aufweisen. Die Sektoren „private Haushalte (HH)“ und „öffentliche und private Dienstleistungen (DL)“ wurden vollständig modelliert. Der „produzierende Bereich“ wurde aufgegliedert in die Nutzungskategorien, die Nebenverbräuche umfassen (Beleuchtung und EDV, Standmotoren) und die prozessbedingten Verbräuche (Industrieöfen, Elektrochemische Zwecke, Dampferzeugung). Die Nebenverbrauchskategorien wurden einzeln abgebildet, da hier die größten Einsparpotenziale zu erzielen sind (vgl. EU-Kommission, 2006, S. 6) und keine Abschätzung der Potenziale auf Prozessebene erforderlich ist. Eine Einschränkung für die vorliegende Arbeit war das Ausklammern der Prozessenergie – diese wird zwar im Modell abgebildet (Kategorie „I Prozessenergie“), allerdings nicht mit expliziten Einsparpotenzialen hinterlegt. Vielmehr wurde ein Gleichbleiben des Energieeinsatzes in dieser Nutzungskategorie unterstellt. Dies entspricht einer 11-prozentigen Effizienzsteigerung gegenüber der Fortschreibung des Trends der

Nutzenergieanalyse. Diese Verbräuche werden im Gesamtverbrauch berücksichtigt und damit ebenfalls durch erneuerbare Energieträger in der Aufbringung abgedeckt.

Die Sektoren Landwirtschaft und Transport wurden nicht weiter nach Nutzungskategorien untergliedert.

Daraus ergibt sich im Modell eine Struktur mit einzeln abgebildeten Verbrauchskategorien wie in „Tabelle 1: Verbrauchskategorien des Modells“ dargestellt.

Verbrauchssektor	Nutzungskategorie
Haushalt (HH)	Beleuchtung und EDV
	E-Geräte
	Raumwärme / Klima
Dienstleistung (DL)	Beleuchtung und EDV
	E-Großgeräte
	E-Kleingeräte
	Raumwärme / Klima
Industrie (I)	Standmotoren
	Beleuchtung und EDV
	Prozessenergie
Landwirtschaft	Landwirtschaft
Transport	Transport

Tabelle 1: Verbrauchskategorien des Modells

Referenzszenario: Für jede der dargestellten Verbrauchskategorien wurde ein Referenzszenario erstellt. Dieses unterstellt eine Business-as-usual-Entwicklung und ergibt sich als Trendfortschreibung aus den Verbrauchsentwicklungen der Nutzenergieanalysen der Jahre 1993 bis 2005 (Statistik Austria, 2000 und 2007b).

Effizienzszenarien: Für die in „Tabelle 1: Verbrauchskategorien des Modells“ dargestellten Nutzungskategorien wurden mehrere Effizienzszenarien ausgearbeitet. Diese Szenarien beruhen größtenteils auf unterschiedlichen Einsparpotenzialen, wie sie in der Literatur angeführt sind. Die Einsparpotenziale unterscheiden sich im Wesentlichen je nach zugrunde gelegten Rahmenbedingungen. Dabei ist insbesondere entscheidend, ob technische Potenziale oder realistische Potenziale angegeben werden. Für jede Nutzungskategorie wurden mehrere Szenarien angelegt und dokumentiert. Zur Berechnung des gesamten energetischen Endverbrauchs elektrischer Energie im Rahmen des hier dargestellten Modells wurde für jede Nutzungskategorie ein Szenario ausgewählt. Grundsätzlich können jedoch eine Vielzahl an Szenarien erarbeitet werden, je nachdem welche Verbrauchsentwicklungen der einzelnen Kategorien kombiniert werden. Das hier dargestellte Szenario basiert in den meisten Kategorien einerseits auf einer Weiterführung des bisherigen

Trends, andererseits wurde eine konsequente Durchsetzung (und Weiterentwicklung) höchster Effizienzstandards angenommen.

Das Modell ist so aufgebaut, dass der Verbrauchswert für das Basisjahr 2005 für alle Szenarien einer Nutzungskategorie aus der Nutzenergieanalyse übernommen wird. Als Eckpunkte für die Entwicklung bis 2020 werden die Jahre 2010, 2015 und 2020 festgelegt – zwischen diesen Eckpunkten wird automatisch linear interpoliert um eine zeitliche Entwicklung darzustellen. Für das Basisjahr ergibt sich als Summe der abgebildeten Verbrauchskategorien ein Verbrauch von 56.386 GWh – das entspricht dem energetischen Endverbrauch an elektrischer Energie aus der Energiebilanz (Statistik Austria, 2007).

Modellierung der Stromaufbringung

Für die Aufbringungsseite wurde entsprechend der Fragestellung die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern detailliert abgebildet. Die vorgenommene Unterteilung der Aufbringung elektrischer Energie aus Erneuerbaren entspricht der Kategorisierung einschlägiger Datenquellen, insbesondere dem Ökostrombericht der e-control (e-control, 2007) und den Energiebilanzen (Statistik Austria, 2007). Daraus ergibt sich eine Aufgliederung der Erneuerbaren nach dem in „Tabelle 2: Aufgliederung der Erzeugung aus Erneuerbaren“ dargestellten Muster. Die Erzeugung aus Biomasse wurde für feste und flüssige Biomasse einerseits, sowie für Biogas andererseits gesondert abgebildet, anschließend aber in einer Kategorie zusammengefasst, da auch die Potenzialabschätzungen (bspw. im Biomasseaktionsplan, Lebensministerium, 2006) nur bedingt nach unterschiedlichen Biomassearten unterscheiden.

Aufbringungskategorien erneuerbarer Energieträger
Großwasserkraft
Kleinwasserkraft
Wind
Biomasse
PV
Geothermie
Deponie- und Klärgase

Tabelle 2: Aufgliederung der Erzeugung aus Erneuerbaren

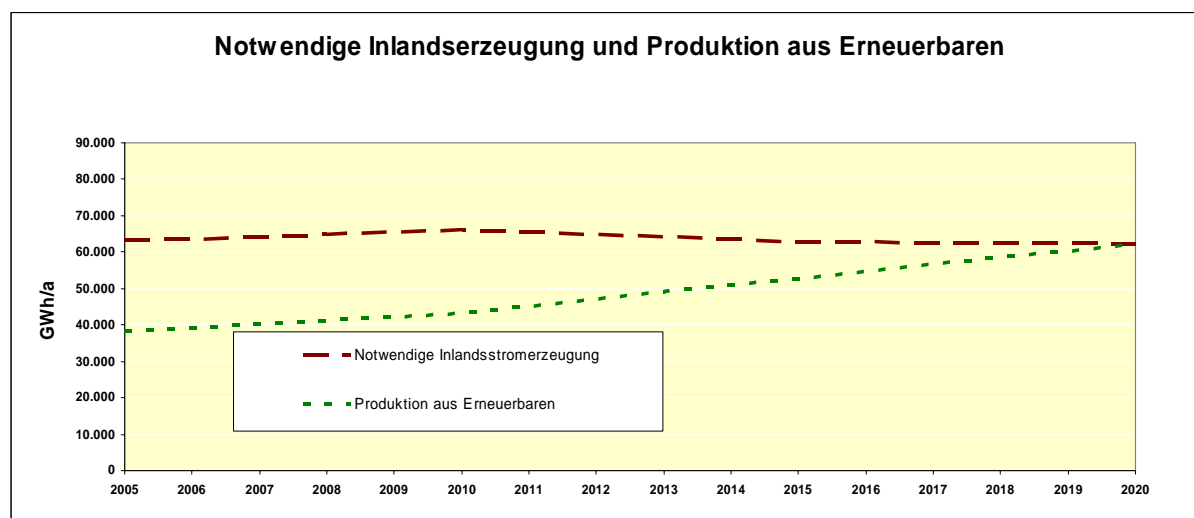
Für jede Aufbringungskategorie sieht das Modell als Rahmen für die Szenarienentwicklung ein eigenes Tabellenblatt mit der Möglichkeit vor, verschiedene Entwicklungsverläufe für jeden Energieträger abzubilden und entsprechend zu dokumentieren. Die Gesamtdarstellung der Erzeugung aus Erneuerbaren summiert die einzelnen Teilbereiche auf. Durch Auswahl einzelner Entwicklungsverläufe für die jeweiligen Erzeugungskategorien können damit durch (beliebige) Kombinationen Gesamtszenarien erstellt und diskutiert werden. Die Erzeugungsdaten für das Basisjahr 2005 wurden aus dem aktuellen Ökostrombericht der e-

control (e-control, 2007) entnommen. Als Eckpunkte für die Entwicklung bis 2020 wurden wiederum die Jahre 2010, 2015 und 2020 festgelegt – zwischen diesen Eckpunkten wird automatisch linear interpoliert um eine zeitliche Entwicklung darzustellen.

Für jede Erzeugungskategorie (Wasserkraft, Wind, Biomasse etc.) wurden basierend auf verschiedenen Datenquellen und damit ausgehend von verschiedenen Schätzungen technischer Potenziale mehrere Entwicklungsszenarien ausgearbeitet. Für die zugrundeliegenden Datenquellen war entscheidend, ob die technische Machbarkeit oder auch die realistische Umsetzbarkeit in der vorgegebenen Zeitspanne betrachtet wird. Das hier dargestellte Szenario wurde so kombiniert, dass die Zielsetzung mit möglichst realistischen Entwicklungen in den einzelnen Aufbringungskategorien zu erreichen ist (siehe oben bzw. im Detail die Diskussion der einzelnen Energieträger).

Das Stromszenario

Das gewählte Stromszenario zeigt einerseits einen nahezu gleichbleibenden Strombedarf bis 2020, wobei bestehende Einsparpotenziale erst ab 2010 zu einer Reduktion des Strombedarfes beitragen. Bezogen auf das Basisjahr 2005 ist der Strombedarf im Jahr 2010 um ca. 4,6 % höher. Vom Niveau des Jahres 2010 sinkt er jährlich um etwa 0,5 %, bis er im Jahr 2020 einen Wert erreicht, der um 1,4 % unter dem Wert des Basisjahres 2005 liegt. Der wesentliche Beitrag zur Erreichung des Ziels einer Stromversorgung ohne fossile Energieträger wird durch den konsequenten Ausbau erneuerbarer Energieträger erreicht.



Einheit GWh/a	2005	2010	2015	2020
Produktion aus Erneuerbaren	38.087	43.084	52.708	62.112
Notwendige Inlandsstromerzeugung	62.964	65.863	62.884	62.087

Abbildung 1: Notwendige Inlandserzeugung und Produktion aus Erneuerbaren

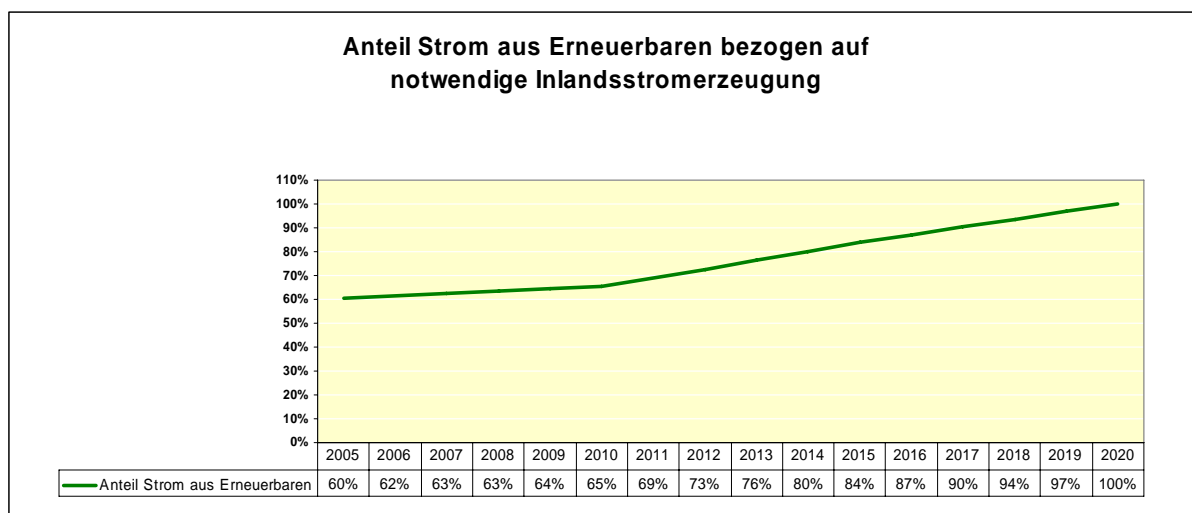


Abbildung 2: Anteil des Stroms aus Erneuerbaren bezogen auf die notwendige Inlandsstromerzeugung

Abbildung 1 und Abbildung 2 zeigen das Ergebnis des Stromszenarios. Auf Basis der gewählten Annahmen ist Österreich durch Ausnutzung der bestehenden Potenziale im Bereich der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energieträger bis 2020 in der Lage, seinen gesamten im Inland benötigten Strom mittels erneuerbarer Energieträger zu erzeugen¹.

Die Nachfrageseite

Die unten stehende Abbildung 3 zeigt die Entwicklung des Endverbrauches an elektrischer Energie bis ins Jahr 2020 unterteilt nach den im Modell dargestellten Verbrauchssektoren. Dabei ist die Entwicklung der einzelnen Sektoren durchaus unterschiedlich. Während der Stromverbrauch im Bereich Transport deutlich ansteigt, führt die konsequente Ausnutzung von bestehenden Einsparpotenzialen in anderen Sektoren zu einem Rückgang des Gesamtstrombedarfs. Dies gilt insbesondere für die Anwendung Beleuchtung und EDV. In der Kategorie Raumwärme und Klima werden Zuwächse bei Wärmepumpen und Klimaanlage durch den Ersatz von Stromheizungen bis zum Jahr 2020 überkompensiert, sodass der Stromverbrauch auch in diesem Bereich sinkt.

Unabhängig von den erforderlichen Maßnahmen zur Erreichung der Effizienzpotenziale wird ein signifikanter Beitrag erst ab dem Jahr 2010 erwartet. Bis dahin ergibt sich ein weiterer Anstieg im inländischen Endverbrauch von jährlich etwa 1 %.

¹ Dies bedeutet nicht das „Abschalten“ bestehender fossiler Kraftwerke in Österreich. Allerdings kann im obigen Szenario der auf die benötigte Jahresmenge bezogene Bedarf an elektrischer Energie netto im Inland erzeugt werden.

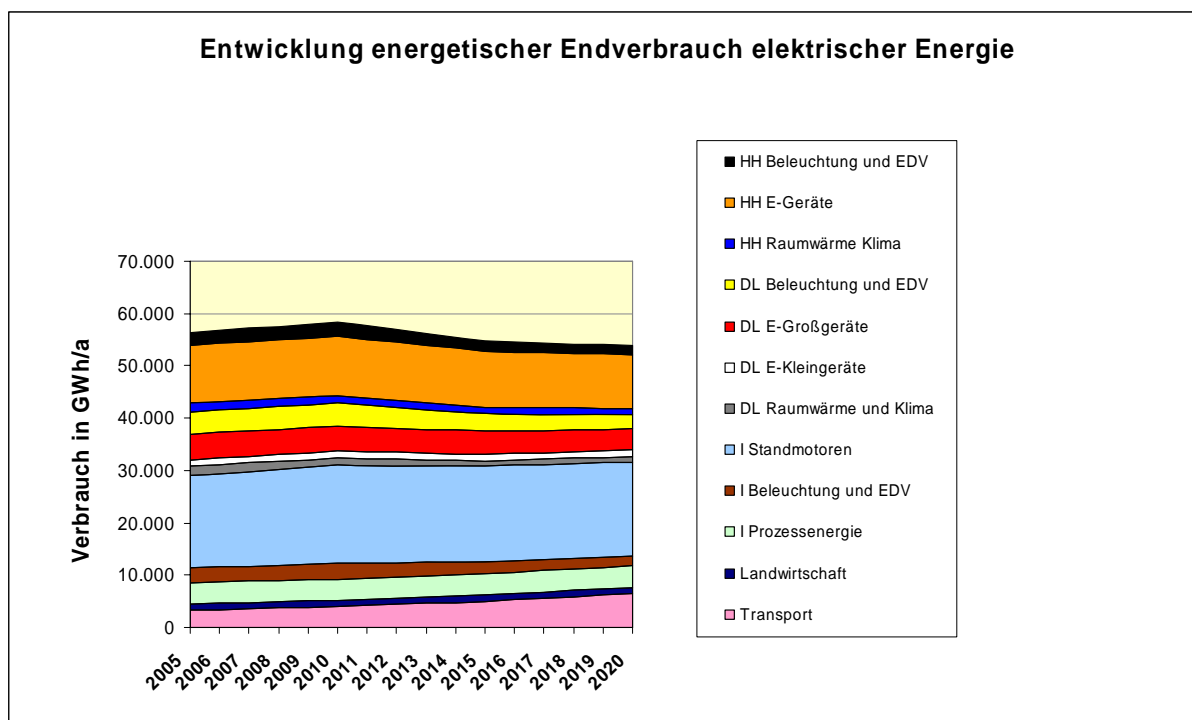


Abbildung 3: Entwicklung des Endverbrauchs an elektrischer Energie 2005 – 2020

Im vorliegenden Energiemodell steigt der energetische Endverbrauch in Österreich von 56.385 GWh/a (2005) bis zum Jahr 2010 auf 58.312 GWh/a weiter an, da in dieser Zeitperiode die Trendsteigerung stärker wirkt als die Effizienzsteigerung durch neue Geräte und Technologien. Ab dem Jahr 2010 sinkt der Verbrauch bis zum Jahr 2020 kontinuierlich auf 53.810 GWh/a, da in dieser Periode die Durchdringungsraten für energieeffiziente Technologien deutlich ansteigen. Der energetische Endverbrauch an elektrischer Energie liegt damit um 4,6 % unter dem Ausgangswert von 2005. Dem gegenüber steht die Erwartung eines über 40-prozentigen Anstiegs bei Fortschreibung des Trends der Nutzenergieanalyse.

Entwicklung des energetischen Endverbrauchs im Detail

Im Folgenden werden die Annahmen in den einzelnen Sektoren und Anwendungen detailliert beschrieben. Die angenommenen Einsparungen gegenüber dem Referenzszenario setzen sich grundsätzlich aus im Vergleich zum Referenzszenario stärkeren Effizienzsteigerungen des Einzelgerätes bzw. der Anlage, geringerer technischer Ausstattung (z.B. Strombedarf zur Kühlung von Wohnungen) oder geringerer Nutzung zusammen. Im Rahmen der gegenständlichen Arbeit liegt das Hauptaugenmerk auf der technischen Effizienzsteigerung, Anpassungen des Konsumverhaltens werden nur in einzelnen Bereichen (z.B. Kühlung von Wohngebäuden) aufgrund der Verfügbarkeit technischer Alternativen (Abschattungssysteme) diskutiert.

Das jeweilige Referenzszenario ist keine Prognose, sondern ergibt sich als eine Fortschreibung des Trends der letzten Jahre. Es enthält damit sowohl eine Fortschreibung des Anstiegs der Zahl der Geräte und Anlagen, als auch des historischen Effizienzsteigerungstrends. Außerdem werden mit der Trendextrapolation auch allfällige

Änderungen im Nutzerverhalten (längere Nutzungsdauer pro Jahr von Geräten) fortgeschrieben.

Haushalt: Beleuchtung und EDV

Als Referenzszenario dient die lineare Fortschreibung des Trends aus der Nutzenergieanalyse, also einer Steigerung von ca. 3,5 % pro Jahr. Dieses Referenzszenario wird mit einem Effizienzzenario überlagert, das im Bereich „Beleuchtung und EDV“ eine Einsparung von 60 % unterstellt. Das Einsparpotenzial von 60 % ist mit der potenziellen technologischen Effizienzsteigerung der Geräte begründet. Beispiele sind hierfür Energiesparlampen sowie energieeffiziente EDV-Geräte und entsprechende Serverkonzepte (siehe Best-Practice-Beispiele). Bis zum Jahr 2010 wird dabei von einer Durchdringungsrate von 20 % ausgegangen, bis zum Jahr 2015 von 66 % und bis zum Jahr 2020 von 90 %. Es kann davon ausgegangen werden, dass die verbleibenden 10 % der Geräte, die auch im Jahr 2020 noch nicht ausgetauscht wurden, deutlich unterdurchschnittlich in Verwendung sind und die effektive Durchdringungsrate daher 95 % beträgt. In der Periode 2005 bis 2010 wird der Stromverbrauch in diesem Sektor noch leicht ansteigen (von 2.480 auf 2.602 GWh/a), da sich hier die Trendsteigerung (Konsumsteigerung) noch stärker auswirkt als die Einsparungen durch die Effizienzsteigerung. Ab dem Jahr 2010 sind jedoch die Effizienzgewinne dominierend und der Stromverbrauch sinkt von 2.602 GWh/a (2010) auf 1.681 GWh/a im Jahr 2020. Der Stromverbrauch für diese Verbrauchskategorie liegt damit um 2.229 GWh/a unter dem Referenzszenario. Die Einsparung beträgt daher 32 % gegenüber dem heutigen Energieverbrauch für Beleuchtung und EDV in den Haushalten.

Haushalt: Elektrogeräte

Als Referenzszenario dient die lineare Fortschreibung des Trends aus der Nutzenergieanalyse. Es wird davon ausgegangen, dass energieeffiziente Neugeräte gegenüber jenen im Referenzszenario um 30 % weniger Strom verbrauchen (siehe Brauner 2007). Anhand der üblichen Produktzyklen wird angenommen, dass die Durchdringungsrate mit energieeffizienten Elektrogeräten bis zum Jahr 2010 bei 20 %, bis zum Jahr 2015 bei 60 % und bis zum Jahr 2020 bei 90 % liegt, die effektive Durchdringung im Jahr 2020 liegt ebenfalls bei 95 % (Erklärung siehe oben).

In der Periode 2005 bis 2010 wird der Stromverbrauch in diesem Sektor von 11.047 GWh/a auf 11.394 GWh/a noch leicht ansteigen, da sich hier die Trendsteigerung (Konsumsteigerung) noch stärker auswirkt als die Einsparungen durch die Effizienzsteigerung. Ab dem Jahr 2010 sind jedoch die Effizienzgewinne dominierend und der Stromverbrauch wird bis zum Jahr 2020 auf 10.203 GWh/a sinken. Die Reduktion des Energiebedarfs liegt daher in der Gesamtperiode bei 7,6 % gegenüber dem Ausgangswert, jedoch bei nahezu 30 % gegenüber dem Referenzwert.

Haushalt: Raumwärme und Klima

Dieser Sektor umfasst u. a. die in Zukunft wesentlichen Verbrauchsbereiche „Wärmepumpen“ und „Klimaanlagen“. Der Stromverbrauch der Wärmepumpen im Haushalt betrug im Jahr 2005 etwa 352 GWh/a. Im vorliegenden Energieszenario wird davon ausgegangen, dass Wärmepumpen v. a. in jenen Haushalten zum Einsatz kommen, die nicht an eine zentrale Wärmeversorgung angeschlossen sind, einen sehr geringen Wärmebedarf aufweisen und diesen auf niedrigem Temperaturniveau benötigen. Dies ist z. B. bei Passivhäusern und klima:aktiv-Häusern im Einfamilienhausbereich der Fall. Im Bereich der Sanierung und im Mehrfamilienhausbereich kommt die Wärmepumpe nur in geringem Maße zum Einsatz.

Da im Raumwärmemodell ein (deutlicher) Ausbau der Aufbringung von Wärmeenergie durch Wärmepumpen unterstellt wird, ist auch ein entsprechender Anstieg des Stromverbrauchs zu berücksichtigen, der ebenfalls durch erneuerbare Energieträger zu decken ist. Dementsprechend wurde die Nutzkategorie „Raumwärme und Klima“ weiter differenziert und der Verbrauch für Wärmepumpen als Unterkategorie für alle Sektoren extra ausgewiesen. Die im Strommodell unterstellte Entwicklung des Verbrauchs für Wärmepumpen ergibt sich aus der Entwicklung an Nutzenergie aus dem Wärmemodell und der unterstellten Entwicklung der durchschnittlichen Jahresarbeitszahlen. Bei letzterer wird ein Anstieg auf eine durchschnittliche Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen von 4 im Jahr 2020 unterstellt. Zwischen den Sektoren Haushalt und Dienstleistungssektor erfolgte im Jahr 2005 die Aufteilung 60 % Haushalte, 40 % Dienstleistungssektor. Aufgrund des starken Zuwachses der Wärmepumpe im Haushaltsbereich steigt dessen Anteil bis 2020 kontinuierlich auf 75 % am gesamten Energieverbrauch für Wärmepumpen an.

Auf Basis der Annahmen im Wärmemodell wird sich der Stromverbrauch für Wärmepumpen von 352 GWh/a (2005) bis zum Jahr 2020 auf 1.125 GWh/a erhöhen (vgl. Faninger, 2007).

Bei den Klimaanlagen wird davon ausgegangen, dass durch entsprechende Baunormen im Neubau der Anstieg der Klimaanlagen im Haushaltsbereich gebremst werden kann und „nur“ eine Steigerung von 60 GWh/a (2005) auf 150 GWh/a im Jahr 2020 erfolgt. Hierfür sind jedoch klare und effektive Maßnahmen erforderlich, da sich gerade in der Kühlung von Wohngebäuden drastische Verbrauchssteigerungen abzeichnen. Der bereits heute feststellbare Trend zur Kühlung von Wohngebäuden wird insbesondere durch steigende Komfortbedürfnisse und längere Hitzeperioden infolge des Klimawandels unterstützt.

Eine gegenläufige Entwicklung wird beim Strombedarf für E-Heizungen angenommen. Wurden im Jahr 2005 noch 7,8 % aller Haushalte mit Strom beheizt (entspricht Verbrauch von 1.272 GWh/a), so werden E-Heizungen bis zum Jahr 2020 vollkommen durch andere Systeme ersetzt sein.

Das Verschwinden der E-Heizung kompensiert die Bedarfssteigerung bei Wärmepumpen und Klimaanlagen. Der Stromverbrauch im Bereich „Haushalt: Raumwärme und Klima“ wird daher insgesamt zwischen 2005 und 2020 von 1.684 GWh/a auf 1.275 GWh/a sinken.

Dienstleistungssektor: Beleuchtung und EDV

Als Referenzszenario dient die Fortschreibung des Trends aus der Nutzenergieanalyse, welcher einen über 2-prozentigen Anstieg pro Jahr zeigt. Es wird davon ausgegangen, dass analog zum Bereich „Haushalt: Beleuchtung und EDV“ energieeffiziente Neugeräte (unter Einbeziehung der oben genannten begleitenden Effekte) um 60 % weniger Strom verbrauchen als jene die im Referenzszenario erworben worden wären. Die Durchdringungsrate wird bis zum Jahr 2010 mit 20 %, bis zum Jahr 2015 mit 66 % und bis zum Jahr 2020 mit 90 % angenommen, die effektive Durchdringung im Jahr 2020 liegt bei 95 %.

In der Periode 2005 bis 2010 wird der Stromverbrauch in diesem Sektor von 4.251 GWh/a geringfügig auf 4.312 GWh/a steigen, ab dem Jahr 2010 kommt es zu einer deutlichen Abnahme des Verbrauchs in diesem Sektor auf 2.665 GWh/a im Jahr 2020. Im Vergleich zum Ausgangswert von 2005 sinkt der Stromverbrauch in diesem Bereich um 37 %.

Dienstleistungssektor: Elektro-Großgeräte

Als Referenzszenario dient die Fortschreibung des Trends aus der Nutzenergieanalyse. Es wird davon ausgegangen, dass das technische Einsparungspotential bei Neugeräten (Kühlmöbel, Trocknung, Großwaschmaschinen, Backöfen, ...) 30 % gegenüber den Geräten des Referenzszenarios beträgt. Die Durchdringungsrate wird bis zum Jahr 2010 mit 20 %, bis zum Jahr 2015 mit 60 % und bis zum Jahr 2020 mit 90 % angenommen, die effektive Durchdringung im Jahr 2020 liegt bei 95 %.

In der Periode 2005 bis 2010 wird der Stromverbrauch in diesem Sektor von 4.849 GWh/a geringfügig auf 4.813 GWh/a sinken, ab dem Jahr 2010 kommt es zu einer deutlicheren Verringerung des Verbrauchs in diesem Sektor auf 4.049 GWh/a im Jahr 2020. Die effektive Energieeinsparung gegenüber dem Referenzszenario beträgt 29 %.

Dienstleistungssektor: Elektro-Kleingeräte

Als Referenzszenario dient die Fortschreibung des Trends aus der Nutzenergieanalyse. Es wird davon ausgegangen, dass das technische Einsparungspotential bei Neugeräten 30 % beträgt (siehe Brauner, 2007). Im Vergleich zu Privathaushalten wird eine kürzere Nutzungsdauer unterstellt. Die Durchdringungsrate wird bis zum Jahr 2010 mit 20 %, bis zum Jahr 2015 mit 66 % und bis zum Jahr 2020 mit 90 % angenommen, die effektive Durchdringung im Jahr 2020 liegt bei 95 %.

Der Stromverbrauch in diesem Sektor wird über die gesamte Periode von 2005 bis 2020 relativ stabil bleiben. Von 2005 auf 2010 lässt sich ein leichter Anstieg von 1.261 GWh/a auf 1.329 GWh/a feststellen, ab dem Jahr 2010 kommt es zu einer Verringerung des Stromverbrauchs in diesem Sektor auf 1.228 GWh/a. Dies stellt eine Reduktion um 2,6 % gegenüber dem Basiswert im Jahr 2005.

Dienstleistungssektor: Raumwärme und Klima

Dieser Sektor umfasst die in Zukunft wesentlichen Verbrauchsbereiche Wärmepumpen und Klimaanlage sowie die Elektro-Heizungen. Letztere werden – wie in den Privathaushalten – bis zum Jahr 2020 vollständig durch andere Systeme ersetzt.

Die Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärmepumpen wird aus dem Wärmemodell übernommen, wobei eine deutliche Steigerung der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe auf 4 erwartet wird (siehe auch oben unter „Haushalt: Raumwärme und Klima“). Der Stromverbrauch für Wärmepumpen im Dienstleistungsbereich wird nicht zuletzt durch Effizienzsteigerungen, aber auch ein geringeres Wachstum als im Haushaltsbereich von 235 GWh/a (2005) bis zum Jahr 2020 auf lediglich 375 GWh/a ansteigen. Ein sehr deutlicher Verbrauchsanstieg ist im Bereich der Klimaanlage im Dienstleistungssektor zu erwarten. Hier sind es vor allem die Geschäfts- und Bürogebäude, durch die der Stromverbrauch von 100 GWh/a (2005) bis zum Jahr 2020 auf 700 GWh/a stark ansteigen wird. Durch den Wegfall von E-Heizungen im Jahr 2020 wird der Stromverbrauch im Bereich „Dienstleistung Raumwärme und Klima“ dennoch von 1.814 GWh/a (2005) auf 1.075 GWh/a (2020) sinken, was dies entspricht einer Reduktion des Energieeinsatzes um 40 % gegenüber dem Ausgangsjahr.

Industrie: Beleuchtung und EDV

Als Referenzszenario dient die Fortschreibung des Trends aus der Nutzenergieanalyse. Es wird davon ausgegangen, dass analog zum Bereich „Dienstleistungssektor Beleuchtung und EDV“ energieeffiziente Neugeräte einen um 60 % niedrigeren Strombedarf haben als im Referenzszenario. Die Durchdringungsrate wird bis zum Jahr 2010 mit 20 %, bis zum Jahr 2015 mit 66 % und bis zum Jahr 2020 mit 90 % angenommen, die effektive Durchdringung im Jahr 2020 liegt bei 95 %.

In der Periode 2005 bis 2010 wird der Stromverbrauch in diesem Sektor von 2.792 GWh/a geringfügig auf 2.953 GWh/a steigen, ab dem Jahr 2010 kommt es zu einem deutlichen Sinken des Verbrauchs auf 1.928 GWh/a im Jahr 2020. Damit liegt der Energieverbrauch im Szenario um 2/3 unter dem Referenzwert.

Industrie: Standmotoren

Als Referenzszenario dient die Fortschreibung des Trends aus der Nutzenergieanalyse. Die Einsparpotentiale bei Standmotoren in der Industrie werden im EU-Energieeffizienz-Aktionsplan 2006 mit 25 % angegeben, das ISI Fraunhofer sowie die Austrian Energy Agency geben das wirtschaftliche Einsparpotential mit 30 % an. Genaue Schätzungen des Einsparpotenzials sind aufgrund der Heterogenität der Anwendungen schwierig. Die Einsparungen wurden daher konservativ angesetzt. Wie jedoch nicht zuletzt Contractingbeispiele (siehe begleitende Best-Practice-Broschüre) zeigen, zeichnet sich dieser Bereich durch (unter heutigen Energiepreisen) hohe wirtschaftlich realisierbare Einsparpotentiale aus. Beim vorliegenden Energieszenario wurde entsprechend den obigen Quellen ein Einsparungspotenzial von 30 % angenommen. Die Durchdringungsrate wird bis zum Jahr 2010 mit 20 % und bis zum Jahr 2015 mit 60 % angenommen. Da zur Gruppe der Standmotoren auch große Maschinen mit hohen Investitionskosten zählen, wird im Jahr

2020 von einer mit 80 % etwas niedrigeren Durchdringungsrate als bei den anderen Nutzungskategorien ausgegangen. Dies entspricht einer effektiven Durchdringungsrate von 90 %, da angenommen wird, dass die verbleibenden 20 % deutlich weniger genutzt werden. Der Stromverbrauch wird in diesem Sektor von 17.615 GWh/a (2005) auf 18.747 GWh/a (2010) deutlich ansteigen und danach bis zum Jahr 2020 wieder auf den Wert von 17.959 GWh/a abfallen. Obwohl es in diesem großen Segment zu einem weiteren Anstieg gegenüber dem Ausgangswert kommt, liegt dieser Wert um 28 % niedriger als der Referenzwert.

Stromverbrauch Industrie: Prozessenergie

Beim Stromverbrauch in der Industrie für Prozessenergie wurde eine Stabilisierung des Stromverbrauches unterstellt. Während sich der Stromverbrauch im Referenzszenario in diesem Sektor stetig von 4.063 GWh/a (2005) bis zum Jahr 2020 auf 4.589 GWh/a erhöht, bleibt dieser im gewählten Szenario bei 4.063 GWh/a konstant. Gegenüber dem Trendszenario aus der Nutzenergieanalyse kommt es daher zu einer Reduktion des Energieverbrauches von 11 % oder 526 GWh/a.

Stromverbrauch Landwirtschaft

Im Sektor Landwirtschaft wird eine, dem Trend folgende, leichte Steigerung des Stromverbrauches bis zum Jahr 2010 von 1.210 GWh/a (2005) auf 1.240 GWh/a erwartet. Danach ist, ähnlich wie bei den Sektoren Gewerbe und Industrie, mit der verbrauchssenkenden Wirkung aufgrund effizienter Geräte (z. B. Standmotoren, Beleuchtung, ...) zu rechnen. Im gewählten Szenario wird daher eine geringfügige Reduktion des Energieverbrauches auf 1.185 GWh/a unterstellt. Dies entspricht einer Senkung gegenüber dem Referenzszenario von 117 GWh/a oder 9 %.

Stromverbrauch Transport

Der Sektor Transport beinhaltet den für den Stromverbrauch relevanten Öffentlichen Verkehr (ÖV), insbesondere den schienengebundenen Verkehr. Im vorliegenden Energiemodell wird – im Sinne einer engagierten Klimaschutzpolitik - von einem Ausbau des ÖV sowie einem massiven Umstieg der Verkehrsleistung vom MIV und vom LKW-Verkehr auf schienengebundene Verkehrsträger ausgegangen. Hinzu kommen potenzielle Beiträge durch Elektroautos. Der Stromverbrauch wird durch die Erhöhung des Öffentlichen Verkehrs und die Einführung von Elektroautos rund verdoppelt und wächst im Szenario von 3.320 GWh/a (2005) bis zum Jahr 2020 auf 6.500 GWh/a an. Im Referenzszenario liegt der Einsatz elektrischer Energie im Verkehr jedoch lediglich bei 3.811 GWh/a. Der im gewählten Szenario unterstellte Energieverbrauch liegt damit um über 70 % oder um 2.689 GWh/a höher als das Trendszenario laut Nutzenergieanalyse (Referenzszenario).

Entwicklung des gesamten inländischen Stromverbrauchs

Entscheidend für die Fragestellung ob der gesamte Strombedarf bis zum Jahr 2020 aus Erneuerbaren gedeckt werden kann, ist die gesamte im Inland verbrauchte Strommenge. Der Logik der Energiebilanzen folgend kommen demnach zum detailliert modellierten energetischen Endverbrauch noch folgende Elektrizitätsverbräuche hinzu, die nicht im energetischen Endverbrauch (der direkt beim Endverbraucher anfällt) berücksichtigt sind:

- Transportverluste
- Verbrauch des Sektors Energie
- Substitution der Nettoimporte (da bis 2020 die Deckung vollständig erneuerbar sein soll, wird hier davon ausgegangen, dass die Nettostromimporte bis 2020 auf Null reduziert werden)

Transportverluste

Die Transportverluste umfassen die Leitungsverluste und die Umformungsverluste (Transformator). Es wird davon ausgegangen, dass die Transportverluste bis zum Jahr 2020 ein konstanter Anteil am energetischen Endverbrauch auf Basis des Anteils im Jahr 2005 bleiben. Die Transportverluste werden daher in der Periode 2005 – 2010 von 3.434 GWh/a auf 3.604 GWh/a ansteigen, dann bis 2020 auf 3.285 GWh/a zurückgehen. Eine etwaige Verringerung der Transportverluste durch die im Jahr 2020 dezentralere Erzeugung von Strom oder verbesserte Transportinfrastruktur wurde in dieser konservativen Annahme nicht berücksichtigt.

Verbrauch Sektor Energie

Der Verbrauch des Sektors Energie setzt sich aus dem Eigenverbrauch der Kraftwerke sowie aus den Verlusten bei den Pumpspeicherkraftwerken zusammen. Der Eigenverbrauch beträgt bei kalorischen Kraftwerken rund 3 % (u. a. bedingt durch die Abgasreinigung), bei Wasserkraftwerken ist der Eigenverbrauch wesentlich geringer. Das vorliegende Energiemodell sieht den Ersatz der bestehenden Kohle-, Erdöl- und Erdgaskraftwerken durch KWK-Kraftwerke auf Biomassebasis sowie Wasser-, Windkraftwerke sowie Photovoltaik vor. Weiters wird davon ausgegangen, dass die Pumpspeicherkraftwerke nicht weiter ausgebaut werden. Insgesamt wird im gewählten Szenario daher ein leichter Rückgang des Eigenverbrauchs im Sektor Energie von 5.809 GWh/a (2005) auf 5.000 GWh/a (2020) unterstellt.

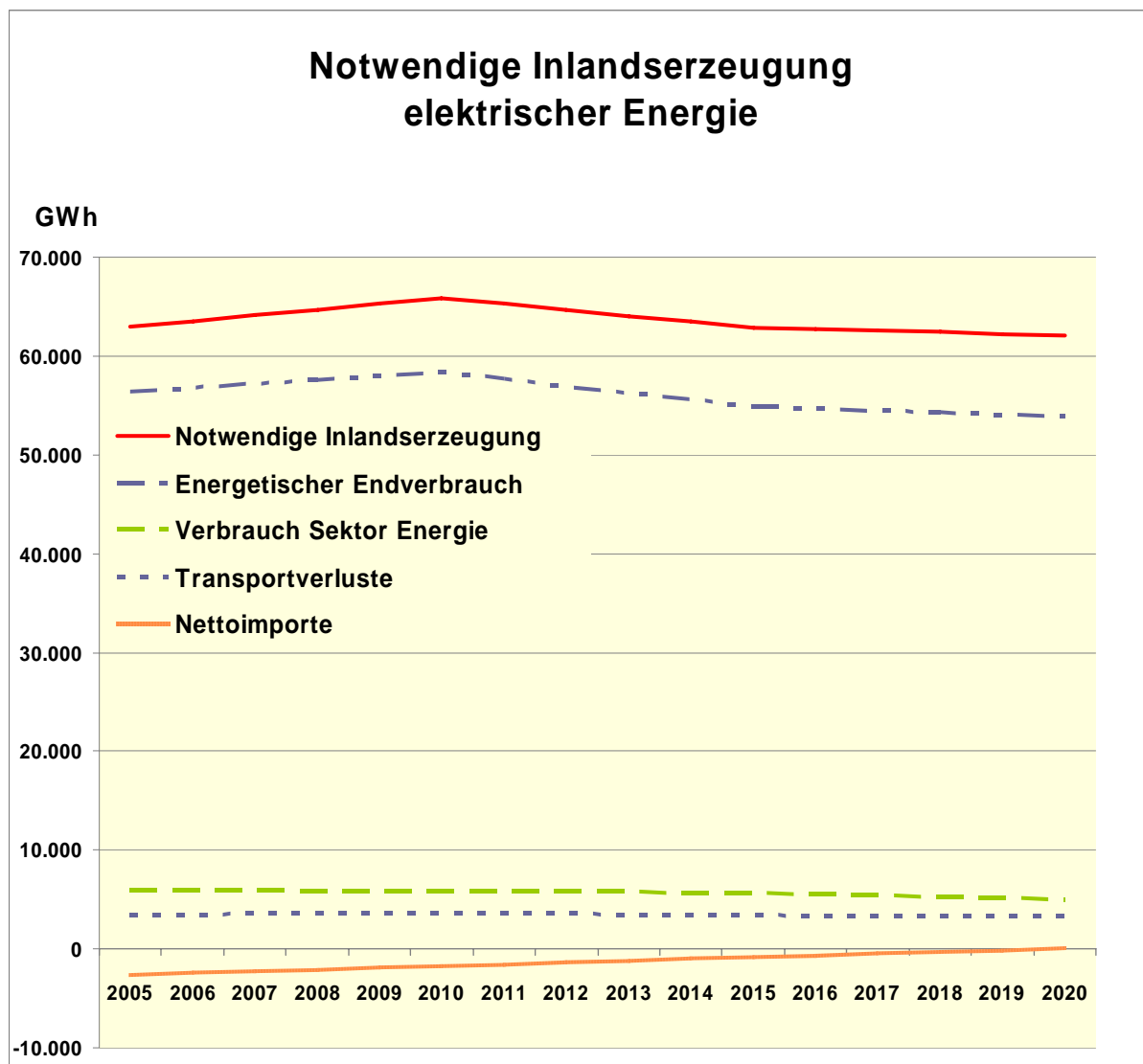
Stromimporte

Das vorliegende Modell sieht vor, dass die Strom-Nettoimporte Österreichs von 2.665 GWh/a (2005) bis zum Jahr 2020 auf 0 GWh/a gesenkt werden und durch inländische erneuerbare Energieträger erzeugt werden.

Wie bereits oben erwähnt, heißt dies nicht, dass keine Exporte und Importe an elektrischer Energie stattfinden. Allerdings gleichen sich diese im Jahresschnitt aus. Sofern weiterhin

kalorische Kraftwerke in Österreich in Betrieb sind, wird die durch sie erzeugte Strommenge netto exportiert.

Aus der Summe des energetischen Endverbrauchs, der Transportverluste, des Verbrauchs des Sektors Energie und der notwendigen Erzeugung zur Substitution der Nettoimporte ergibt sich die notwendige Inlandserzeugung an elektrischer Energie.



Einheit GWh/a	2005	2010	2015	2020
Energetischer Endverbrauch	56.386	58.312	54.844	53.810
Substitution Importe	-2.665	-1.800	-900	0
Verbrauch Sektor Energie	5.809	5.800	5.600	5.000
Transportverluste	3.434	3.551	3.340	3.277
Notwendige Inlandsstromerzeugung	62.964	65.863	62.884	62.087

Abbildung 4: Entwicklung der notwendigen Inlandserzeugung elektrischer Energie 2005 - 2020

Abbildung 4: Entwicklung der notwendigen Inlandserzeugung elektrischer Energie 2005 - 2020 zeigt die notwendige Inlandsstromerzeugung unter Berücksichtigung aller Verbraucher, des Eigenverbrauchs des Sektors Energie und der Transportverluste sowie die Entwicklung der Nettoimporte bis zum Jahr 2020, wenn diese kontinuierlich auf Null reduziert werden. Im vorliegenden Energiemodell steigt die notwendige Inlandstromerzeugung von 62.964 GWh/a (2005) bis zum Jahr 2010 auf 65.863 GWh/a an. Infolge des Anstiegs der Durchdringungsrate effizienter Technologien sinkt dieser Wert in weiterer Folge bis zum Jahr 2020 auf 62.087 GWh/a. Insgesamt sinkt damit die notwendige Inlandsstromerzeugung zwischen 2005 und 2020 um etwa 1,4 %. Während der Stromverbrauch in der Periode 2005 bis 2010 um jährlich etwa 1 % steigt (also bereits unter der derzeit beobachtbaren Verbrauchsentwicklung liegt), sinkt dieser in der Periode von 2010 bis 2020 um jährlich etwa 0,5 Prozent.

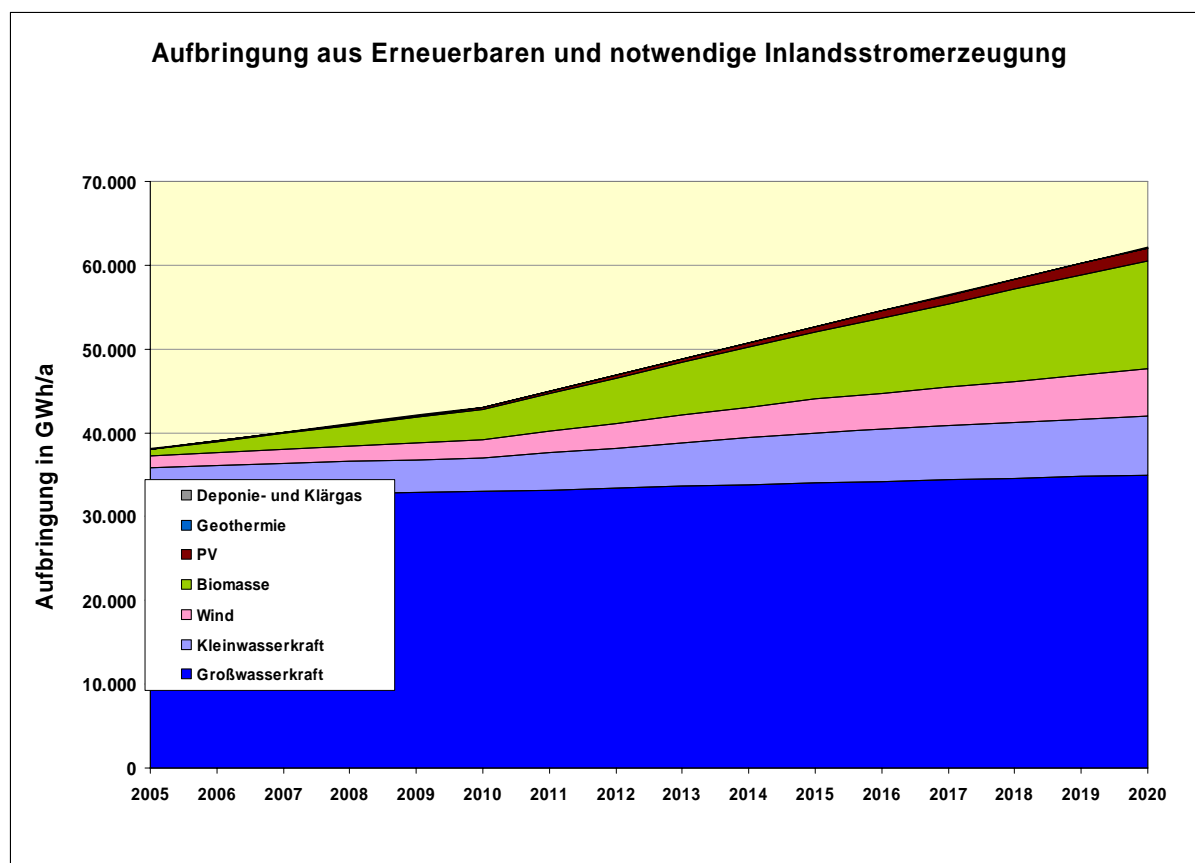
Fazit

Trotz beträchtlicher technischer Potenziale trägt die Nachfrageseite nur insofern zur Erreichung des Ziels bei, als die laut Trendszenario zu erwarteten Steigerungen des Stromeinsatzes in Österreich nicht wirksam werden. Grund hierfür ist der hohe Anstieg des Einsatzes an elektrischer Energie bei Fortschreibung der Verbrauchszuwächse der letzten Jahre.

Die weitgehende Stabilität des inländischen Verbrauchs an elektrischer Energie setzt sich zusammen aus Bereichen mit sinkenden Verbräuchen (insb. für Beleuchtung und EDV) einerseits sowie steigenden Verbräuchen andererseits (Wärmepumpen, Klimageräte, Transport und Substitution der Nettoimporte durch verstärkte inländische Erzeugung).

Die Angebotsseite

Die Angebotsseite zeichnet sich durch eine überschaubare Zahl an potenziellen Energieträgern aus. Neben den unterschiedlichen Formen der Biomasse (fest, flüssig, gasförmig) werden lediglich seitens der Wasserkraft, der Windenergie und ab 2015 der Photovoltaik nennenswerte Beiträge erwartet. Langfristige technologische Optionen (z. B. Solarkraftwerke in Regionen mit hohen Erträgen und Import in Form von Wasserstoff) wurden nicht berücksichtigt.



Einheit GWh/a	2005	2010	2015	2020
Großwasserkraft	32.314	33.000	34.000	35.000
Kleinwasserkraft	3.561	4.000	6.000	7.000
Wind	1.328	2.200	4.000	5.600
Biomasse	806	3.628	8.057	12.867
PV	13	200	600	1.600
Geothermie	2	6	11	15
Deponie- und Klärgas	63	50	40	30
Summe erneuerbare Stromerzeugung	38.087	43.084	52.708	62.112

Abbildung 5: Inländische Aufbringung aus Erneuerbaren 2005 – 2020

Großwasserkraft

Die Entwicklung der Aufbringung von Strom aus der Großwasserkraft wurde gemäß der PV-Roadmap angenommen. Diese sieht einen leichten Anstieg der Erzeugung von 32.314 GWh/a (2005) auf 35.000 GWh/a bis zum Jahr 2020 vor. Das im Szenario unterstellte Potenzial liegt damit deutlich unter dem seitens der Studie der e-control angegebenen technischen Ausbaupotenzial von über 53.000 GWh/a. Ein solcher Zuwachs von insgesamt 8 % innerhalb von 15 Jahren wird primär durch Modernisierung und das Repowering der bestehenden Großwasserkraftwerke erreicht. Ein Ausbau noch bestehender Potenziale für Großwasserkraftwerke in Österreich (z. B. Hainburg) wurde nicht angenommen.

Kleinwasserkraft

Für die Entwicklung der Kleinwasserkraft wurde eine Erhöhung der Erzeugung von 3.561 GWh/a (2005) auf 7.000 GWh/a bis zum Jahr 2020 angenommen. Diese Entwicklung entspricht weitgehend dem von der e-control ermittelten technischen Angebotspotential (dort allerdings bis 2010 realisierbar) und liegt niedriger als die Potentialschätzung der PV-Roadmap, welche das Potenzial für Kleinwasserkraft in Österreich mit 9.600 GWh/a angibt. Dies entspricht der Steigerung der Stromerzeugung aus Kleinwasserkraft von 97 % oder 3.439 GWh/a, stellt also nahezu eine Verdoppelung der Stromerzeugung aus Kleinwasserkraft dar.

Windkraft

Bei der Windkraft wird ein deutlicher Ausbau von 1.328 GWh/a (2005) auf 5.600 GWh/a bis zum Jahr 2020 zu Grunde gelegt. Diese Annahme liegt bis 2020 etwas über dem seitens der PV-Roadmap (5.000 GWh) und der e-control geschätzten technischen Potenzial (5.300 GWh bis 2010), allerdings deutlich unter dem theoretischen Potenzial laut e-control mit 82.000 GWh. Andere Expertenschätzungen unterstellen ein Potenzial von 7.500 GWh/a. Letzteres stellt zwar ein sehr engagiertes Szenario für den Ausbau der Windenergie in Österreich dar, es entspricht jedoch etwa dem in Österreich unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Nutzungsansprüche (Landschaftsschutz, Naturschutz, Tourismus,...) verträglichen Windkraftausbau.

Im hier gewählten Szenario wird das technische Potenzial aufgrund von zu erwartenden sozialen Widerständen nicht ausgeschöpft. Dennoch wird mehr als eine Vervielfachung der Windkraft in Österreich angenommen. Neben der Errichtung neuer Windkraftanlagen wird der Leistungszuwachs insbesondere durch Repowering von kleinen, älteren Anlagen erfolgen.

Stromerzeugung aus Biomasse

Die Basis für die Potenzialeinschätzung für Biomasse bildet der Nationale Biomasseaktionsplan für Österreich (Begutachtungsentwurf), der davon ausgeht, dass der Biomasseeinsatz im Energiebereich (Strom, Wärme und Treibstoffe) von rund 100 PJ im Jahr 2004 auf 256 PJ bis zum Jahr 2020 gesteigert werden kann.

Bei der Modellierung des vorliegenden Szenarios wird davon ausgegangen, dass 50 % (das entspricht 36 PJ) jener Biomasse, die im Nationalen Biomasseaktionsplan für die Treibstoffproduktion vorgesehen wäre, für die Wärme- und Stromproduktion verwendet wird, da dies eine höhere Energiegewinnung pro Hektar (siehe Abbildung 12: Energieerträge aus Biomasse bei unterschiedlichen Nutzungspfaden; Quelle: Sachverständigenrat für Umweltfragen 2007 (Erläuterung: KUP = Kurzumtriebspflanzen, z.B. Weiden, Elefantengras) ermöglicht. Für die Wärme- und Stromproduktion stehen damit im Jahr 2020 insgesamt 220 PJ Biomasse zur Verfügung. Zieht man von dieser Menge die 35 PJ an Biomasse ab, die 2005 für die Prozesswärmeerzeugung in Industrieöfen und für die Dampferzeugung benötigt werden (dieser Wert wird bis 2020 als konstant angenommen), so verbleiben 185 PJ für die Strom- und Wärmeerzeugung im Haushalts-, Industrie- und Gewerbebereich. In diesen Zahlen nicht enthalten ist das Potenzial der Kraft-Wärme-Kopplung im Rahmen der thermischen Abfallverwertung. In Österreich wurden im Jahr 2005 1,655 Mio. Tonnen Siedlungsabfall und 124.000 Tonnen gefährliche Abfälle zur Gewinnung von Wärme und/oder Strom thermisch verwertet. Mittelfristig ist mit einer deutlichen Ausweitung dieses Potenzials zu rechnen.

Die im Rahmen der Prozesswärme eingesetzte Biomasse wird im gewählten Szenario ebenfalls im Rahmen von industrieller KWK eingesetzt. Bei einem angenommenen elektrischen Wirkungsgrad von 35 % entspricht dies einer Jahresproduktion von 3.367 GWh/a. Jener Anteil der Biomasse, der im Rahmen von KWK in elektrischen Strom umgewandelt wird, betrug 2005 404 GWh² (1,45 PJ) und wird bis zum Jahr 2020 auf 9.500 (37 PJ) gesteigert. Es wird unterstellt, dass die Durchdringung der industriellen KWK aufgrund der erforderlichen Vorlaufzeiten wesentlich schneller erfolgt als im Bereich der Fernwärmeversorgung, welche auch einen entsprechenden Ausbau der Versorgungsinfrastruktur erfordert. Aus diesem Grunde können 2010 lediglich 20PJ (siehe Tabelle 5: Biomassenutzung laut Szenario) im Rahmen von KWK-Anlagen energetisch genutzt werden.

Es wird insbesondere davon ausgegangen, dass im Jahr 2020 die Biomasseverstromung (nahezu) ausschließlich im Rahmen industrieller und kommunaler Kraft-Wärme-Kopplung wärmegeführt erfolgt und ein elektrischer Wirkungsgrad von 36 % sowie ein thermischer Wirkungsgrad von 52 % (gesamt 88 %) erreicht wird. Nur dadurch kann sicher gestellt werden, dass die hohe Energieausbeute von 88% auch sinnvoll genutzt werden kann.

Die Stromerzeugung in Biogasanlagen wird im gewählten Szenario von 220 GWh/a (2005) auf 700 GWh/a bis zum Jahr 2020 gesteigert.

Insgesamt werden im Rahmen des hier gewählten Szenarios – welches im Wesentlichen auf den Potenzialen des Biomasse-Aktionsplans beruht – im Jahr 2020 durch die oben genannten technischen Optionen 12.867 GWh/a elektrische Energie erzeugt. Dies entspricht einer zusätzlichen Stromerzeugung von etwa 12.000 GWh/a oder nahezu 50 % des gesamten Zuwachses an erneuerbarer Energie im Strombereich. Der Nutzung der Biomasse im Rahmen von (wärmegeführten) KWK-Anlagen kommt daher zentrale Bedeutung für die Erreichung des Gesamtzieles im Strombereich zu.

² Kraftwerke, die nur Strom und keine Wärme zur Nutzung erzeugen (vorwiegend Biogas-Verstromungsanlagen), werden hier nicht dazugezählt.

Photovoltaik

Bei der Entwicklung der Photovoltaik in Österreich wird in der ersten Periode zwischen 2005 bis 2010 von einer Steigerung der Stromproduktion von 13 GWh/a auf 200 GWh/a ausgegangen, was einem jährlichen Zuwachs von etwas unter 40 GWh oder einer zusätzlich installierten Leistung von rund 40 MW/Jahr entspricht. (In Deutschland lag der PV-Zubau in den Jahren 2004 bis 2006 im Mittel bei rund 700 MW/Jahr). Ab 2010 wird sich die Stromproduktion jährlich um 80 GWh/a steigern und im Jahr 2015 rund 600 GWh/a betragen. Es wird davon ausgegangen, dass ab dem Jahr 2015 der Strom aus PV für bestimmte Endkunden (Haushalte) kostengünstiger als der Strombezug sein wird und dadurch ein jährlicher Zuwachs der Erzeugung um 200 GWh erfolgt und im Jahr 2020 die Stromerzeugung aus PV 1.600 GWh/a beträgt. Im Vergleich zur PV-Roadmap, die für das Jahr 2020 ein technisches Potential von 23.000 GWh/a angibt, ist das vorliegende Szenario konservativ gehalten. Als einschränkend für den jährlichen Zuwachs in Österreich wurden neben wirtschaftlichen Aspekten auch die technisch-organisatorischen Aspekte berücksichtigt, da die PV-Anlagenproduktion nicht beliebig kurzfristig gesteigert werden kann (Vorlaufzeiten bei der Errichtung von Produktionsstätten) sowie das ausführende Gewerbe entsprechend Zeit für den Aufbau und die Ausbildung von Fachkräften benötigt. In der Periode zwischen 2010 und 2020 liegen die jährlichen Zuwachsraten bei rund 20 % und damit auch deutlich unter den in Deutschland in Spitzenjahren erreichten Werten.

Geothermie

Bei der Entwicklung der Geothermie zur Stromproduktion wird ein konstantes, moderates Wachstum von 1 GWh/a gemäß den Einschätzungen in der PV-Roadmap angenommen, womit die Stromproduktion von 2 GWh/a (2005) auf 15 GWh/a (2020) ansteigen wird. In diesem Szenario wird die Geothermie für die Stromproduktion (mit den derzeit verfügbaren Technologien) nur eine vergleichsweise geringe Rolle spielen.

Deponie und Klärgas

Die Stromproduktion von Deponie- und Klärgas betrug im Jahr 2005 etwa 63 GWh/a. Seit 2004 dürfen aufgrund der Österreichischen Abfallgesetzgebung auf kommunalen Deponien nur mehr Abfälle mit geringem organischem Anteil abgelagert werden, welche kaum noch Deponiegas entwickeln. Die Produktion von Deponiegas aus den „alten“ Deponien wird kontinuierlich zurückgehen und damit auch die Stromproduktion daraus. Es wurde davon ausgegangen, dass die Energieproduktion aus Deponie- und Klärgas daher leicht rückläufig sein und von 63 GWh/a (2005) auf 30 GWh/a im Jahr 2020 sinken wird.

Fazit

Trotz eines leichten Rückgangs der erforderlichen Inlandsproduktion ist für die inländische Abdeckung des Strombedarfes im Jahr 2020 die weitgehende Ausschöpfung der technischen Potenziale an erneuerbaren Energieträgern erforderlich. Dies gilt in besonderer Weise für die Biomasse. Hier wird unterstellt, dass auf Basis der Potenziale laut Biomasse-Aktionsplan eine weitgehende Nutzung der Biomasse in industriellen und kommunalen Kraft-Wärme-Koppelungen stattfindet. Der Einsatz der Biomasse im Bereich der Treibstoffe wird aus Gründen der gesamtenergetischen Effizienz gegenüber dem Biomasse-Aktionsplan um 50% reduziert. Dieser hohe Anstieg der KWK auf Biomassebasis bis 2020 erfordert einen massiven Ausbau der industriellen und kommunalen KWK-Anlagen sowie die begleitende Errichtung von Fern- und Nahwärmenetzen mit entsprechender Abnahme der Wärme. Aufgrund langer Vorlaufzeiten zur Planung und Errichtung von Kraftwerken (insb. Biomasse-Fernwärme) ist erst nach 2010 mit einem deutlichen Anstieg des Anteils erneuerbarer Energieträger im Strombereich zu rechnen.

Die wesentliche Komponente für die langfristige Absicherung eines vollständig erneuerbaren Stromsektors ist die Entwicklung der Photovoltaik. Basierend auf den wesentlichen Arbeiten ist erst nach 2015 mit einer (annähernd) wirtschaftlichen Energiegewinnung aus Photovoltaik zu rechnen. Sobald diese erreicht ist, werden jedoch hohe Zuwächse erwartet. Im gegenständlichen Szenario erreicht der Beitrag der Photovoltaik zur Stromerzeugung bis 2020 etwas über 2,5 Prozent.

Die wesentlichen Beiträge zur Umstellung des Stromsektors auf erneuerbare Energieträger werden durch die Biomasse (in wärmegeführten KWK-Anlagen) mit einem Anteil am Zuwachs von 50 % geleistet. Kleinwasserkraft und Windenergie tragen mit 7.000 bzw. 5.600 GWh/a ebenfalls nennenswert zur Steigerung der Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern bei. Trotz massiver Erhöhung leistet die Photovoltaik bis 2020 lediglich einen Beitrag von 1.600 GWh/a, weist jedoch hohe Zuwachsraten und weitere Potenziale auf. Insgesamt wird die Stromproduktion aus Erneuerbaren zwischen 2005 und 2020 um 24.025 GWh/a erhöht. Dies entspricht einer Steigerung um 63 % gegenüber 2005.

4. Raumwärme ohne fossile Energieträger bis 2030

Die Raumwärme ist jener Bereich, mit dem die größten Hoffnungen auf eine deutliche Reduktion des Verbrauches einerseits und des verstärkten Einsatzes erneuerbarer Energieträger verbunden sind. Wie insbesondere an Hand von Best-Practice-Beispielen gezeigt wird, handelt es sich bei der klima:aktiv- und Passivhaustechnologie um einen bereits erprobten Qualitätsstandard im Bereich des Neubaus. Qualitativ hochwertige Modernisierungen von Wohngebäuden weisen ein hohes Einsparpotenzial auf.

Vergleichbar stellt sich die Situation im Bereich der Heizungserneuerung dar. Bei den wesentlichen Optionen zur Nutzung erneuerbarer Energieträger - Solarenergie, Biomasse, Wärmepumpe und Fernwärme - handelt es sich um seit Jahren erprobte Technologien. Bis 2030 wird darüber hinaus ein gesamter Investitionszyklus für Heizungsanlagen betrachtet.

Methode und Datenquellen

Als Grundlage für die Bearbeitung der Fragestellung ob bzw. wie die Raumwärme (inkl. Warmwasser) ohne fossile Energieträger bis 2030 erreicht werden kann, wurde ein sektorales Modell aufgebaut, welches den Energieeinsatz für Raumwärme und Warmwasser in den einzelnen Sektoren detailliert abbildet und den verfügbaren Potenzialen zur Wärmeaufbringung aus Erneuerbaren gegenüberstellt. Die zeitliche Auflösung wurde folgendermaßen gewählt: Als Basisjahr wurde 2005 festgelegt, da für dieses Jahr die aktuellsten Datenquellen verfügbar sind (bspw. Energiebilanzen, Nutzenergieanalyse, Wohnungszählung). Die Eckpunkte für die zeitliche Entwicklung sind 2005, 2010, 2020, 2030 – dazwischen wird vom Modell automatisch linear der Trend fortgeschrieben um eine zeitliche Entwicklung darzustellen.

Modellierung des Wärme-Energiebedarfs im Sektor privater Haushalte

Der Anteil des Sektors der privaten Haushalte am Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser macht laut Nutzenergieanalyse (Statistik Austria, 2000) ca. 72 % aus. Damit handelt es sich hier um den größten Verbraucher, weshalb dieser Sektor auch besonders detailliert abgebildet wurde. Neben der energetischen Bedeutung stehen aus verschiedenen Datenquellen (insb. die Wohnungserhebung 2005 – Statistik Austria, 2006a) für den Bereich der privaten Haushalte auch detaillierte Daten über den Gebäudebestand (Anzahl der Wohneinheiten, verfügbare Nutzfläche, verwendete Energieträger etc.) zur Verfügung.

Das Modell differenziert zwischen Einfamilienhäusern (EFH) (laut Statistik Austria Klassifizierung sind das Wohneinheiten in Gebäuden mit ein oder zwei Wohneinheiten) und Mehrfamilienhäusern (MFH) (entsprechend der Statistik Austria Klassifizierung sind das Wohneinheiten in Gebäuden mit mehr als zwei Wohneinheiten). Nichtwohngebäude (NWG) sind in der Statistik jene Wohneinheiten, die nicht für Wohnzwecke genutzt werden. Diese machen einen geringen Anteil am Energieverbrauch aus und werden nicht in der Bottom-Up Modellierung berücksichtigt.

Entwicklung des Gebäudebestands

Ausgangspunkt ist der Bestand an EFH und MFH (angegeben als Anzahl an Wohneinheiten), differenziert nach Bauperioden. Die Bestandsdaten für das Basisjahr 2005 sind der aktuellen Wohnungserhebung entnommen (Statistik Austria, 2006a).

Der Bestand (alle Wohneinheiten in Gebäuden vor 2005 errichtet) entwickelt sich ausgehend vom Basisjahr 2005 entsprechend der Abrisszahlen. Der Abriss (inkl. Umwidmung) macht in Österreich jährlich ca. 16.000 Wohneinheiten aus. Dieser Abgang an Wohneinheiten wird entsprechend abgeschätzter Parameter auf EFH und MFH aufgeteilt (Annahme: 75 % der abgerissenen Wohneinheiten sind Wohnungen in Mehrfamilienhäusern) und weiter auf die einzelnen Bauperioden verteilt. Daraus ergibt sich die Anzahl an abgerissenen Wohneinheiten pro Jahr für jede Bauperiode. Aus dieser Entwicklung ergibt sich die Entwicklung des Bestands als Zeitreihe bis 2030 (siehe Abbildung 6). Dabei ist wichtig: als Bestand wird im Modell jene Zahl an Wohneinheiten bezeichnet, die vor 2005 errichtet wurde – später errichtete werden als Neubau gesondert modelliert. Die Modernisierung bezieht sich allerdings nur auf den Bestand vor 2005 – d.h. Modernisierungen von Gebäuden, die nach 2005 errichtet wurden, sind im Modell nicht vorgesehen.

Entwicklung des Wohnungsbestands	Wohneinheiten (Angaben in 1.000)		
	2005	2006	2007
Vor 1919	600	596	592
1919 bis 1944	268	263	258
1945 bis 1960	435	429	423
1961 bis 1970	540	539	539
1971 bis 1980	541	540	540
1981 bis 1990	484	484	484
1991 bis 2000	484	484	484
2001 und später	124	124	124
Wohneinheiten gesamt	3.475	3.460	3.444

Abbildung 6: Entwicklung des Wohnungsbestands nach Bauperioden

Modernisierung des Bestands

Energetisch sehr entscheidend ist die thermische Modernisierung der Gebäudehüllen. Die Sanierungsrate ist für jedes Jahr jeweils als Prozentsatz des Gesamtbestands (Bestand vor 2005 zuzüglich der bis zu diesem Jahr neu gebauten Wohneinheiten abzüglich der abgerissenen Wohneinheiten) definiert. Damit ergibt sich aus dem Gebäudebestand und der unterstellten Sanierungsrate eine absolute Anzahl an Wohneinheiten, die jedes Jahr modernisiert werden muss.

Sanierungsrate: Ausgangspunkt ist die historische Sanierungsrate, die bei ca. 1 % des Bestandes liegt. Im Regierungsprogramm sowie in weiteren energiepolitischen Dokumenten (Klimastrategie der Bundesregierung, Masterplan Umwelttechnologie etc.) wird als Ziel für die thermische Sanierung des Gebäudebestands eine Sanierungsrate von 3 % formuliert.

Eine Sanierungsrate von 3 % bedeutet in absoluten Zahlen die Anzahl der modernisierten Wohnungen von etwa 35.000 auf über 100.000 jährlich zu erhöhen. Im Sinne eines technisch möglichen Szenarios wird daher die Sanierungsrate von 1 % 2005 zum Jahr 2010 kontinuierlich auf 1,5 % im EFH-Bereich und 2 % im MFH-Bereich angehoben. Bis 2020 wird die Sanierungsrate auf 3 % angehoben und bleibt dann stabil.

Dieser kontinuierliche Anstieg der Sanierungsrate erlaubt es, einerseits die erforderlichen Kapazitäten an Fachkräften zur Verfügung zu stellen, andererseits die Qualifikation dieser Personen entsprechend zu erhöhen. Gerade letzteres ist eine wesentliche Voraussetzung für die Erreichung der angegebenen thermischen Qualitäten in der Modernisierung von Gebäuden.

Modernisierungen und Bauperioden: Die in Summe zur Erreichung der vorgegebenen Sanierungsrate notwendigen Sanierungsfälle müssen auf die einzelnen Bauperioden aufgeteilt werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass in einzelnen Bauperioden Sanierungen nur teilweise und begrenzt möglich sind. Dementsprechend wurde für jede Bauperiode eine Restgröße abgeschätzt, die aus Denkmalschutz- oder anderen baulichen Gründen nicht modernisiert werden kann. Für jenen Teil des Gebäudebestands, der für eine Modernisierung in Frage kommt, wurden die zur Erreichung der Gesamtsanierungsrate notwendigen sanierten Einheiten auf die Bauperioden nach folgenden Kriterien aufgeteilt:

- Höhe der realisierbaren energetischen Verbesserung durch thermische Sanierung
- Alter der Gebäude zum Zeitpunkt der Modernisierung (Berücksichtigung von Investitionszyklen); es werden bspw. bei einem Investitionszyklus von ca. 30 Jahren in den Jahren bis 2010 im Wesentlichen Gebäude aus den Bauperioden vor 1980 saniert
- Vorhandensein eines sanierungsfähigen, aber unsanierten Restbestands

Nach diesen Kriterien ergibt sich folgendes Bild: Bis zum Jahr 2010 werden vorwiegend Gebäude aus der Bauperiode 1945 bis 1960 saniert. Ab 2010 zunehmend auch Gebäude aus der Bauperiode 1961 bis 1970. Ab 2020 sind die sanierungsfähigen Gebäude der Bauperiode 1945 bis 1960 aussaniert – der Schwerpunkt der Sanierungen verlagert sich auf die Bauperioden nach 1971 und zu einem geringeren Anteil auch auf Gebäude, die vor 1919 errichtet wurden (insbesondere im mehrgeschossigen Wohnbau) – natürlich unter

Berücksichtigung der Tatsache, dass in diesen Bauperioden nur ein Teil der Gebäude (Denkmalschutz etc.) thermisch engagiert modernisiert werden kann. Unter den gegebenen Annahmen zur Sanierungsrate werden bspw. im mehrgeschossigen Wohnbau knapp 50 % der Gebäude aus der Bauperiode vor 1919 saniert.

Neubau

Wie die Sanierungsrate ist auch die Neubaurate für jedes Jahr jeweils als Prozentsatz des Gesamtbestands (Bestand vor 2005 zuzügl. der bis zu diesem Jahr neu gebauten Wohneinheiten) definiert. Ausgangspunkt ist die historische Neubaurate, die bei ca. 1 % des Bestands liegt – die im Modell geschätzte Entwicklung sieht einen leichten Trend zum mehrgeschossigen Wohnbau vor (d.h. die Neubaurate für MFH nimmt leicht zu, für EFH nimmt sie leicht ab). Damit ergibt sich ausgehend vom Gesamtbestand die Anzahl der Wohneinheiten, die neu gebaut werden.

Kesseltausch und Energieträgerwechsel

Kesseltausch: Die Ausgangssituation im Bereich der Beheizung privater Haushalte stellt sich folgendermaßen dar (Quelle: Häuser- und Wohnungszählung 2001, Statistik Austria; die Wohnungszählung 2005 enthält keine Daten zu den eingesetzten Energieträgern – diese sollen laut Dokumentation gesondert publiziert werden, liegen aber noch nicht vor):

Wohnungsbestand gesamt	
Energieträger	Anteil im Wohnungsbestand [%]
Heizöl	27,0
Holz	14,9
Hackschnitzel, Sägespäne, Pellets, Stroh	1,5
Kohle, Koks, Briketts	2,9
Elektrischer Strom	7,8
Gas	32,3
Alternative Wärmebereitstellungssysteme	0,7
Sonstiger Brennstoff	0,7
Fernwärme	12,2
Summe	100,0

Wohnungsbestand EFH	
Energieträger	Anteil im Wohnungsbestand [%]
Heizöl	35,1
Holz	26,2
Hackschnitzel, Sägespäne, Pellets, Stroh	2,3
Kohle, Koks, Briketts	4,0
Elektrischer Strom	5,0
Gas	23,8
Alternative Wärmebereitstellungssysteme	1,2
Sonstiger Brennstoff	0,3
Fernwärme	2,0
Summe	100,0

Wohnungsbestand MFH	
Energieträger	Anteil im Wohnungsbestand [%]
Heizöl	19,8
Holz	4,9
Hackschnitzel, Sägespäne, Pellets, Stroh	0,7
Kohle, Koks, Briketts	1,9
Elektrischer Strom	10,3
Gas	39,9
Alternative Wärmebereitstellungssysteme	0,2
Sonstiger Brennstoff	1,1
Fernwärme	21,3
Summe	100,0

Tabelle 3: Anteil der Heizenergieträger im Wohnungsbestand

Folgende Überlegungen wurden dem Energieträgerwechsel zugrunde gelegt:

Im Bereich der Einfamilienhäuser (Gebäude mit ein oder zwei Wohneinheiten) macht das Heizöl mit 35 % den größten Anteil aus. Da es sich i.W. um Gebäude handelt, die keine Anbindung an Gas- oder Fernwärmenetze haben, wird unterstellt, dass diese Ölheizungen primär durch Biomasseanlagen ersetzt werden. Der als elektrischer Strom ausgewiesene Anteil betrifft die E-Heizungen, welche ebenso ersetzt werden (und zwar bereits bis zum Jahr 2020, siehe Stromszenario).

Im Bereich der Mehrfamilienhäuser wird Erdgas, welches mit knapp 40 % den größten Anteil ausmacht, primär durch Fernwärme aus Biomasse-KWK ersetzt. Das Heizöl wird durch Biomassekessel substituiert. Zusätzlich ausgebaut wird der Einsatz von Wärmepumpen.

Insgesamt muss für die Wärmepumpe beachtet werden, dass der Einsatz elektrischer Energie für diese Anwendung als Verbrauchszuwachs bei der Stromaufbringung aus Erneuerbaren berücksichtigt werden muss. Auch bei der Fernwärme muss beachtet werden, dass diese aus Biomasse-KWK und Müllverbrennung gedeckt werden muss – somit sind die Biomassepotenziale für die erneuerbare Stromerzeugung in KWK und die Potenziale von brennbaren Abfällen in KWK zu berücksichtigen.

Jahresnutzungsgrade: Die Jahresnutzungsgrade der Heizsysteme sind durch folgende Trends bestimmt:

- generelle Effizienzsteigerung bei den einzelnen Heizsystemen
- teilw. Substitution von Gas- und Ölkesseln durch Biomasseeinzelöfen die z. T. einen etwas niedrigeren Jahresnutzungsgrad aufweisen

Diese zwei Trends sind gegenläufig, in Summe ist über einen gesamten Investitionszyklus so wie er hier untersucht wird (bis 2030) ein leichter Anstieg des Jahresnutzungsgrads anzusetzen.

Heizwärmebedarf

Ausgehend von historischen Werten für den durchschnittlichen Heizwärmebedarf (HWB) für ein Gebäude einer gewissen Bauperiode werden folgende HWBs festgelegt:

- HWB des unsanierten Bestands vor 2005 (bleibt über den Zeitverlauf konstant)
- HWB des sanierten Bestands für jedes Jahr (der Wert für 2015 gibt bspw. an, welcher HWB erreicht wird, wenn ein Gebäude im Jahr 2015 saniert wird)
- HWB Neubau für jedes Jahr (der Wert für 2015 gibt bspw. an, welcher HWB bei einem Jahr im 2015 neu gebauten Gebäude erreicht wird)

Gerade hier ist die Unterscheidung zwischen EFH und MFH besonders wichtig. Somit wurden für beide Kategorien jeweils die Zeitreihen für die erzielten HWBs gesondert abgeschätzt.

Der Primärenergiebedarf für Raumwärme

Für jedes Jahr liegen aus dem Modell folgende Werte jeweils für EFH und MFH vor:

- Anzahl der unsanierten Wohneinheiten des Bestands (aufgegliedert in einzelne Bauperioden)
- Anzahl der sanierten Wohneinheiten des Bestands (aufgegliedert in einzelne Bauperioden)
- Anzahl der neu gebauten Wohneinheiten
- HWBs für die drei genannten Kategorien (unsanierter Bestand, sanierter Bestand, Neubau)
- Durchschnittlicher Jahresnutzungsgrad
- Durchschnittliche Wohnungsgröße

Aus der Anzahl der Wohneinheiten und der durchschnittlichen Wohnungsgröße ergibt sich die Nutzwohnfläche. Die Nutzwohnfläche mit HWB und Jahresnutzungsgrad ergibt den notwendigen Primärenergieeinsatz für die Raumheizung.

Dabei wird jedes Jahr der Energieverbrauch des Vorjahres als Ausgangspunkt genommen und der zusätzliche Energieverbrauch im aktuellen Jahr hinzuaddiert. Damit ist sichergestellt, dass die Gebäude, die im Jahr x saniert oder gebaut wurden, auch mit dem HWB, der für das Jahr x festgelegt wurde, bewertet werden.

Modellierung des Wärme-Energiebedarfs in den anderen Sektoren

Die restlichen Sektoren machen einen Anteil am Energieeinsatz kleiner 30 % aus. Darüber hinaus liegen kaum Daten zum Gebäudebestand und zu den eingesetzten Energiesystemen vor, die eine detaillierte Bottom-Up Modellierung ermöglichen würden.

Dementsprechend wurde hier eine Abschätzung auf aggregierter Ebene vorgenommen. Für die Bereiche:

- öffentliche und private Dienstleistungen
- produzierender Bereich
- Landwirtschaft

wurden mehrere Szenarien ausgearbeitet. Diese Szenarien basieren auf dem Startwert für das Basisjahr 2005, der sich aus den Nutzenergieanalysen der Statistik Austria ergibt. Weiters wurden als Orientierung wiederum Referenzszenarien ermittelt, die einer Business-as-usual-Entwicklung (dargestellt als Trendfortschreibung der Entwicklung aus den Daten der Nutzenergieanalysen) entsprechen. Aus unterschiedlichen Quellen wurden Abschätzungen für die Entwicklung des Energieverbrauchs übernommen (diese Entwicklungen unterscheiden nicht nach Warmwasser und Raumheizung, sondern umfassen beide Kategorien). Auch hier muss aus den verschiedenen Szenarien für einen Sektor eines ausgewählt werden, welches dann in die Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs einfließt. So können unterschiedliche Szenarien für die betrachteten Sektoren kombiniert betrachtet und diskutiert werden.

Raumwärme 2030 – das Szenario

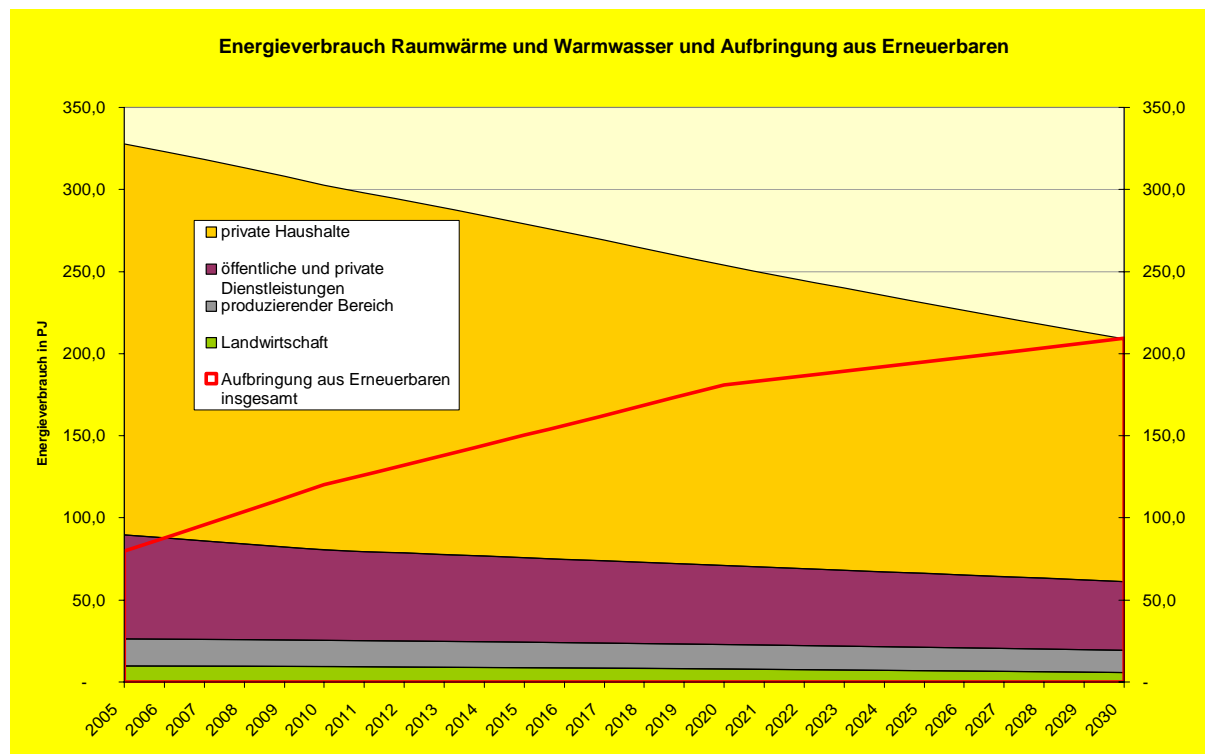
Das Ziel einer CO₂-freien Erzeugung von Raumwärme bis 2030 ist im gegenständlichen Szenario technisch unter folgenden Voraussetzungen erreichbar:

- Reduktion des Energiebedarfs von ca. 330 PJ im Jahr 2005 auf ca. 210 PJ im Jahr 2030
- Erhöhung der Aufbringung von Raumwärme mittels erneuerbarer Energieträger von etwa 80 PJ auf ca. 210 PJ im Jahr 2030

Im Bereich der Raumwärme müssen daher sowohl auf der Nachfrage- als auch der Angebotsseite wesentliche Beiträge zur Zielerreichung erbracht werden. Immerhin wird der Energiebedarf über alle Bereiche binnen 25 Jahren um nahezu 40 % reduziert. Hierzu erforderlich sind neben einer Erhöhung der Sanierungsrate insbesondere eine deutliche Steigerung der thermischen Qualität der Modernisierungen sowie die Durchsetzung von klima:aktiv- und Passivhausstandards im Neubau.

Seitens der Wärmebereitstellung ist während der gesamten Periode eine konsequente Umstellung der Heizsysteme auf erneuerbare Energieträger (Solarenergie, Biomasse, Wärmepumpe und Fernwärme) erforderlich. Allerdings wird in diesem Bereich weitgehend ein gesamter Erneuerungszyklus durchlaufen. Wesentlich für die Erreichung des Ziels im Strom- und Raumwärmebereich ist die Nutzung von KWK auf Basis von Biomasse (siehe

dazu auch Strommodell). Es wird daher auch im Wärmemodell auf das Erfordernis eines hohen Anteils an Biomasse-KWK Rücksicht genommen.



	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Verbrauch Raumwärme und Warmwasser nach Sektoren						
Private Haushalte	238,2	222,1	203,3	182,9	164,7	147,7
Öffentliche u. private DL	63,3	55,0	51,5	48,0	45,0	41,9
Produzierender Bereich	16,5	16,0	15,5	15,0	14,3	13,5
Landwirtschaft	9,8	9,5	8,8	8,0	6,9	5,9
Summe Verbrauch	327,8	302,6	279,1	253,9	230,8	209,0
Aufbringung aus Erneuerbaren insgesamt						
Summe Aufbringung	79,9	114,8	147,6	181,0	195,0	209,4

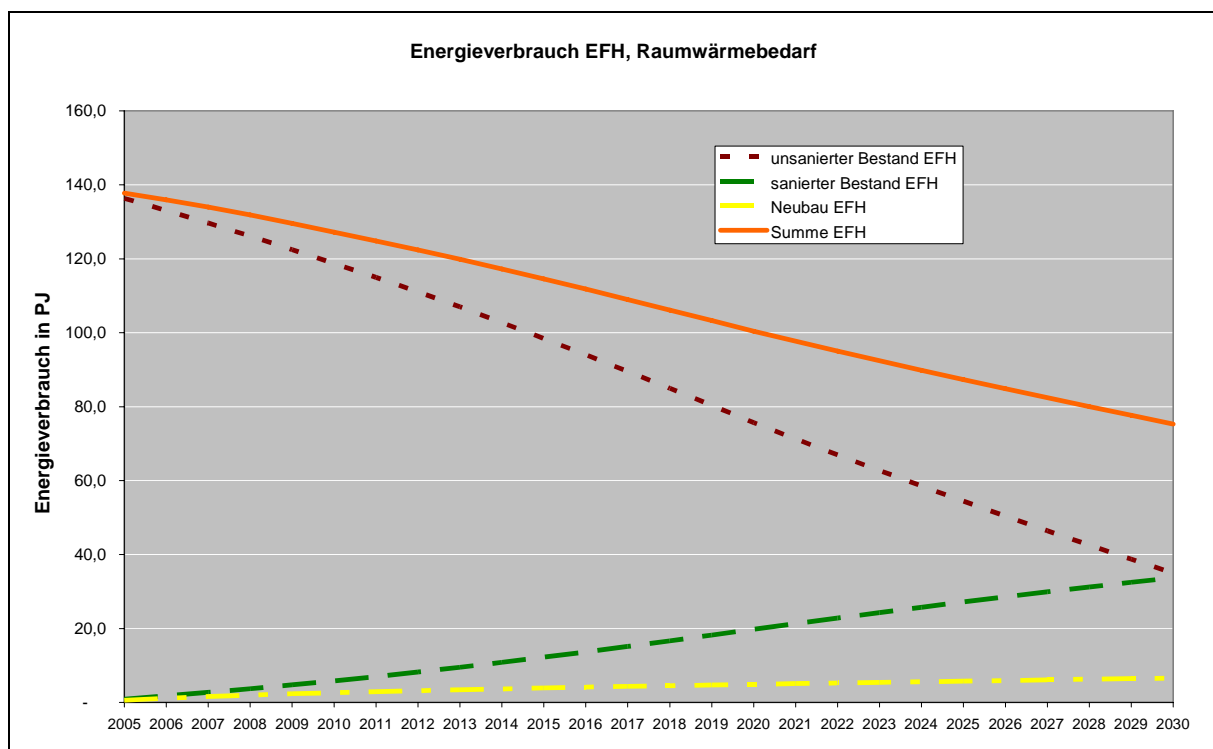
Abbildung 7: Gesamtenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser sowie Aufbringung aus Erneuerbaren 2005 – 2030 in PJ

In der obigen Abbildung zeigt sich, dass der wesentliche Beitrag zur Reduktion des Energiebedarfs für Raumwärme mit minus 90 PJ aus dem Bereich der privaten Haushalte kommt. Darüber hinaus leistet der Bereich öffentliche und private Dienstleistungen mit minus 21 PJ einen wesentlichen Beitrag. Dies entspricht einer Verringerung des Energiebedarfs um 38 bzw. 34 %.

Der Raumwärmebedarf 2030

Die Summe aus den Kategorien unsanierter Bestand, sanierter Bestand und Neubau ergibt den gesamten Primärenergiebedarf für die Raumheizung für EFH und MFH. In

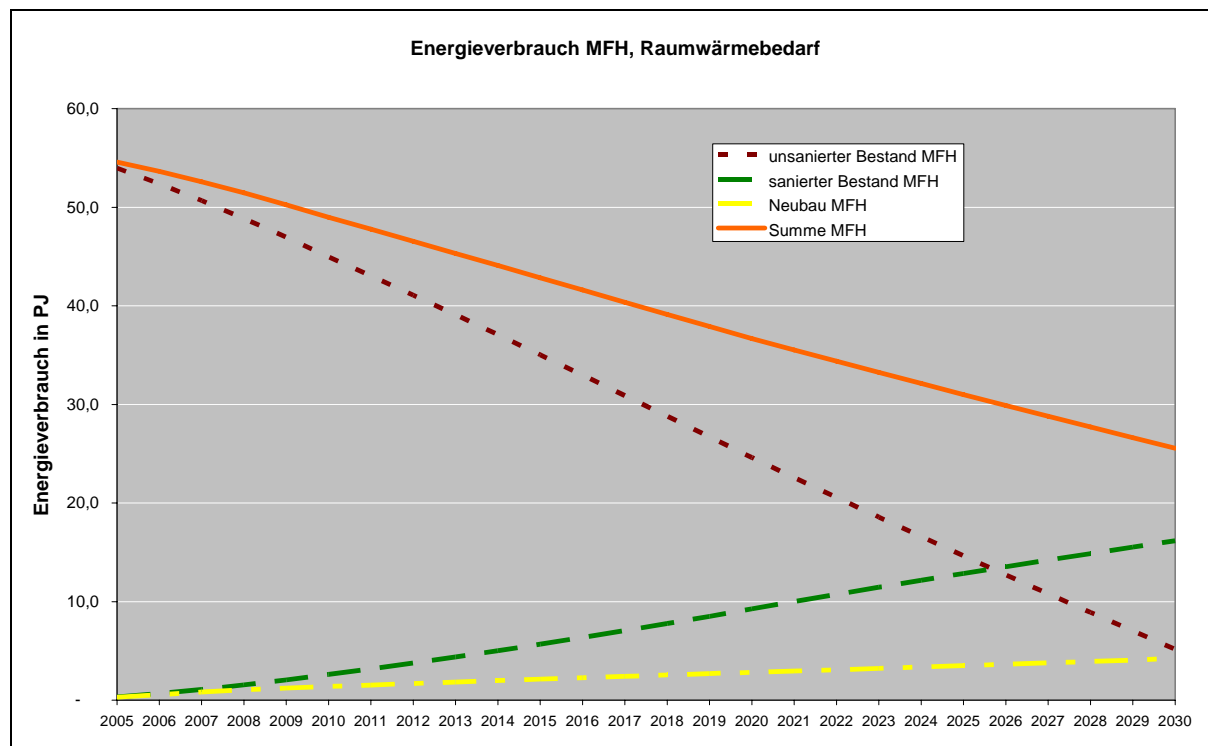
Abbildung 8 ist das Ergebnis für den Bereich EFH exemplarisch dargestellt. Man sieht den starken Rückgang des Energieverbrauchs des unsanierten Bestands und den weniger starken entgegengesetzten Anstieg des sanierten Bestands (die Anzahl der Wohneinheiten, die aus dem unsanierten herausfallen, ist gleich der Anzahl, die zum sanierten Bestand dazukommen, allerdings ist der HWB nach Sanierung deutlich niedriger, weshalb die Steigung der grünen Linie deutlich flacher ist als jene der dunkelroten Linie). Der Neubau (gelb) macht aufgrund des hohen energetischen Standards und der Neubaurate von nur ca. 1 % einen geringen Anteil am Gesamtverbrauch aus. In Summe sehen wir einen deutlichen Rückgang des Energieverbrauchs bis 2030. Dies ist Ergebnis zweier gegenläufiger Entwicklungen. Einerseits wird die Sanierungsrate bis 2020 stetig von 1 auf 3 % angehoben und bleibt anschließend konstant. Andererseits werden in den Jahren nach 2020 jene Bauperioden saniert, die energetisch nicht so ertragreich sind (Unterschied vor und nach Sanierung), was bei gleicher Sanierungsrate ab 2020 allerdings zu einem leichten Abflachen der absoluten Einsparung führt. Der Grund, warum die Sanierungsrate erst im Jahr 2020 3% erreicht, liegt darin, dass es sich bei den hier gemeinten Sanierungen ausschließlich um qualitativ hochwertige handelt.



Angaben in PJ	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Unsanierter Bestand	136,3	118,7	98,4	75,7	54,4	35,0
Sanierter Bestand	0,9	5,8	12,2	19,8	27,2	33,7
Neubau	0,6	2,6	3,9	4,9	5,8	6,6
Summe EFH	137,8	127,2	114,6	100,4	87,4	75,3

Abbildung 8: Entwicklung des Energieverbrauchs für Raumwärme bei Einfamilienhäusern 2005 – 2030

Im Jahr 2005 bestanden in Österreich rund 1.724.000 Wohneinheiten in Einfamilienhäusern (EFH). Im vorliegenden Energiemodell werden 2010 rund 27.000 Wohneinheiten pro Jahr im EFH-Bereich energetisch saniert, bis zum Jahr 2020 wächst diese Anzahl auf 56.000 Wohneinheiten pro Jahr und im Jahr 2030 liegt die Anzahl der sanierten Wohneinheiten bei 63.000 pro Jahr. Dadurch sinkt der Energieverbrauch für Raumwärme beim unsanierten Bestand von 137,8 PJ (2005) auf 35 PJ im Jahr 2030. Der Energieverbrauch der sanierten Wohneinheiten wächst im Gegenzug bis zum Jahr 2030 auf 33,7 PJ an. Im Durchschnitt wird damit bei allen Sanierungen im EFH-Bereich zwischen 2005 und 2030 eine Verringerung von etwa 2/3 des Heizwärmebedarfes erreicht. Der zusätzliche Energiebedarf durch den Neubau wächst nur vergleichsweise gering, da im Jahr 2010 im EFH-Bereich von einem durchschnittlichen Raumwärmebedarf von 30 kWh/m².a, im Jahr 2020 von 20 kWh/m².a und im Jahr 2030 von 17 kWh/m².a auszugehen ist.



Angaben in PJ	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Unsanierter Bestand	54,0	45,0	35,0	24,6	14,7	5,2
Sanierter Bestand	0,3	2,6	5,7	9,3	12,9	16,2
Neubau	0,3	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2
Summe MFH	54,6	49,0	42,8	36,7	31,0	25,6

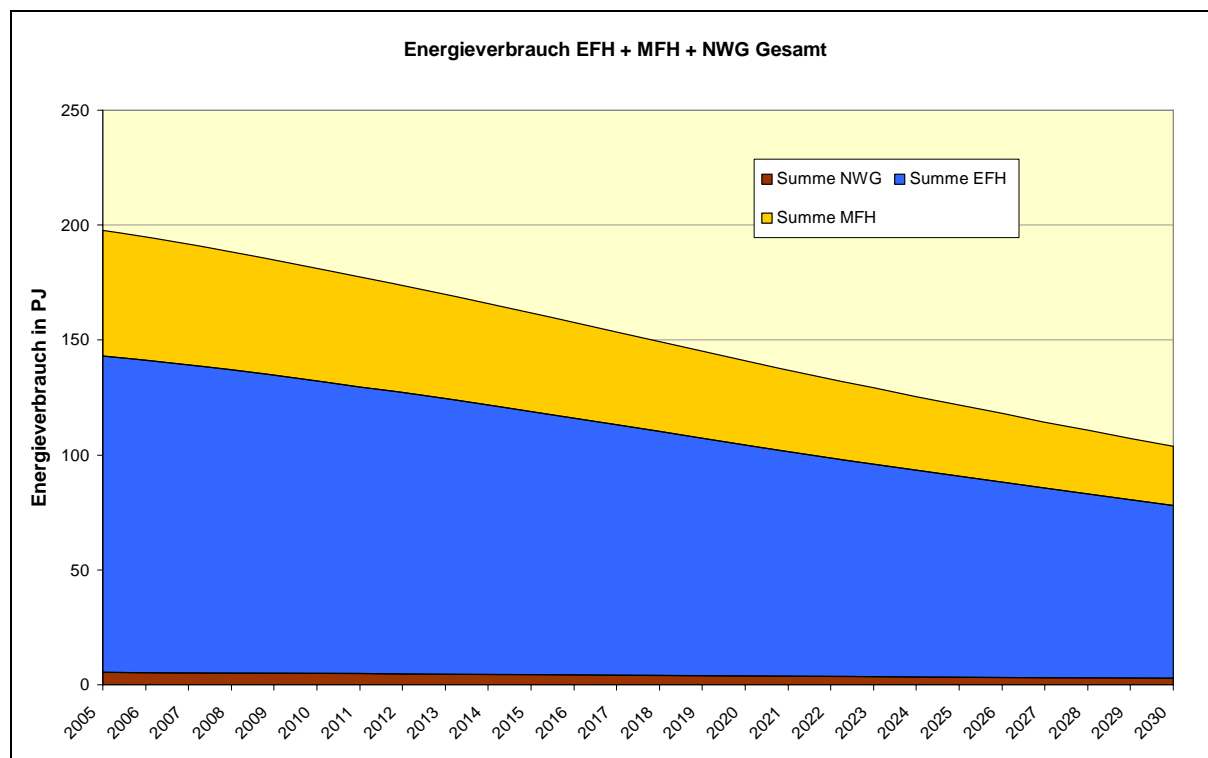
Abbildung 9: Entwicklung des Energieverbrauchs für Raumwärme bei Mehrfamilienhäusern 2005 – 2030

Im Jahr 2005 umfasste der Bestand an Mehrfamilienhäusern (MFH) in Österreich 1.734.000 Wohneinheiten. Im vorliegenden Energiemodell werden im Jahr 2010 rund 36.000 Wohneinheiten pro Jahr im MFH-Bereich saniert, bis zum Jahr 2020 wächst diese Zahl auf 56.000 Wohneinheiten pro Jahr und bis zum Jahr 2030 auf 58.000 Wohneinheiten pro Jahr an. Dadurch sinkt der Energieverbrauch für Raumwärme beim unsanierten Bestand im MFH-Bereich deutlich von 54 PJ (2005) auf 5,2 PJ im Jahr 2030. Der Energieverbrauch der sanierten Wohneinheiten wächst im Gegenzug bis zum Jahr 2030 auf 16,2 PJ an. Im Durchschnitt wird damit bei allen Sanierungen im MFH-Bereich zwischen 2005 und 2030 eine Verringerung von etwa 2/3 des Heizwärmebedarfes erreicht. Der zusätzliche Energiebedarf durch den Neubau wächst nur vergleichsweise gering, da im MFH-Bereich im Jahr 2010 von einem durchschnittlichen Raumwärmebedarf von 25 kWh/m².a, im Jahr 2020 von 18 kWh/m².a und im Jahr 2030 von 17 kWh/m².a auszugehen ist.

Nichtwohngebäude (NWG)

Die in der Statistik als Nichtwohngebäude bezeichneten Einheiten machen einen relativ geringen Teil des Energieverbrauchs aus (ca. 3 %) und wurden deshalb nicht mit eigenen Annahmen in einem Bottom-Up Modell dargestellt. Da es sich um Einheiten handelt die nicht als Wohnung genutzt werden, aber in Wohngebäuden liegen, kann dieselbe energetische Entwicklung wie für den restlichen Gebäudebestand unterstellt werden. Damit wurde ausgehend vom Basiswert 2005 die Entwicklung des Energiebedarfs für EFH und MFH auch auf den Verbrauch für NWG umgelegt.

Die Summe aus EFH, MFH und NWG ergibt dann den gesamten Primärenergiebedarf für Raumheizung im Sektor privater Haushalte (siehe Abbildung 10).



Angaben in PJ	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Summe EFH	137,8	127,2	114,6	100,4	87,4	75,3
Summe MFH	54,6	49,0	42,8	36,7	31,0	25,6
Summe NWG	5,4	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8
Summe gesamt	197,8	181,1	161,8	140,9	121,7	103,7

Abbildung 10: Summe des Energieverbrauchs für Raumwärme des Sektors private Haushalte 2005 -2030

Warmwasser im Sektor der privaten Haushalte

Laut Energiesituation Österreichs (Statistik Austria, 2006) beträgt der Verbrauch in Österreich in der Nutzkategorie „Raumwärme, Klimatisierung und Warmwasser“ im Jahr 2005 330,8 PJ. Aus den Nutzenergieanalysen (Statistik Austria, 2000) lässt sich der Anteil der Haushalte an diesem Gesamtverbrauch für Österreich ableiten – dieser beträgt 72 %. Dieser Anteil umgelegt auf die aktuellsten Zahlen für das Jahr 2005 ergibt einen Verbrauch der Haushalte für Raumheizung und Warmwasser³ von 238 PJ.

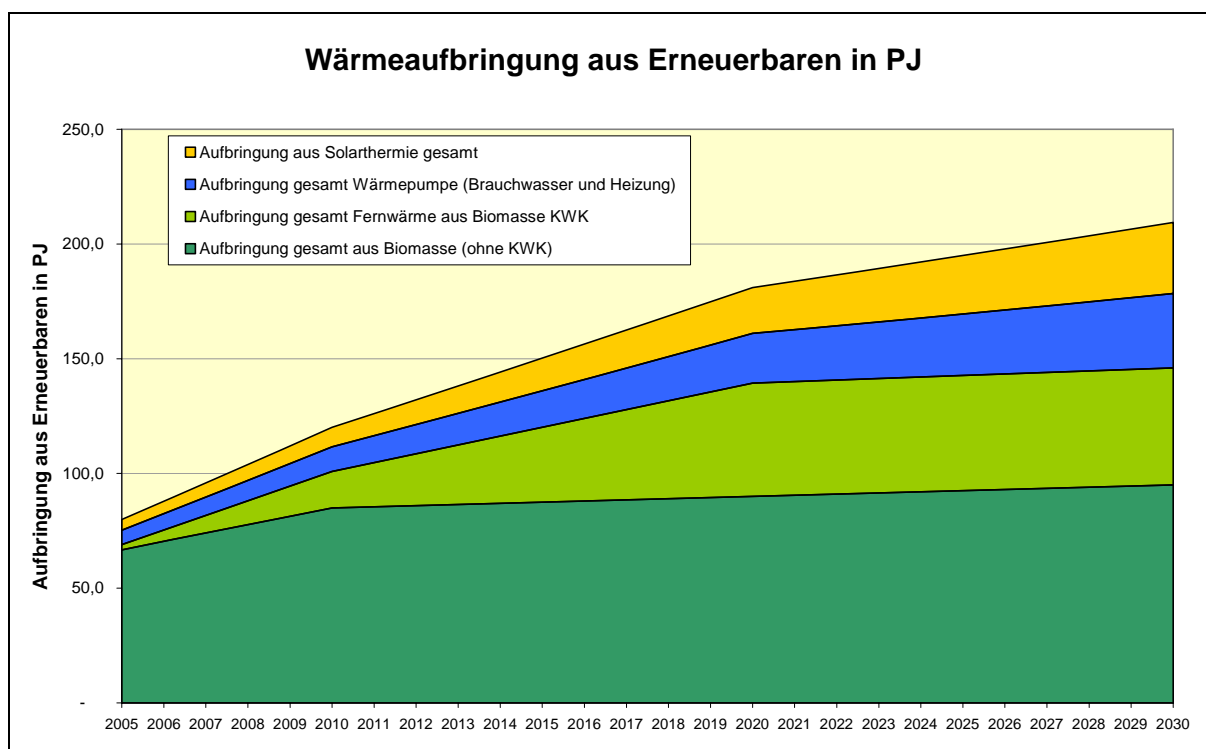
Das Bottom-Up Modell berücksichtigt nur die Raumheizung und ergibt für das Basisjahr 2005 einen Energieeinsatz für die privaten Haushalte von 198 PJ. Damit ergibt sich als Differenz das Warmwasser mit 40 PJ – das entspricht einem Anteil von ca. 20 % am Gesamtverbrauch für Raumwärme und Warmwasser.

Die Entwicklung des Energieeinsatzes für Warmwasser wurde als konstant angenommen, da hier wiederum gegenläufige Trends zu erwarten sind:

- höhere Effizienz der Bereitstellungssysteme
- neue Anwendungen bzw. höhere Komfortansprüche mit höherem Warmwasserverbrauch

Wärmeaufbringung aus erneuerbaren Energieträgern

Im Bereich der erneuerbaren Energieträger stehen neben der Biomasse auch Solarenergie (Solarthermie) und Umgebungswärme (Wärmepumpe) in nennenswertem Maße zur Verfügung. Jede der genannten Optionen kann sowohl zur Raumheizung als auch zur Erzeugung von Warmwasser eingesetzt werden. Das gewählte Szenario zeigt insgesamt folgendes Bild:



Angaben in PJ	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Solarthermie	4,6	8,5	14,3	20,0	25,5	31,0
Wärmepumpe	6,3	10,7	15,9	21,6	26,8	32,4
Fernwärme	2,2	10,6	30,0	49,4	50,2	51,0
Biomasse	66,7	85,0	87,5	90,0	92,5	95,0
Summe	79,9	114,8	147,6	181,0	195,0	209,4

Abbildung 11: Aufbringung von Raumwärme & Warmwasser aus erneuerbaren Energien in PJ

³ Der Verbrauch für Klimatisierung wird im Basisjahr 2005 vernachlässigt, da er in der Nutzenergieanalyse aus dem Anteil von 72% errechnet wurde und nicht in der Kategorie Raumwärme und Klima erfasst wurde (mündliche Auskunft von Dr. Bittermann, Statistik Austria) – in den Folgejahren wird er als steigender Stromverbrauch im Strommodell berücksichtigt.

Wärmeaufbringung aus Biomasse

Der überwiegende Anteil der Wärmeaufbringung wird künftig durch Biomasse erfolgen. Eine wesentliche Quelle für die Abschätzung der Potenziale für Biomasse in Österreich ist der Nationale Biomasseaktionsplan (Lebensministerium 2006, Begutachtungsentwurf). Dieser stellt Potenziale für verschiedenen Anwendungen Strom, Wärme und Treibstoffe dar.

Die Aufteilung der Biomasse auf die Strom- und Wärmeerzeugung wird von folgenden Faktoren beeinflusst:

- realistische künftige Kesseltauschraten
- realistischer Zubau für Biomasse-KWK-Kapazitäten

Zum Einsatz der Biomasse für Biotreibstoffe ist anzumerken: Grundsätzlich sollte zur Optimierung des Gesamtenergiesystems die verfügbare Biomasse für die Wärme bzw. kombinierte Wärme und Stromerzeugung (KWK) eingesetzt werden, da der Energieertrag aus diesen Anwendungen deutlich höher ist (siehe Abbildung 12). Aus diesem Grund wurde das im Biomasseaktionsplan ausgewiesene Potenzial für Treibstoffe zu 50 % für die Wärme, bzw. kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt⁴.

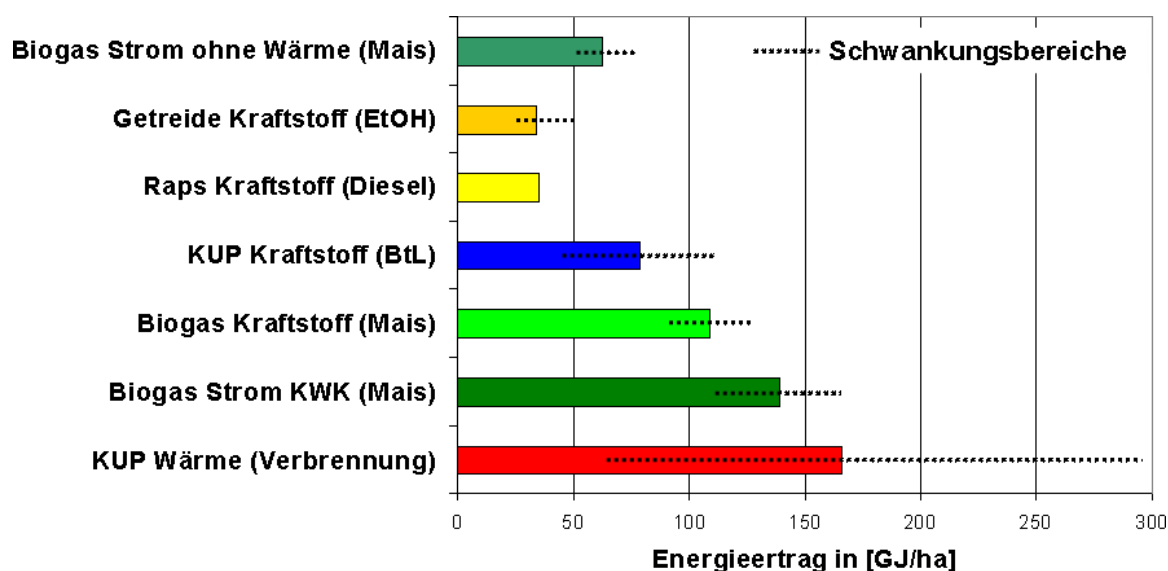


Abbildung 12: Energieerträge aus Biomasse bei unterschiedlichen Nutzungspfaden; Quelle: Sachverständigenrat für Umweltfragen 2007 (Erläuterung: KUP = Kurzumtriebspflanzen, z.B. Weiden, Elefantengras)

⁴ Die wärmegeführte kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme ist grundsätzlich aus energetischen Gründen zu bevorzugen. Da sich diese Betriebsweise nach dem Wärmebedarf richtet, ist gewährleistet, dass bei der Stromproduktion nicht die niederwertigere, billigere Wärme als Abfallprodukt bzw. Abwärme ungenutzt bleibt. Wird die Wertigkeit des Energieträgers ausgeblendet, schneidet die reine Wärmeerzeugung auf Basis kWh bzw. J pro Input-Einheit (z.B. 2.000 kWh pro Raummeter Holz) besser ab, da für die Umwandlung in hochwertigen Strom *und* niederwertige Wärme mehr Input notwendig ist, als für die Wärmeerzeugung allein. Dies soll den Eindruck der Abbildung 12 relativieren, dass die Wärmeerzeugung aus Kurzumtriebspflanzen am meisten Energieertrag bringt.

Das Biomassepotenzial wird im Nationalen Biomasseaktionsplan für das Jahr 2020 mit 256 PJ angegeben. In der nachfolgenden Tabelle ist dargestellt, wie im vorliegenden Energiemodell die Aufteilung der Biomassenutzung in die Kategorien Treibstoffe, Prozesswärme und Wärmeerzeugung erfolgt.

Modell der Biomassenutzung in PJ			
	2010	2020	2030
Gesamtpotenzial in Österreich	194	256	266
davon Nutzung Treibstoffe	17	36	36
davon Prozesswärme Industrieöfen und Dampferzeugung	35	35	35
davon Wärmeerzeugung inkl. KWK und Stromerzeugung	142	185	195

Tabelle 4: Biomassenutzung auf Basis des Gesamtpotenzials laut nationalem Biomassaktionsplan, jedoch mit Verlagerung von 50 % des Treibstoffanteils auf den Bereich Wärmeerzeugung inklusive KWK.

In der nachfolgenden Tabelle ist dargestellt, wie im vorliegenden Energiemodell die für die Wärmeerzeugung bereitstehende Biomasse zwischen den Kategorien „Einsatz in KWK-Anlagen“ und „Einsatz für die direkte Wärmebereitstellung“ aufgeteilt wird.

Bei der Modellierung wurde für das Jahr 2010 nicht das gesamte verfügbare Biomassepotenzial ausgeschöpft, da der Wert durch den notwendigen Neubau von KWK-Anlagen und der zusätzlichen Kesselneuinstallation beim Wachstum begrenzt ist. Ein stärkerer Anstieg zwischen 2007 und 2010 erscheint aufgrund der notwendigen Projektvorlaufzeiten bei KWK-Anlagen sowie aufgrund der begrenzten Kesseltauschraten im Haushaltsbereich technisch nicht realisierbar.

Modell für die Aufteilung zwischen Einsatz der Biomasse in KWK-Anlagen und direkter Wärmebereitstellung in PJ				
	2005	2010	2020	2030
Biomasseeinsatz für Wärmebereitstellung (Einzelöfen, Heizkessel, Heizwerke etc.)	67	85	90	95
Biomasseeinsatz (Primärenergie) für KWK-Anlagen	4	20 ^{a)}	95	100

a) Das Potenzial für Biomasse-KWK Nutzung kann im Jahr 2010 durch die notwendigen Vorlaufzeiten bei der Errichtung von KWK-Anlagen nur teilweise ausgeschöpft werden

Tabelle 5: Biomassenutzung laut Szenario

Die nachfolgende Tabelle zeigt, wie die Biomasse, die in KWK-Anlagen verwendet wird, aufgeteilt wird. Es wird davon ausgegangen, dass im Jahr 2020 Biomasseverstromung nur mehr mit entsprechender Abwärmenutzung erfolgt. Der Gesamtwirkungsgrad der KWK-Anlagen wird mit 88 % angenommen, wobei im Jahr 2010 der elektrische Wirkungsgrad mit 35 % und der thermische Wirkungsgrad mit 53 % angenommen wurden. Für das Jahr 2030 wurden der elektrische Wirkungsgrad mit 37 % und der thermische Wirkungsgrad mit 51 % angenommen.

Modell für die Aufteilung der Biomassenutzung in KWK					
		2005	2010	2020	2030
Fernwärme aus Biomasse-KWK	in PJ	2	11	49	51
Stromerzeugung aus Biomasse-KWK	in PJ	1	7	34	37
	in GWh	404	1.944	9.500	10.278
Verluste	in PJ	1	2	11	12
Summe	In PJ	4	20	95	100

Tabelle 6: Biomassenutzung in KWK, Werte gerundet

Wärmeaufbringung durch Solarthermie

Der Nutzwärmeertrag für thermische Solaranlagen in Österreich liegt zwischen 350 kWh/m².a für Standard-Kollektoren und 550 kWh/m².a für Vakuumrohr-Kollektoren. (Quelle: Faninger, Erneuerbare Energien in Österreich, Marktentwicklung 2006; 2007). Im vorliegenden Energiemodell wächst die Energieaufbringung durch thermische Solarenergie

im Haushaltsbereich von 4,1 PJ/a (2005) bis zum Jahr 2030 auf 25 PJ/a, wodurch 60 % des Energiebedarfes für Brauchwasser gedeckt werden können. In den anderen Sektoren wächst die Energieaufbringung durch Solaranlagen von 0,5 PJ/a (2005) bis zum Jahr 2030 auf 6 PJ/a, wodurch in diesen Sektoren 40 % des Warmwasserbedarfes gedeckt werden kann. Hinsichtlich der installierten Kollektorflächen bedeutet dies bei Heranziehung derzeitiger Nutzwärmeerträge eine Steigerung von 3,4 Mio. m² (2005) bis zum Jahr 2030 auf 20,7 Mio. m². Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Neuinstallation von 0,7 Mio. m² Kollektorfläche. Berücksichtigt man, dass in der Periode zwischen 2005 und 2030 jene Kollektoren aus der Periode 1984 – 2006 größtenteils ersetzt werden müssen, so erhöht sich die notwendige durchschnittliche Neuinstallation auf 0,84 Mio. m² pro Jahr. Bereits jetzt produziert Österreich jährlich 1,13 Mio. m² (2006) Kollektoren, davon werden rund 75 % exportiert (Quelle: Austria Solar, Marktstatistik).

Für die Industrie und das Gewerbe werden im Endbericht PROMISE – Produzieren mit Sonnenenergie (AEE INTEC 2004) die nutzbaren Potenziale im Niedertemperaturbereich (bis 250°C) für Solarthermie zwischen 5 PJ/a und 18,4 PJ/a angegeben (S. 148 – 150). Im vorliegenden Energiemodell wird sich die Aufbringung durch Solarthermie im „Nicht-Haushaltsbereich“ von 0,5 PJ/a (2005) bis zum Jahr 2030 auf 6 PJ/a steigern.

Wärmeaufbringung durch Wärmepumpen

Die Wärmeaufbringung (Warmwasser und Heizung) durch Wärmepumpen wird von 6,3 PJ (2005) bis zum Jahr 2010 auf 10,7 PJ, bis zum Jahr 2020 auf 21,6 PJ und bis zum Jahr 2030 auf 32,4 PJ ansteigen. Der Einsatz von Wärmepumpensystemen wird im Haushaltsbereich v. a. in Gebäuden erfolgen, die einen sehr geringen Wärmebedarf haben, nur ein niedriges Temperaturniveau benötigen und nicht an eine zentrale Wärmeversorgung angeschlossen sind (z. B. EFH im klima:aktiv- bzw. Passivhausstandard).

Bei den Wärmepumpensystemen wird in Zukunft von folgenden Jahresarbeitszahlen ausgegangen:

Prognostizierte Jahresarbeitszahlen für Wärmepumpensysteme				
	2005	2010	2020	2030
Jahresarbeitszahl	3,0	3,5	4,0	4,5

Tabelle 7: Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpe laut Szenario

Der durch die Wärmepumpenanwendung bedingte Stromverbrauch wird im Strommodell berücksichtigt und durch erneuerbare Energieträger gedeckt.

Ergebnis Heizungsumstellung

Eine wesentliche Voraussetzung für die Erreichung des Ziels einer CO₂-freien Raumwärmeversorgung im Jahr 2030 ist die konsequente Umstellung der Heizsysteme auf erneuerbare Energieträger. Wie oben bereits ausgeführt, wurden im Jahr 2005 32,3 % aller Wohnungen mit Erdgas und 27 % aller Wohnungen mit Heizöl versorgt. Hinzu kommt ein Anteil von 2,9 % für Kohle und 7,8 % für elektrische Energie. Insgesamt sind daher 70 % aller Wohnungen auf erneuerbare Energieträger umzustellen bzw. im Bereich des Neubaus mit Heizsystemen auf Basis erneuerbarer Energieträger auszustatten. 2005 wurden insgesamt 226 PJ fossile Energie zur Raumwärmeversorgung eingesetzt. Hinzu kommt ein Energieeinsatz von 14,8 PJ in Stromheizungen.

Voraussetzung für die komplette Umstellung der Raumwärmeversorgung auf erneuerbare Energieträger ist die Reduktion des Energiebedarfs. Wie oben gezeigt, sinkt der Raumwärmebedarf zwischen 2005 und 2030 insgesamt von etwa 330 PJ auf 209 PJ, also um 37 %. Wesentlich hierfür ist die Reduktion des Heizwärmebedarfs im Bereich des Wohnbaus durch energieeffizienten Neubau einerseits und verstärkte qualitativ hochwertige Modernisierungen im Gebäudebestand.

Unterstützt wird die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger durch den stärkeren Anstieg von Wohnungen in Mehrfamilienhäusern bzw. von verdichteten Bauweisen in Österreich. Dies erleichtert sowohl die Umsetzung hoher Effizienzstandards als auch die Errichtung von Nah- und Fernwärmesystemen auf Basis von wärmegeführten Biomasse-Wärme-Kraft-Kopplungen.

Dem hier gewählten Szenario liegen weiters folgende Aktivitäten zugrunde:

- Weitgehende Nutzung der thermischen Solarenergie zur Erzeugung von Warmwasser mit Heizungseinbindung
- Einbau effizienter Wärmepumpen beim Neubau von klima:aktiv- und Passivhäusern
- Ersatz von Heizöl im Bereich der Einfamilienhäuser durch Biomasse (Hackschnitzel, Pellets, Stückholz etc. und Nahwärmenetze - soweit möglich mittels KWK)
- Ersatz von Erdgas im verdichteten Wohnbau (insb. MFH) durch Fern- und Nahwärme

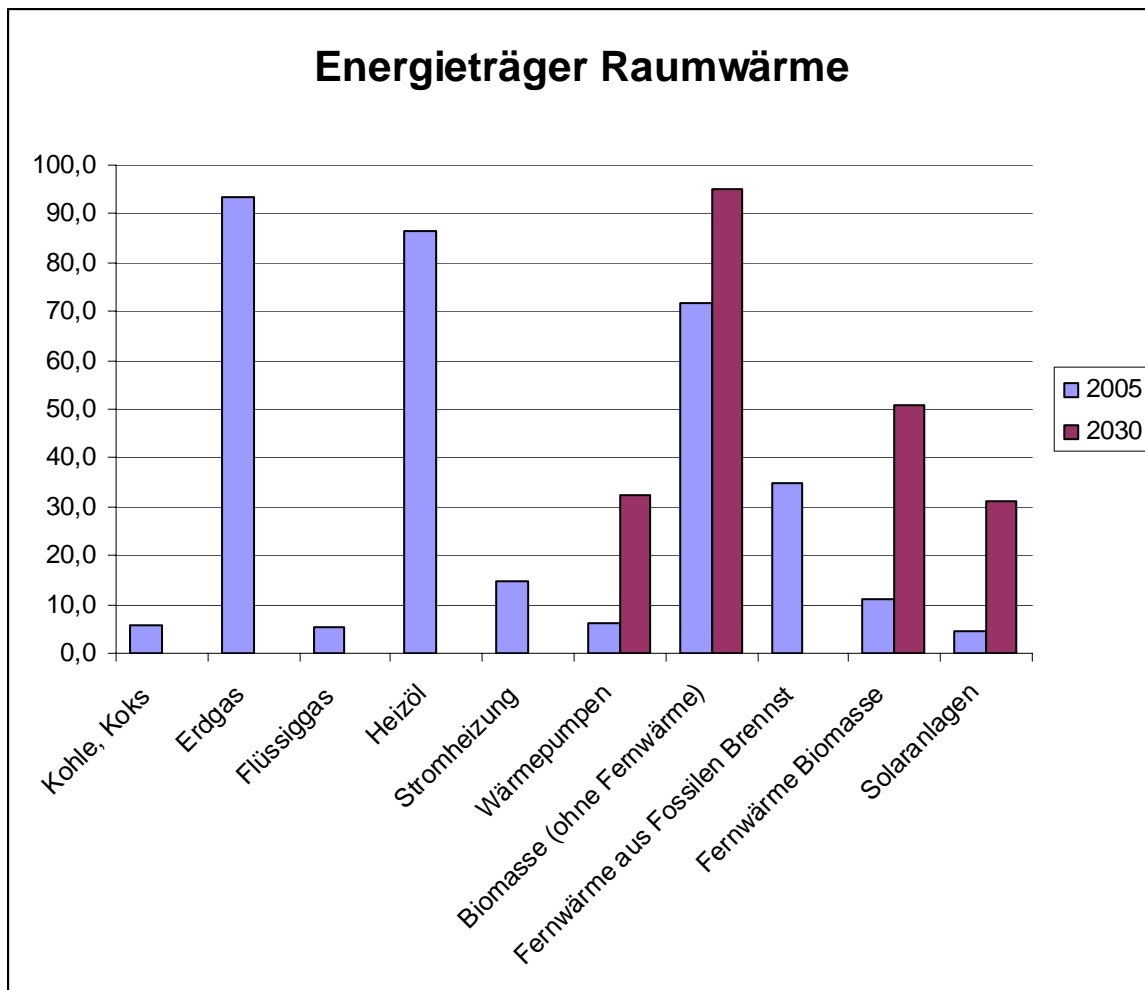


Abbildung 13: Vergleich des Energieträgermixes im Bereich Raumwärme 2005 und 2030 in PJ

Die obige Abbildung zeigt den Energieträgermix zur Raumwärmeerzeugung im Jahr 2005 und im Jahr 2030. Seitens der erneuerbaren Energieträger steigt insbesondere die Nutzung der thermischen Solarenergie um 574 % gegenüber dem Ausgangswert. Dies entspricht einer jährlichen Steigerung um 8 %. Die durch Wärmepumpen gewonnene Umweltwärme (inkl. Nutzung von Abwärme) steigt um etwas über 400 % oder mit einer jährlichen Rate von etwa 7 %. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass durch den deutlich niedrigeren Energiebedarf in klima:aktiv- und Passivhäusern (als wichtigster Einsatzbereich) einerseits sowie die Erhöhung der Jahresarbeitszahlen (von 3 auf 4,5) andererseits eine deutlich überproportionale Zunahme der mit Wärmepumpen versorgten Wohnungen (und sonstige Bereiche, z.B. Bürogebäude, Gewerbe) erfolgt.

Während der Einsatz von Biomasse-Fernwärme eine Steigerung um etwas über 350 %, also eine jährliche Steigerung von durchschnittlich etwas über 6 % aufweist, steigt der Einsatz von Biomasse in Heizkesseln, -öfen und in Nahwärmanlagen um lediglich 32 % über die gesamte Periode. Allerdings kommt es auch hier aufgrund deutlich höherer Effizienzstandards im Neubau und des niedrigeren Energiebedarfs durch Modernisierung von Wohngebäuden zu einer überproportionalen Erhöhung der mit Biomasse versorgten Wohnungen.

5. Begleitende Fragestellungen

Im Zusammenhang mit der Umsetzung tiefgreifender Szenarien stellen sich eine Reihe von begleitenden Fragestellungen, insbesondere nach den zu erwartenden Beschäftigungswirkungen und der möglichen Rolle der Energieversorgungsunternehmen in Hinblick auf die Erhöhung der Energieeffizienz.

Beschäftigungseffekte

Die Beschäftigungswirkungen einer radikalen Energie- bzw. Klimapolitik sind zwischen den einzelnen Stakeholdern naturgemäß besonders umstritten. Während seitens der VertreterInnen der energieintensiven Industrie auf die hohen Belastungen der Wirtschaft infolge steigender Energiepreise hingewiesen wird, welche die internationale Konkurrenzfähigkeit der inländischen Betriebe erschweren und Investitionen in österreichische Standorte gefährden, betonen wesentliche Stakeholder die positiven Beschäftigungseffekt infolge hoher Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen mit hoher inländischer Wertschöpfung. Im Weiteren werden zwei wesentliche Arbeiten zur Frage der Beschäftigungswirkung näher betrachtet.

Beschäftigungseffekte aus erneuerbarer Energie in Österreich 2007 - 2020

Die im Folgenden dokumentierten Beschäftigungseffekte aus erneuerbarer Energie in Österreich resultieren aus einer Hochschätzung der Daten aus dem Jahr 2004, welche im Zuge der Studie Haas et al. (2006) ermittelt wurden. Größere Abweichungen von den tatsächlichen Zahlen können vor allem im Bereich jener technologischen Bereiche auftreten, welche von 2004 auf 2006 eine Entwicklung mit hoher Dynamik aufweisen. Dies trifft in besonderem Maße auf die Solarthermie, die Wärmepumpentechnologie und den Bereich der Photovoltaik (Exportmarkt), aber auch auf den Bereich fester Biomasse zu.

Die Beschäftigungseffekte für das Jahr 2006 sind in der unten stehenden Abbildung dokumentiert. Die Effekte sind hierbei jeweils in die Bereiche direkt, indirekt, primär, sekundär und gesamt gegliedert. Die direkten Effekte bezeichnen jene Effekte, welche in den zentralen Gliedern der jeweiligen Wertschöpfungsketten auftreten (von der Technologieproduktion über den Großhandel, den Kleinhandel bis zur Anlagenerrichtung und –inbetriebnahme). Die indirekten Effekte betreffen sämtliche Vorleistungen, welche mit der jeweiligen Technologie in Zusammenhang stehen, jedoch außerhalb der Wertschöpfungskette angesiedelt sind. Die Summe aus direkten und indirekten Effekten wird als primärer Effekt bezeichnet. Die sekundären Effekte resultieren aus der gesteigerten allgemeinen Konsumation wegen höherer Einkommen aus dem Bereich der primären Effekte. Die Summe aus primären und sekundären Effekten wird als Gesamteffekt bezeichnet.

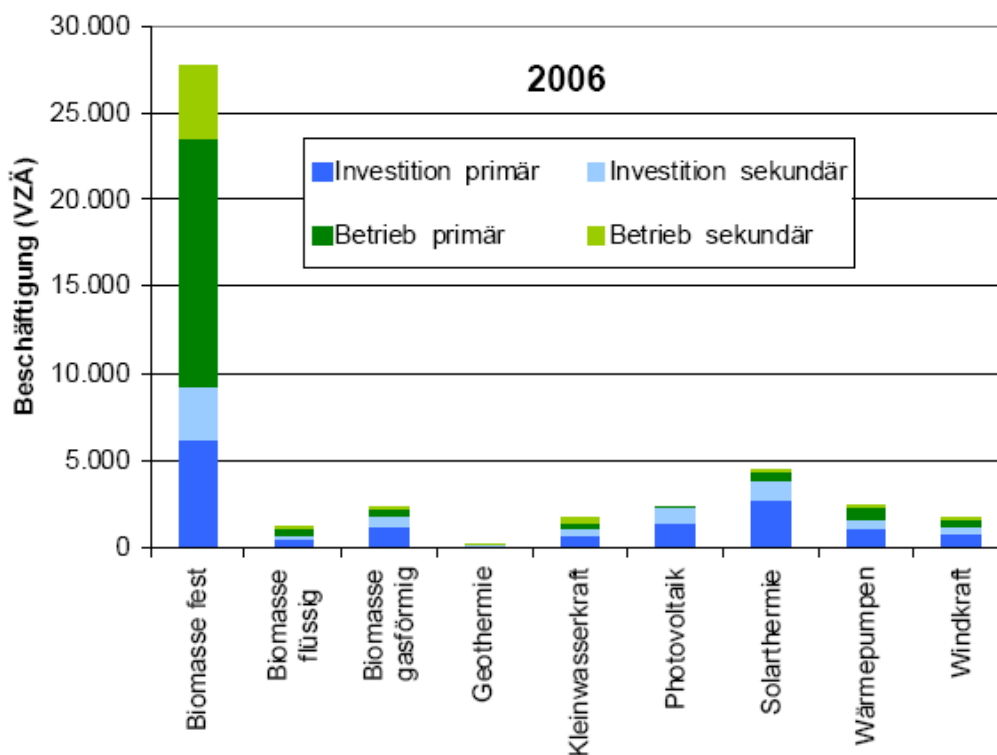


Abbildung 14: Beschäftigungseffekte der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie 2006 aus Arbeitspapier Haas, Kranzl, Biermayr, 2007

Im Weiteren wird nun eine Steigerung der Beschäftigungseffekte um 5 % p.a. unterstellt, womit sich für den Zeitraum bis 2020 folgende Zahlenreihe ergibt:

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Beschäftigung aus Investition	in VZÄ	19.116	22.143	23.250	24.413	25.633	26.915	28.261	29.674
Beschäftigung aus Betrieb	in VZÄ	20.528	22.328	23.444	24.617	25.847	27.140	28.497	29.922
Summe	in VZÄ	39.644	44.471	46.695	49.029	51.481	54.055	56.758	59.595
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Beschäftigung aus Investition	in VZÄ	31.157	32.715	34.351	36.069	37.872	39.766	41.754	43.842
Beschäftigung aus Betrieb	in VZÄ	31.418	32.989	34.638	36.370	38.188	40.098	42.103	44.208
Summe	in VZÄ	62.575	65.704	68.989	72.439	76.061	79.864	83.857	88.050

Tabelle 8: Wachstum der Beschäftigung aus Nutzung erneuerbarer Energie bis 2020

Eine 5%-Steigerung der Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien in Österreich stellt eine äußerst konservative Schätzung dar, da die Wachstumswahlen pro Jahr in den

einzelnen Technologien bei Umsetzung des obigen Szenarios wesentlich höher liegen. Allerdings ist mit Effizienzsteigerungen und weiterer Automatisierung bzw. Auslagerung von Produktion in Billiglohnländer zu rechnen. Zum Vergleich wird in der unten stehenden Tabelle das Wachstum der Beschäftigung in den einzelnen Technologien für die Jahre 2004 – 2006 dargestellt.

Jahr	Biomasse fest	Biomasse flüssig	Biomasse gasf.	Geothermie	Kleinwasserkraft	Photovoltaik	Solarthermie	Wärmepumpen	Windkraft	Summe
2004 auf 2005	18,7%	30,5%	93,3%	0,0%	0,0%	80,6%	23,9%	13,1%	16,7%	21,3%
2005 auf 2006	7,6%	61,8%	25,9%	-14%	0,0%	77,4%	30,0%	24,1%	-24%	12,2%

Tabelle 9: Wachstum der Beschäftigung durch Technologien erneuerbarer Energieträger in Österreich; Quelle: EEG (2007) zit. in Arbeitspapier Haas, Kranzl, Biermayr, 2007

Eine Betrachtung dieser beiden Jahre zeigt, dass das Beschäftigungswachstum im Durchschnitt bei über 20 % im Jahr 2005 und bei über 12 % im Jahr 2006 gelegen ist. Allerdings wurden in der genannten Untersuchung die negativen Beschäftigungseffekte durch Reduktion der Nachfrage in anderen Bereichen nicht untersucht, sodass keine Aussage über die Gesamtbeschäftigungswirkungen getroffen werden kann.

Beschäftigungseffekte aus Sanierung des Altbestandes im Wohnbau in Österreich 2007 - 2020

Die Sanierungsquote liegt seit Jahren bei rund 1% des Bestands, alle Szenarien zur Erfüllung der Klimaziele Österreichs sehen erhebliche Steigerungen dieser Sanierungsquote vor. Das Regierungsprogramm 2007 plant eine Steigerung auf 3 % bis 2012 und mittelfristig eine weitere Steigerung bis auf 5 %. Seitens des gegenständlichen Szenarios wurde mit Rücksicht auf die vorhandenen Ressourcen ein Anstieg der Sanierungsrate von 1 % auf 1,5% (Einfamilienhausbereich) bzw. 2 % im Mehrfamilienhausbereich sowie auf 3 % ab dem Jahr 2020 unterstellt. Neben der reinen quantitativen Erhöhung der Sanierungsrate kommt der Steigerung der thermischen Qualität der Sanierung besonderer Stellenwert zu.

Laut Studie des WIFO sollen damit auch aus konjunktureller Sicht dem Beschäftigungsabbau entgegengewirkt und gesamtwirtschaftlich positive Effekte erzielt werden. Um das Sanierungspotential zu erschließen, sind auch weitere finanzielle Anreize und gezielte Informationskampagnen notwendig, um die Investitionstätigkeit bei der Modernisierung von Wohngebäuden anzukurbeln. Ein wesentliches Argument für weitere öffentliche Mittel für die Sanierung stellt dabei die Zahl der neu geschaffenen Arbeitsplätze dar.

Im Jahr 2002 wurden vom WIFO dazu in einem disaggregierten Input-Output-Modell (MICROMAC) die Auswirkungen von Steigerungen der Sanierungsrate auf die Arbeitsplatzsituation in Österreich berechnet. Dabei wurde ermittelt, dass eine Anhebung um 0,1% rund 760 zusätzliche Arbeitsplätze bzw. 590 weniger Arbeitslose zur Folge hätte. Dies

bedeutet bei einer Erhöhung der Sanierungsrate von 1 % auf 3 % immerhin einen Anstieg der Beschäftigung um 15.200 Arbeitsplätze.

Daraus wurde für diese Studie folgendes Szenario über die Auswirkungen der Steigerung der Sanierungsrate auf den Arbeitsmarkt berechnet, wobei hier der Durchschnitt aus der Rate für EFH und MFH zugrunde gelegt wurde:

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sanierungsrate	1,00%	1,25%	1,50%	1,75%	1,90%	2,05%	2,20%	2,35%
Zusätzliche Arbeitsplätze		1.900	3.800	5.700	6.840	7.980	9.120	10.260
Arbeitslosenrückgang		1.475	2.950	4.425	5.310	6.195	7.080	7.965
Investvolumen pro Jahr in Mio. €		88	175	263	315	368	420	473
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Summe
Sanierungsrate	2,35%	2,50%	2,60%	2,70%	2,80%	2,90%	3,00%	30,50%
Zusätzliche Arbeitsplätze	10.260	11.400	12.160	12.920	13.680	14.440	15.200	
Arbeitslosenrückgang	7.965	8.850	9.440	10.030	10.620	11.210	11.800	
Investvolumen pro Jahr in Mio. €	473	525	560	595	630	665	700	5.775

Tabelle 10: Beschäftigungswirkungen von erhöhten Sanierungsraten

In diesem Szenario sind laut WIFO bis 2020 rund ein Drittel des Altbestandes im Wohnbau saniert und rund 15.000 zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen worden. Der Rückgang an Arbeitslosen beläuft sich auf 11.800 bis 2020.

Kurzfristig bis 2010 würden bei einer derartigen Anhebung der Sanierungsrate rund 5.700 neue Arbeitsplätze geschaffen und rund 4.400 weniger Arbeitslose zu verzeichnen sein. Dem steht ein Investitionsbedarf von gesamt € 526 Mio. gegenüber.

Hervorgehoben werden sollte noch, dass nach dem MICROMAC Modell der Hauptanteil an neuen Arbeitsplätzen nicht nur im Bauwesen und in Nebengewerben liegt, sondern auch im Bereich der Entwicklung, Planung und anderen unternehmensbezogenen Dienstleistungen (rund 30 % des Gesamtzuwachses). Das bedeutet, dass mit der Anhebung der Sanierungsquote auch neue hochwertige Arbeitsplätze geschaffen werden, die für die Absicherung des österreichischen Wirtschaftsstandortes von besonderer Bedeutung sind.

Der gesamte Investitionsbedarf für die Steigerung der Sanierungsrate auf 3% bis 2020 liegt bei knapp € 6 Mrd. (€ 35 Mio. je 0,1%-Punkt bzw. spezifische Kosten von € 270 pro m²). Bei einer angenommenen Förderquote von rund 40 % müssten € 2,4 Mrd. an Sanierungsförderung von der öffentlichen Hand bereitgestellt werden. Die thermische Sanierung von

Gebäuden erzielt damit einen doppelten Effekt: die Reduktion der klimarelevanten Emissionen und die Schaffung einer großen Anzahl neuer Arbeitsplätze.

Fazit:

Den meisten Arbeiten zufolge sind in Zusammenhang mit der Umsetzung des hier gezeigten Szenarios positive Beschäftigungswirkungen zu erwarten (zumindest solange keine Vollbeschäftigung gegeben ist). Dies ist insbesondere auf die hohen Investitionsvolumina im Rahmen der Sanierung von Wohngebäuden und die Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energieträger zurückzuführen.

Treibhausrelevante Emissionen laut Szenario

Die Reduktion der treibhausrelevanten Emissionen ist eine wesentliche Zielsetzung für die hier entwickelten Szenarien für elektrische Energie bis 2020 und Raumwärme bis 2030.

Mit 49 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalenten (Werte für 2005) gehen über 50 % der gesamten österreichischen Emissionen auf das Konto von Industrie und Verkehr. Obwohl der Verkehrssektor auf Basis fossiler Treibstoffe in der gegenständlichen Studie nicht berücksichtigt wurde und eventuelle Einsparungen bei industrieller Prozessenergie nicht modelliert wurden, werden die österreichischen treibhausrelevanten Emissionen durch die in dieser Kurzstudie untersuchten Effizienzsteigerungen und den Umstieg auf Erneuerbare bei Strom und Wärme signifikant reduziert.

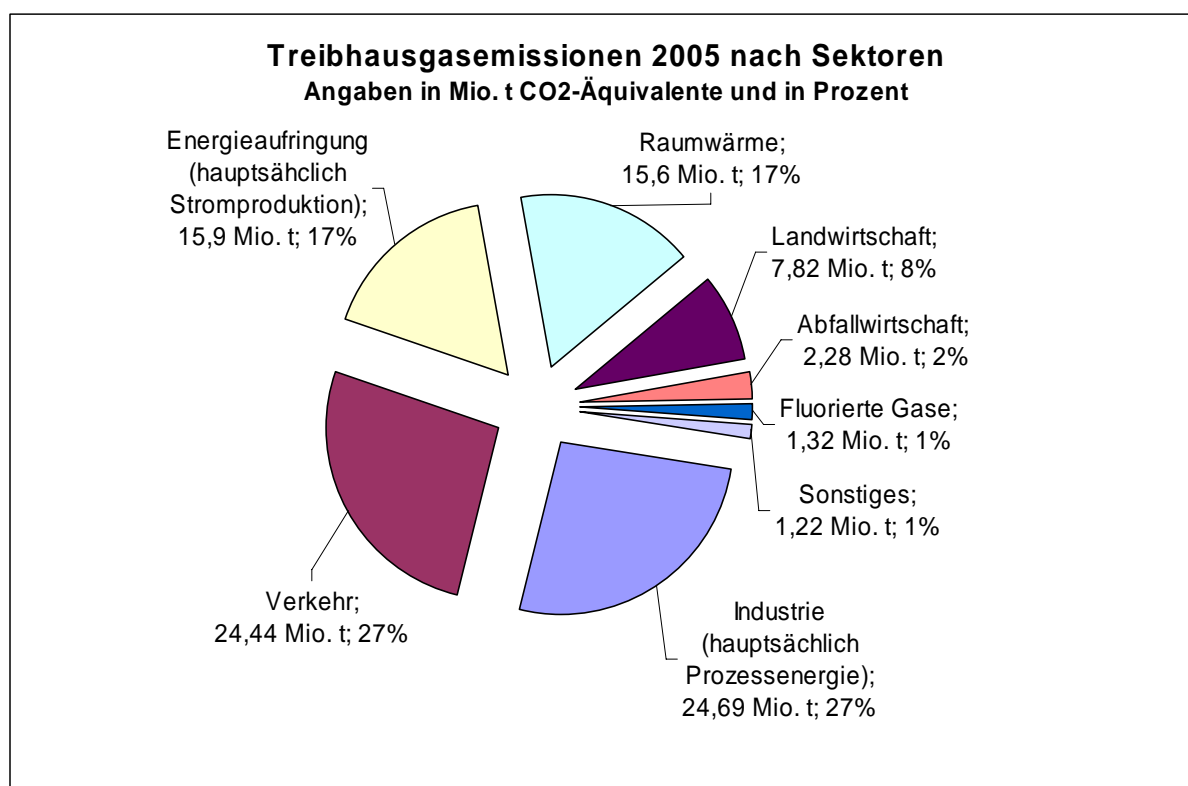
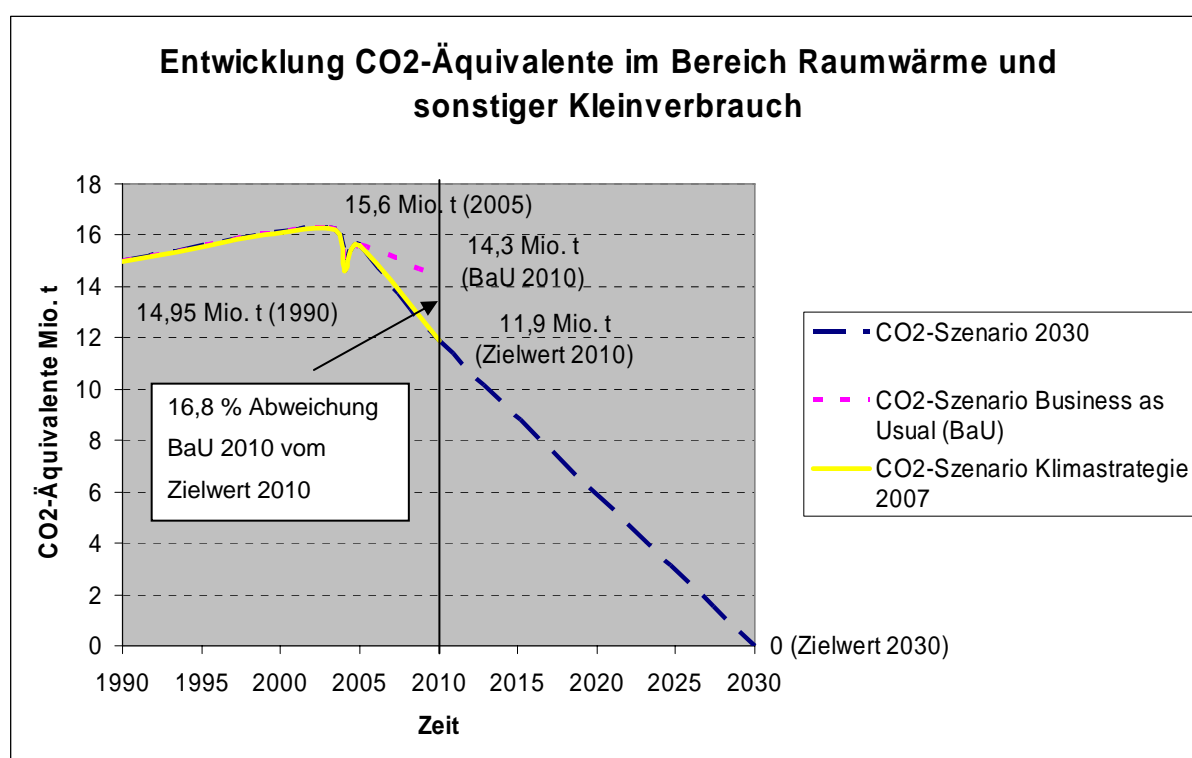


Abbildung 15: Treibhausgasemissionen 2005 nach Sektoren in Mio. t, Quelle: UBA, 8. Umweltkontrollbericht

Die hier beschriebenen Szenarien für Wärme und Strom entsprechen einer Einsparung von 15,9 Mio. t CO₂-Äquivalente bis zum Jahr 2020 im Strombereich und (zusätzlichen) 15,6 Mio.

t CO₂-Äquivalente bis 2030 im Bereich Wärme. Gemeinsam kommt dies einer Reduktion von etwa einem Drittel bezogen auf das Basisjahr 2005 (insgesamt 93,28 Mio. t CO₂-Äquivalente, siehe UBA, 8. Umweltkontrollbericht) gleich. Die entspricht einem vollständigen Entfall der Emissionen der beiden Sektoren Raumwärme und Energieaufbringung (Stromproduktion) in Abbildung 15.

Abbildung 16 zeigt die Entwicklung der Treibhausgasemissionen beispielhaft für den Sektor Raumwärme und sonstiger Kleinverbrauch. Will Österreich das Kyoto-Ziel erreichen, dann müssten die Emissionen in diesem Sektor bis zum Jahr 2010 von 15,6 Mio. t (2005) auf 11,9 Mio. t gesenkt werden (siehe Lebensministerium 2007, Anpassung der Klimastrategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels 2008-2012). Sinken die Emissionen nach 2010 mit einer ähnlichen Rate, dann würden sich die Treibhausgasemissionen im Bereich Raumwärme im Jahr 2030 auf null reduzieren. Dies deckt sich weitgehend mit dem in dieser Kurzstudie beschriebenen Energiewende-Szenario für Wärme im Jahr 2030.



	Treibhausgasemissionen in Mio. t				Klimastrategie 2007 auf Basis des Kyoto-Ziels (Lebensministerium 2007)			
	1990	2003	2004	2005	Veränderung 1990-2005	Zielwert 2010	Ziel 2010 bezogen auf 1990	Prognose BaU 2010
Raumwärme u. sonstiger Kleinver- brauch	14,95	16,29	14,58	15,60	+ 4,4 %	11,90	- 20,4 %	14,3

Abbildung 16: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Bereich Raumwärme und sonstiger Kleinverbrauch anhand des gegenständlichen Szenarios, eines Business as Usual-Szenarios für 2010 und anhand des Zielwerts für 2010 laut der Österreichischen Klimastrategie 2007

Die oben entwickelten Szenarien für Strom und Raumwärme leisten einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion der treibhausrelevanten Emissionen in Österreich. Dennoch sind die Anstrengungen nicht ausreichend, um langfristige Klimaschutzziele im Sinne einer globalen nachhaltigen Entwicklung zu erreichen. Vielmehr sind hierfür insbesondere im Mobilitätssektor, welcher hohe Wachstumsraten aufweist, Maßnahmen zur Reduktion der treibhausrelevanten Emissionen zu setzen. Aufgrund der kritischen Beurteilung des Einsatzes von Biomasse im Mobilitätssektor kommt hierbei vor allem der Effizienzsteigerung zentrale Bedeutung zu.

Energieversorger als Energiedienstleister?

Im Zuge der wie im Szenario vorgeschlagenen Forcierung der Energieeffizienz im Bereich der Raumwärme und des Stromverbrauches ist das Entstehen neuer Dienstleistungen zu erwarten. Ein Beispiel hierfür ist Energie(einspar)contracting. Dabei werden wirtschaftlich darstellbare Potenziale durch ein spezialisiertes Unternehmen identifiziert, finanziert und umgesetzt. Der Kunde finanziert dies durch die eingesparten Energiekosten über einen definierten Zeitraum. Möglich ist dies bei Kunden, die über entsprechend hohe Energiekosten verfügen, sodass die erforderlichen Transaktionskosten seitens des Contractors gedeckt werden können. Sofern dies nicht der Fall ist, müssen diese Kosten (insbesondere der Informationsbeschaffung) durch den Kunden oder Dritte getragen werden. Die Umsetzung eines derart engagierten Szenarios erfordert neben einer Vielzahl von finanziellen und ordnungspolitischen Maßnahmen auch ein dichtes Netz an Beratungsstellen. Insbesondere im Bereich der Haushalte und des Gewerbes werden die Kosten in der Regel durch die öffentliche Hand übernommen. Die Finanzierung wiederum kann über den Strompreis erfolgen. Ebenso bieten Energieversorger Beratungen in Energiefragen an. In Österreich gibt es derzeit insbesondere die Energieberatungsstellen der Bundesländer. Weitere informationsbezogene Optionen zur Erhöhung der Energieeffizienz sind:

- Kennzeichnungen von Geräten (z. B. Energieausweis, Labels, Umweltzeichen)

Durch allgemein bekannte Kennzeichnungen werden Kundinnen und Kunden in einfacher Weise über den Energieverbrauch informiert. Dies ist insbesondere bei Gebäuden und Elektrogeräten von hoher Relevanz.

- Programme und Initiativen (z. B. klima:aktiv, Klimabündnis)

Durch erfolgreiche Programme (z. B. für den Neubau: klima:aktiv haus) können relevante Zielgruppen zu einer Erhöhung der Energieeffizienz angehalten werden.

Mit Ausnahme des Energie(einspar)contractings, welches auch von Energieversorgern angeboten wird, werden Initiativen zur Einsparung von Energie in der Regel nicht von Energieunternehmen getragen. Es ist daher ein Anliegen der Politik, Energieunternehmen, welche sich weitgehend in öffentlichem Eigentum befinden, zu einem Instrument einer forcierten Effizienzpolitik zu machen und sie vom Verkäufer von Energie zu einem Anbieter von Energiedienstleistungen zu machen. Diese verfügen einerseits über direkte Kontakte zu ihren Kunden und andererseits über hohe Kompetenz in Energiefragen. Infolge der Liberalisierung der Märkte für leitungsgebundene Energieträger (Strom und Gas) sowie der teilweisen Privatisierung der Energieunternehmen ist eine Instrumentalisierung der Energieunternehmen jedoch nur mehr dann vorstellbar, wenn es über eine entsprechende Kundenbindung (etwa bei größeren Unternehmen) oder gezieltes Lastmanagement zu einer Erhöhung der Unternehmensgewinne beiträgt. Entsprechende Best-Practice-Beispiele finden sich in der Literatur und sollen soweit möglich übertragen werden.

Unabdingbar ist jedoch die Forcierung professioneller Dienstleistungsangebote im Bereich Energieeffizienz für Betriebe und Haushalte.

6. Kurzfassung

In Österreich besteht breiter Konsens darüber, dass die Erreichung der österreichischen Energie- und Klimaschutzziele intensive Bemühungen aller relevanten Stakeholder und die weitgehende Nutzung aller vorhandenen Potenziale erfordert. In diesem Sinne wurden Studien erarbeitet, welche technische Potenziale im Bereich der Energieeffizienz und erneuerbaren Energieträger erhoben. Ebenso wurde in einer Vielzahl an Einzelbeispielen (Best-Practice-Beispiele) gezeigt, auf welche Technologien und Know-how bereits heute zurück gegriffen werden kann.

Die gegenständliche Kurzstudie basiert auf diesen Arbeiten sowie der österreichischen Energiestatistik und untersucht, ob eine völlige CO₂-Neutralität im Bereich der elektrischen Energie (bis 2020) und der Raumwärme (bis 2030) technisch möglich ist. Dabei wird ein Szenario entwickelt, das für beide Sektoren einen möglichen Pfad zur Erreichung dieser Zielsetzung zeigt. Bei der Auswahl der konkreten Potenziale für erneuerbare Energieträger und Effizienzsteigerungen wurde neben technischen Potenzialen auch deren Realisierbarkeit (z. B. erforderliche Vorlaufzeiten) und zu erwartende technische Fortschritte (z. B. Steigerung der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe) in die Auswahl der konkreten Potenziale einbezogen. Darüber hinaus wurde der ökonomische Einsatz der Mittel bei der Wahl der technischen Optionen berücksichtigt, wie sich etwa im Einsatz der Photovoltaik und der Annahmen zu den modernisierten Gebäuden zeigt.

Erneuerbarer Strom bis 2020

Österreich liegt im Spitzenfeld Europas bezogen auf die Nutzung erneuerbarer Energie im Bereich der elektrischen Energie. Mit einem Anteil von 64,2 % Erneuerbaren in der Stromerzeugung nimmt Österreich den 1. Platz innerhalb EU-27 ein. Dies ist insbesondere auf die Nutzung der Wasserkraft zurückzuführen. Allerdings sinkt dieser Anteil trotz einer starken Steigerung erneuerbarer Energie infolge hoher Verbrauchssteigerungen der letzten Jahre.

Basisannahme: Stärkung der Energieeffizienz

Die Nutzung technischer Potenziale im Bereich der Erhöhung der Energieeffizienz ist von zentraler Bedeutung für die Erreichung des Ziels einer CO₂-freien Stromversorgung in Österreich. Basis für die Erstellung des Szenarios zum Stromverbrauch in den einzelnen Segmenten ist die Trendfortschreibung aus den Verbrauchsentwicklungen der Nutzenergieanalyse. Diese integriert alle derzeitigen sozialen und technischen Trends (z. B. laufende Effizienzsteigerungen, Veränderung der Leistung und Nutzung einzelner Geräte, Anzahl der Haushalte) und schreibt diese in die Zukunft fort. Diesem Referenzszenario wird ein Effizienzscenario gegenüber gestellt, das die konsequente Nutzung von Effizienzpotenzialen unterstellt. Hierbei werden heutige Effizienzpotenziale (siehe auch Best-Practice-Beispiele) herangezogen und eine in der Regel 90-prozentige Marktdurchdringung mit effizienten Technologien bis 2020 unterstellt.

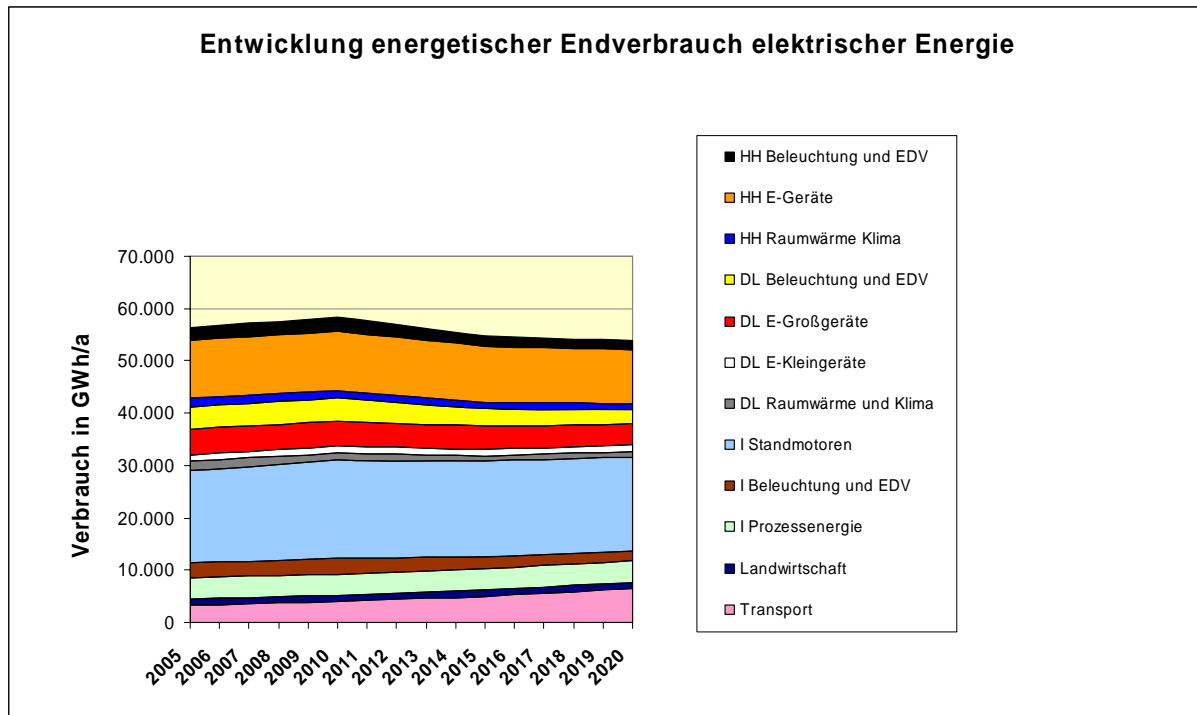


Abbildung Z1: Entwicklung des energetischen Endverbrauches für Strom 2005 – 2020

Die getroffenen Annahmen führen zu einem typischen Verlauf in den meisten Kategorien. Dabei steigt der Verbrauch bis 2010 infolge geringer Marktdurchdringung der Effizienztechnologien weiter an. Erst ab 2020 finden diese Technologien breiten Absatz am Markt. Einzelne Bereiche wie der Transportsektor zeigen hingegen trotz erhöhter Effizienz über die gesamte Laufzeit ein Verbrauchswachstum. Insgesamt sinkt der Einsatz elektrischer Energie zwischen 2005 und 2020 von 56.400 GWh/a auf 53.800 GWh/a also um etwa 4 %.

Berücksichtigt man die Transportverluste, den Eigenverbrauch des Energiesektors und die Substitution von Stromimporten, so bleibt die notwendige Inlandsstromerzeugung mit 62.100 GWh im Jahr 2020 gegenüber 62.900 GWh im Jahr 2005 nahezu konstant.

Ausbau Erneuerbarer zur Stromerzeugung

Im Jahr 2005 wurden insgesamt 38.100 GWh elektrische Energie aus erneuerbaren Energieträgern gewonnen. Durch intensive Anstrengungen zur Nutzung erneuerbarer Energieträger im Stromsektor steigt die Erzeugungsmenge bis 2020 auf rund 62.100 GWh an und deckt damit den gesamten Inlandsverbrauch. Wesentlichen Anteil am Anstieg der erneuerbaren Energieträger im Strombereich hat die Nutzung der vorhandenen Biomassepotenziale laut Biomasse-Aktionsplan (Begutachtungsentwurf) im Rahmen wärmegeführter industrieller und kommunaler Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, um eine hohe Energieausbeute (und Nutzung der Energie) sicher zu stellen. Die Biomasse leistet mit einer Erhöhung um 12.100 GWh/a einen Beitrag zum Produktionsanstieg von nahezu 50 %. Kleinwasserkraft und Windenergie tragen mit 7.000 bzw. 5.600 GWh/a ebenfalls nennenswert zur Steigerung der Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern bei.

Die Photovoltaik leistet bis 2020 mit 1.600 GWh/a einen in absoluten Zahlen kleineren Beitrag, weist jedoch hohe Zuwachsraten und weitere technische Potenziale auf.

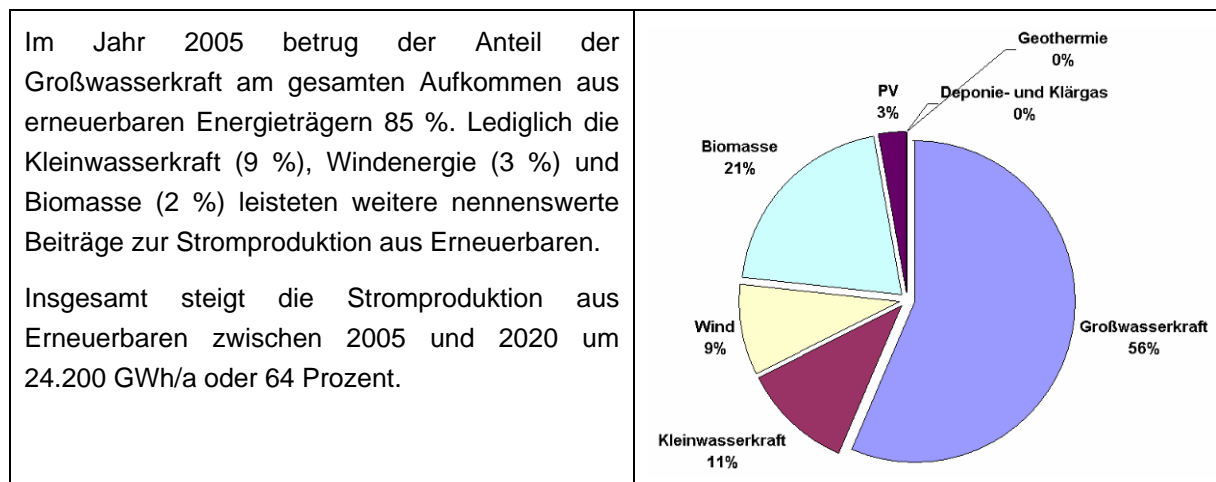


Abbildung Z2: Anteil Erneuerbarer an der Stromerzeugung im Jahr 2020

Durch die im Szenario unterstellte Entwicklung der erforderlichen Inlandsproduktion und der Ausschöpfung der vorhandenen technischen Potenziale an erneuerbaren Energieträgern im Strombereich kann das Ziel einer CO₂-freien Stromversorgung bis 2020 erreicht werden.

Erneuerbare Raumwärme bis 2030

Der Bereich der Raumwärme stellt einen zentralen Hoffungsbereich für eine engagierte Energie- und Klimaschutzpolitik dar. Sowohl hinsichtlich des Verbrauches als auch in Bezug auf die Energieversorgung verfügt Österreich über hohe Potenziale und technisch ausgereifte Lösungen mit einer Vielzahl von Best-Practice-Beispielen.

Das gegenständliche Szenario zum Bereich Raumwärme basiert auf folgenden zentralen Annahmen hinsichtlich der qualitativen und quantitativen Entwicklung im Bereich der Modernisierung und des Neubaus:

- Erhöhung der Sanierungsrate von derzeit 1 % auf 1,5 (EFH) und 2 % (MFH) im Jahr 2010 sowie jeweils 3 % ab 2020
- Reduktion des Heizwärmebedarfes für Neubauten Mehrfamilienhäuser auf 25 kWh/m²,a im Jahr 2010, 18 kWh/m²,a im Jahr 2020 und 17 kWh/m²,a im Jahr 2030
- Reduktion des Heizwärmebedarfes für Neubauten Einfamilienhäuser auf 30 kWh/m²,a im Jahr 2010, 20 kWh/m²,a im Jahr 2020 und 17 kWh/m²,a im Jahr 2030
- Thermische Sanierungsqualität Mehrfamilienhäuser (Durchschnitt) 2005 59,9 kWh/m²,a, 2010 53,3 kWh/m²,a, 2020 46,3 kWh/m²,a und 2030 40 kWh/m²,a
- Thermische Sanierungsqualität Einfamilienhäuser (Durchschnitt) 2005 94,6 kWh/m²,a, 2010 80 kWh/m²,a, 2020 63,8 kWh/m²,a und 2030 54,8 kWh/m²,a

- Leichte Erhöhung der Abriss- (von 15.900 auf 20.000 Wohneinheiten im Jahr 2020) und Neubaurate (EFH rückläufig von 1 % auf 0,9 %, MFH von 1 % auf 1,3 %, jeweils bezogen auf den Wohnungsbestand)
- Hinsichtlich der Jahresnutzungsgrade der Heizsysteme wurde eine leichte Verbesserung, bei den durchschnittlichen Wohnungsgrößen im Neubau und beim Verbrauch an Warmwasser eine kontinuierliche Erhöhung angenommen;
- Im Bereich des öffentlichen und privaten Dienstleistungsbereiches sowie der Landwirtschaft wurde eine Reduktion des Raumwärmebedarfes um 40%, im Bereich der Industrie um 10% angenommen.

Auf Basis der oben genannten Annahmen reduziert sich der Verbrauch an Raumwärme von etwa 330 PJ im Jahr 2005 auf 210 PJ im Jahr 2020. Dies entspricht einem Rückgang um etwa 36 %.

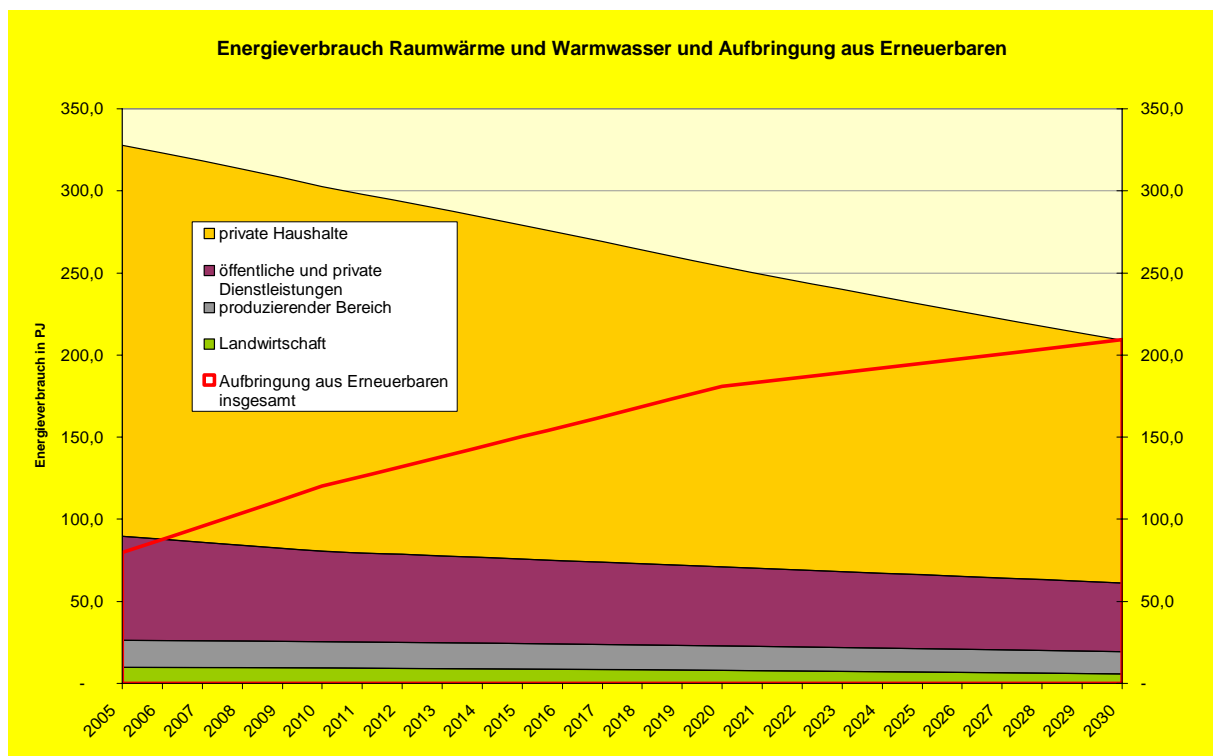


Abbildung Z3: Gesamtenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser auf Aufbringung aus Erneuerbaren 2005 – 2030

Dem gegenüber steigt der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern im gewählten Szenario von 80 PJ im Jahr 2005 auf 210 PJ im Jahr 2030. Wesentlich für diese Erhöhung ist der Ausbau der wärmegeführten Kraft-Wärme-Kopplung auf Biomassebasis im industriellen und kommunalen Bereich. Diese weist im Jahr 2030 mit 51 PJ den zweithöchsten Anteil an der Erzeugung von Raumwärme auf (24 %). Wichtigster Energieträger ist die Nutzung der Biomasse in Form von Pellets, Hackgut, Stückholz etc. ohne Stromproduktion mit 95 PJ oder 46 %. Solarenergie und Wärmepumpe tragen mit jeweils etwas über 30 PJ oder 15 % ebenfalls wesentlich zur Produktion von Raumwärme bei.

Zur Interpretation

Die gegenständliche Kurzstudie zeigt, dass auf Basis der vorhandenen Literatur zu technischen Potenzialen im Bereich der Energieeffizienz und erneuerbaren Energieträgern sowie Best-Practice-Beispielen eine CO₂-freie Produktion von Raumwärme und Strom bis 2030 bzw. 2020 möglich ist.

Das vorgestellte Szenario für die genannten Bereiche versteht sich jedoch nicht als DER Weg in eine nachhaltige Energiezukunft Österreichs, sondern als Diskussionsbeitrag, der zeigen soll, dass weitreichende Ziele unter konsequenter Nutzung der Potenziale erreichbar sind. Selbstverständlich sind auch andere Szenarien mit verstärkten Anstrengungen im Bereich der Energieeffizienz oder der Nutzung erneuerbarer Energieträger (z. B. Photovoltaik) denkbar. Ziel des hier gewählten Ansatzes war es, im Rahmen der technischen Potenziale laut Literaturstudie ein ökonomisch-sozial möglichst realistisches Szenario zur Erreichung der Zielsetzung zu erstellen.

Unabhängig vom konkreten Szenario lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Effizienz zuerst

Zentraler Ansatzpunkt jedes Szenarios zur Erreichung eines nachhaltigen Energiesystems ist die Reduktion des Energiebedarfes. Dies gilt sowohl im Bereich der Elektrizität (minus 4 % zwischen 2005 und 2020) als auch im Bereich der Raumwärme (minus 36 % bis 2030). Die signifikante Erhöhung der Quantität und thermischen Qualität von Modernisierungen sowie die Durchsetzung des klima:aktiv- und Passivhausstandards ist Voraussetzung für eine klimaneutrale Raumwärmeversorgung.

- Intensiver Biomasseeinsatz

Basierend auf dem Biomasse-Aktionsplan wird das gesamte Biomassepotenzial zwischen 2005 und 2020 mehr als verdoppelt. Dieses zusätzliche Potenzial wird in hohem Maße in industriellen und kommunalen Kraft-Wärme-Koppelungen eingesetzt.

- Biomasse effizient einsetzen

Der Einsatz der Biomasse in wärmegeführten KWK-Anlagen ermöglicht einerseits die Produktion von 51 PJ Raumwärme, andererseits von 12.900 GWh/a Strom. Im Bereich der Raumwärme deckt Biomasse damit etwa $\frac{1}{4}$ des gesamten Bedarfes, im Stromsektor 50 % des erforderlichen Zuwachses.

- Alle Optionen wahrnehmen

Sowohl in der Raumwärmeversorgung als auch im Stromsektor ist die weitgehende Nutzung aller vorhandenen technischen Potenziale erforderlich.

Das hier vorgestellte Energieszenario nimmt nicht für sich in Anspruch, das einzige oder das nach allen Kriterien beste Szenario zu sein. Es stellt jedoch ein Szenario dar, das die Aufrechterhaltung des heutigen Lebensstandards mit nachhaltiger Energiewirtschaft vereint.

7. Wesentliche Literatur

AEE INTEC (2004), Produzieren mit Sonnenenergie, Potentialstudie zur Thermischen Solarenergienutzung in österreichischen Gewerbe- und Industriebetrieben

Austrian Energy Agency (2006): Energieflussbild für Österreich 2005

Austrian Energy Agency (2004), Energieeffizienz und Erneuerbare 2010

Austrian Energy Agency (2001): Der Markt der gewerblichen Kühl- und Gefriergeräte in Österreich

Austria Solar, Marktstatistik, <http://www.solarwaerme.at/Sonne-und-Energie/Marktstatistik/>

BMWA (2007), 1. Energieeffizienzaktionsplan der Republik Österreich gemäß EU-Richtlinie 2006/32/EG

Brainbows (2007), Biomasse-Ressourcenpotenzial in Österreich, Studie im Auftrag der RENERGIE Raiffeisen Managementgesellschaft für erneuerbare Energie GmbH

Brauner, Günther (2006), Effizienzsteigerungspotenziale in der Endanwendung von Elektrizität, Folien zum World Energy Council Workshop „Energieeffizienz konkret“

E-BRIDGE (2005), Studie über KWK-Potenziale in Österreich

e-control (2007): Evaluierung der Ökostromentwicklung und Ökostrompotenziale im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit

e-control (2007), Ökostrombericht - Ökostrom sowie Energieverbrauchsentwicklung und Vorschläge zur Effizienzsteigerung, Bericht der Energie-Control GmbH. gemäß § 25 Abs 1 Ökostromgesetz, August 2007

EEG – Energy Economics Group (2007), Wärme und Kälte aus Erneuerbaren, Studie von Reinhard Haas et al. für den Dachverband Energie-Klima und die Wirtschaftskammer Österreich

EEG – Energy Economics Group (2006), Technologien zur Nutzung Erneuerbarer Energieträger – wirtschaftliche Bedeutung für Österreich, Studie von Reinhard Haas et al. für die Wirtschaftskammer Österreich und den Dachverband Energie-Klima

EEG – Energy Economics Group (2006), Die effiziente Nutzung von Biomasse und ihre gesamtwirtschaftliche Bedeutung

EU Kommission (2006), Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potenzial ausschöpfen, Mitteilung der Kommission vom 19.10.2006

EU Kommission (2006a), Grünbuch – Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie

Faninger, Gerhard (2007), Erneuerbare Energie in Österreich, Marktentwicklung 2006, Photovoltaik, Solarthermie und Wärmepumpen, Erhebung für die Internationale Energieagentur

Faninger, Gerhard (2007a), Der Solarmarkt in Österreich 2006

Fechner, Hubert et al. (2007), Technologie-Roadmap für Photovoltaik in Österreich

Lebensministerium (2007), Klimastrategie 2007 – Anpassung der Klimastrategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels 2008 – 2012, Vorlage zur Annahme im Ministerrat am 21.03.2007

Lebensministerium (2006), Nationaler Biomasseaktionsplan für Österreich (Begutachtungsentwurf)

Hornbachner, Dieter et al. (2005), Effektiv 2010 – Die Stromsparinitiative des WWF, Studie im Auftrag des WWF

OECD / IEA / EUROSTAT (2005), Handbuch der Energiestatistik

Statistik Austria (2007), Energiebilanzen Österreich 1970 – 2005,

Statistik Austria (2007a), Energiebilanzen Österreich 1970 (1988) – 2005, Dokumentation der Methodik

Statistik Austria (2007b), Energetischer Endverbrauch 2005 nach Energieträgern und Nutzenergiekategorien für Österreich, http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/nutzenergieanalyse/index.html (Zugriff am 22.10.2007)

Statistik Austria (2006), Die Energiesituation Österreichs im Jahr 2005 mit statistischen Übersichten und Kennzahlen, Bereich Umwelt & Energie, Stand Dezember 2006

Statistik Austria (2006a), Wohnungen – Ergebnisse der Wohnungserhebung im Mikrozensus, Jahresdurchschnitt 2005, herausgegeben 2006

Statistik Austria (2006b), Energetischer Endverbrauch 2005 nach Energieträgern und Nutzenergiekategorien für Österreich (NEA 2005)

Statistik Austria (2000), Nutzenergieanalyse für Österreich, Stand 1998

UBA (2007), Umweltsituation in Österreich – Achter Umweltkontrollbericht des Umweltministers an den Nationalrat, insbesondere Kapitel 4 (Klimaschutz und Klimawandel) und Kapitel 12 (Energie)

UBA (2006), Abfallverbrennung in Österreich, Statusbericht 2006

WIFO (2007), Determinanten der Energienachfrage der privaten Haushalte unter Berücksichtigung von Lebensstilen

WIFO - Czerny, Kratena, Köppl, Weingärtler (2002), Makroökonomische Wirkungen energiesparender Sanierungsinvestitionen im Wohnbau

Zentrale Internetquellen:

www.statistik.at

www.e-control.at

www.energieagentur.at

www.umweltbundesamt.at