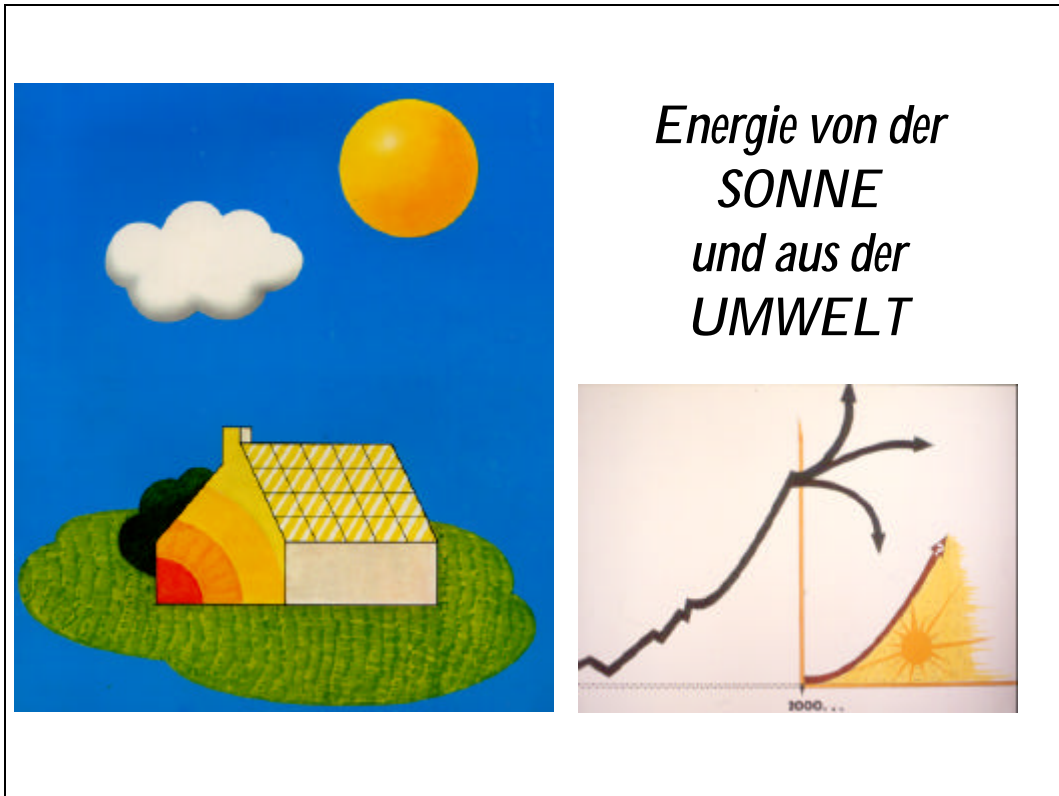


Die Bedeutung der Wärmepumpe in der Energiestrategie Österreich 2020



Gerhard Faninger

3. Wärmepumpenforum 2011

im Rahmen der 3. Internationalen Energiefachmesse
RENEXPO AUSTRIA
24. November 2011, Salzburg

Inhalt

1.	Energiapolitische Ziele und Vorgaben	3
1.1	Das EU-Energie- und Klimapaket	3
1.2	Ziele und Vorgaben der Österreichischen Energiepolitik	4
1.3	Klimaschutz-Initiative der Österreichischen Bundesregierung 2002 und 2007	7
1.4	Die Österreichische Energiestrategie 2020	8
1.5	Forschungsprogramm „Neue Energien 2020“. Eine Förderaktion des Klima- und Energiefonds der Österreichischen Bundesregierung	12
1.6	Wachstumspotenziale für Erneuerbare Energie 2020	13
1.7	Die Rolle der Wärmepumpe in der Österreichischen Energiestrategie 2020/2050	16
1.8	Die Österreichische Energiestrategie 2050	18
2.	Marktentwicklung der Wärmepumpen-Technik in Österreich - Rückblick	22
2.1	Die Wärmepumpe in der Öffentlichen Wahrnehmung	22
2.2	Der Wärmepumpen-Markt 1976 – 2010	24
2.3	Weiterentwicklungen im Wärmepumpen-Sektor	28
2.4	Wärmepumpen im NEUBAU und ALTBAU	31
3.	Positionierung der Wärmepumpen-Technik in der Österreichischen Energiestrategie 2020 und 2050	39
3.1	Bewertung und Zuordnung von Wärmepumpen in einer mittel- und langfristigen Energiestrategie	39
3.2	Wärmepumpe und Stromeinsatz	52
3.3	Mit der Kombination Wärmepumpe-Photovoltaikanlage zum <i>PLUSEnergie</i> -Gebäude	55
3.4	Anzustrebender Beitrag von Wärmepumpen-Solar-Kombisystemen zum Erreichen der Ziele 2020 und 2050	56
4.	Zukunftsmarkt und Marktpotential für Wärmepumpen	62
5.	Schlussfolgerung und Ausblick	64
	Quellennachweis	66

Impressum

Autor: Gerhard Faninger,
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont.

Institut für Interventionsforschung und Kulturelle Nachhaltigkeit
Bereich „Energie und Umwelt“
Fakultät für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung
Alpen-Adria Universität Klagenfurt
und

Institut für Energiesysteme und Elektrische Anlagen,
Institute of Energy Systems and Electric Drives
Energy Economics Group, EEG
Technische Universität Wien

© Gerhard Faninger, Klagenfurt – Oktober 2011

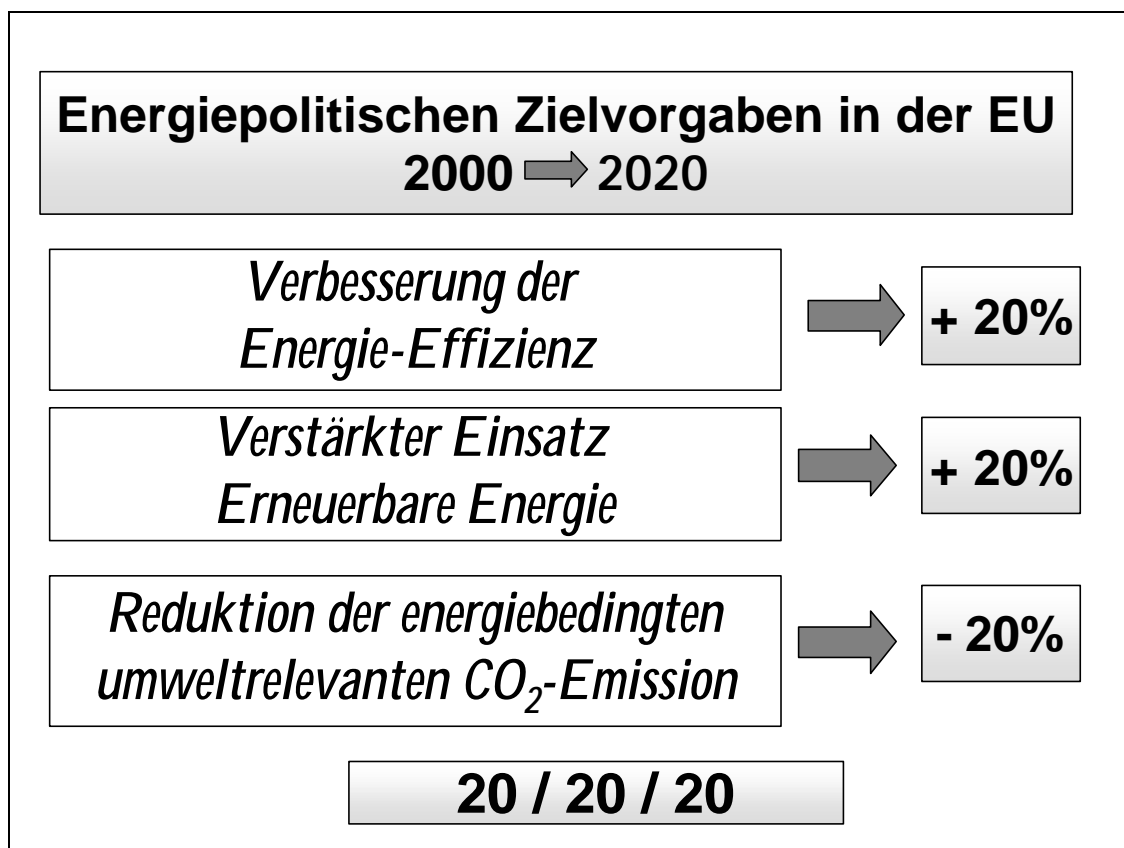
1. Energiepolitische Ziele und Vorgaben

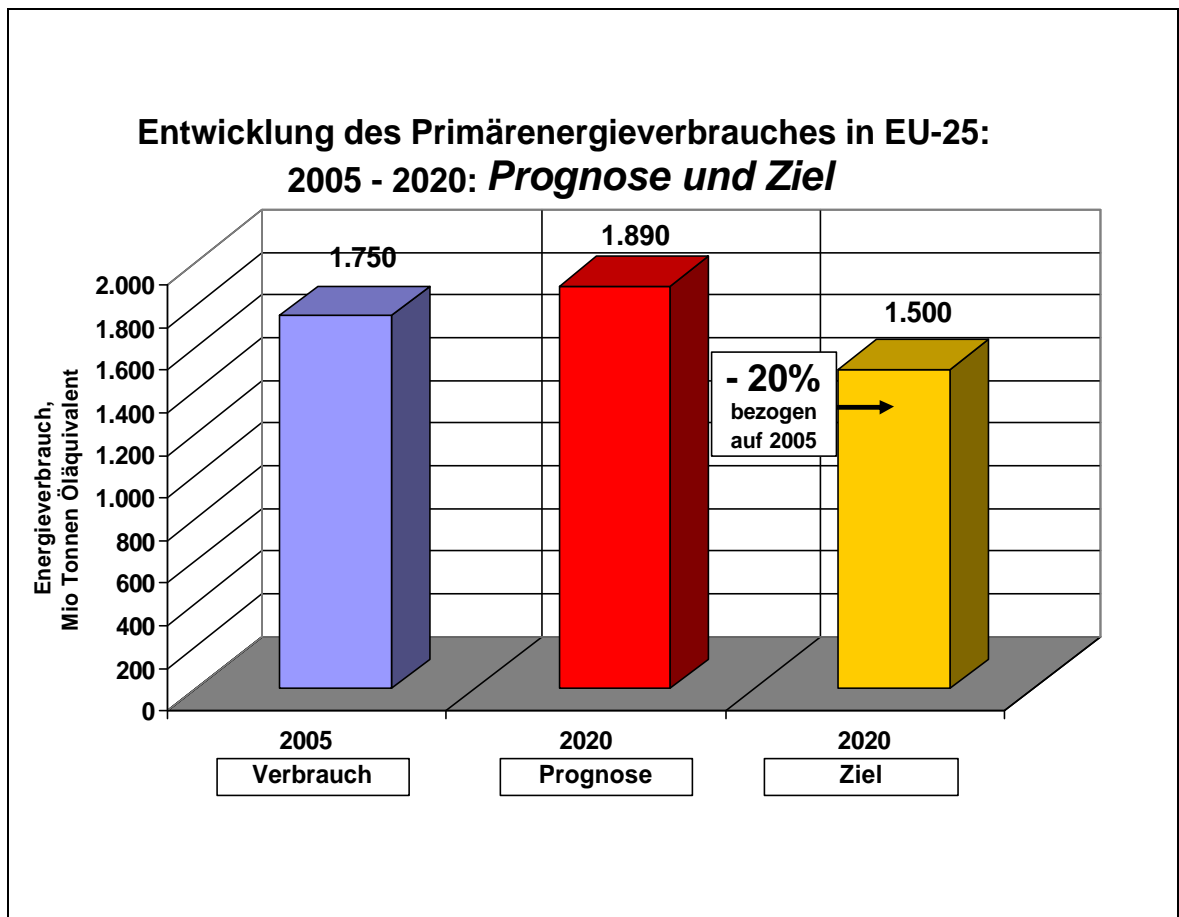
1.1 Das EU-Energie- und Klimapakett

Das im Jahr 2008 von den Staats- und Regierungschefs vereinbarte Energie- und Klimapakett sieht für das Jahr 2020 folgende Ziele vor:

- Mindestens 20 Prozent der Treibhausgase (30 Prozent bei einem internationalen Abkommen mit entsprechender internationaler Verpflichtung) gegenüber 1990 zu reduzieren;
- mindestens 20 Prozent Anteil Erneuerbarer Energien am Gesamtverbrauch (die Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energiequellen auf 10 Prozent der im Verkehr eingesetzten Energie durch den Einsatz effizienter biogener Treibstoffe und Elektromobilität);
- mindestens 20 Prozent der energiebedingten und umweltrelevanten Treibhausgas-Emissionen gegenüber 1990 zu reduzieren.

Der Primärenergieverbrauch in den EU-25 Mitgliedsländern soll im Jahre 2020 gegenüber der Prognose (1.890 Millionen Tonnen Öläquivalent) um 20 % auf 1.500 Millionen Tonnen Öläquivalent reduziert werden.





1.2 Ziele und Vorgaben der Österreichischen Energiepolitik

Gemäß des im Dezember 2008 verabschiedeten Energie- und Klimapakets der Europäischen Union ist Österreich dazu verpflichtet:

- Mindestens 20% mehr Energieeffizienz im Vergleich zu einem *Baseline-Szenario* bis 2020 zu erhöhen.
- Den Anteil Erneuerbarer Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch bis 2020 auf 34 Prozent und am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor auf 10 Prozent zu erhöhen.
- Treibhausgasemissionen in Sektoren, die nicht dem Emissionshandel unterliegen, bis 2020 um mindestens 16 Prozent - bezogen auf die Emissionen des Jahres 2005 - zu reduzieren.

Für die dem EU-Emissionshandel unterliegenden Sektoren ist eine EU-weite Reduktion der Treibhausgase um 21 Prozent gegenüber 2005 beschlossen worden.

Die größten sektoralen Verursacher von Treibhausgasen in Sektoren außerhalb des Emissionshandels sind der Verkehr sowie der Bereich Raumwärme und Warmwasser in Gebäuden. Der lineare Reduktionspfad für die österreichischen Treibhausgasemissionen ist dabei ab 2013 verbindlich vorgegeben.

Diese rechtlichen, ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen machen den Handlungsbedarf deutlich. Eine Energiestrategie für Österreich muss daher die Erfüllung der Aufgaben sicherstellen, sowie über das Jahr 2020 hinaus die Richtung vorgeben. Sie muss

somit das gesamte Energiesystem erfassen und auch die internationalen Märkte sowie die Ressourcenverfügbarkeit mit einbeziehen.

Ein starkes Wachstum (aber noch ein geringer absoluter Beitrag) ist derzeit bei Solar- und Umgebungswärme sowie bei der Erzeugung von Strom durch Photovoltaik festzustellen.

Das Zielsystem für eine nachhaltige Energieversorgung

Eine zukunftsfähige Energiepolitik muss ein nachhaltiges Energiesystem weiterentwickeln, das sich durch ein hohes Maß an Versorgungssicherheit, stabile und angemessene Energiepreise und ein deutlich gesenktes Niveau der Umweltbelastungen auszeichnet.

Die Energie- und Klimapolitik steht insbesondere vor zwei grundsätzlichen Herausforderungen:

- Die langfristige Gewährleistung der Versorgungssicherheit mit Energie und
- die drastische Reduktion der Treibhausgasemissionen.

Um diesen Herausforderungen auch tatsächlich gerecht zu werden, gilt es einerseits die Energieeffizienz konsequent zu steigern, den Energieverbrauch durch Energiesparen deutlich zu reduzieren und die Abhängigkeit von Energieimporten zu vermindern. Andererseits soll der Anteil der Erneuerbaren Energieträger weiterhin konsequent erhöht werden.

Eine *nachhaltige* Energieversorgung ist von existenzieller Bedeutung und eine zentrale Voraussetzung für die hohe Lebensqualität in Österreich.

Die wesentlichen Herausforderungen der Energie- und Klimapolitik sind langfristiger Natur und gehen über den Zeithorizont der Energiestrategie Österreich hinaus. Deshalb braucht es neben mittelfristig umsetzbaren und überprüfbaren Zielen eine langfristige Vision. Eine Vision, die einen größtmöglichen Selbstversorgungsgrad bis hin zur Energieautarkie anstrebt. Wichtige Entscheidungen der nächsten Jahre haben nachhaltige Konsequenzen, denn sie stellen die Weichen für die Erreichung der visionären Ziele. Sie müssen so getroffen werden, dass die hohe Versorgungssicherheit gewährleistet bleibt, eine CO₂-Entlastung (Dekarbonisierung) des Energiesystems vorangetrieben wird, die soziale Tragfähigkeit erhalten bleibt und die Wettbewerbsfähigkeit Österreichs gestärkt wird.

Energie Strategie Österreich

Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend und

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

A-1011 Wien, Stubenring 1

www.energiestrategie.at

Ziele der Österreichischen Energiepolitik

Mit Energie-Effizienz und Erneuerbare Energie

- ⊢ **Fossile Energie zu substituieren
und die**
- ⊢ **Energiebedingten und Umweltrelevanten
Treibhausgas-Emissionen zu reduzieren.**

Vorgaben der Österreichischen Energiepolitik

- (1) Das EU-Energie- und Klimapaket**
- (2) Klimaschutz-Initiative der
österreichischen Bundesregierung
2002 und 2006**
- (3) Energiestrategie 2020**
- (4) Energiestrategie 2050**

1.3 Klimaschutzinitiative der Österreichischen Bundesregierung 2002 und 2007

Österreich hat im Rahmen des Kyoto-Protokolls und der darauf aufbauenden „Lastenaufteilung“ innerhalb der EU-15 die rechtlich verbindliche Verpflichtung übernommen, die Emissionen von Treibhausgasen (CO₂, CH₄, N₂O, HFKW, PFKW und SF₆) in der Verpflichtungsperiode 2008-2012 um 13% gegenüber dem Niveau von 1990 zu reduzieren. Die in der Klimastrategie 2002 enthaltenen Maßnahmen befinden sich zu einem Großteil in Umsetzung durch die verschiedenen verantwortlichen Gebietskörperschaften und Verwaltungseinheiten.

Die österreichische Bundesregierung hat im **Regierungsprogramm 2002** ein Bundesklimaschutzgesetz vereinbart. Die erforderlichen Treibhausgas-Reduktionsmaßnahmen zur Umsetzung der internationalen und europäischen Verpflichtungen sollen daher verstärkt im Inland gesetzt werden, um die positiven Effekte auf die österreichische Wirtschaft und die Arbeitsmarktsituation bestmöglich nutzen zu können. Mit einem Bundesklimaschutzgesetz sollen die Klima-Ziele und Verantwortlichkeiten mit den Ländern und den betroffenen Bundesministerien akkordiert werden und in Zukunft gesetzlich bindend festgeschrieben werden.

Die **Klimastrategie 2007** setzt auf einen breit angelegten Maßnahmen-Mix und beruht im Wesentlichen auf den Säulen Industrie, Raumwärme, Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs und Zukauf von CO₂-Emissionszertifikaten aus dem Ausland bis zum Jahr 2012. Wichtig sind darüber hinaus die Forcierung Erneuerbarer Energien, Energiesparen und die Verbesserung der Energieeffizienz sowie die Förderung von Umwelttechnologien.

Wärmepumpen sind ein Teil der Klimaschutzoffensive der Österreichischen Bundesregierung als Kooperationsprojekt zwischen Wissenschaft, Industrie und Politik. Ziele der Klimainitiative *klima:aktiv* sind: CO₂ einsparen, Ausbildung, Beratung, Qualitätssicherung und Marketing zur Stimulierung von Klimaschonenden Technologien und Dienstleistungen.

„Mit der Nutzbarmachung der lokal anfallenden erneuerbaren „Umweltwärme“ trägt die Wärmepumpe wesentlich dazu bei, den Einsatz von in den Vorräten begrenzten fossilen Energieträgern bei der Wärmeerzeugung zu reduzieren – um 60% bis 70% - und damit auch die energiebedingten CO₂-Emissionen zu minimieren. Wärmepumpen erfüllen somit die Kriterien eines „Nachhaltigen“ Energiesystems, natürlich unter der Voraussetzung des Einsatzes ausgereifter und Markterprobter Komponenten und Systeme, fachgerechter Planung und Ausführung sowie auch energiebewusster Betriebsführung.“

Weitere volkswirtschaftliche Kriterien für Förderungsmassnahmen sind:
Technologieförderung, Umsätze und Arbeitsplätze, lokale und kommunale Wertschöpfung.

Die Österreichische Klimastrategie 2007

Anpassung der Klimastrategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels 2008 – 2012

Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

A-1011 Wien, Stubenring 1

1.4 Die Österreichische Energiestrategie 2020

Die Energiestrategie 2020 der Österreichischen Bundesregierung zeigt die Schwerpunkte einer künftigen Energie- und Klimapolitik auf und die vorgeschlagenen Maßnahmen stellen einen Weg dar, wie der österreichische Anteil an den europäischen Energie- und Klimazielen erreicht werden kann.

Die Österreichische Energiestrategie 2020

Die Österreichische Energiestrategie 2020 zeigt

↳ die **Schwerpunkte einer künftigen Energie- und Klimapolitik** auf,

↳ und die **vorgeschlagenen Maßnahmen** stellen einen Weg dar, wie der österreichische Anteil an den europäischen Energie- und Klimazielen erreicht werden kann.

Maßnahmen zum Erreichen der EU-Energie-Ziele

(1) Gezielte Ausnutzung der Energieeffizienzpotenziale in Industrie, Verkehr, Haushalte, Gewerbe

Verdoppelung der derzeitigen jährlichen Zunahme der Energieeffizienz von 1,5% auf 3% (EU-Richtlinie mit Aktionsplan)

(2) Erhöhung des Beitrages erneuerbarer Energieträger zur Energieaufbringung

Die Österreichische Energiestrategie 2020

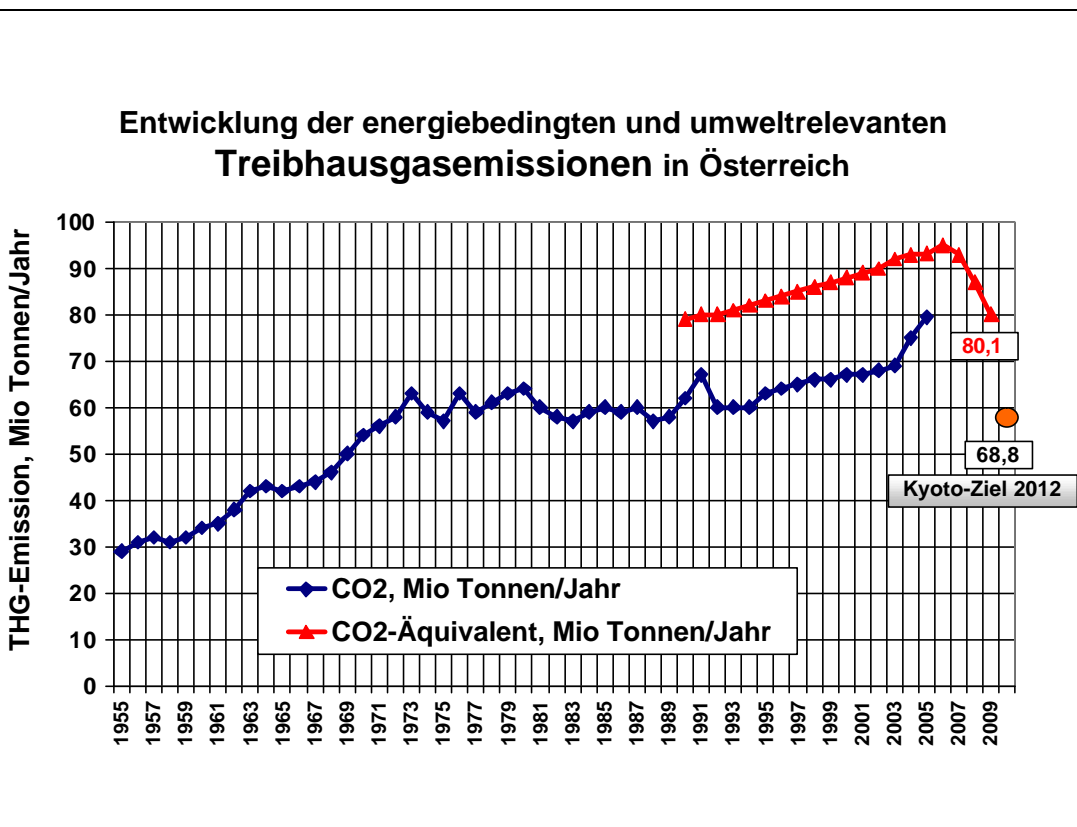
Österreich ist gemäß dem im Dezember 2008 verabschiedeten

Energie- und Klimapaket der Europäischen Union dazu verpflichtet,

▫ den Anteil **Erneuerbarer Energieträger** am Bruttoendenergieverbrauch bis 2020 auf 34 Prozent zu erhöhen und gleichzeitig

▫ seine **Treibhausgasemissionen** in Sektoren, die nicht dem Emissionshandel unterliegen, bis 2020 um mindestens 16 Prozent (bezogen auf die Emissionen des Jahres 2005) zu reduzieren.

▫ Weiters soll die **Energieeffizienz** bis 2020 um 20 Prozent (bezogen auf das Jahr 2005) erhöht werden.



ENERGIENEUDENKEN



ENERGIENEUDENKEN

„Das Weltenergiesystem steht an einem Scheideweg. Die derzeitigen weltweiten Trends von Energieversorgung und Energieverbrauch sind eindeutig nicht zukunftsfähig. Es braucht nichts Geringeres als eine Energierevolution“.

Internationale Energieagentur, IEA/OECD

Energiestrategie Österreich

Das Vorliegen der Energiestrategie Österreich 2020 ist nicht als Schlusspunkt, sondern als Beginn für einen langfristigen Prozess zu verstehen.

Österreich ist gemäß dem im Dezember 2008 verabschiedeten Energie- und Klimapaket der Europäischen Union dazu verpflichtet, den Anteil Erneuerbarer Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch bis 2020 auf 34 Prozent zu erhöhen und gleichzeitig seine Treibhausgasemissionen in Sektoren, die nicht dem Emissionshandel (Nicht-ETS) unterliegen, bis 2020 um mindestens 16 Prozent (bezogen auf die Emissionen des Jahres 2005) zu reduzieren. Weiters soll die Energieeffizienz bis 2020 um 20 Prozent im Vergleich zum Referenz-Szenario erhöht werden.

Damit die Energiepolitik mit dem allgemeinen volkswirtschaftlichen und gesellschaftspolitischen Zielsystem kompatibel ist, wurden Versorgungssicherheit, Umweltverträglichkeit, Sozialverträglichkeit, Kosteneffizienz und Wettbewerbsfähigkeit als Rahmenvorgaben fixiert.

Mit einer ambitionierten Strategie zur Steigerung der Energieeffizienz, der Energieeinsparung und dem engagierten Ausbau der Erneuerbaren Energien kann Österreich seine Klimaschutzziele erreichen, die Abhängigkeit von Energieimporten drastisch vermindern und Wirtschaft und Beschäftigung einen kräftigen Schub geben. Die Energiepolitik Österreichs verfolgt daher eine dreifache Strategie:

- (1) Die konsequente Steigerung der Energieeffizienz in allen wesentlichen Sektoren ist der Schlüssel für die Energie- und Klimapolitik und muss vor allem in folgenden Bereichen erreicht werden:
 - Gebäude: Reduktion des Raumwärme- und des Kühlbedarfs und Verbesserung der Baustandards zu „Fast-Null-Energiehäusern“.
 - Energieverbrauch in Haushalten und Betrieben: Schwerpunkt Stromverbrauch und Abwärmenutzung, unterstützt durch Energieberatung und Energiemanagementsysteme.
 - Effiziente Mobilität (Alternative Antriebe – E-Mobilität: Angebot für Modal Split und im öffentlichen Verkehr, Mobilitätsmanagement).
 - Effizienter Primärenergieeinsatz und Abwärmenutzung: Bei energieintensiven Unternehmen, in der Energiewirtschaft sowie bei Haushalten und Gewerbebetrieben.

- (2) Der Ausbau Erneuerbarer Energien hat in Österreich enorme Bedeutung für die nationale Eigenversorgung und Stärkung der Energieversorgungssicherheit, schafft neue hochqualifizierte Arbeitsplätze, stärkt die Wettbewerbsfähigkeit und ist zur Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele eine Notwendigkeit.
 - In der Stromerzeugung: Nutzung und Ausbau der Potenziale im Bereich der Wasserkraft, der Windkraft, der Biomasse und der Photovoltaik.
 - Raumwärme soll auf Basis von regionalen Konzepten der Energieraumplanung und entsprechend der regionalen Stärken entweder aus Fernwärme (Abwärme, Kraft-Wärme-Kopplung - KWK, Biomasse) oder durch Einzelheizungen (Solarthermie, Biomasse, Umgebungswärme) optimiert bereitgestellt werden.
 - Im Verkehrsbereich: Erfüllung der EU-Richtlinie 10 Prozent Erneuerbare Energie durch Biotreibstoffe und E-Mobilität.

- (3) Reduktion der Treibhausgas-Emissionen:
Als Ergebnis von Energieeffizienz (1) und Erneuerbare Energie (2).

In intensiven Diskussionen wurden über 370 – teils kontroversielle bzw. konkurrierende – Maßnahmenvorschläge eingebracht. Es wurde erörtert, wie folgende Themen gewährleistet werden können:

- Die effiziente Nutzung von Energie;
- die Erhöhung des Anteils der Erneuerbaren Energieträger an der Energieversorgung;
- die Sicherung der langfristigen Energieversorgung;
- die Reduktion von Treibhausgasemissionen.

Im Zentrum der Diskussionen stand dabei auch, wie Österreich zu einem international bedeutenden Standort für die Forschung, Produktion, Anwendung sowie den Export zukunftsfähiger Energietechnologien werden kann und wie die volkswirtschaftlichen Ziele bezüglich Wirtschaftswachstum und einer höheren Beschäftigungsrate erreicht werden können.

Die Energiestrategie Österreich zielt darauf ab, einen Handlungsrahmen für eine Vielzahl unterschiedlicher Umsetzungsvorschläge zu zeigen. Die dazu nötigen Untersuchungsschwerpunkte reichen von einer Analyse der Problemlagen über die Formulierung der generellen energiepolitischen Ziele, bis hin zu den Strategiefeldern und dem konkreten Handlungsrahmen.

1.5 Forschungsprogramm „Neue Energien 2020“ Eine Förderaktion des Klima- und Energiefonds der österreichischen Bundesregierung

Der Klima- und Energiefonds unterstützt mit seinen Programmen die österreichische Bundesregierung bei der Erreichung der „20-20-20 bis 2020“-Ziele sowie bei der Umsetzung der Energieforschungsstrategie. Mit dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“ wurden bis heute in fünf Ausschreibungen rund 500 Projekten mit Fördergeldern in der Höhe von 138 Mio. Euro gefördert und damit entscheidende und richtungweisende Impulse gesetzt.

Mit dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“ verfolgt der Klima und Energiefonds das Ziel, durch Innovationen und technischen Fortschritt den Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung mit einem hohen Anteil Erneuerbarer Energie voranzutreiben. Insbesondere bei den langfristigen Faktoren und bei den Risikoaspekten von Forschung und Entwicklung werden österreichische Unternehmen und Forschungseinrichtungen unterstützt.

Die bisher jährlichen Ausschreibungen von „Neue Energien 2020“ baut auf den Ergebnissen des „Strategieprozesses e2050“ – initiiert vom Innovationsministerium (BMVIT) - sowie auf den Erfahrungen der vorangegangenen Ausschreibungen des Klima- und Energiefonds auf.

1.6 Wachstumspotenziale für Erneuerbare Energie 2020

Der größte Zuwachs an erneuerbarer Energie bis 2020 ist im Wärmebereich zu realisieren: bis zu 97 PJ Zuwachs. Dazu tragen bei: Biomasse 50 PJ, Solarwärme 24 PJ und Umweltwärme 23 PJ.

Erneuerbare Energie, die im Wärmebereich eingesetzt wird, hat den Vorteil, dass sich diese direkt positiv in der Treibhausgasbilanz niederschlägt.

Die Verwendung von Biomasse im Wärmebereich ist aufgrund der effizienten Umwandlung (mehr als 90% werden genutzt) besonders vorteilhaft.

Bewertung der Zielerreichung

Bis 2020 bedeutet das Zusatzpotenzial im Wärmebereich von bis zu 97 PJ:

- In den Jahren 2004 – 2007 war die Entwicklung dieses Bereichs mit Wachstumsraten von durchschnittlich 4,3% sehr gut.
- Bei Fortschreibung einer annähernd guten Entwicklung bis 2020 ist das Zusatzpotenzial im Wärmebereich realisierbar. Bezogen auf die 142 PJ im Jahr 2005 wäre das ein Zuwachs von 68% bzw. eine jährliche Steigerung um ca. 3,5%.
- Die guten Wachstumsraten hatten vereinfacht folgende Gründe: Steigende Energiepreise; das Vertrauen in die fossilen Energieträger als Dauerlösung ist zerbrochen; Marktaktivierungsprogramm klima:aktiv und Förderungen der Bundesländer im Rahmen der Wohnbauförderung.

Um das Ziel zu erreichen, sind die Förderaktivitäten und Marktunterstützungsprogramme konsequent weiterzuführen und je nach Marktentwicklung auch auszubauen.

Wichtigste Handlungsfelder

(1) Biomasse wird vorrangig in die reine Wärmebereitstellung in hocheffizienten Biomassekesseln eingesetzt. Nur dort, wo auch ein hoher (Prozess)Wärmebedarf gegeben ist, soll Biomasse zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen eingesetzt werden. Damit wird sichergestellt, dass der Gesamtwirkungsgrad von Biomasse in KWK-Anlagen ein möglichst hoher ist.

(2) Um das Potenzial von zusätzlich 97 PJ zu realisieren, müssen zusätzlich auch die Potenziale im Bereich Solarwärme und Erdwärme stark ausgebaut werden.

(3) Der Kesseltausch von fossilen Brennstoffen auf Biomasse in Kombination mit Solaranlage ist ein wichtiges Handlungsfeld.

(4) Wärmepumpen sind schwerpunktmäßig im Bereich der besonders energieeffizienten Gebäude zu forcieren.

(5) Mittelfristig sollte der Energieverbrauch im Raumwärmebereich deutlich sinken und der Anteil Erneuerbarer stark zunehmen.

Im Bereich der Stromerzeugung wird ein Steigerungspotenzial von bis zu 66 PJ bis 2020 gesehen.

Bewertung der Zielerreichung

Bis 2020 bedeutet das Zusatzpotenzial im Strombereich von bis zu 66 PJ:

- In den Jahren 2004 – 2007 war die Entwicklung dieses Bereichs mit Wachstumsraten von durchschnittlich 3% sehr gut.
- Bei Fortschreibung einer annähernd guten Entwicklung bis 2020 ist das Zusatzpotenzial im Strombereich realisierbar. Bezogen auf die 151 PJ im Jahr 2005 wäre das ein Zuwachs von 44% bzw. eine jährliche Steigerung um ca. 2,4%.
- Die guten Wachstumsraten hatten vereinfacht folgende Gründe: Umsetzung von Anlagen im Rahmen des ersten Ökostromgesetzes 2002 sowie der Verstromung von „sonstige biogene Energieträger“
- Gute, langfristig planbare Rahmenbedingungen für Strom aus Erneuerbaren notwendig.

Wichtigste Handlungsfelder

(1) Attraktive, langfristig planbare Rahmenbedingungen für Strom aus Erneuerbaren.

(2) Weiterer Ausbau der Wasserkraft unter Einhaltung der ökologischen Rahmenbedingungen.

(3) Deutlicher Ausbau der Windenergiekapazitäten: Im Bereich der Windenergie ist bis 2020 eine Steigerung der Stromerzeugung von gegenwärtig 7 auf 26 PJ (+270%) notwendig. Das entspricht einem jährlichen Produktionszuwachs von ca. 12%. Aufgrund der zu erwartenden Steigerung der Leistung pro Windanlage und dem Ersatz bestehender kleinerer Anlagen durch größere würde sich die Anzahl der Anlagen nicht um 270%, sondern nur um rund 80% lediglich auf rund 1100 Stück (derzeit ca. 620) erhöhen.

(4) Photovoltaik: hier sind sicher die größten Anstrengungen erforderlich. Derzeit sind schätzungsweise etwas über 30 MW (0,1 PJ) in Betrieb. Die Umsetzung der 7 PJ erfordert die Installation von jährlich rund 160 MW, für die 11 PJ sind es 254 MW/Jahr. Ein Blick nach Deutschland zeigt den Effekt des Erneuerbaren-Energie-Gesetzes: Ende 2007 waren knapp 4.000 MW mit einer Jahreserzeugung von fast 13 PJ in Betrieb. Ähnlich die Situation in Spanien.

(5) Biomasse: Nachdem die Biomasse vorrangig für die Wärmebereitstellung (ausschließliche Wärmeerzeugung oder gekoppelte Erzeugung von Strom und (Prozess)Wärme) verwendet wird, ist das Wachstumspotenzial bei der Stromerzeugung aus Bioenergie mit 4 – 8 PJ vergleichsweise moderat. Derzeit werden gut 13 PJ Strom aus Bioenergie erzeugt.

Mobilität mit erneuerbarer Energie

Der Einsatz von erneuerbarer Energie im Bereich des Verkehrs nimmt eine gewisse Sonderstellung ein, da für diesen Bereich ein eigenes Teilziel des Einsatzes von zumindest 10% an erneuerbarer Energie im gesamten Verkehrsbereich 2020 besteht.

Bewertung der Zielerreichung

- Durch die Höhe des Ziels von 10% im Jahr 2020 - verbunden mit der Möglichkeit der Zielerfüllung nicht ausschließlich durch Biokraftstoffe, sondern auch durch Strom aus erneuerbarer Energie für Bahn und E-Fahrzeuge sowie der Verabschiedung von Nachhaltigkeitskriterien für den Anbau der Biomasse zur Biokraftstoffproduktion - kann davon ausgegangen werden, dass die breite Akzeptanz dieses Ziels in der Öffentlichkeit zukünftig gegeben sein müsste.
- Die Zielerreichung im Jahr 2020 erscheint jedenfalls gegeben, insbesondere, da in Österreich bereits im Vergleich zu anderen Mitgliedsstaaten eine hohe Menge an Biokraftstoffen eingesetzt wird. Voraussetzung dafür ist der Ausbau der Beimischung von Biokraftstoffen, deren Reinverwendung vor allem in Fahrzeugflotten, die Forcierung der Elektromobilität sowie die für alle Maßnahmen erforderliche Sicherstellung steuerlicher Anreize und Fördermittel.
- Für die Beimischung von Bioethanol kann grob davon ausgegangen werden, dass die notwendigen Rohstoffe bis zu einer Beimischung von 10% aus Österreich aufgebracht werden können, wobei Benzin im Vergleich zu Diesel in Österreich nur einen Anteil von etwa 24% hat.
- Die notwendigen Mengen an pflanzlichen oder tierischen Ölen zur Produktion von Biodiesel können auch in Zukunft nur zu einem geringen Anteil in Österreich aufgebracht werden. Derzeit besteht in Österreich bereits eine genügend große Anlagenkapazität für die Verarbeitung der pflanzlichen und tierischen Öle zu Biodiesel in der Höhe der derzeitigen Beimischung von Biodiesel.
- Gegenüber 2007 mit 10,5 PJ erneuerbarer Energie im Verkehr gemäß den Berechnungen der Statistik Austria müssen im Sinne der Zielerreichung 2020 etwa 36 PJ erreicht werden, was einer Steigerung von 25,5 PJ entspricht. Mit der Anhebung der Beimischung von Biodiesel auf rd. 7% und ähnlichem Anteil an Reinverwendung wie 2007 ist für 2009 etwa mit einem Anteil an erneuerbare Energie im Straßenverkehr von bereits rund 20 PJ zu rechnen.
- Die Zielerreichung ist allein mit der Beimischung von Biodiesel und Bioethanol von jeweils knapp 10% 2020 nicht zu erreichen, was zusätzlich zur Beimischung die Forcierung der Reinverwendung von Biokraftstoffen (wie z.B. 100 % Biodiesel bzw. E85, Biogas) durch die Förderung von Fuhrparkumrüstungen einerseits und die Etablierung und Förderung von Elektromobilität andererseits jedenfalls notwendig macht.
- Den weitaus überwiegenden Anteil am 10% Ziel werden auch 2020 die Biokraftstoffe der ersten Generation haben, da aus heutiger Sicht auch 2020 nicht mit hohen Mengen von Biokraftstoffen der zweiten Generation zu rechnen ist. Ebenso wird der Anteil der Elektromobilität durch die gegebenen langen Einführungsphasen einer neuen Technologie noch keinen Hauptanteil am 10% Ziel haben.

Wichtigste Handlungsfelder

- (1) Rechtliche Umsetzung der Erhöhung des Biokraftstoffanteils: Jede weitere Anhebung des Biokraftstoffeinsatzes ist eng verbunden mit der Frage nach der Finanzierung der zusätzlichen Biokraftstoffmengen, da Biokraftstoffe derzeit und sehr wahrscheinlich

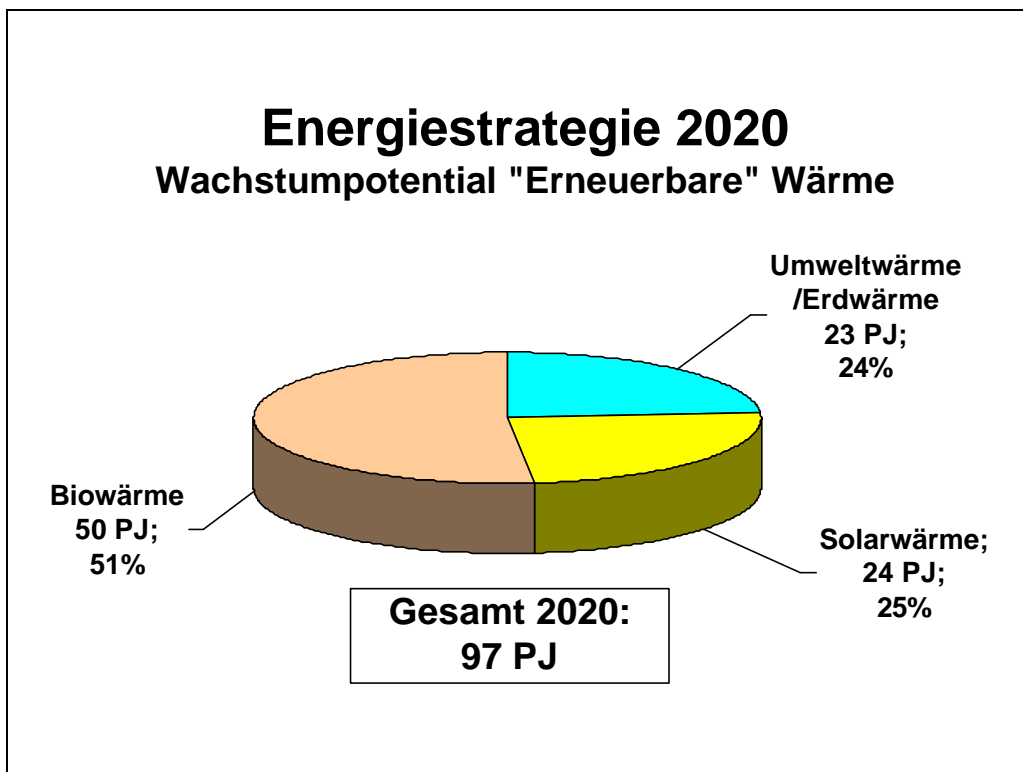
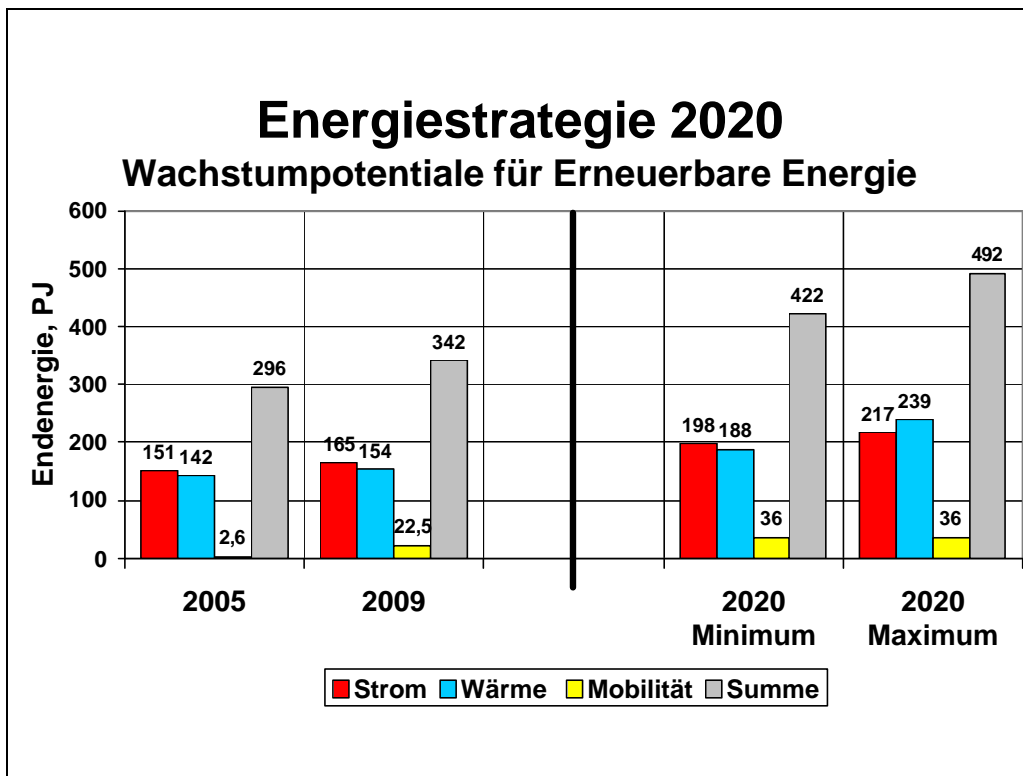
auch in absehbarer Zukunft teurer sind als fossile Kraftstoffe. Dementsprechend bieten sich 2 Möglichkeiten:

- (1a) Finanzierung der zusätzlichen Biokraftstoffe durch eine weitere Steuerspreizung der MöSt: Wenn die höheren Kraftstoffpreise an den Tankstellen durch die zusätzliche Beimischung nicht an die Konsumenten weitergegeben werden sollen, müsste der niedrige Steuersatz der MöSt entsprechend der zusätzlichen Beimischung abgesenkt werden, was einen Einnahmerückgang bei der MöSt bedeuten würde.
- (1b) Umbau der KraftstoffVO nach deutschem Vorbild durch Vorgabe von verpflichtenden Bemischungsquoten an Stelle von Anreizen durch Steuerspreizung bei der MöSt: Diese Option ist nur mit einer breit abgestützten politischen Einigkeit zu erreichen, da die KraftstoffVO nur im Einvernehmen mit BMWFJ, BMVIT und BMG geändert werden kann und die gesamten Kosten der Biokraftstoffbeimischung dann direkt von den Konsumenten an den Tankstellen zu tragen wäre, was zu einer Erhöhung der Kraftstoffpreise führen würde.
- (2) Aufstockung der Mittel zur Förderung alternativer Fahrzeuge und Umrüstung auf alternative Kraftstoffe: Nachdem die Zielerreichung mit der Beimischung allein nicht möglich ist, muss die Sicherstellung und Aufstockung der Mittel zur Schaffung von Anreizen hinsichtlich der Umrüstung von Flotten im Rahmen des klima:aktiv mobil Förderprogramms gegeben sein (Förderung von E85, reinem Biodiesel B100, Biogas, Hybrid,...)
- (3) Aktionsprogramm zur Etablierung und Forcierung der Elektromobilität in Österreich: Schaffung der gesetzlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zur Förderung der Bereitstellung von Infrastruktur (z.B. Stromtankstellen und Schnellladestationen, effiziente Integration an die bestehenden Netze) sowie von Elektrofahrzeugen insbesondere durch die Flottenumrüstungen. Darüber hinaus Sicherstellung der Bereitstellung von Stromtankstellen in ausreichendem Ausmaß sowie von Ökostrom für den Einsatz von Elektrofahrzeugen (z.B. Photovoltaikanlagen bei Stromtankstellen) und der Finanzierung der Elektromobilität.

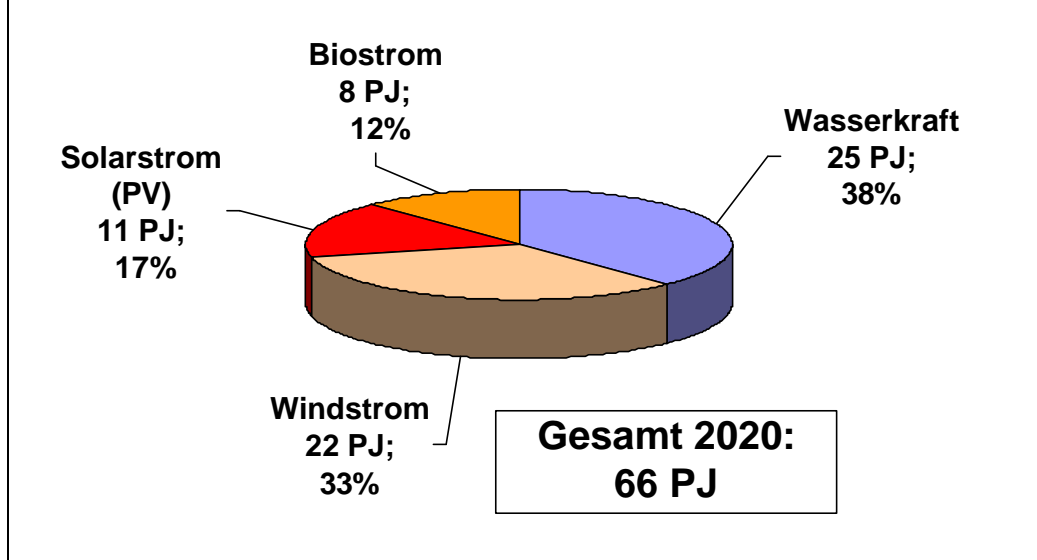
1.7 Die Rolle der Wärmepumpe in der Österreichischen Energiestrategie 2020

„Der Einsatz von effizienten Wärmepumpensystemen ist in energetisch besonders guten Gebäuden sinnvoll und im Rahmen des Impulsförderprogramms zu forcieren. Beim Impulsförderprogramm ist einerseits auf die Verwendung hocheffizienter Anlagen gemäß der Erneuerbaren-Richtlinie zu achten, andererseits auf die optimale Integration der Installation in das Wärmesystem des Gebäudes entsprechend den Anforderungen an die Jahresarbeitszahl der jeweils gültigen Art. 15a B-VG Vereinbarung. In einem weiteren Schritt sollte in die Systembetrachtung und die Förderkriterien auch die eingesetzte elektrische Energie einbezogen werden, um hier insgesamt einen hohen Deckungsgrad aus Erneuerbarer Energie sicherzustellen.“

Wärmepumpen-Techniken mit Nutzung der erneuerbaren und lokal anfallenden *Umweltwärme* werden heute als grundsätzlich umweltfreundliche Systeme zur Wärmeerzeugung eingestuft: Mit Wärmepumpen lassen sich fossile Energieträger substituieren und damit Schadstoff- und Kohlendioxid-Emissionen reduzieren.



Energiestrategie 2020 Wachstumspotential "Erneuerbarer" Strom



Erneuerbare Energie 2020

Potenziale und Verwendung in Österreich

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
BMLFUW, 2009

1.8 Die Österreichische Energiestrategie 2050

Zur Weiterführung der Energiestrategie 2020 wurde im Auftrag der Bundesregierung die Erarbeitung einer Energiestrategie Österreich 2050 initiiert. In diesem partizipativen Prozess waren Bund und Länder sowie die wichtigsten Stakeholder aus Wissenschaft, Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft eingebunden. Sie haben jene Maßnahmen diskutiert, die für eine nachhaltige Entwicklung erforderlich sind. Dank der hervorragenden und konstruktiven Zusammenarbeit von rund 150 ExpertInnen können aus unserer Sicht die gesetzten Ziele für 2020 mit den vorgeschlagenen Maßnahmen auch tatsächlich erreicht werden.

Nichtsdestotrotz sehen wir in der Energiestrategie Österreich einen langfristigen Prozess, der nicht mit diesem Bericht endet – im Gegenteil! Er setzt den Startschuss für eine konsequente Neuorientierung der künftigen Energiepolitik. In diesem Sinne sollen Umsetzung und Wirkung der Maßnahmen kontinuierlich kontrolliert und überprüft und bei Bedarf angepasst werden bzw. bei veränderten Rahmenbedingungen (Preisentwicklung, Technologiesprünge, etc.) neue Maßnahmen ergriffen werden.

Es gilt nun, die vorgeschlagenen Maßnahmen auch konsequent umzusetzen, um einerseits die wachsenden Herausforderungen zu meistern und andererseits die erwünschten ökologischen, sozialen und ökonomischen Effekte tatsächlich zu realisieren. Österreich ist dazu fähig und kann damit seine wirtschaftliche und politische Position in der globalisierten Welt verbessern.

Ziel der Arbeit war zu untersuchen, ob und wie vor dem Hintergrund des klimapolitischen Zieles einer Absenkung der Treibhausgasemissionen um 80 % bis 95 % bis 2050 und der zunehmenden Verknappung bei fossilen Energieträgern „Energieautarkie“ in Österreich technisch machbar ist.

Energieautarkie wurde in diesem Zusammenhang wie folgt definiert: 2050 wird der gesamte Endenergiebedarf Österreichs mit heimischen erneuerbaren Energieträgern gedeckt.

Um den globalen Temperaturanstieg aufgrund des Klimawandels auf 2°C zu begrenzen, forderte der Rat der Europäischen Union (2009) alle Verhandlungsparteien der Klimakonferenz in Kopenhagen auf, sich das 2°C Ziel zu eigen zu machen. Die Industrieländer müssten ihre Treibhausgas-Emissionen um mindestens 80 % bis 95 % bis 2050 gegenüber dem Niveau von 1990 absenken. Eine ähnliche Empfehlung gaben die Spitze der G8 bei ihrem Treffen 2009 in L'Aquila ab. Dies impliziert den Ausstieg aus der fossilen Energieversorgung. Die vorliegende Studie untersucht, ob und unter welchen Rahmenbedingungen im Zeithorizont 2050 eine 100-prozentige Versorgung Österreichs mit eigenen erneuerbaren Energieträgern möglich ist.

Zielvorgabe:
**Österreich wird im Jahr 2050 zu 100 % aus heimischen
erneuerbaren Energieträgern versorgt.**

Österreichische Energiestrategie 2050 (1)

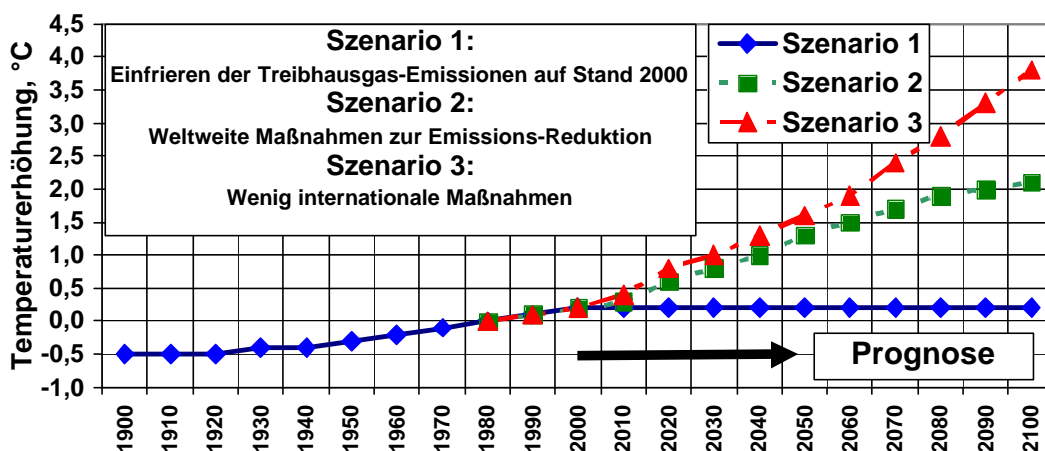
Vorgaben der Europäischen Union

Um den globalen Temperaturanstieg aufgrund des Klimawandels auf 2 °C zu begrenzen, forderte der Rat der Europäischen Union (2009) alle Verhandlungsparteien der Klimakonferenz in Kopenhagen auf, sich das 2 °C Ziel zu eigen zu machen.

Die Industrieländer müssten ihre Treibhausgas-Emissionen um mindestens 80 % bis 95 % bis 2050 gegenüber dem Niveau von 1990 absenken.

Dies impliziert den Ausstieg aus der fossilen Energieversorgung.

KLIMAWANDEL: Szenarios für globale Erwärmung Durchschnittstemperatur weltweit, Abweichung vom Mittel der Jahre 1980 - 1999 in °C



UNO-Klimabericht, Januar 2007

Nach Klima-Studien kann eine Klimakatastrophe (mit Abschmelzen der Polkappen, Auftauen von Permaföden mit Methan-Emission etc.) nur vermieden werden, wenn die Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur unter 2 °C gehalten werden kann.

Österreichische Energiestrategie 2050 (2)

Die Energiestrategie der Österreichischen Bundesregierung hat zum Ziel, bis zum Jahr 2050 den gesamten Endenergiebedarf Österreichs mit heimischen erneuerbaren Energieträgern zu decken:

Energieautarkie.

Dies bedeutet, dass zur Energieversorgung die folgenden Energieträger zur Verfügung sein müssen:

↳ Biogene Energieträger

für Bio-Kraftstoffe, Bio-Strom und Bio-Wärme.

↳ Solarwärme und Umweltwärme.

↳ Strom aus Erneuerbarer Energie:

Von Wasserkraft und aus Ökostrom-Anlagen.

Derzeit laufende Studien sollen klären, ob und unter welchen Rahmenbedingungen bis 2050 eine Energieautarkie zu erreichen ist.

Die Rolle der Wärmepumpe in der Österreichischen Energiestrategie 2050

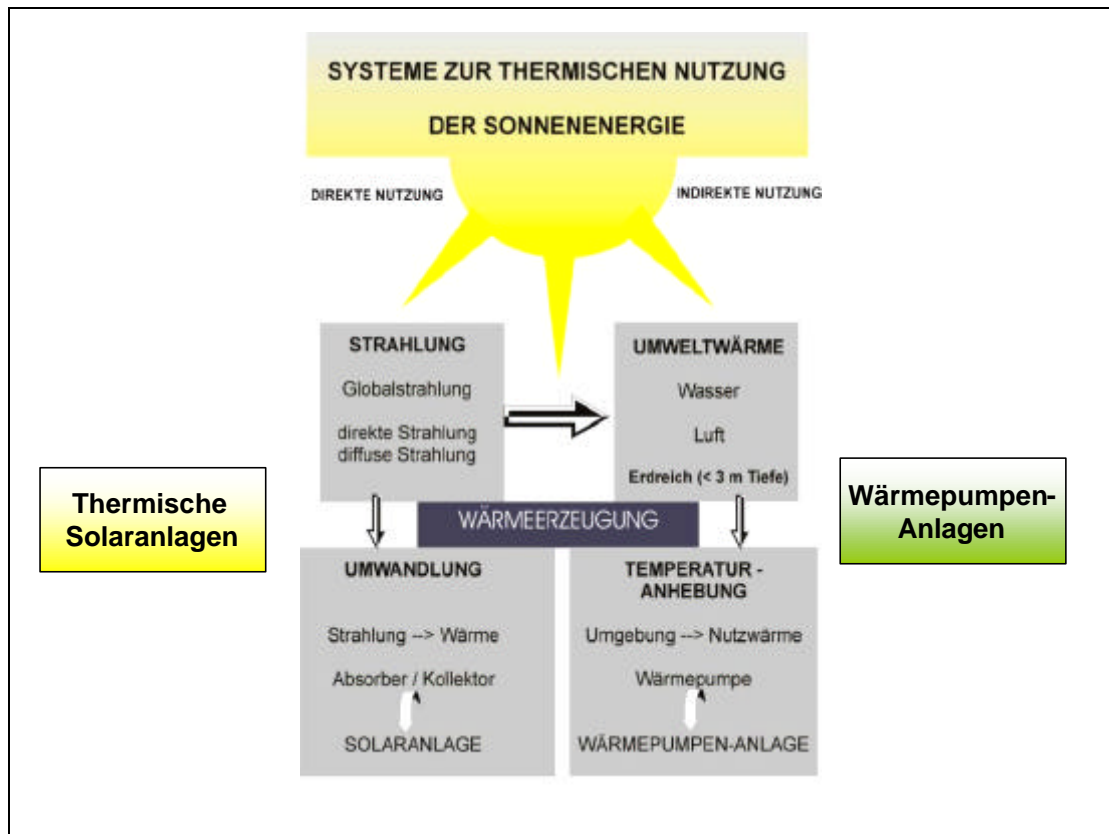
- Die Wärmepumpe in Verbindung einer Solarthermischen Anlage hat das Potential, die Vorgaben der Energiestrategie 2050 zu realisieren.**
- Mit Umweltwärme und Solarwärme könnten um 54% der Wärmeversorgung von Gebäuden (Raumwärme, Warmwasser und Raumklimatisierung) im Jahre 2050 abgedeckt werden.**
- Dazu müsste der Wärmepumpen- und Solarmarkt um 3% jährlich wachsen, bezogen auf die im Jahre 2009 installierten Heizungs-Wärmepumpen bzw. Kollektorfläche.**

2. Marktentwicklung der Wärmepumpen-Technik in Österreich – im Rückblick

2.1 Die Wärmepumpe in der Öffentlichen Wahrnehmung

Am Beginn der Markteinführung von Wärmepumpen in Österreich im Jahre 1976 wurde die Wärmepumpen-Technik als effiziente Stromheizung eingestuft. Heute ist die Wärmepumpe ein wichtiges Instrument zur Nutzbarmachung der lokal anfallenden erneuerbaren Energiequelle Umweltwärme (indirekte Solarenergie und oberflächennahe Geothermie).





Die Wärmepumpe als Instrument der Klimastrategie

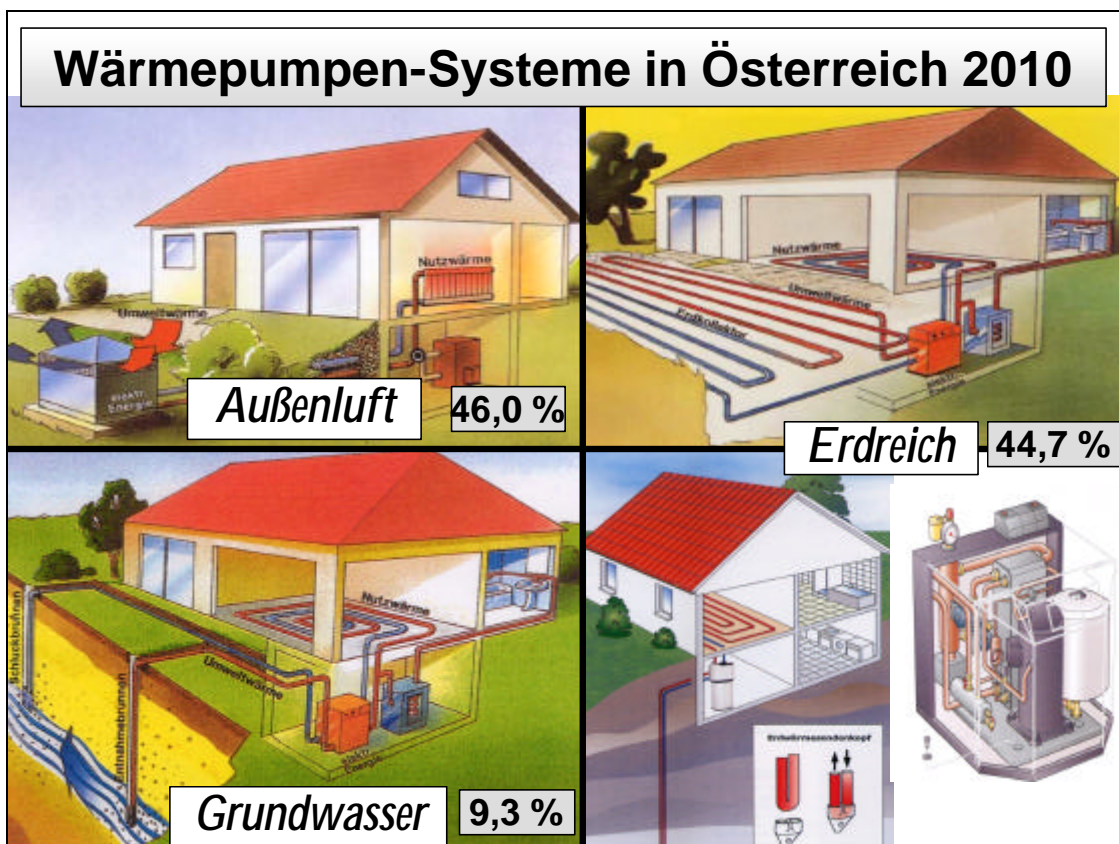
Mit der Nutzbarmachung der lokal anfallenden erneuerbaren „Umweltwärme“ trägt die Wärmepumpe wesentlich dazu bei, den Einsatz von in den Vorräten begrenzten fossilen Energieträgern bei der Wärmeerzeugung zu reduzieren – um 60% bis 70% - und damit auch die Energiebedingten und umweltrelevanten CO₂-Emissionen zu minimieren.

Wärmepumpen erfüllen somit die Kriterien eines „Nachhaltigen“ Energiesystems - unter der Voraussetzung des Einsatzes ausgereifter und Markterprobter Komponenten und Systeme, fachgerechter Planung und Ausführung sowie auch energiebewusster Betriebsführung.

2.2 Der Wärmepumpen-Markt 1976 – 2010

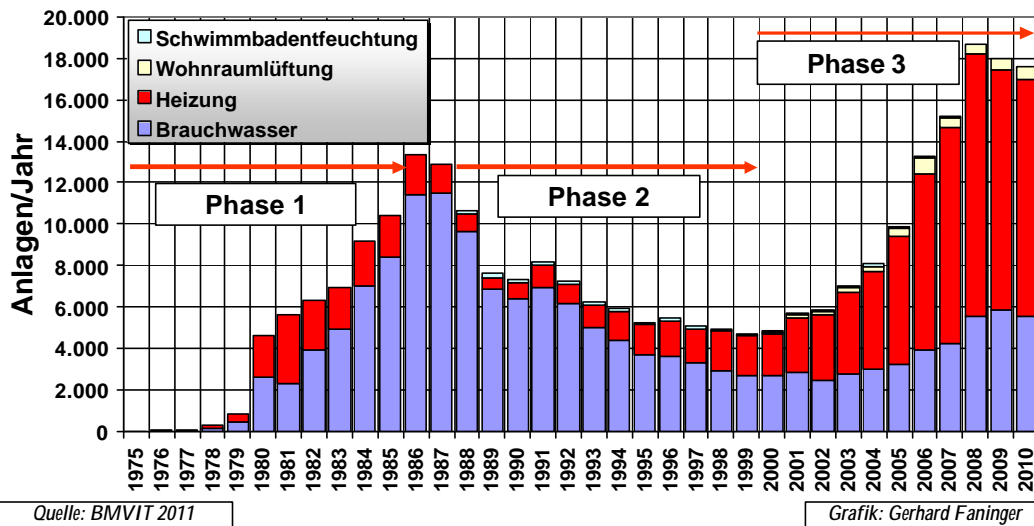
Die historische Entwicklung des Wärmepumpenmarktes ist von einer ersten Phase starker Marktdiffusion von Brauchwasserwärmepumpen in den 1980er Jahren, einem deutlichen Markteinbruch in den 1990er Jahren und einer starken Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen ab dem Jahr 2001 gekennzeichnet. Die Verbreitung von Heizungswärmepumpen fand ab dem Jahr 2001 parallel zur Marktdiffusion von energieeffizienten Gebäuden statt, die durch geringen Heizwärmebedarf und geringe Heizungsvorlauftemperaturen einen energieeffizienten Einsatz dieser Technologie ermöglichen.

Die österreichische Wärmepumpenbranche (Produktion, Handel und Installation) hatte im Jahr 2010 einen Gesamtumsatz von ca. 207 Mio. Euro und einen Beschäftigungseffekt von ca. 1.101 Vollzeitarbeitsplätzen zu verzeichnen. Aufgrund des in Betrieb befindlichen Wärmepumpenparks in Österreich konnte im Jahr 2010 eine Nettoeinsparung von ca. 375.500 Tonnen CO₂ erzielt werden. Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen fokussieren bei Wärmepumpensystemen zurzeit auf Kombinationsanlagen mit anderen Technologien wie z.B. mit solarthermischen Anlagen oder Photovoltaikanlagen, auf die Erschließung von neuen Energiedienstleistungen wie die Raumkühlung- und Klimatisierung oder auch die Gebäudetrockenlegung im Sanierungsbereich. Inkrementelle Verbesserungen der technischen Wirkungsgrade oder der Einsatz neuer Antriebsenergien wie Erdgas ergänzen das Innovationsspektrum.



Marktentwicklung der Wärmepumpen-Technik in Österreich

Der Wärmepumpen-Markt in Österreich: 1975 - 2010 Jährlich installierte Anlagen



PHASE 1: 1975 – 1986

Markteinführung

▷ Priorität für **Brauchwasser-Wärmepumpen** zur Abtrennung der Warmwasserbereitung von Heizkesseln.

▷ Beginnender Markt für **Heizungs-Wärmepumpen** im Rahmen von Pilotprojekten und mit finanzieller Unterstützung durch die Stromanbieter.

PHASE 2: 1987 – 1999

Abnehmende Jahreszuwachsrate

▷ Rückgang in den Jahres-Zuwachsraten für Brauchwasser-Wärmepumpen.

Priorität für solarthermische Anlagen und Wärmepumpen für Heizung & Warmwasser

▷ Preisrückgang bei fossilen Brennstoffen.

PHASE 3: 2000 – 2010

Anstieg der Jahreszuwachsrate

▷ Standardisierung, fachgerechte Planung und Ausführung, Qualitätssicherung, Betreuung.

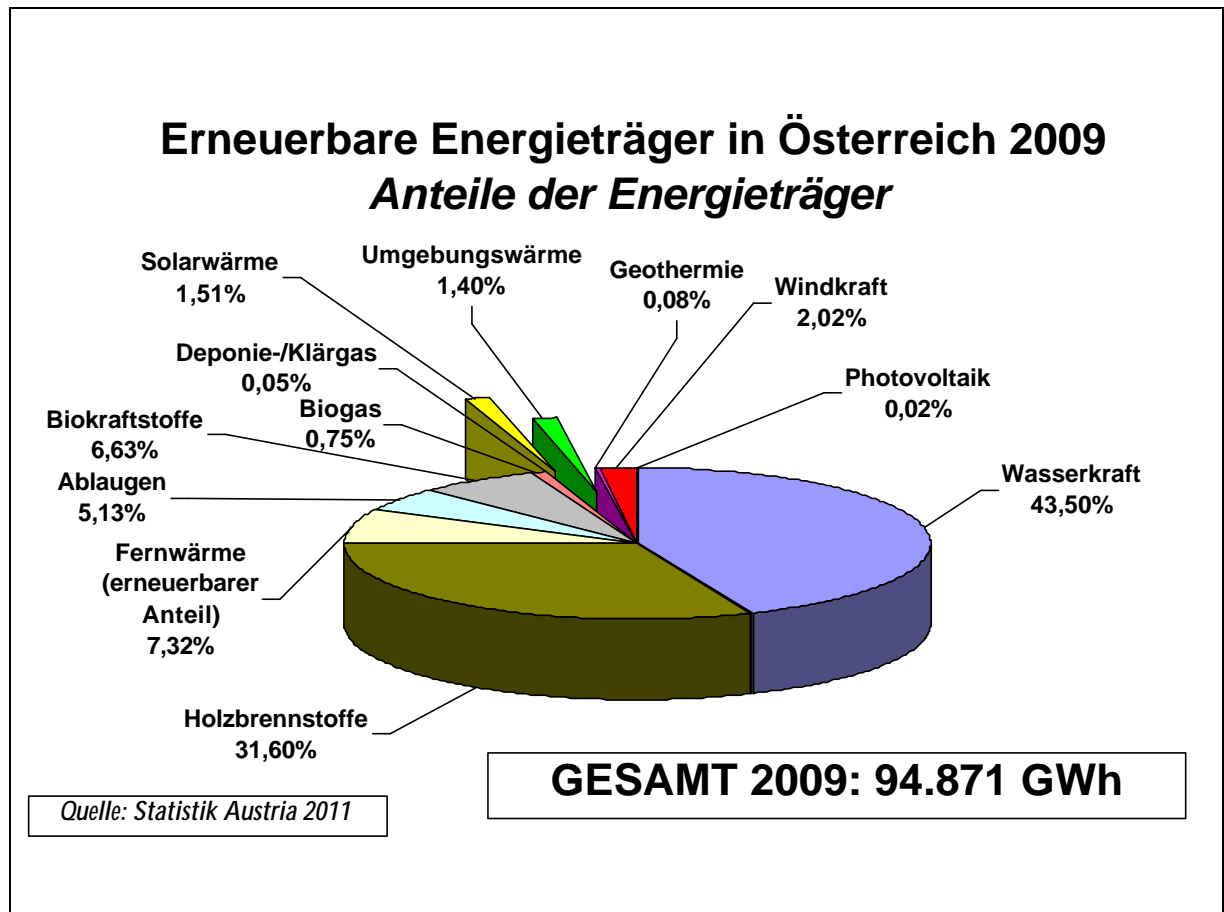
▷ Günstige Einsatzbedingungen in Niedrigenergie-Bauweise.

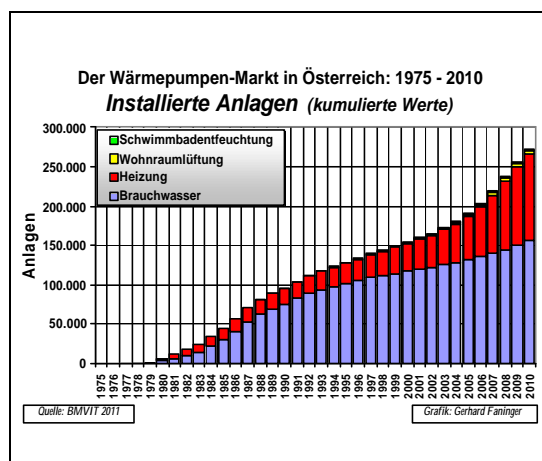
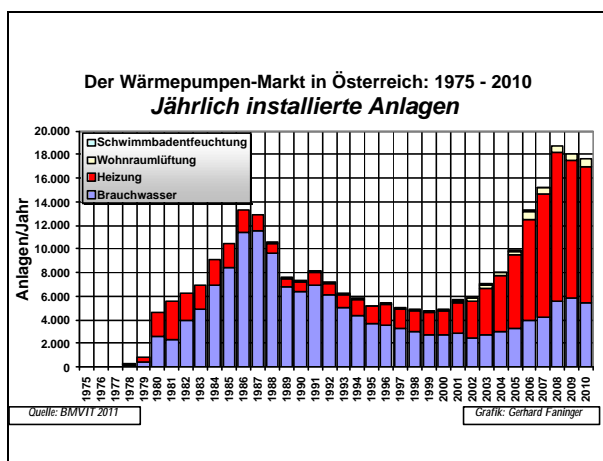
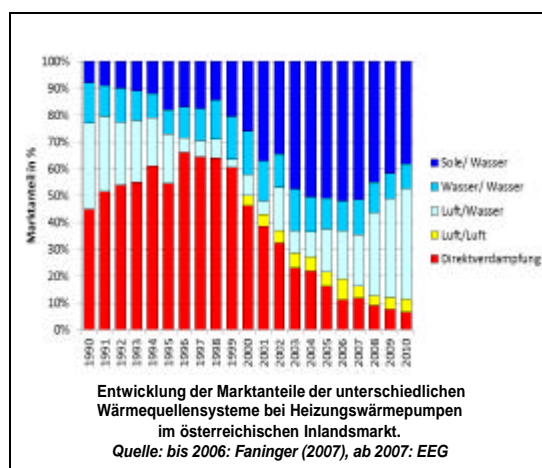
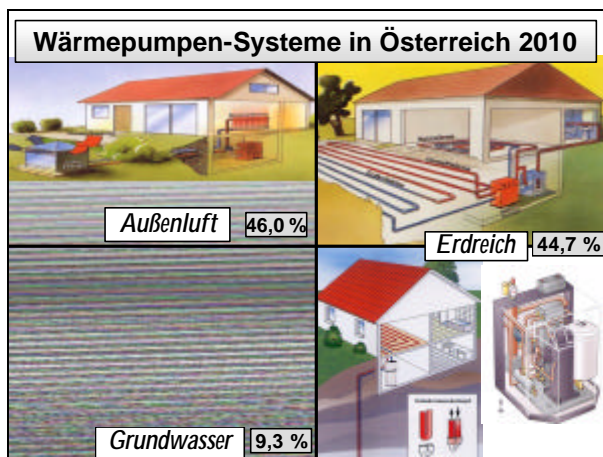
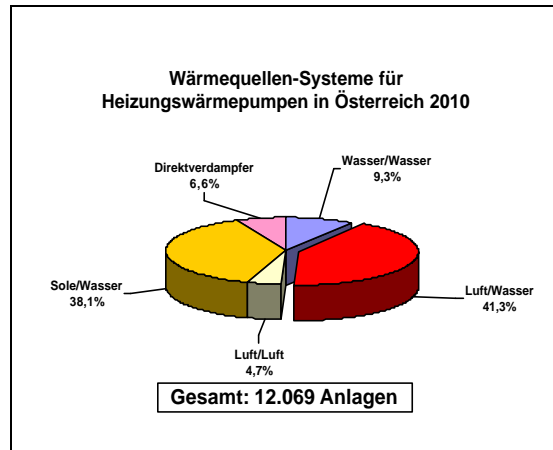
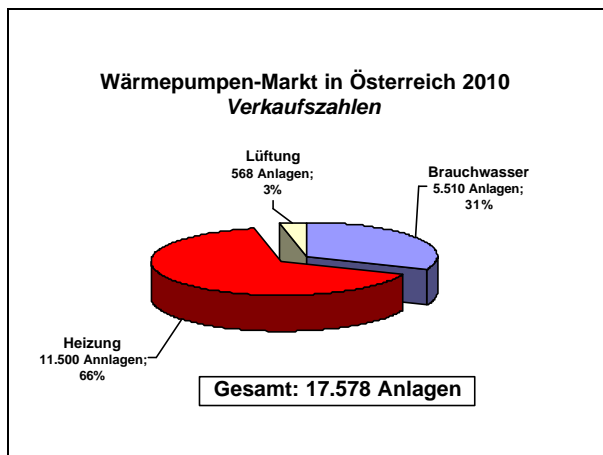
▷ Höhere Akzeptanz als Instrument zum "Klimaschutz".

⇒ Förderungsinitiativen von Bund und Ländern.

Markt Erneuerbare Energie 2010					
	Markt 2009/2010	Umsatz, Mio Euro	Anteil, %	Vollarbeitsplätze	Anteil, %
Biomasse	-15%	1.306	33,8	13.300	33,2
<i>Kessel</i>		867	22,5	4.097	10,2
<i>Aufbringung</i>		439	11,4	9.203	22,9
Solarthermie	-21%	420	10,9	4.700	11,7
Photovoltaik	114%	150	3,9	4.414	11,0
Wärmepumpe	-3%	207	5,4	1.100	2,7
Windstrom	1,6	470	12,2	3.300	8,2
GESAMT		3.859	100,0	40.114	100,0

Wärme- und Stromertrag 2010					
	PJ/Jahr	GWh/Jahr	Anteil, %	CO ₂ -Einsparung Tonnen/Jahr	Anteil, %
Biowärme	163,30	45.397	89,4	9.400.000	81,6
Solarwärme	6,75	1.876	3,7	411.596	3,6
PV-Strom	0,32	89	0,2	36.733	0,3
Umweltwärme (WP)	5,01	1.381	2,7	375.500	3,3
Windstrom	7,26	2.019	4,0	1.300.000	11,3
GESAMT	182,64	50.762	100,0	11.523.829	100,0





Wärmepumpenmarkt in Österreich 2010

„Innovative Energietechnologien in Österreich: Marktentwicklung 2010“ (Peter Biermayer et. al), herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, BMVIT. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 26/2011.

Kostenloses Download unter: www.nachhaltigwirtschaften.at/iea/marktentwicklung2010.

2.3 Weiterentwicklung im Wärmepumpen-Sektor

Die Weiterentwicklung der Leistungsfähigkeit / Effizienz von Wärmepumpen bezieht sich auf:

Verbesserungen in den Sektoren Kompressor und Systemtechnik:

- Geringere Heizungs-Vorlauftemperaturen in Energie-effizienten Gebäuden und damit mit geringeren Heizungs-Vorlauftemperaturen.
- Abtrennung/Unterstützung der Warmwasserbereitung mit thermischen Solaranlagen: Wärmepumpe-Solar-Kompaktsystem.
- Reduktion der Behaglichkeitstemperatur in Gebäuden mit hohem Wärmeschutz.

Weiterentwicklung der Leistungsfähigkeit / Effizienz von Wärmepumpen

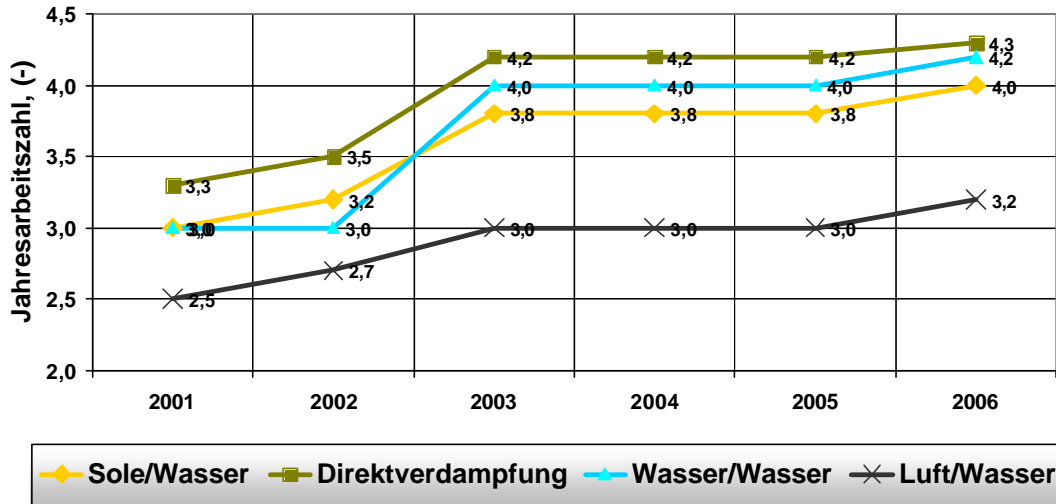
⊢ Verbesserungen in den Sektoren Kompressor und Systemtechnik.

⊢ Geringere Heizungs-Vorlauftemperaturen in Energie-effizienten Gebäuden und damit mit geringeren Heizungs-Vorlauftemperaturen.

⊢ Abtrennung / Unterstützung der Warmwasserbereitung mit solarthermischen Anlagen.

⊢ Reduktion der Behaglichkeitstemperatur in Gebäuden mit hohem Wärmeschutz.

Entwicklung der Jahresarbeitszahlen von Heizungs-Wärmepumpen in Österreich



Wärmepumpe-Solar-Kompaktsysteme

Mit thermischen Solaranlagen gekoppelte Wärmepumpen-Heizungssysteme weisen die folgenden Vorteile auf:

- Die Warmwasserbereitung außerhalb der Heizsaison kann nahezu vollständig über die thermische Solaranlage abgedeckt werden.
- Damit erhöht sich die Lebensdauer des Kompressors und die Jahresarbeitszahl wird verbessert.

Mit einer Solarthermischen Anlage zur Warmwasserbereitung wird erreicht:

- ⇒ Kein Wärmepumpenbetrieb außerhalb der Heizsaison
- ⇒ Höhere Jahresarbeitszahl
- ⇒ Längere Lebensdauer des Kompressors.

Eine Solarthermische Anlage zur Warmwasserbereitung und Raumzusatzheizung (Solar-Kombisystem) sollte nur unter günstigen meteorologischen Bedingungen am Standort in Betracht gezogen werden. Zu beachten ist, dass die größere Solaranlage höhere Investitionskosten verursacht und in den Sommermonaten ungenutzte Wärme produziert:

- ⇒ Höhere Investitionskosten bei vermindertem spezifischem Solarertrag.

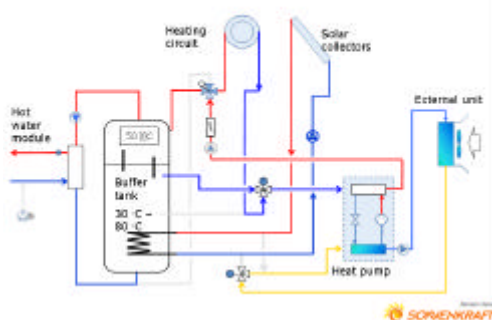
Das Wärmepumpe-Solar-System

Mit thermischen Solaranlagen gekoppelte Wärmepumpen-Heizungssysteme weisen die folgenden Vorteile auf:

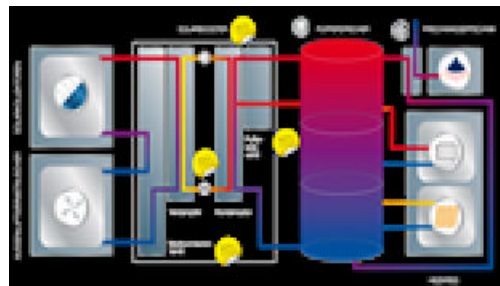
- ➔ Die Warmwasserbereitung außerhalb der Heizsaison kann nahezu vollständig über die thermische Solaranlage abgedeckt werden.
- ➔ Damit erhöht sich die Lebensdauer des Kompressors und die Jahresarbeitszahl wird verbessert.

Wärmepumpe-Solar-Kompaktsysteme

Solar Compleet – Overview



Sonnenkraft-Compleet



Kioto-Sonnenheizung

Mit „intelligenter“ Steuerung und Energiemanagement sollen die Vorteile von Wärmepumpe und Solaranlage optimal genutzt werden.

System-Jahresarbeitszahl: > 4

Effizienz eines Wärmepumpen-Solar-Systems

Jahres-Systemarbeitszahl:

Wärmeerzeugung

(Wärmepumpe & Solaranlage)

/

Stromeinsatz

(Wärmepumpe & Solaranlage)

$$(Q_{WP} + Q_{sol}) / (\text{Strom}_{WP} + \text{Strom}_{sol})$$

2.4 Wärmepumpen im NEUBAU und ALTBAU

Der Vorteil einer Wärmepumpen-Heizung im Vergleich zu Heizungssystemen mit fossilen Brennstoffen (Öl und Gas) sowie zu Elektro-Direktheizungen liegt in der Verminderung von Brennstoffen und Strom, einer Reduktion des Primärenergie-Einsatzes zur Wärmeerzeugung und einer Reduktion Energiebedingter CO₂-Emissionen.

Im Falle von Neubauten bedeutet dies eine Verringerung in der *Zunahme*, aber nicht zur Reduktion der aktuellen Daten betreffend Heizenergie, Primärenergie und CO₂-Emission. Um die energiepolitisch geforderte Reduktion insbesondere von energiebedingten CO₂-Emissionen zu erreichen und außerdem fossile Energieträger zu substituieren, müssen Maßnahmen im *Altbestand* gesetzt werden. Der Altbau-Sanierung – Gebäude und Wärmeversorgung – kommt somit eine besondere Bedeutung zu.

Energie-effiziente Gebäude (*Niedrigenergie-Gebäude und Passiv-Häuser*) bieten gute Voraussetzungen für den Einsatz von Wärmepumpen zur Raumheizung, im Allgemeinen in Verbindung mit der Warmwasserbereitung und ggf. auch zur Raumklimatisierung in den Sommermonaten. Warmwasser- und Luft-Heizungssysteme kommen für Wärmepumpen-Anlagen in Betracht, letztere in Verbindung mit kontrollierter Wohnraumlüftung und Wärmerückgewinnung: „*Passiv-Häuser*“.

Die Vielfalt von Wärmepumpen-Systemen - Wärmequellenanlage, Wärmeverteilung, Hydraulik- und Regelungskonzept – bietet die Möglichkeit, ein dem Standort und Einsatzzweck „*Energie-Optimiertes*“ Wärmepumpen-Heizungssystem zu planen und auszuführen. Entscheidend für einen energie-effizienten Betrieb ist aber auch die

Betriebsweise und das Anforderungsprofil von Seiten des Betreibers: Erwünschte Raumtemperatur, Temperaturabsenkungen, Ein- und Ausschaltzeiten.

Die Effizienz bzw. Leistungsfähigkeit der Wärmepumpen-Anlage wird durch die *Jahresarbeitszahl* beschrieben und wird wesentlich von der Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Arbeitstemperatur (Heizwärme und Warmwassertemperatur) bestimmt („*Wärmesenke*“) und sollte 40°C nicht überschreiten.

In der Praxis treten erfahrungsgemäß zum Teil deutliche Unterschiede in den der Planung zugrunde gelegten (theoretischen) Jahresarbeitszahlen und den im praktischen Betrieb erreichbaren Werten auf. Der Markt verlangt deshalb - zur Verbesserung der Akzeptanz bei Betreibern – auf Einsatzort und Anwendung abgestimmte Systeme, welche einfach auszuführen und zu betreiben sind. Dies könnte beispielsweise über „*Gütezeichen mit Zertifizierung*“ und *Abnahme der betriebsbereiten Anlage* unter Verwendung einer Checkliste mit Einarbeitung des Betreibers erfolgen. Auch eine einfache Beobachtung der Anlage (*messtechnische Begleitung*) erscheint sinnvoll.

NEUBAU

Neubauten werden heute im Allgemeinen in energie-effizienter Bauweise errichtet und bieten damit optimale Voraussetzungen für einen energie-effizienten Einsatz von Wärmepumpen: Auf den tatsächlichen Wärmebedarf abgestimmte Leistung des Wärmepumpe, Behaglichkeitstemperatur unter 20 °C, Auslegung der Warmwasser-Heizung unter eine maximale Vorlauftemperatur (Auslegungstemperatur der Wärmeverteilung) von 40 °C. Vorrangiges Ziel von Marktinitiativen sollte es sein, den Anteil von Wärmepumpen-Anlagen in Neubauten zu erhöhen, auch im Zusammenwirken von Anbietern von Fertigteil-Wohngebäuden im Sinne einer „integrierten“ Planung von Baukörper und Heizungssystem.

Altbausanierung

Für den Einsatz der Wärmepumpen-Technik bei der Heizungssanierung in bestehenden Gebäuden müssen zunächst die wesentlichen Bedingungen für einen energie-effizienten Betrieb einer Wärmepumpe geschaffen werden: Bautechnische Maßnahmen zur Reduktion der Wärmeverluste und Auslegung des Heizungssystems auf ein Niedrigtemperatur-System mit maximalen Vorlauftemperaturen von z.B. 50°C. Diese Forderung sollte sich auch mit einer Radiatorheizung realisieren lassen.

Als Wärmepumpen-Systeme im Rahmen der Altbau-Sanierung sollten im Zusammenhang mit einer breiten Realisierung auch Außenluft-Wärmepumpen zum Einsatz kommen können. Ansonsten werden vor allem Erdreich-Wärmepumpen mit Erdsonden (um etwa 50 m bis 100 m Tiefe) in Frage kommen. Ein passendes Außenluft-Wärmepumpensystem müsste noch gefunden werden. Neuere Entwicklungen am Wärmepumpen-Sektor erlauben auch Vorlauftemperaturen bis 65 °C bei annehmbaren Jahresarbeitszahlen, es fehlt aber noch an einem Breitentest mit ausreichenden Erfahrungswerten und Betriebsdaten. Beispielsweise könnte die Effizienz von Außenluft-Wärmepumpen einerseits durch Luftvorwärmung über Erdreich-Wärmetauscher verbessert werden, oder die Wärmepumpe wird in Verbindung mit einem zweiten Wärmeversorger (z.B. Heizkessel, Elektro-Direktheizung oder Fernwärme) betrieben, wobei die Wärmepumpe die Wärmeversorgung bis +2 °C alleine übernimmt, von +2 °C bis – 5 °C gemeinsam mit dem zweiten Wärmeversorger, und unter -5 °C ist nur der zweite Wärmeversorger in Betrieb. Eine derartige „bivalente“ Wärmeversorgung erfordert zwar höhere Investitionskosten, die Wärmepumpe deckt aber zumindest 80% der jährlichen

Wärmeversorgung zu günstigeren Betriebskosten ab, und die Versorgungssicherheit wird erhöht.

Für Hersteller und Planer stellt sich die Aufgabe, die für den Einsatz von effizienten Wärmepumpenanlagen erforderlichen Randbedingungen zu schaffen, wie möglichst geringe Auslegungstemperaturen und Nutzung vorhandener Radiatoren. Auch Wärmepumpen mit Außenluft als Wärmequelle sollten im Hinblick auf einen möglichst breiten Einsatz in Betracht gezogen werden.

Eine beschleunigte Markteinführung von Wärmepumpen-Anlagen im Rahmen der Gebäudesanierung wird nur über abgesicherte Erfahrungswerte und im praktischen Betrieb gesammelte Messdaten zu erreichen sein. Das Potential zur Einsparung an Heizenergie, Brennstoffen, Primärenergie und Energiebedingte CO₂-Emissionen mit Wärmepumpen-Anlagen ist jedoch beträchtlich.

Wärmepumpen-Heizungssysteme im Neubau und im Altbau

NEUBAU:

**Verringerung in der Zunahme des
Energieverbrauchs und bei den
Treibhausgas-Emissionen.**

ALTBAU-Sanierung:

**Verringerung des Energieverbrauchs und der
Treibhausgas-Emissionen.**

Wärmepumpen-Heizungssysteme In der Althausanierung

Um die energiepolitisch geforderte Reduktion der Energiebedingten und umweltrelevanten CO₂-Emission zu erreichen und fossile Energieträger zu substituieren, müssen Maßnahmen im Altbestand gesetzt werden.

**Der Altbau-Sanierung
– Gebäude und Wärmeversorgung –
kommt somit eine besondere Bedeutung zu.**

Wärmepumpen zur Heizungssanierung

Für den Einsatz der Wärmepumpen-Technik bei der Heizungssanierung in bestehenden Gebäuden müssen zunächst die wesentlichen Bedingungen für einen energieeffizienten Betrieb einer Wärmepumpe geschaffen werden:

- (1) Bautechnische Maßnahmen zur Reduktion der Wärmeverluste.**
- (2) Auslegung des Heizungssystems auf ein Niedrigtemperatur-System mit einer Auslegungstemperatur unter 45°C.**

Diese Forderung sollte sich auch mit einer Wärmeverteilung über Niedertemperatur-Radiatoren realisieren lassen.

Wärmepumpen zur Heizungssanierung

Neuere Entwicklungen am Wärmepumpen-Sektor erlauben auch Vorlauftemperaturen bis 65 °C bei annehmbaren Jahresarbeitszahlen, es fehlt aber noch an einem Breitentest mit ausreichenden Erfahrungswerten und Betriebsdaten.

Das Marktsegment der Altbausanierung, welches in Zukunft rasch an Volumen gewinnen wird, ist auch aus der Sicht der **Entfeuchtung** ein zukünftiges Anwendungsgebiet der Wärmepumpe.

Außenluft-Wärmepumpen zur Heizungssanierung

Als Wärmepumpen-Systeme sollten im Zusammenhang mit einer breiten Realisierung auch **Außenluft-Wärmepumpen** zum Einsatz kommen können.

Ein passendes “*energie-effizientes*” Außenluft-Wärmepumpensystem müsste noch gefunden werden.

Beispiel „Austausch veralteter Ölkessel

Der *aktuelle Bauzustand in Österreich* verlangt nach energietechnischen Sanierungsmaßnahmen, sowohl am Baukörper als auch am Heizungssystem. Von den insgesamt ca. 3,5 Millionen Hauptwohnsitzen (Bestand 2004) in Österreich wurden 25,3% vor 1945, 28,4% von 1945 bis 1970, 43,1% von 1971 bis 2000 und 3,2% ab 2001 errichtet. Erfahrungsgemäß sind Wohnbauten mit einem Baualter über 40 Jahre sanierungsbedürftig. Dies bedeutet, dass etwa 54% der Wohnbauten in den Bereich der Althausanierung entfallen. Von den eingesetzten Energieträgern entfallen 26% auf Heizöl, 28% auf Erdgas und 2% auf Kohle. Zusammen mit wärmetechnischen Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle bieten sich auch Wärmepumpen für heizungstechnische Sanierungen an.

Würden beispielsweise in Österreich alle Ölkessel mit einem Baualter über 20 Jahre mit Wärmepumpen-Anlagen ausgetauscht werden, dann ergeben sich beträchtliche Einsparpotentiale für Heizenergie, Heizöl, Primärenergie und CO₂-Emissionen. Zu beachten ist auch die Bereitstellung eines hohen Anteiles der erneuerbaren und lokal anfallenden „Umweltwärme“ bei der Wärmebereitstellung.

Austausch veralteter Ölkessel

Würden beispielsweise in Österreich alle Ölkessel mit einem Baualter über 20 Jahre mit Wärmepumpen-Anlagen ausgetauscht werden, dann ergeben sich beachtliche Einsparpotentiale für Heizenergie, Heizöl, Primärenergie und CO₂-Emission.

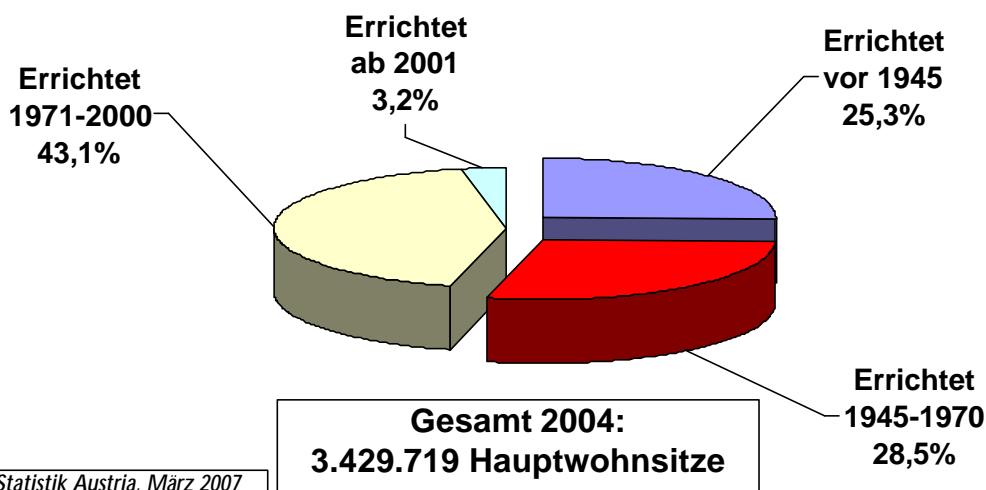
Zu beachten ist auch die Bereitstellung eines hohen Anteiles der erneuerbaren und lokal anfallenden „Umweltwärme“ bei der Wärmebereitstellung.

Austausch von Heizkesseln mit Öl, Gas und Elektro-Direktheizungen

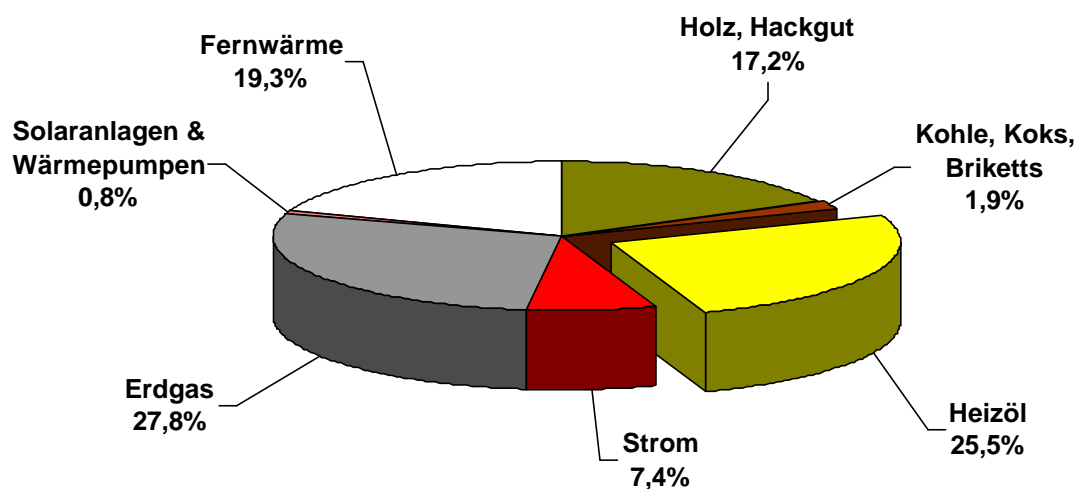
- Zur Realisierung der Österreichischen Energiestrategie 2050 (mit *Energieautarkie*) müssen nicht nur Öl-Heizkessel, sondern auch Gas-Heizkessel ausgetauscht werden.
- Strom-Direktheizungen werden durch Wärmepumpen ersetzt.

Zur Schonung von Biomasseprodukten für Bio-Treibstoffe und Bio-Wärme öffnet sich ein weiteres Marktsegment für Wärmepumpen.

Wohnbauten in Österreich Hauptwohnsitze 2004 Baualter



Wärmeversorgung der Hauptwohnsitze 2004 Energieträger



**Gesamt 2004:
3.429.719 Hauptwohnsitze**

Quelle: Statistik Austria, März 2007

Ölkessel-Austausch mit Wärmepumpen	
Potential zur Reduktion von Heizenergie, Primärenergie und CO ₂ -Emission	
Österreich, Stand 2006	
Ölkessel (Austausch)	
Ölkessel älter 20 Jahre	140.000
Heizwärmebedarf, Mio kWh/Jahr	4.340
Vergleich Wärmepumpe (JAZ 3,0) mit Ölkessel	
Wärmepumpen	140.000
Genutzte Umweltwärme	2.893 Mio kWh/Jahr
Reduktion Heizenergiebedarf	6.487 Mio kWh/Jahr
Reduktion Heizöl-Einsatz	648,7 Mio kg Öl/Jahr
Reduktion Primärenergieeinsatz	7.526 Mio kWh/Jahr
Reduktion CO ₂ -Emission	2.134 Mio kg CO ₂ /Jahr

3. Positionierung der Wärmepumpen-Technik in der Österreichischen Energiestrategie 2020 und 2050

3.1 Bewertung und Zuordnung von Wärmepumpen in einer mittel- und langfristigen Energiestrategie

Für eine neutrale Bewertung von Energiesystemen nach energetischen und umweltbezogenen Aspekten sind die folgenden Kriterien von Bedeutung:

- Primärenergie-Einsatz.
- Energiebedingte Treibhausgas-Emissionen, insbesondere CO₂.
- Nutzbarmachung einer Erneuerbaren Energiequelle (Solarwärme, Umweltwärme, Biowärme).

Für eine wirtschaftliche Bewertung sind charakteristisch:

- Betriebswirtschaftliche Gesamtrechnung (Investition und Betrieb).
- Volkswirtschaftliche Bewertung: Externe Kosten.

Die Primärenergie-Faktoren und spezifischen CO₂-Emissionen hängen vom Brennstoff bzw. im Falle des Sekundärenergieträgers Strom von dessen Erzeugung ab. Die Daten werden vorgegeben, z.B. Projekt GEMIS, ÖNORM u.a.

Externe Kosten sind „fiktive“ Kosten und wurden im Rahmen einer Studie des Wirtschaftsministeriums im Jahre 2002 ermittelt und von der ÖNORM zur wirtschaftlichen Bewertung von Heizungssystemen übernommen (ÖNORM M 7150).

Positionierung der Wärmepumpen-Technik in der Österreichischen Energiestrategie 2020 und 2050

Bewertung nach:

- **Energetischen,**
- **Umweltbezogenen
*insbesondere Treibhausgase,***
- **Volkswirtschaftlichen und**
- **Betriebswirtschaftlichen**

Kriterien

Energetische und Umweltbezogene Bewertung von Wärmepumpen-Anlagen

Bewertungskriterien:

- Primärenergie-Einsatz,
- Energiebedingte und umweltrelevante CO₂-Äquivalent-Emissionen,
- Nutzbarmachung der Erneuerbaren Energiequelle
„Umweltwärme“
(Direkte und indirekte Solarwärme und oberflächennahe Geothermie).

Bewertung der Wärmeversorgung von Gebäuden nach Energetischen, Umweltbezogenen und Wirtschaftlichen Kriterien

Bewertungskriterien für Brennstoffe und Strom sind:

Primärenergie-Faktor PEF

(Verhältnis von Primärenergie ($\text{kWh}_{\text{primär}}$) zu Endenergie (kWh_{end}),

CO₂-Faktor

(Umweltrelevante CO₂-Äquivalent-Emission in g CO₂/kWh_{end})

Externe Kosten (Euro/kWh_{end}).

Wirtschaftliche Kriterien:

Gesamtkosten (Investition und Betrieb)

Primärenergie-Faktor, PEF

Der Primärenergie-Faktor - Konversionsfaktor (-) - ist das Verhältnis von Primärenergie ($\text{kWh}_{\text{primär}}$) zu Endenergie (kWh_{end}).

Mit der Ableitung des Primärenergie-Einsatzes aus der Heizenergie (Endenergie) soll der Energieaufwand für die Bereitstellung des Energieträgers Berücksichtigung finden. Dazu zählen der Energieeinsatz in der Vorkette des Energieträgers, wie Förderung, Verarbeitung und Transport. Die Systemgrenzen sind derzeit nicht vorgegeben, sodass es verschiedene Ansätze zur Ermittlung der Umrechnungsfaktoren in der Literatur gibt. Ausgangspunkt für die Ableitung der Primärenergie-Faktoren, PEF, ist die Ermittlung des „*Kumulierten Energieverbrauches, KEV*“ für einen Energieträger. Ermittelt wird der Energieeinsatz in den „Vorketten“ des Energieträgers zur Bereitstellung von 1 kWh Brennstoff bzw. Strom aus Kraftwerken.

In internationalen Forschungsprojekten (z.B. Internationale Energieagentur, Forschungsprogramm „Solar Heating and Cooling“) werden die von GEMIS ausgewiesenen Umrechnungsfaktoren verwendet. GEMIS ist ein im Jahre 1987 entwickeltes und in den laufenden Jahren immer adaptiertes Rechenmodell zur Ableitung von Primärenergie- und CO_2 -Faktoren für Energieträger. GEMIS bedeutet *Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme*. GEMIS berücksichtigt nicht nur den Energieaufwand von Aufbringung bis Einsatz, sondern auch die Erneuerbarkeit der Energieträger: Es werden nur die nicht-erneuerbaren Energieträger am Energieaufkommen berücksichtigt.

Bei fossilen Energieträgern ist auch das Förderland von Bedeutung: Transportweg, Verluste beim Transport.

Die Kenndaten für die PE- und CO_2 -Faktoren für Strom werden aus den Anteilen der Energieträger bei der Stromerzeugung abgeleitet.

CO_2 -Faktor: Umweltrelevante CO_2 -Äquivalent-Emission: g $\text{CO}_2/\text{kWh}_{\text{end}}$

Wie bei der Ermittlung des Primärenergie-Faktors PEF werden die CO_2 -Äquivalent-Emissionen in den Vorketten des Energieträgers berücksichtigt.

Die Ableitung der energiebedingten und umweltrelevanten CO_2 -Emission wird aus dem Heizenergie/Brennstoff-Einsatz abgeleitet.

Externe Kosten: Bezogen auf Endenergie kWh_{end}

Externe Kosten sind Kosten, die nicht vom Verursacher (Produzent, Käufer bzw. Nutzer), sondern von der Allgemeinheit (d.h. aus den Steuer- bzw. Abgabeneinnahmen der öffentlichen Hand) getragen werden müssen. Verursacht werden diese Kosten durch Schäden, die durch Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Produkten entstehen. Als Maßzahlen für den Beitrag von Produkten / Dienstleistungen zu den genannten Umwelteffekten werden die so genannten Ökopotenzeniale herangezogen. Die erforderlichen Ökopotenzeniale sind sowohl in Bezug auf Definition als auch Berechnungsmethodik internationaler Stand der Technik, die entsprechenden Datenbanken werden laufend erweitert und aktualisiert. Die hier verwendeten Datensätze stammen aus der Aktualisierung 2001 der *Ökologischen Baustoffdatenbank des Österreichischen Instituts für Baubiologie und Bauökologie (ibo)*.

Primärenergie-Faktor, PEF

Mit der Ableitung des Primärenergie-Einsatzes aus der Heizenergie (Endenergie) soll der Energieaufwand für die Bereitstellung des Energieträgers Berücksichtigung finden. Dazu zählen der Energieeinsatz in der Vorkette des Energieträgers, wie Förderung, Verarbeitung und Transport.

Ausgangspunkt für die Ableitung der Primärenergie-Faktoren, PEF, ist die Ermittlung des „**Kumulierten Energieverbrauches, KEV**“ für einen Energieträger.

Die Systemgrenzen sind derzeit nicht vorgegeben, sodass es verschiedene Ansätze zur Ermittlung der Umrechnungsfaktoren in der Literatur gibt, insbesondere für Strom.

CO₂-Faktor

Wie bei der Ermittlung des CO₂-Faktors werden die umweltrelevanten CO₂-Äquivalent- Emissionen in den Vorketten des Energieträgers berücksichtigt.

Die Ableitung erfolgt aus dem Heizenergie/Brennstoff-Einsatz.

Externe Kosten

Externe Kosten sind Kosten, die nicht vom Verursacher (Produzent, Käufer bzw. Nutzer), sondern von der Allgemeinheit (d.h. aus den Steuer- bzw. Abgabeneinnahmen der öffentlichen Hand) getragen werden müssen.

Verursacht werden diese Kosten durch Schäden, die durch Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Produkten entstehen.

Als Maßzahlen für den Beitrag von Produkten / Dienstleistungen zu den genannten Umwelt-effekten werden die so genannten Ökopotenziele herangezogen.

Externe Kosten werden auf die Endenergie bezogen: €/kWh_{end}.

Umrechnungsfaktoren für Primärenergie, CO ₂ -Emissionen und externe Kosten					
Brennstoffe und Strom					
Energieträger	Primärenergie-Faktor, kWh _{pe} /kWh _{end} (-)		CO ₂ -Äquivalent, g/kWh _{end}		Externe Kosten, €/kWh (BMWA *)
	IEA-SHC Task 28	OIB 2011	IEA-SHC Task 28	OIB 2011	
Heizöl	1,13	1,23	311	311	0,015
Erdgas	1,14	1,16	247	236	0,012
Biomasse					
Scheitholz	0,01	0,08	6	4	0,001
Holz-Hackgut	0,06		35		0,002
Holz-Pellets	0,14		43		0,002
Strom (Österreich-Mix)	1,12	2,15	256	417	0,014
Primärenergie: Nicht-erneuerbarer Energieeinsatz vor Ort plus Energieaufwand für Förderung, Verteilung und Umwandlung.					
CO ₂ -Emission: Bezogen auf den Einsatz nicht-erneuerbarer Energieträger plus Emission bei Förderung und Umwandlung.					
CO ₂ -Äquivalent: Mitberücksichtigung auch anderer Treibhausgase, gewichtet nach deren Einfluß auf den Treibhauseffekt.					

*) Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Österreich, 2002

Kriterien zur Bewertung von Heizungssystemen im Wohnbereich aus der Sicht des Betreibers:

- **Wirtschaftlichkeit:**
Im Vergleich zu am Standort verfügbaren Alternativen. Vorrangig betriebswirtschaftliche Aspekte (Investitionskosten, jährliche Betriebskosten, Wartungs- und Erneuerungskosten).
- **Betriebssicherheit**
- **Verfügbarkeit des Energieträgers.**
- **Trend der Preisentwicklung des Energieträgers.**
- **Bedienungs-Komfort.**
- **Lebens-Komfort / Behaglichkeit.**
- **Raumbedarf für Wärmeerzeuger, Brennstoff-Lagerung und Wärmespeicher.**
- **Lärm- und Geruchsbelästigung.**
- **Persönliche Aspekte, wie z.B. größere Unabhängigkeit, Umweltverträglichkeit u.a.**

Als „*nachhaltiges*“ Energiesystem bietet die Wärmepumpe die folgenden Vorteile:

- **Reduktion des Primärenergie-Einsatzes bei der Wärmeerzeugung.**
- **Potential zur CO₂-Reduktion.**
- **Keine Emissionen am Standort; auch kein Feinstaub.**
- **Hoher Heizkomfort.**
- **Kein Raumbedarf für Brennstoff-Lagerung.**
- **Allgemeine Verfügbarkeit des Energieträgers (Strom aus dem öffentlichen Netz).**
- **Größtmögliche Reduktion des Primärenergie-Einsatzes und von umweltrelevanten Emissionen bei Verwendung von Strom als Antriebsenergie der Wärmepumpe mit einem hohem Anteil an Ökostrom.**
- **Bessere Kalkulierbarkeit der Betriebskosten (Strom) im Vergleich zu fossilen und biogenen Brennstoffen.**

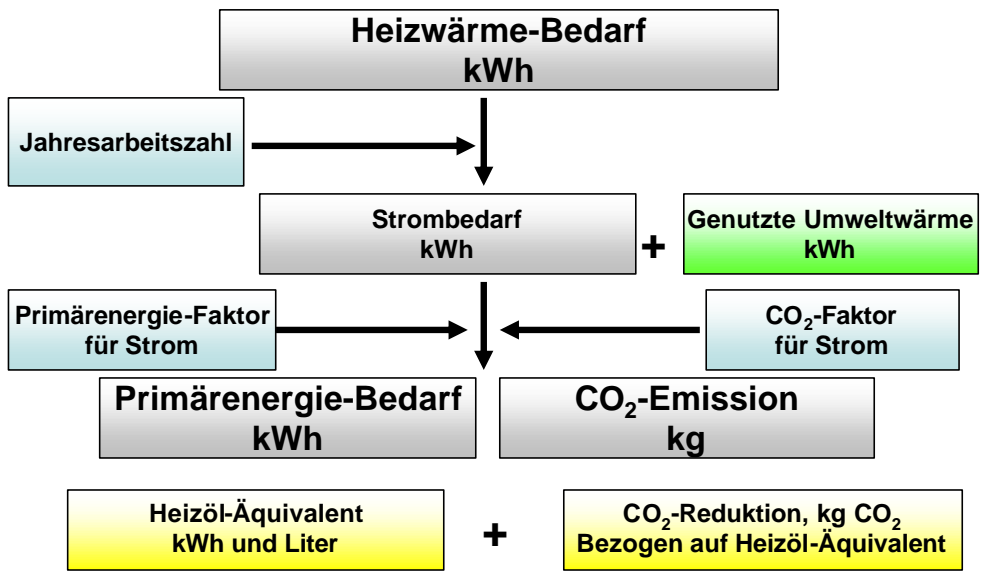
Aspekte der Energiepolitik:

Beitrag zur Reduktion des Brennstoffeinsatzes und der CO₂-Emission bei der Wärmeversorgung von Wohnbauten: Raumheizung und Warmwasserbereitung.

Sozialer Aspekt

Geringere Betriebskosten und höhere Versorgungssicherheit für den Betreiber.

Energetische und Umweltbezogene Bewertung von Wärmepumpen-Anlagen



Volkswirtschaftliche Bewertung *Externe Kosten*

Gebäude & Wärmeversorgung

Heizenergie-/Brennstoff-Einsatz
für Heizung und Warmwasser
kWh/(m², Jahr)

Externe Kosten
für Brennstoff
Euro/kWh

⊗

Externe Kosten

Euro/(m², Jahr) bzw. Euro/Jahr

Wärmepumpen-Heizungssysteme im Vergleich zu Öl- und Gas-Kesseln

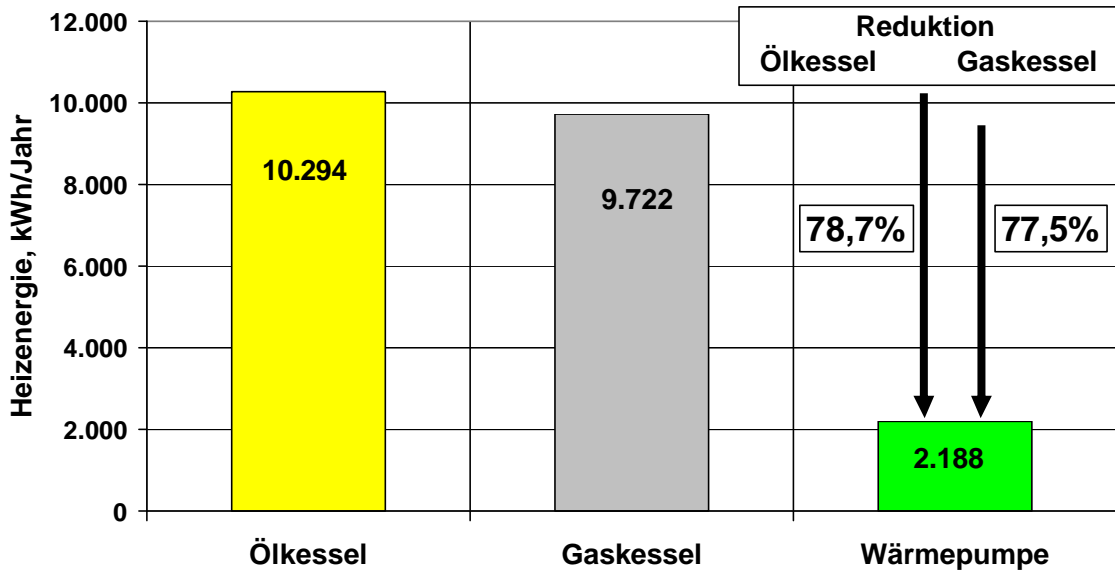
Der Vorteil einer Wärmepumpen-Heizung im Vergleich zu Heizungssystemen mit fossilen Brennstoffen (Öl und Gas) sowie zu Elektro-Direktheizungen liegt in der **Verminderung** von

- (1) Brennstoffen und Strom,
- (2) Reduktion des Primärenergie-Einsatzes zur Wärmeerzeugung,
- (3) Reduktion Energiebedingter und Umweltrelevanter CO₂-Äquivalent-Emissionen.

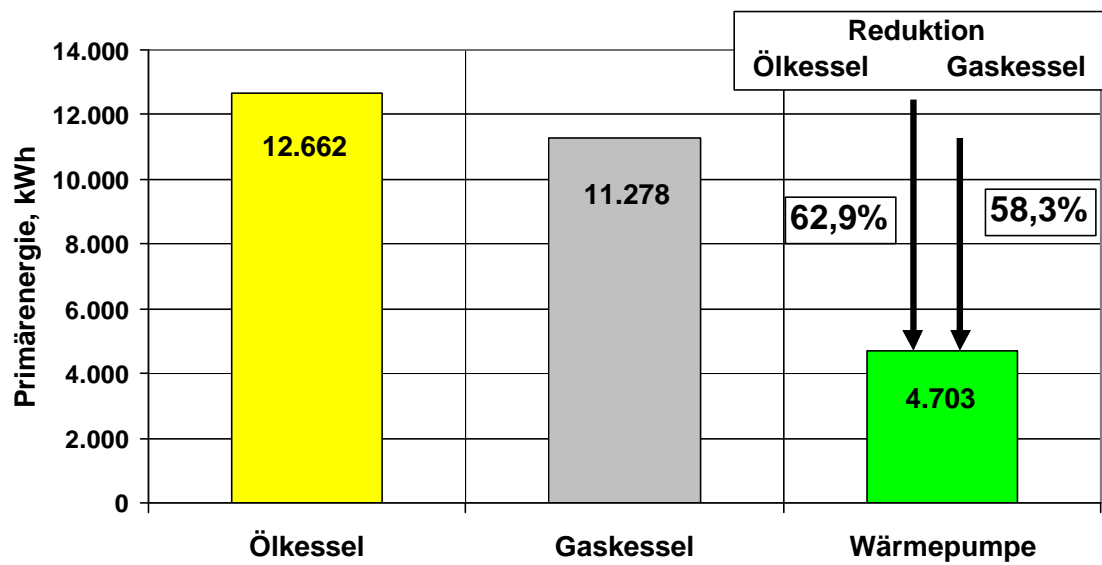
Vergleich einer Heizungs-Wärmepumpe mit einem Öl-Brennwert- und Gas-Brennwert-Kessel		
Beispiel	Einfamilien-Wohngebäude, Niedrigenergie-Bauweise	
Heizwärmebedarf, kWh/Jahr	7.000	HWB: 50 kWh/(m ² .a)
Wärmeverluste, %/Jahr	25	
Wärmeerzeuger, Nutzungsgrade / Arbeitszahl		
Öl-Brennwert-Kessel	85%	
Gas-Brennwert-Kessel	95%	
Heizungs-Wärmepumpe	4,0 (JAZ)	

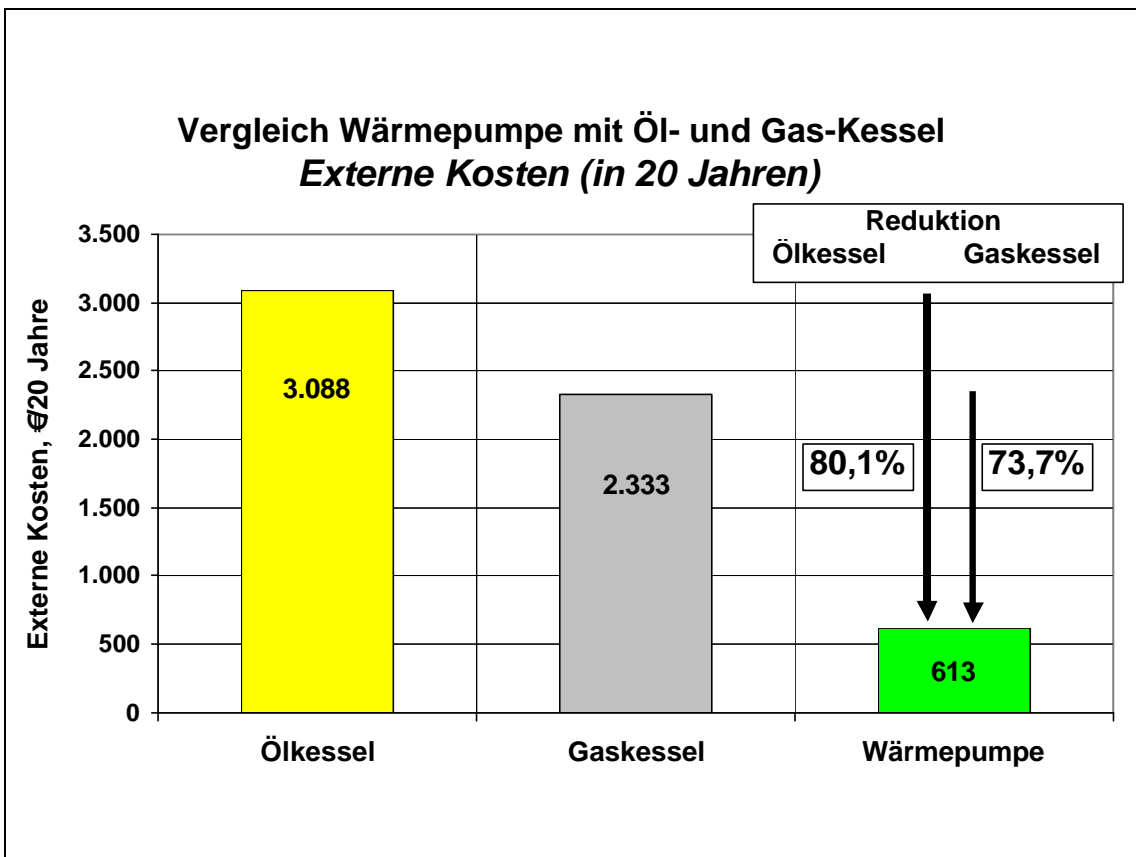
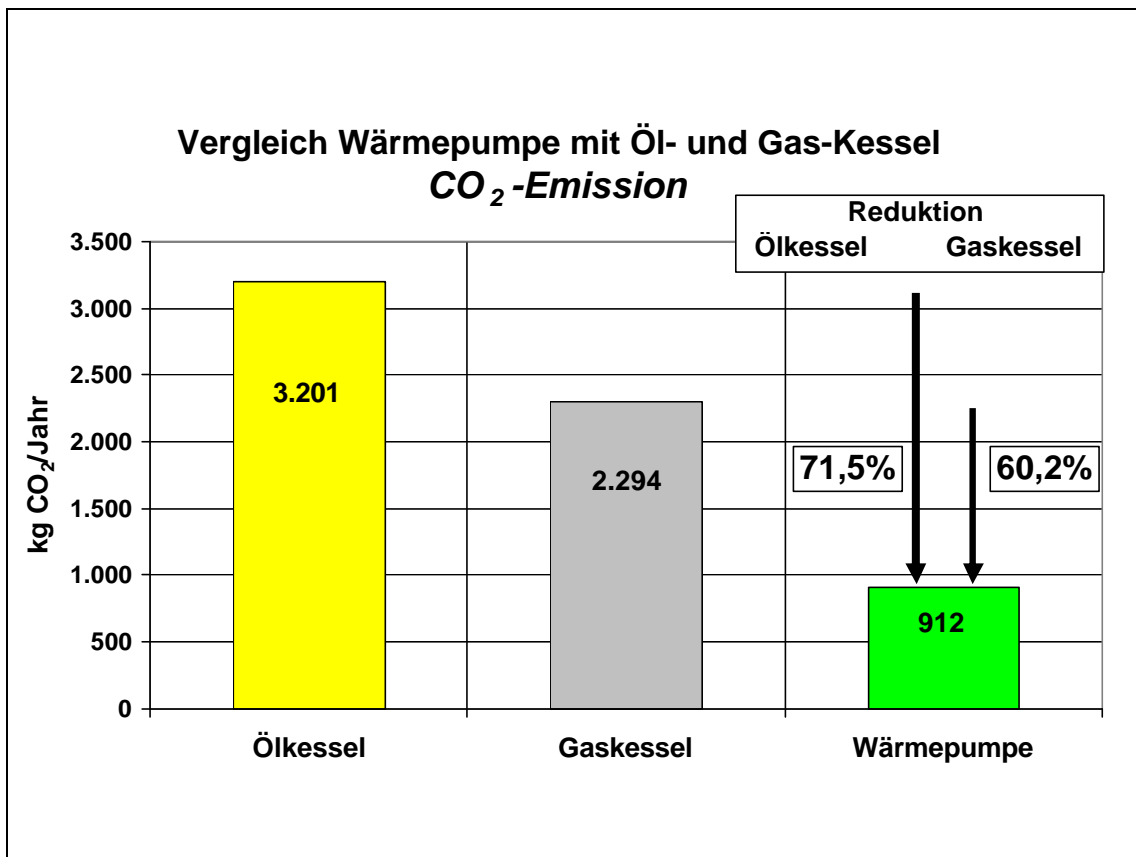
Reduktion Heizenergie, Primärenergie, CO ₂ -Emission und Externe Kosten mit einer Heizungs-Wärmepumpe im Vergleich zu einem Öl-Brennwert- und Gas-Brennwert-Kessel				
Reduktion in %				
Vergleich zu	Heizenergie	Primärenergie	CO ₂ -Emission	Externe Kosten
Ölkessel	78,7	62,9	71,5	80,1
Gaskessel	77,5	58,3	60,2	73,7

Vergleich Wärmepumpe mit Öl- und Gas-Kessel Heizenergie



Vergleich Wärmepumpe mit Öl- und Gas-Kessel Primärenergie



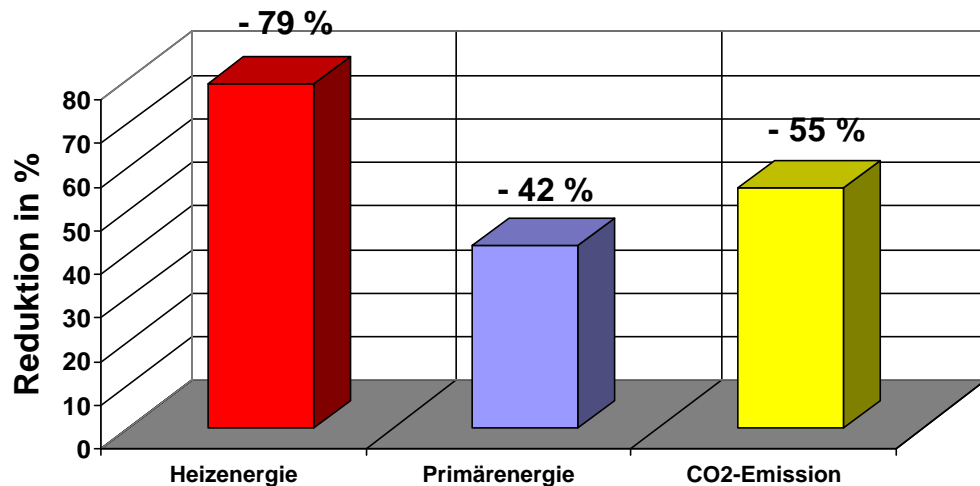


Wärmepumpen-Heizungssysteme im Vergleich zu Öl- und Gas-Kesseln

Der Vorteil einer Wärmepumpen-Heizung im Vergleich zu Heizungssystemen mit fossilen Brennstoffen (Öl und Gas) sowie zu Elektro-Direktheizungen liegt in der Verminderung von

- (1) Brennstoffen und Strom,
- (2) Reduktion des Primärenergie-Einsatzes zur Wärmeerzeugung,
- (3) Reduktion Energiebedingter und Umweltrelevanter CO₂-Äquivalent-Emissionen.

Energetische und Umweltbezogene Vorteile eines Wärmepumpe-Solar-Systems im Vergleich zu Ölkessel und Elektro-Boiler für Warmwasser

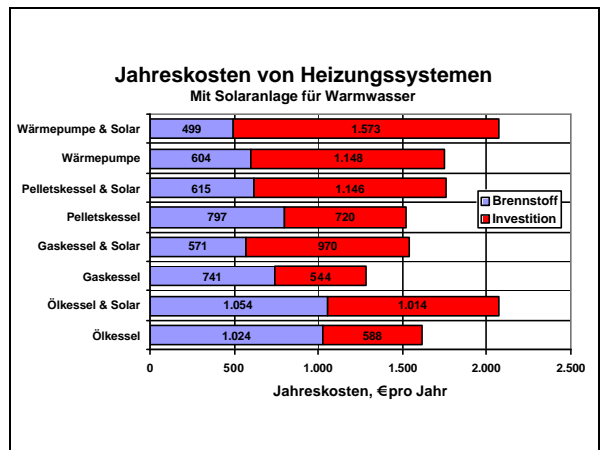
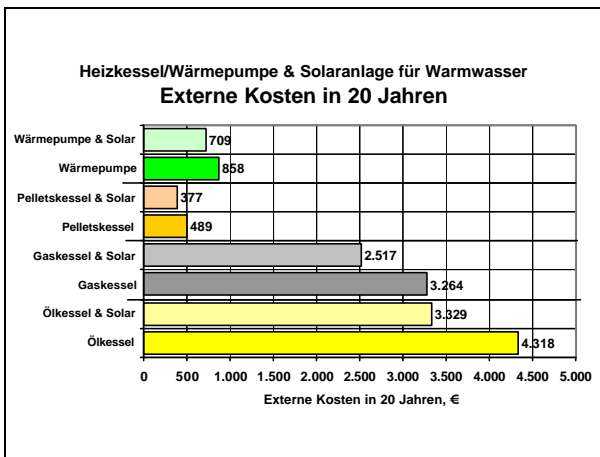
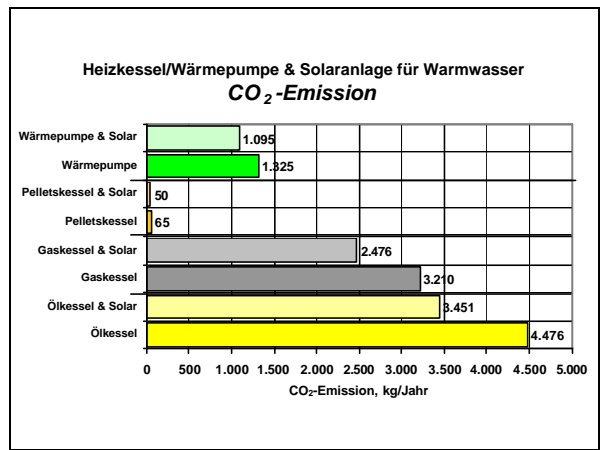
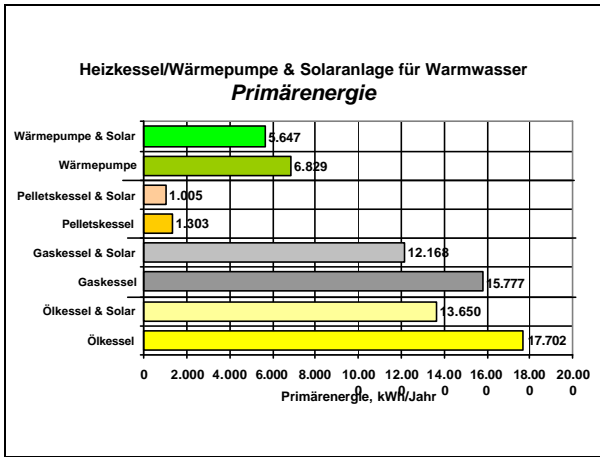
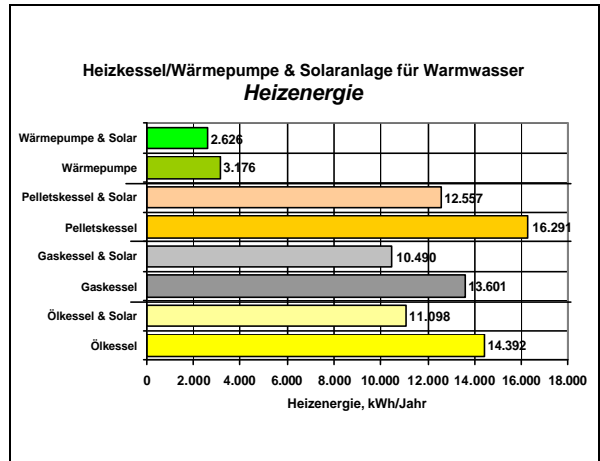


Energetische und Umweltbezogene Bewertung		
Heizung, Warmwasser, Strom für Haushaltsgeräte & Beleuchtung		
Kriterien	Heizungssystem 1	Heizungssystem 2
	Wärmepumpe & Solar WW	Ölkessel & E-Boiler WW
Heizenergie, kWh/Jahr	3.000	14.118
Warmwasser, kWh/Jahr	225	0
Strom Gebäude, kWh/Jahr	1.500	0
Primärenergie, kWh/Jahr	10.159	17.365
CO₂-Emission, kg/Jahr	1.970	4.391

Heizkessel/Wärmepumpe und Solaranlage für Warmwasser



EINGABEDATEN	
Gebäudedaten	
Netto-Nutzfläche, m²	120
Brutto-Geschoßfläche, m²	150
Heizwärmebedarf, kWh/Jahr (inklusive WRG aus Lüftung)	6.765
Warmwasserbedarf	
Warmwasser (50°C), Liter pro Tag	150
Wärmeverluste (RH & WW), %/Jahr (Speicher & Rohrleitungen)	
	30
Solaranlage	
Kollektorfläche, m²	8
Spezifische Solarwärme, kWh/(m², Jahr)	350
Hilfsstrom für Heizungssystem, kWh/Jahr	150
Heizkessel und Wärmepumpe	
Jahres-Nutzungsgrad bzw. Jahresarbeitszahl	
Öl-Brennwertkessel, %/Jahr	85
Gas-Brennwertkessel, %/Jahr	90
Pelletskessel, %/Jahr	75
Wärmepumpe (Erde/reich), JAZ	4,0

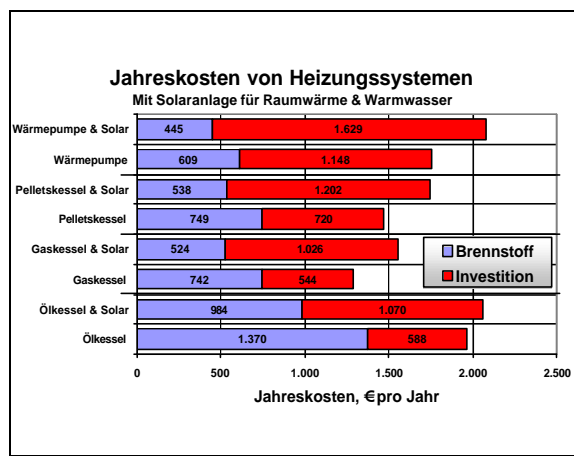
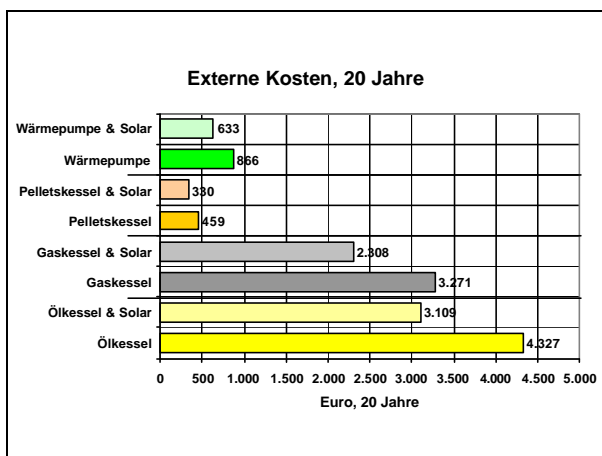
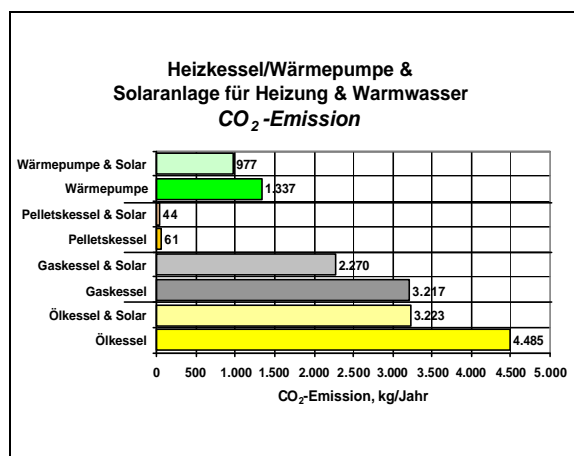
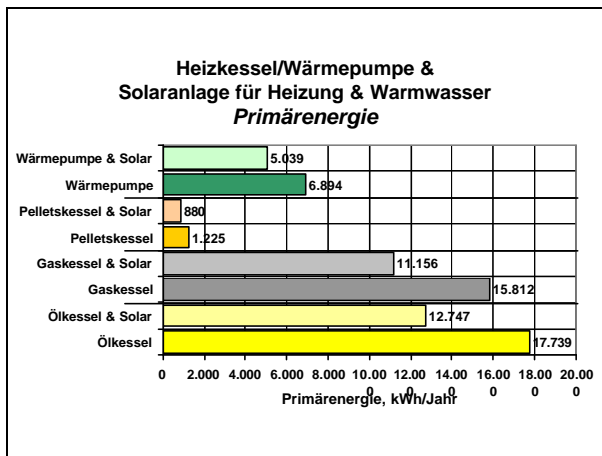
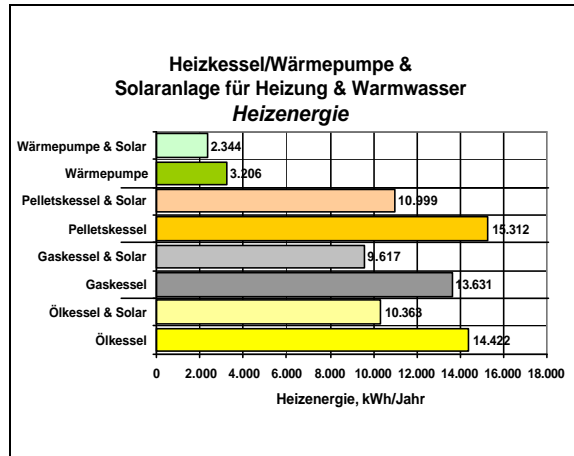


Vergleich von Heizungssystemen mit und ohne Solaranlage

Heizkessel/Wärmepumpe und Solaranlage für Warmwasser & Heizung



EINGABEDATEN	
Gebäudedaten	
Netto-Nutzfläche, m²	120
Brutto-Geschossfläche, m²	150
Heizwärmebedarf, kWh/Jahr (EKZ) (inklusive WRG aus Lüftung)	6.765
Warmwasserbedarf	
Warmwasser (50°C), Liter pro Tag	150
Wärmeverluste (RH & WW) - %/Jahr (Speicher & Rohrleitungen)	
	30
Solaranlage	
Kollektorfläche, m²	15
Spezifische Solarwärme, kWh/(m²·Jahr)	230
Hilfsstrom für Heizungssystem, kWh/Jahr	180
Heizkessel und Wärmepumpe	
Jahres-Nutzungsgrad bzw. Jahresarbeitszahl	
Öl-Brennwertkessel, %/Jahr	85
Gas-Brennwertkessel, %/Jahr	90
Pelletskessel, %/Jahr	80
Wärmepumpe (Erdreich), JAZ	4,00



Vergleich von Heizungssystem „Ölkessel & Solaranlage für Warmwasser“ mit „Wärmepumpe-Solar-Kompaktsystem“

3.2 Wärmepumpe und Stromeinsatz

Ein verstärkter Wärmepumpen-Einsatz verursacht auch einen zunehmenden Stromeinsatz. Damit könnten langfristig Engpässe am Strommarkt eintreten. Andererseits besteht in allen Einsatzbereichen für Strom ein großes Einsparpotential – mit verfügbaren Techniken -, insbesondere im Haushaltsbereich. Wärmepumpen in Verbindung mit strom-effizienten Haushaltsgeräten könnten den Strombedarf für zukünftige Wärmepumpen-Anlagen abfangen. Auch durch den Ersatz von Direkt-Strom-Heizungen und Elektroboiler für Warmwasser kann der Stromeinsatz für den Betrieb von Wärmepumpen herangezogen werden.

Wird beispielsweise eine Ölkesselanlage mit E-Boiler für Warmwasser und elektrische Altgeräte im Haushaltsbereich mit einem Wärmepumpen-Solarsystem und Neugeräten im Haushaltsbereich ersetzt, dann wird der Stromeinsatz im Gebäude sogar reduziert.

Es sollte auch beachtet werden, dass bei Wärmepumpen mit einem Drittel Energieeinsatz zwei Drittel aus der Umwelt kostenlos und emissionsfrei in die Energiedienstleistung „Wärme“ einfließen.

Der ideale Strom für den Betrieb von Wärmepumpen ist natürlich Strom aus Erneuerbarer Energie: Bezug von *Ökostrom* oder Eigenerzeugung mit einer PV-Anlage.

Wärmepumpe und Stromeinsatz

- **Mit Wärmepumpen wird auch der Strombedarf erhöht. In Verbindung mit strom-effizienten Haushaltsgeräten sollte dieser weitgehend abfangen werden.**
- **Hierbei sollte beachtet werden, dass bei Wärmepumpen mit einem Drittel Energieeinsatz zwei Drittel aus der Umwelt kostenlos und emissionsfrei in die Energiedienstleistung „Wärme“ einfließen.**
- **Der ideale Strom für den Betrieb von Wärmepumpen ist natürlich Strom aus Erneuerbarer Energie: Ökostrom.**

Zielsetzung für den Einsatz von Wärmepumpen in Wohnbauten

Energie-Effizienz

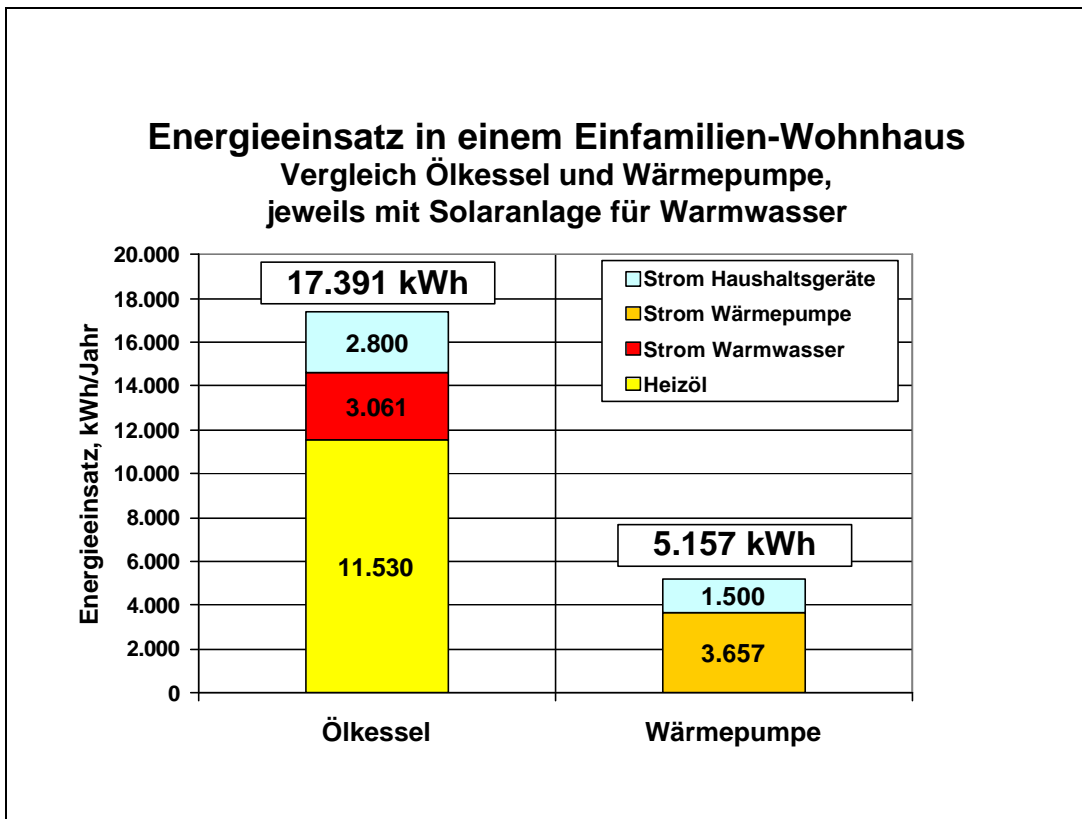
in Verbindung mit

**stromsparenden Haushaltsgeräten
und Beleuchtung:**

Bei Heizungssanierung kein Mehrverbrauch an Strom!

Ölkessel & Solaranlage (Warmwasser)	
Beispiel: Einfamilien-Wohngebäude, 140 m ² Wohnnutzfläche	
Niedrigenergiehaus-Standard	
Heizwärmebedarf, kWh/Jahr	9.800
Warmwasserbedarf, kWh/Jahr	3.000
Vergleichsgebäude (Ölkessel & E-Boiler für Warmwasser)	
Ölkessel	Jahresnutzungsgrad = 85%
Elektro-Warmwasserboiler	Jahresnutzungsgrad = 98%
Haushaltsgeräte & Beleuchtung	Standard
Heizenergiebedarf/Brennstoffbedarf	
Liter Öl/Jahr	1.153
Warmwasserbedarf	
Strombedarf, kWh/Jahr	3.061
Haushaltsgeräte & Beleuchtung	
Strombedarf, kWh/Jahr	2.800
GESAMT	
Liter Heizöl/Jahr	1.153
Strombedarf, kWh/Jahr	7.014

Wärmepumpe für Heizung & Warmwasser	
Beispiel: Einfamilien-Wohngebäude, 140 m² Wohnnutzfläche	
Niedrigenergiehaus-Standard	
Heizwärmebedarf, kWh/Jahr	9.800
Warmwasserbedarf, kWh/Jahr	3.000
Wärmepumpe für Heizung & Warmwasser	
Jahresarbeitszahl (Heizung & Warmwasser)	3,5
Haushaltsgeräte & Beleuchtung	Effiziente Geräte
Heizenergiebedarf/Brennstoffbedarf	
Liter Öl/Jahr	0
Heizung und Warmwasser	
Strombedarf, kWh/Jahr	3.657
Haushaltsgeräte & Beleuchtung	
Strombedarf, kWh/Jahr	1.500
GESAMT	
Liter Heizöl/Jahr	0
Strombedarf, kWh/Jahr	5.157



3.3 Mit der Kombination Wärmepumpe-Photovoltaikanlage zum *PLUSEnergie-Gebäude*

Mit dem **Plus-Energie-Hauskonzept** für Wohnbauten wurden in Weiz/Steiermark sechs Häuser mit insgesamt zweiundzwanzig Reihenhaus-Wohnungen errichtet.

Die gesamte Anlage ist die erste Plusenergiesiedlung in Österreich. Jene selbst erzeugte Energie, die im Überschuss produziert wird, wird mit umweltfreundlichen Photovoltaikanlagen auf dem eigenen Dach hergestellt. Alles was an Mehrenergie produziert wird, kann ins öffentliche Netz eingespeist werden.

Die Mehrfamilien-Wohnhäuser wurden im Passivhaus-Standard errichtet. Der Baukörper ist als Holzfertigteile ausgeführt.

Die Wärmeversorgung erfolgt über eine Luft/Luft-Wärmepumpe in Kombination mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung. Die Warmwasserbereitung erfolgt über die Wärmepumpe und über einen Elektroboiler.

Die Wohnanlage ist mit einer 110 kW_{peak}-Photovoltaikanlage ausgestattet, welche gleichmäßig den Wohnblöcken zugeordnet wird (14,85 kW_{peak} pro Wohnblock).

Mit der Wärmepumpe zum *PLUSEnergie-Gebäude*

Wohnanlage in Weiz



PlusEnergie-Wohnanlage Weiz			
Gebäude	Einfamilien-Wohnblock mit 5 Wohneinheiten		
Brutto-Geschossfläche BGF, m ²	338		
Stromeinsatz für Heizung und Warmwasser, kWh/Jahr			
Heizung	3.935	Warmwasser	4.044
Heizungssystem			
Wärmepumpe	Luft/Wasser	Jahresarbeitszahl, JAZ	2,6
Solaranlage	----	Kollektorfläche, m ²	0
PV-Anlage *)	Netzgekoppelt	Leistung	15 kW _{peak}
Planer/Architekt		Architekt Erwin Kaltenegger	

*) anteilig für Wohnblock

Stromeinsatz im Gebäude, kWh/Jahr	
Heizung	3.935
Warmwasser	4.044
Hilfsstrom	666
Haushaltsgeräte & Beleuchtung	2.976
Stromeinsatz gesamt	11.621

Stromerzeugung mit PV-Anlage	17.820
Strom vom Netz	-6.199

Jahresanteil PV-Strom am Stromeinsatz, %/Jahr *)	153,34
---	---------------

*) Bezogen auf Strom vom Netz

3.4 Anzustrebender Beitrag von Wärmepumpen-Solar-Kombisystemen zum Erreichen der Ziele 2020 und 2050

Die Energiestrategie der Österreichischen Bundesregierung hat zum Ziel, bis zum Jahr 2050 den gesamten Endenergiebedarf Österreichs mit heimischen erneuerbaren Energieträgern zu decken: **Energieautarkie**. Dies bedeutet, dass zur Energieversorgung die folgenden Energieträger zur Verfügung sein müssen:

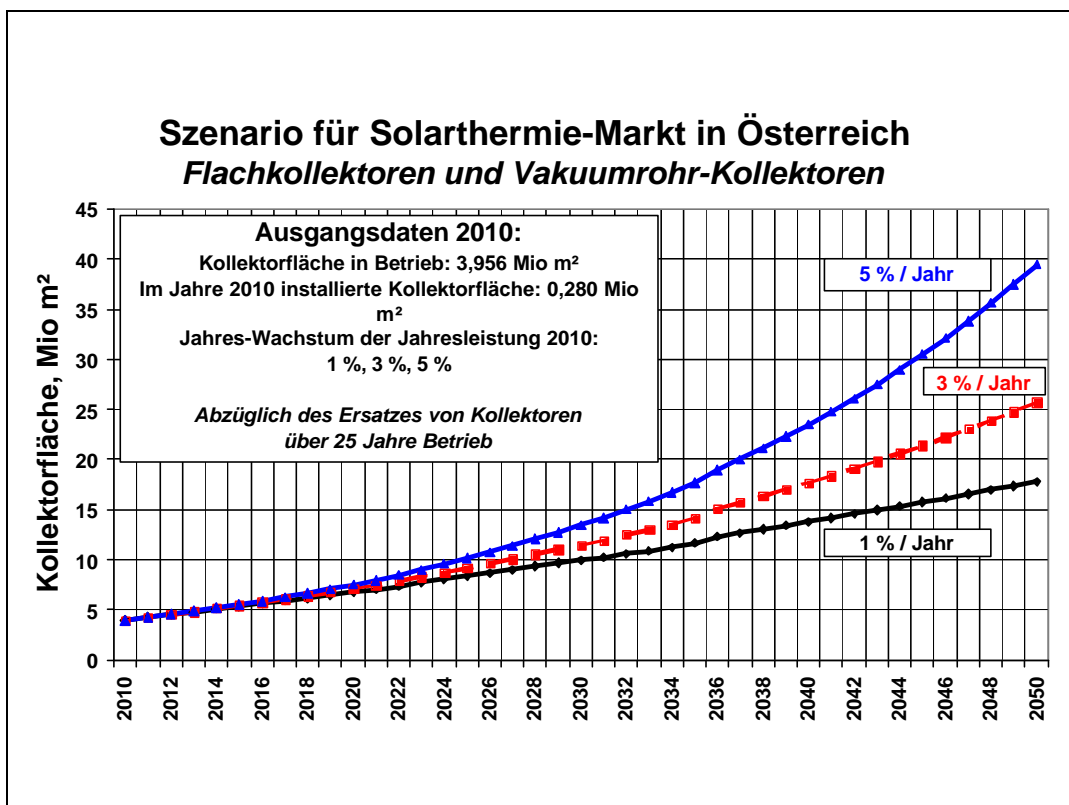
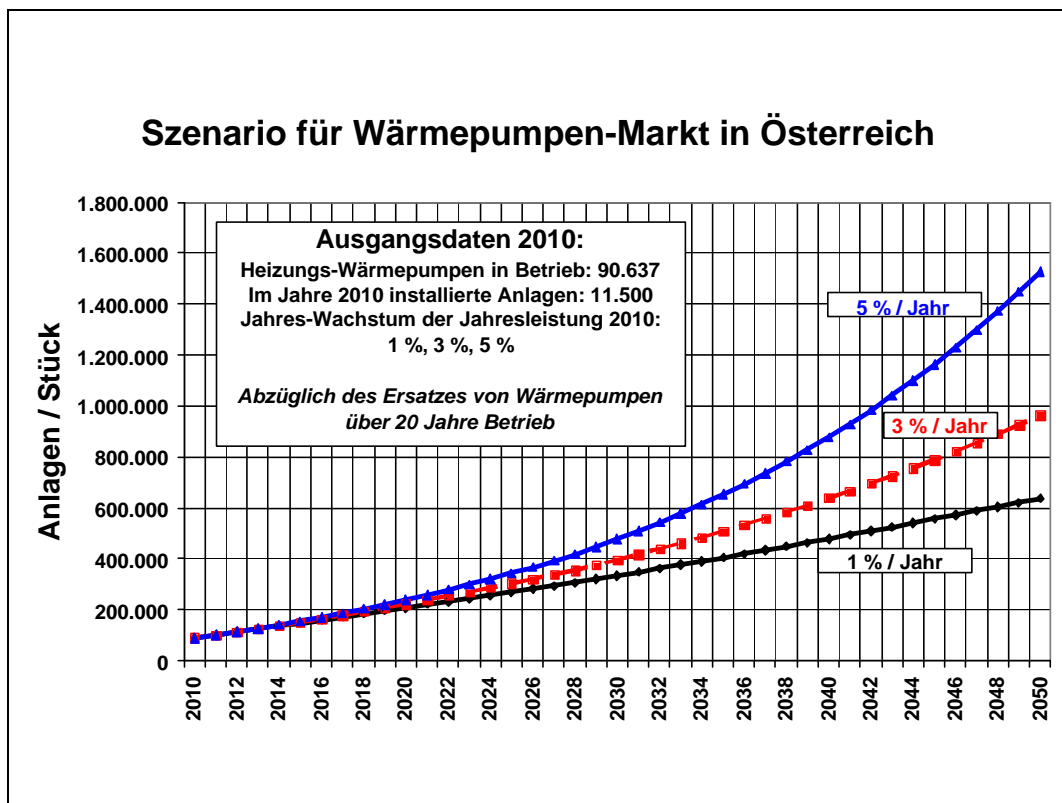
- **Biogene Energieträger für Bio-Kraftstoffe, Bio-Strom und Bio-Wärme.**
- **Solarwärme und Umweltwärme: Über Solarthermie und Wärmepumpe.**
- **Strom aus Erneuerbarer Energie: Von Wasserkraft und aus Ökostrom-Anlagen.**

Derzeit laufende Studien sollen klären, ob und unter welchen Rahmenbedingungen bis 2050 eine Energieautarkie zu erreichen ist.

Die Wärmepumpe in Verbindung einer Solarthermischen Anlage hat das Potential, die Vorgaben der Energiestrategie 2050 zu realisieren. Die Beheizung des Gebäudebereichs müsste im Szenario 2050 fast ausschließlich mit einer Kombination aus Wärmepumpe (Umweltwärme) und Solarthermie (Solarwärme) erfolgen - auf diese Weise kann die vorhandene Biomasse für Mobilität und Industrie bereitgestellt werden.

Nach eigenen Berechnungen könnte mit Umweltwärme und Solarwärme um 54% der Wärmeversorgung von Gebäuden (Raumwärme, Warmwasser und Raumklimatisierung) im

Jahre 2050 abgedeckt werden. Dazu müsste der Wärmepumpen- und Solarmarkt um 3% jährlich wachsen, bezogen auf die im Jahre 2009 installierten Heizungs-Wärmepumpen bzw. Kollektorfläche.



Szenario 2050 Wärmepumpen- und Solarmarkt

Szenario: Solarthermie-Markt 2010 P 2020 P 2030 P 2050					
Anlagen in Betrieb	Kollektorfläche Mio m ²	Installierte Leistung		Erzeugte Wärme	Antriebsstrom
		MW _{thermisch}		GWh _{thermisch}	GWh _{elektrisch}
2010	4,600	3.191		1.904	86
Kapazitätssteigerung, %/Jahr ^{*)}		Installierte Kollektorfläche 2010, m ²			0,28
2020	1%	6,754	4.728	2.789,402	127
	3%	7,101	4.971	2.933	133
	5%	7,493	5.245	3.095	140
2030	1%	9,946	6.962	4.108	186
	3%	11,468	8.028	4.736	215
	5%	13,440	9.408	5.551	252
2050	1%	17,781	12.447	7.344	333
	3%	25,702	17.991	10.615	482
	5%	39,471	27.630	16.302	740

*) Steigerung der Jahres-Produktionskapazität in %/Jahr, beginnend mit der im Jahre 2010 installierten Kollektorfläche

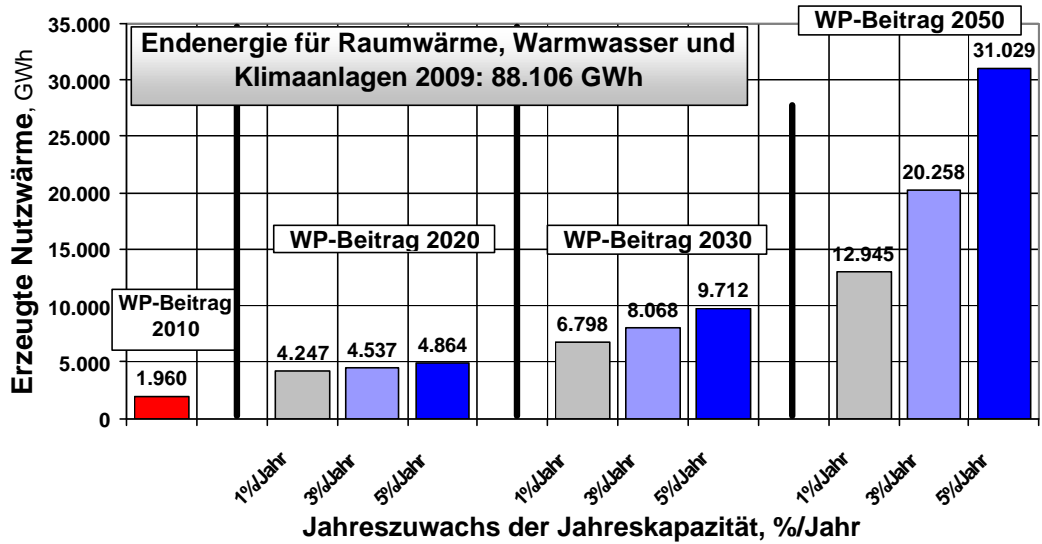
Szenario Wärmepumpen-Strom 2010 P 2020 P 2030 P 2050				
Anlagen in Betrieb	Anlagen / Stück	Antriebsstrom		Anteil am
		GWh _{elektrisch}		Inlandsstromverbrauch 2009, %
2010	96.637	579		1,00
Kapazitätssteigerung, %/Jahr		Inlandsstromverbrauch 2009, GWh ^{*)}		57.916
2020	1%	209.231	1.255	2,17
	3%	223.502	1.341	2,32
	5%	239.590	1.438	2,48
2030	1%	334.888	2.009	3,47
	3%	397.417	2.385	4,12
	5%	478.408	2.870	4,96
2050	1%	637.682	3.826	6,61
	3%	992.995	5.958	10,29
	5%	1.528.524	9.171	15,84

*) inklusive Netzverluste & Eigenbedarf Netz und Erzeugung

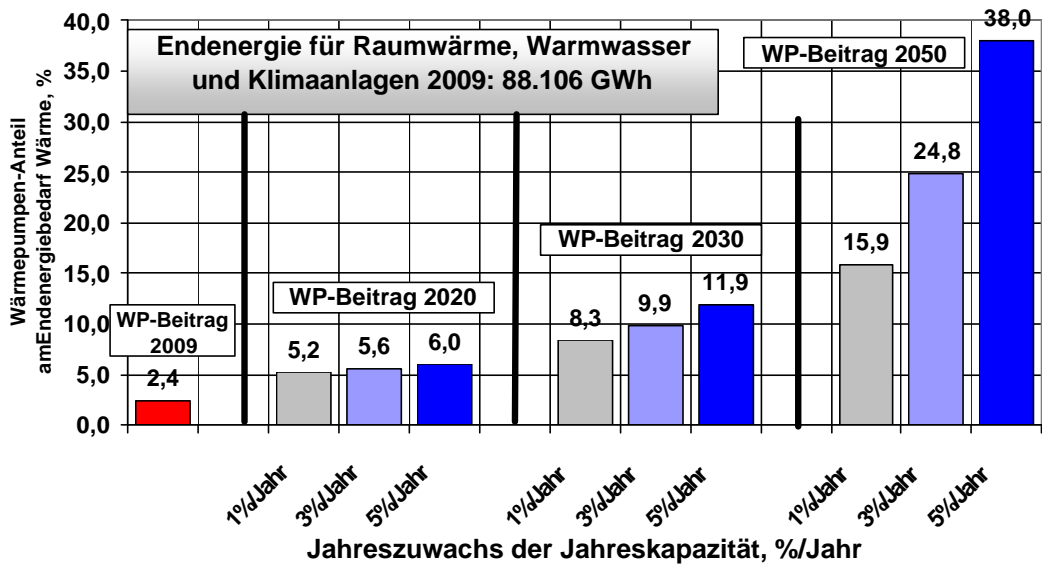
Szenario Wärmepumpen-Markt 2010 P 2020 P 2030 P 2050						
Anlagen in Betrieb	Anlagen / Stück	Installierte Leistung	Erzeugte Wärme	Genutzte Umweltwärme	Antriebsstrom	Elektrische Leistung
		MW _{thermisch}	GWh _{thermisch}	GWh _{thermisch}	GWh _{elektrisch}	MW _{elektrisch}
2010	96.637	1.250	1.960	1.381	579	365
Kapazitätssteigerung, %/Jahr ^{*)}		Installierte Heizungs-Wärmepumpen 2010			11.500	
2020	1%	209.231	2.699	4.247	2.992	795
	3%	223.502	2.883	4.537	3.196	849
	5%	239.590	3.091	4.864	3.426	910
2030	1%	334.888	4.320	6.798	4.789	1.273
	3%	397.417	5.127	8.068	5.683	1.510
	5%	478.408	6.171	9.712	6.841	1.818
2050	1%	637.682	8.226	12.945	9.119	2.423
	3%	992.995	12.810	20.158	14.200	3.773
	5%	1.528.524	19.718	31.029	21.858	5.808

*) Steigerung der Jahres-Produktionskapazität in %/Jahr, beginnend mit den im Jahre 2010 installierten Heizungs-Wärmepumpen

Szenario: Wärmepumpen-Beitrag zur Wärmeversorgung von Gebäuden in Österreich

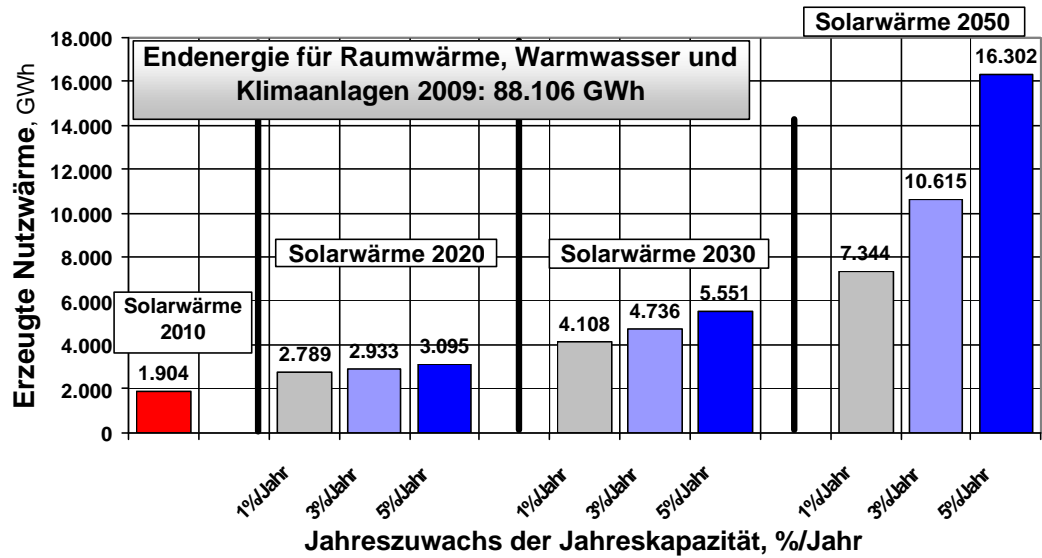


Anteil der Wärmepumpe zur Wärmeversorgung von Gebäuden: Raumwärme, Warmwasser, Klimaanlage

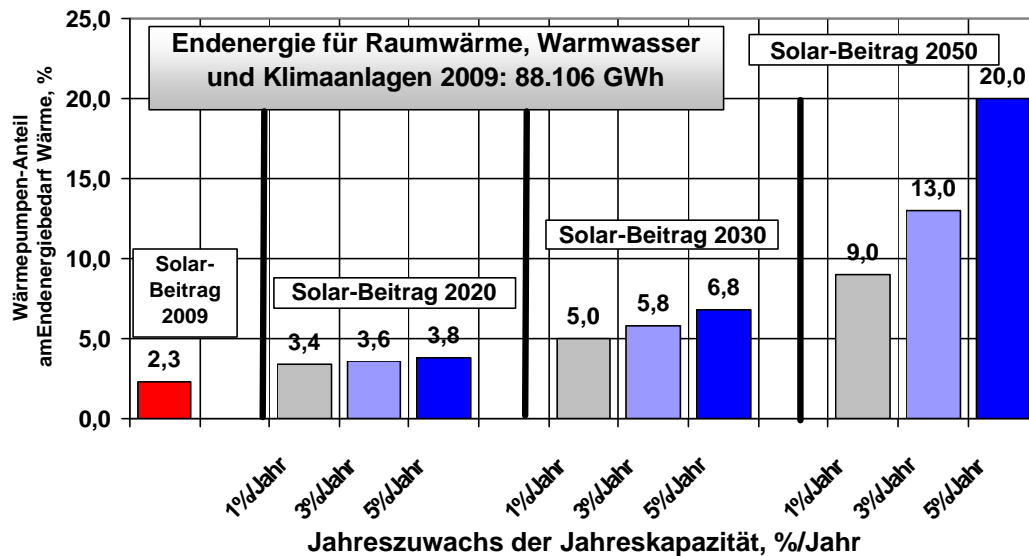


Szenario 2050 Wärmepumpen-Beitrag

Szenario: Solarthermie-Beitrag zur Wärmeversorgung von Gebäuden in Österreich

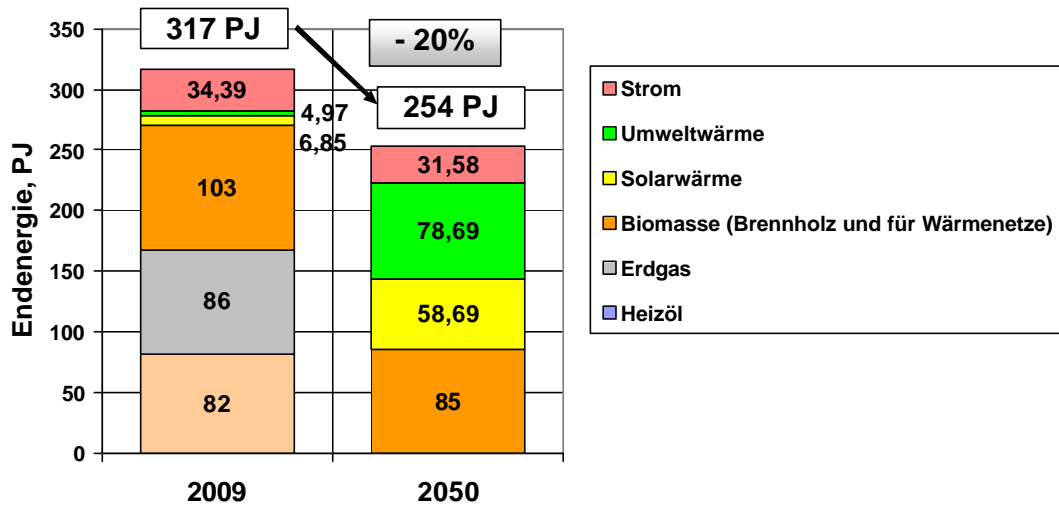


Anteil der Solarthermie zur Wärmeversorgung von Gebäuden: Raumwärme, Warmwasser, Klimaanlagen

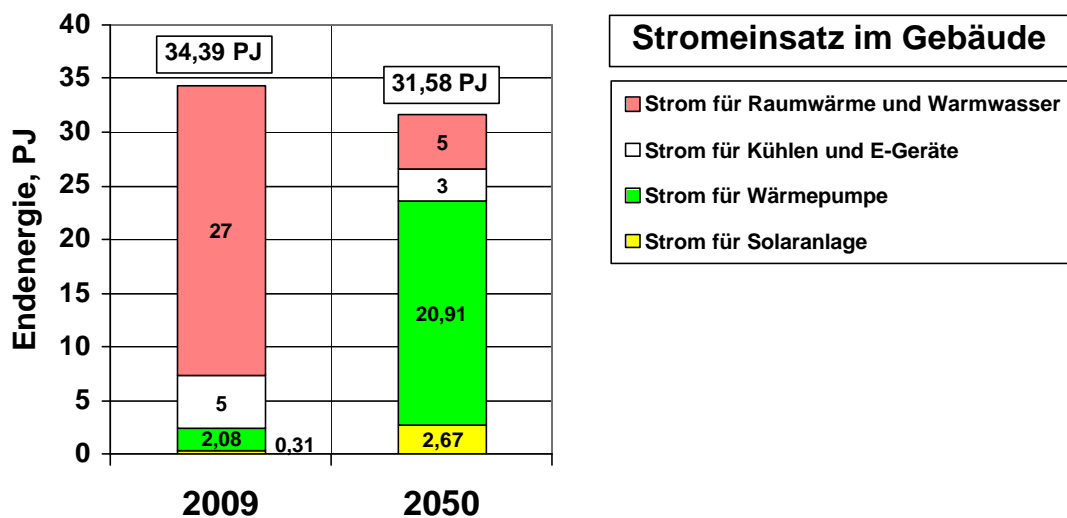


Szenario 2050 Solarwärme-Beitrag

Wärmeversorgung von Gebäuden in Österreich IST-Zustand 2009 → Energieautarkie 2050



Wärmeversorgung von Gebäuden in Österreich IST-Zustand 2009 → Energieautarkie 2050



4. Zukunftsmarkt und Marktpotential für Wärmepumpen

Wärmepumpen lassen sich auch zur Raumklimatisierung heranziehen. Diese Anwendung wird mit „heißeren“ Sommermonaten an Bedeutung gewinnen.

Wärmepumpen sind aber auch in der dringend erforderlichen Althaus-Sanierung von Bedeutung.

Zukunftsmarkt für Wärmepumpen

- **Wärmepumpen lassen sich auch zur Raumklimatisierung heranziehen. Diese Anwendung wird mit „heißeren“ Sommermonaten an Bedeutung gewinnen.**
 - **Wärmepumpen sind aber auch in der dringend erforderlichen Althaus-Sanierung von Bedeutung. Für Hersteller und Planer stellt sich die Aufgabe, die für den Einsatz von effizienten Wärmepumpenanlagen erforderlichen Randbedingungen zu schaffen, wie möglichst geringe Auslegungstemperaturen und Nutzung vorhandener Radiatoren.**
- **Auch Wärmepumpen mit Außenluft als Wärmequelle sollten im Hinblick auf einen möglichst breiten Einsatz in Betracht gezogen werden.**

Marktpotential für Wärmepumpen (1)

- Wärmepumpenanlagen mit Nutzung der erneuerbaren und lokal anfallenden Wärmequelle „Umweltwärme“ besitzen ein hohes Potential, fossile Energieträger bei der Wärmeversorgung (Warmwasserbereitung und Raumheizung) zu substituieren und die energiebedingten umweltrelevanten CO₂-Emissionen zu reduzieren.
- Energie-effiziente Gebäude (*Niedrigenergie-Gebäude und Passiv-Häuser*) bieten gute Voraussetzungen für den Einsatz von Wärmepumpen zur Raumheizung, im Allgemeinen in Verbindung mit der Warmwasserbereitung und ggf. auch zur Raumklimatisierung in den Sommermonaten.

Marktpotential für Wärmepumpen (2)

- Warmwasser- und Luft-Heizungssysteme kommen für Wärmepumpen-Anlagen in Betracht, letztere in Verbindung mit kontrollierter Wohnraumlüftung und Wärmerückgewinnung: „*Passiv-Häuser*“.
- Die Vielfalt von Wärmepumpen-Systemen - Wärmequellenanlage, Wärmeverteilung, Hydraulik- und Regelungskonzept – bietet die Möglichkeit, ein dem Standort und Einsatzzweck „Energie-Optimiertes“ Wärmepumpen-Heizungssystem zu planen und auszuführen.
- Entscheidend für einen energie-effizienten Betrieb ist aber auch die Betriebsweise und das Anforderungsprofil von Seiten des Betreibers: Erwünschte Raumtemperatur, Temperaturabsenkungen, Ein- und Ausschaltzeiten.

4. Schlussfolgerung und Ausblick

Wärmepumpen-Anlagen mit Nutzung der erneuerbaren und lokal anfallenden Wärmequelle „Umweltwärme“ (Solarwärme und Geothermie) besitzen ein hohes Potential, fossile Energieträger bei der Wärmeversorgung (Warmwasserbereitung und Raumheizung) zu substituieren und die energiebedingten umweltrelevanten CO₂-Emissionen zu reduzieren. Dies trifft nicht nur für Neubauten in Niedrigenergie-Bauweise, sondern auch für die Althausanierung zu. Um eine möglichst hohe Effizienz von Wärmepumpenanlagen bei der Wärmeversorgung zu erreichen, sind bestimmte Randbedingungen für die Einsatzbereiche zu beachten.

Als „nachhaltiges“ Energiesystem bietet die Wärmepumpe die folgenden Vorteile: Reduktion des Primärenergie-Einsatzes bei der Wärmeerzeugung, keine Emissionen am Standort (auch kein Feinstaub), Potential zur CO₂-Reduktion, hoher Heizkomfort, bessere Kalkulierbarkeit der Betriebskosten (Strom) im Vergleich zu fossilen Brennstoffen. Die Nutzbarmachung der lokal anfallenden Erneuerbaren Energiequelle „Umweltwärme“ verringert den Einsatz insbesondere fossiler Energieträger.

Als Heizungssystem in Passiv-Gebäuden wird die Wärmepumpe den zukünftigen Gebäude-Markt wesentlich mitbestimmen. Mit Umschichtung von Biomasseprodukten aus dem Wärmemarkt zur Herstellung von Bio-Kraftstoffen und Bio-Strom wird die Wärmepumpe Marktanteile dazu gewinnen. Zusammen mit thermischen Solaranlagen könnte über 50% der Wärmeversorgung der Gebäude im Jahre 2050 erfolgen. Mit Einsatz einer PV-Anlage wäre auch der Strom für die Wärmepumpe solar zu erzeugen.

Schlussfolgerung und Ausblick (1)

Als „nachhaltiges“ Energiesystem bietet die Wärmepumpe die folgenden Vorteile:

- **Reduktion des Primärenergie-Einsatzes bei der Wärmeerzeugung.**
- **Potential zur CO₂-Reduktion.**
- **Keine Emissionen am Standort; auch kein Feinstaub.**
- **Hoher Heizkomfort.**
- **Bessere Kalkulierbarkeit der Betriebskosten (Strom) im Vergleich zu fossilen und biogenen Brennstoffen.**

Schlussfolgerung und Ausblick (2)

- **Als Heizungssystem in Passiv-Gebäuden wird die Wärmepumpe den zukünftigen Gebäude-Markt wesentlich mitbestimmen.**
- **Mit Umschichtung von Biomasseprodukten aus dem Wärmemarkt zur Herstellung von Bio-Kraftstoffen und Bio-Strom wird die Wärmepumpe Marktanteile dazu gewinnen.**
- **Zusammen mit thermischen Solaranlagen könnte über 50% der Wärmeversorgung der Gebäude im Jahre 2050 erfolgen.**
- **Mit Einsatz einer PV-Anlage wäre auch der Strom für die Wärmepumpe solar zu erzeugen.**

Quellennachweis:

Energie Strategie Österreich
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und
Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend. März 2010
www.energiestrategie.at

Die Entwicklung erneuerbarer Energie in Österreich im Jahr 2009
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
(Lebensministerium). 2011
P. Biermayr, Technische Universität Wien, Energy Economics Group

Erneuerbare Energie 2020: Potenziale und Verwendung in Österreich
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
(Lebensministerium). März 2009

Klimaschutzbericht 2009. Umweltbundesamt

Energiestrukturen für 2020:
Technisches Basisdokument für die österreichische Energiestrategie
Herausgeber: WIFO et al. Mai 2009

Energieautarkie für Österreich 2050. Feasibility Study
W. Streicher et al.
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
(Lebensministerium). 2011

Nachhaltige Gebäude: Bewertungskriterien und Bewertungsmodell
Gerhard Faninger
Zeitschrift für Erneuerbare Energie, AEE Gleisdorf, Dezember 2009
<http://www.aee-intec.at>