



## 15 ENERGIE

### Kurzzusammenfassung

Die Umsetzung der von der österr. Bundesregierung zugesagten Klimaziele und der hierdurch notwendige Strukturwandel in der Energiewirtschaft stellen Österreich vor enorme Herausforderungen. Da Klimavorsorge nur über Strategien der Energieeinsparung und Energieträgersubstitution zu bewältigen ist, setzt diese eine integrierte Steuerung nicht allein auf der Angebotsseite, sondern auch in allen Verbrauchssektoren voraus. Sie geht auf diese Weise mit einem enormen Steuerungspensum und einer hohen Steuerungskomplexität einher.

Programmatisch bedeuten Nachhaltigkeit und Klimaschutzverträglichkeit als politisches Ziel eine Neuorientierung der österreichischen Energiepolitik.

Der Bedarf Österreichs an Energieträgern ist in den letzten Jahrzehnten konstant gestiegen. Die bedeutendsten Bereiche stellen hierbei die Niedertemperaturwärme (Raumwärme und Warmwasser) und die Mobilitätsnachfrage dar.

Obwohl der Anteil an erneuerbaren Energieträgern am Brutto- und auch am Endenergieverbrauch im Vergleich zu anderen Mitgliedstaaten der EU groß ist, zeigt eine nähere Analyse, dass dieser hohe Anteil nur durch intensive Anstrengungen erhalten werden können wird. Dies erfordert vor allem einen bundesweit konzertierten Mix an Maßnahmen zur Zurückdrängung fossiler Energieträger aus dem Raumwärmemarkt. Hierbei sind neben ordnungsrechtlichen Maßnahmen (Stichwort: energetische Raumplanung) auch die Lenkungswirkungen von Energiesteuern zu nutzen.

Für den Bereich der Verringerung der Raumwärmennachfrage bieten sich strukturelle Maßnahmen und komplementär Strategien für die Steigerung des Einsatzes erneuerbarer Energieträger an.

Die Raumwärmennachfrage ist maßgeblich durch die thermische Qualität des Gebäudebestandes determiniert. Bis Mitte der 90er Jahre wurden in Österreich verbesserte k-Werte und in weiterer Folge niedrige Energiekennzahlen politisch akkordiert, die mit dem Standard eines Energiesparhauses korrespondieren. Zwischenzeitlich sind bereits Techniken verfügbar, welche weitere deutliche Reduktionen des Raumwärmebedarfes im Neubau möglich machen. Dementsprechend wären die Baunormen bundeseinheitlich dem Passivhausstandard anzupassen.

Kurz- und mittelfristig sind zusätzlich die bestehenden Gebäude thermisch zu sanieren, wofür entsprechend strengere Zielwerte festzulegen wären. Die Sanierungsraten (aktuell maximal 1 % pro Baualtersgruppe) sind zudem bedeutend zu erhöhen, um so zu einem größeren Anteil thermisch sanierter Gebäude vor Erreichung des Klimaschutzzieljahres 2010 zu gelangen. Die für den Neubau und den Bereich der Althausanierung bestehenden Förderinstrumente von Bund und Ländern sind, um den Klimaschutzziele gerecht werden zu können, auf zu erreichende thermische Qualitäten abzustellen.

Die Kompetenzzersplitterung zwischen Bund und Ländern in vielen energierelevanten Materien (Baunormen, Wohnbauförderung, Raumplanung, Einspeisebedingungen etc.) behindert die Erreichung der Klimaschutzziele erheblich. So konnte bis Anfang 2001 noch keine Einigung zwischen Bund und Ländern bzgl. eines zu verabschiedenden Klimaschutzprogrammes erzielt werden, weshalb die Reduktionsziele bis 2010 allein mit nationalen Maßnahmen kaum mehr erreicht werden können.

Im Bereich der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger an der Stromerzeugung bestehen Hemmnisse aufgrund der Strommarktliberalisierung. So sind, obwohl die Strommarktliberalisierung zu eher bundeseinheitlichen Strompreisen für unterschiedliche Abnehmergruppen führen werden, die Einspeisepreise bundesuneinheitlich. Die Durchleitungsbedingungen und -tarife der Bundesländer stellen ein weiteres Hemmnis dar.

Mit der Liberalisierung des österreichischen Strommarktes werden zumeist Kostenreduktionen in Verbindung gebracht. Die alleinige Orientierung an sinkenden Strompreisen stellt jedoch keinen umweltpolitisch vorteilhaften Wert an sich dar. Die Erhöhung der Energieeffizienz (bereitgestellte Energie zu nachgefragter Energiedienstleistung) hat auch weiterhin große Priorität. Maßnahmen, die zu einer Verringerung der Stromnachfrage führen, werden daher auch weiterhin, bzw. erst recht bei sinkenden Strompreisen, Bedeutsamkeit haben.

Die Strommarktliberalisierung hat bereits zu Ankündigungen bzgl. der Stilllegung von kalorischen Kraftwerken geführt. Zur Erreichung einer den Kriterien der Nachhaltigkeit verpflichteten Stromerzeugungsstruktur wird es von großer Bedeutsamkeit sein, Ersatzkapazitäten für die stillzulegenden Anlagen zu errichten, welche einen dem Stand der Technik entsprechenden Nutzungsgrad aufweisen. Hierbei sind die österreichischen Potenziale zur kombinierten Erzeugung von Strom und Wärme der Stromimportoption vorzuziehen.

## 15.1 Umweltbeeinträchtigungen durch die Gewinnung und Umwandlung von Energieträgern

### 15.1.1 Umweltbeeinträchtigungen durch die Gewinnung von Energierohstoffen

Bereits der Abbau von Energieträgern beeinträchtigt die Umwelt. Der Abbau der Energieträger und auch des Nebengesteins bedeutet zunächst eine selektive Konzentration dieser Stoffe. Durch die Aufbereitung und den Transport gelangt ein Teil davon in Teilbereiche der Umwelt. Dieser anthropogen gesteuerte Differenzierungsprozess ist eine neue Form geologischer Tätigkeit. Zahlreiche chemische Elemente gelangen auf diese Weise verstärkt in den Stoffkreislauf, nachdem sie ihm teilweise für Jahrtausende entzogen waren. Es kommt zur Geo- und Bioakkumulation der mobilisierten Elemente und ihrer Verbindungen. Damit wird der ursprüngliche Stoffbestand sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht verändert.

Die wichtigsten Umweltauswirkungen der Energierohstoffgewinnung sind

- Flächeninanspruchnahme und Verlust von Lebensräumen,
- Stoffinanspruchnahme und Massenverlagerung (Tagbau),
- Reliefveränderungen (Bergsenkung, Tagebaurestlöcher bzw. -seen etc.),
- hydrologisch-hydrogeologische Beeinträchtigungen,
- chemische Beeinträchtigungen des Grundwassers,
- Meeresbelastung durch Offshore-Förderung von Erdöl und Erdgas,
- atmosphärische Emissionen von Methan und Radon,
- Industriebrachen und Altlasten aus der Energierohstoffgewinnung.

### 15.1.2 Umweltbeeinträchtigungen durch die Umwandlung von Energierohstoffen

Die luftgängigen Emissionen bei der Energieumwandlung fossiler Energieträger umfassen vor allem Kohlendioxid, Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Ammoniak, Kohlenmonoxid sowie Lachgas und Methan. Ferner werden Schwermetalle, Staub und einfache (z. B. Formaldehyd) sowie komplexe organische Verbindungen emittiert. Zu den Umweltauswirkungen dieser Emissionen gehört allen voran der anthropogene Treibhauseffekt (vgl. auch Kap. 3), des Weiteren die Versauerung von Böden und Oberflächengewässern (vgl. auch Kap. 2.12), die Eutrophierung (vgl. auch Kap. 2.13), die Schädigung der Ozonschicht (vgl. auch Kap. 4) und human- sowie ökotoxische Wirkungen einzelner Verbindungen. Die Emissionen bei der Umwandlung hängen wesentlich von der Umwandlungstechnik sowie von der nachgeschalteten Minderungstechnik ab.

Im Hinblick auf die mit der Umwandlung fossiler Energieträger in Wärme und/oder Kraft verbundenen Emissionen, vor allem die CO<sub>2</sub>-Emissionen, erweist sich **Erdgas** als die allen anderen fossilen Primärenergieträgern überlegene Alternative. Aufgrund der dringlicher werdenden Zielerfordernisse des Klimaschutzes haben aber erneuerbare Energieträger und insbesondere Energiespar- und Energieeffizienzsteigerungsstrategien größere Beiträge zur Energiebedarfsdeckung zu leisten.

### 15.1.3 Umweltbeeinträchtigungen und Risiken bei der Atomenergienutzung

Die energetische Nutzung der Atomenergie zur Stromerzeugung ist sowohl mit technischen Risiken aus dem Spaltprozess selbst und seinen vor- und nachgeschalteten Ver- und Entsorgungsprozessen als auch mit Risiken durch Fremdeinwirkungen verbunden. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um die Möglichkeit der Freisetzung und der Aufnahme von radioaktiven Stoffen, die größtenteils im Spaltprozess in hoher Intensität und Diversität erzeugt werden und die sicher eingeschlossen bleiben müssen. Das sehr heterogene Radioaktivitätsinventar nimmt im laufenden Betrieb zu und kann bei Stör- und Unfällen in unterschiedlicher räumlicher Ausbreitung teilweise oder ganz freigesetzt werden. Die Radioaktivität muss aus Umwelt- und Strahlenschutzgründen sowohl im Normalbetrieb als auch bei Stör- und Unfällen im Kraftwerk, aber auch bei der Zwischen- und Endlagerung, sicher eingeschlossen bleiben. Risiken können aber auch von außen zum Beispiel infolge eines Flugzeugabsturzes, von Sabotage und durch höhere Gewalt (z. B. Erdbeben) entstehen. Bei einer Freisetzung von Radioaktivität bestehen Risiken für Umwelt und menschliche Gesundheit über verschiedene Belastungspfade, das heißt durch äußere oder innere Exposition. Entscheidende Kriterien für die Gefährdungsabschätzung sind Art und Intensität der Strahlung im Falle einer möglichen Strahlenbelastung, chemische sowie Radiotoxizität bei Inkorporation, Möglichkeit des Auftretens einer selbsterhaltenden Kettenreaktion der Spaltung (Kritikalität), Wärmeentwicklung und Gefahr einer Kontamination der Umweltkompartimente.

Bei der Bewertung der Umweltbeeinträchtigungen und Risiken durch die Nutzung der Atomkraft ist zwischen

- Risiken, die beim Betreiben von Atomkraftanlagen sowohl im Normalbetrieb als auch bei Störfällen und Unfällen entstehen,
- Risiken der Entsorgung nuklearer Abfälle bei der Wiederaufarbeitung, der Zwischen- und Endlagerung und
- Risiken beim Transport radioaktiver Stoffe

zu unterscheiden.

Bei allen Atomkraftwerken gibt es beim **Betrieb** Restrisiken wie die Möglichkeit einer Kernschmelze und deren mögliche katastrophale Folgen, für deren sichere Beherrschung die Anlagen nicht ausgelegt sind. Auch ist grundsätzlich damit zu rechnen, dass mit der Länge der Laufzeit der Anlagen durch Korrosion, Versprödung etc. höhere Sicherheitsrisiken entstehen.

Zudem ist die **Entsorgung** radioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung und dem Kraftwerksbetrieb weiterhin prinzipiell unbefriedigend geregelt; bei hohem Schadenspotenzial betrifft sie Zeiträume von mehr als zehntausend Jahren. Eine Abschätzung des Gefährdungspotenzials über einen derartig langen Zeitraum hinweg ist nahezu ausgeschlossen.

Untersuchungen, die eine Basis für geeignete Endlager bilden sollen, sind bisher zu keinem naturwissenschaftlich einwandfreien Nachweis eines absolut sicheren Endlagers gelangt. Ein Konsens über die Lösung der Risikokontroversen ist nicht in Sicht.

Alle Stationen des Weges der nuklearen Brennstoffe von der Gewinnung bis zur Endlagerung radioaktiver Abfälle sind mit **Transporten** verbunden. Das Gefährdungspotenzial von versorgungsseitigen Transportvorgängen ist insgesamt geringer einzustufen als das Gefährdungspotenzial von Transportvorgängen bei der Entsorgung, weil das wesentliche Ausmaß der Radioaktivität im Spaltprozess entsteht und von den Spaltprodukten dominiert wird.

### 15.1.4 Umweltauswirkungen bei der Nutzung erneuerbarer Energien

Die Maßstäbe, die in der öffentlichen und häufig auch in der politischen Diskussion an die regenerativen Energieträger angelegt werden, sind häufig schärfer als bei den nicht-regenerativen Energieträgern. Bei der Diskussion der Umweltbeeinträchtigungen durch Energiegewinnung und Energieumwandlung werden den erneuerbaren Energien, deren Nutzung im allgemeinen mit erheblich geringeren Emissionen verbunden ist, häufig und detailliert die von ihnen auf den vorgelagerten und nachgelagerten Stufen

der energetischen Wertschöpfungskette erzeugten Umweltbeeinträchtigungen entgegengehalten, so als gäbe es vergleichbare Umweltbeeinträchtigungen bei den konventionellen (fossilen) Primärenergieträgern nicht. So wird zwar auf den Düngemiteleinsatz bei der Produktion von Biomasse oder auf die durch Photovoltaik erzeugten Abfallprobleme hingewiesen. Eine Betrachtung der mit der Gewinnung und Umwandlung von regenerativen Energieträgern verbundenen Umweltbeeinträchtigungen zeigt, dass beim derzeitig quantitativ noch recht geringen Stellenwert der regenerativen Energieträger Umweltbeeinträchtigungen als eher gering einzuschätzen sind, demgegenüber die Abfallprodukte des Einsatzes fossiler Energieträger globale Dimensionen angenommen haben. Umweltbeeinträchtigungen bei der Nutzung erneuerbarer Energieträger sind zumeist graduell und zudem reversibel. Sie lassen sich außerdem weiter verringern. Beim Anbau von Biomasse zur energetischen Nutzung kann die Berücksichtigung der „guten landwirtschaftlichen Praxis“ bereits einen Beitrag leisten. Noch umweltverträglicher ist der Anbau in extensiven Bewirtschaftungsformen. Bei Windkraftanlagen kann die unter Umständen störende Landschaftsveränderung durch die räumliche Konzentration der Anlagen und sorgfältige Standortplanung verringert werden. Bei der Produktion von Photozellen entstehen andere, zum Teil aber problematischere Produktionsabfälle als beim üblichen Anlagenbau. Der Ausbau der Potenziale kleiner Wasserkraftwerke sollte unter sorgfältiger Abwägung der gewässerökologischen Auswirkungen geschehen und im Zweifelsfall unterbleiben. Der Wiederinbetriebnahme alter Wasserkraftwerke stehen dagegen geringere Bedenken entgegen, da vielfach Bach- und Flussläufe ohnehin bereits stark baulich verändert sind.

## 15.2 Umweltziele mit energiewirtschaftlichem Bezug

Bei der Gestaltung des energiewirtschaftlichen Regimes spielen sowohl allgemeine umweltpolitische als auch spezielle Versorgungsziele eine Rolle. Aus der Sicht der Umwelt stehen vor allem zwei Gruppen von Zielen im Zusammenhang mit der Energienutzung im Vordergrund, zum einen Emissionsminderungsziele für energiebezogene Luftschadstoffe, zum anderen die aus der Energienutzung erwachsenden Konflikte mit dem Boden-, Gewässer-, Natur- und Landschaftsschutz. Letztere treten vor allem in Verbindung mit der Produktion und Extraktion von Energierohstoffen auf. Bei den Emissionsminderungszielen für energiebezogene Luftschadstoffe tritt immer mehr die Emission von Treibhausgasen ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ) in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit (vgl. auch Kap. 3). Das hat eine gewisse Berechtigung vor dem Hintergrund der Erfolge bei der Reduktion von Schwefeldioxid, Stickstoffoxiden und Stäuben (vgl. Kap. 2).

### 15.2.1 Technische Potenziale zur Realisierung der Umweltziele

Dass heute der Beitrag regenerativer Energien (außer Wasserkraft und Biomasse) zur Deckung des heimischen Energiebedarfs noch gering ist und dass Maßnahmen des rationellen Energieeinsatzes sowie der Energieeinsparung noch nicht im wünschenswerten Umfang Platz gegriffen haben, hat u. a. auch mit den niedrigen, zum Teil real gesunkenen Energiepreisen zu tun. Hierzu muss angemerkt werden, dass vor allem die 90er Jahre geprägt waren von niedrigen Ölpreisen, dem Leitenergiepreis der Energiewirtschaft, woran auch der wahrscheinlich exogen bewirkte Preisanstieg für Erdölprodukte zur Jahreswende 2000/2001 kaum etwas geändert hat. Wer mittelfristig eine größere Nutzung von Potenzialen zur Umweltentlastung will – insbesondere Dämpfung der Energienachfrage bei höherem Einsatz erneuerbarer Energieträger – muss die Energiepreiserwartungen in Richtung auf eine steigende Tendenz verstärken. Hierzu gehört insbesondere eine in konstanten Schritten erfolgende Anhebung der Energiepreise, die den Konsumenten planerische Möglichkeiten bietet und konstante Kapitaleinsätze für die Entwicklung einer nachhaltigeren Energieversorgungsstruktur frei werden lässt.

Die Wirtschaftlichkeit der derzeit diskutierten Systeme zur Nutzung erneuerbarer Energien hängt entscheidend vom Preisniveau konkurrierender Energieträger ab. Das allgemein niedrige Preisniveau für konventionelle Energieträger infolge zu geringer Berücksichtigung externer Kosten ist ein wesentliches Hemmnis zur Ausschöpfung der technischen Potenziale. Unsichere Energiepreiserwartungen erschwe-

ren sichere Renditeabschätzungen für Techniken an der Wirtschaftlichkeitsschwelle. Durch kontraproduktive Subventionen bzw. ineffiziente Fördersysteme wird das Preisgefüge zusätzlich verzerrt.

Für einen Wirtschaftlichkeitsvergleich erneuerbarer Energieerzeugungsformen lassen sich im Wesentlichen drei Gruppen unterscheiden:

- Marktnahe, technisch gut entwickelte und bereits eingesetzte Technologien, die den weitaus größten Anteil des Zuwachses bis 2010 erbringen: Wasserkraft, Windenergie, Biomasse (Wärmebereitstellung), solarthermische Kollektoren, Wärmepumpen.
- Technologien mit bisher noch geringem Breiteneinsatz oder aber hauptsächlichem Demonstrationsstatus, die bei entsprechender Marktausweitung relativ rasch technische und/oder kostenseitige Verbesserungen versprechen: Biogastechnik, Biomasse-Verstromungstechnologien (z. B. Kraft-Wärme-Kopplung), Energiepflanzenutzung und Geothermie; Biodiesel, Wasserstoff- und Elektro-Automotoren.
- Photovoltaik als derzeit noch teure, jedoch in vielfältiger Form bereits erprobte und eingesetzte Langfristoption.

### 15.2.2 Beitrag des rationellen Energieeinsatzes und der Energieeinsparung zur Erreichung der Umweltziele

Bei der Strategie rationeller Energienutzung kommt der **Kraft-Wärme-Kopplung** (KWK) besondere Bedeutung zu. Durch die simultane Gewinnung von nutzbarer Wärme und elektrischer Arbeit kommt es in der Regel zu einer höheren Ausnutzung der eingesetzten Energieträger als bei der getrennten Erzeugung von Strom in Kondensationskraftwerken und Wärme in Heizungsanlagen. Eine positive Beurteilung gilt aber grundsätzlich für Blockheizkraftwerke und Nahwärmeversorgung. Die Nutzungsbereitschaft der Kraft-Wärme-Kopplung hat infolge der Strommarktliberalisierung in Österreich stark nachgelassen. Dies betrifft vor allem industrielle KWK-Anlagen. Obwohl Fernwärme aus KWK-Anlagen in den vergangenen Jahren absolut Marktanteile gewinnen konnte, stehen einem forcierten Fernwärmeausbau vor allem in den Ballungsgebieten die ausgebauten Gasnetze entgegen.

Zusätzliche (wärmegeführte) KWK-Anlagen werden daher in kleineren Leistungsklassen in jenen Regionen sinnvoll ausgebaut werden können, wo es im Vorfeld zu einer Abstimmung mit dem Ausbau des Gasversorgungsnetzes gekommen ist. Vor dem Hintergrund der Klimaschutzziele, dem hierbei bedeutenden Bereich der Senkung bzw. umweltfreundlicheren Bereitstellung von Niedertemperaturwärme, wären neben einer konstanten Erhöhung der fossilen Energiepreise auch energiebezogene raumplanerische Maßnahmen erforderlich.

Das mengenmäßig bedeutendste Einsparpotenzial liegt bei der **Beheizung des Altbaubestandes**. Seine Aktivierung scheitert allerdings bislang daran, dass ein entsprechendes Interesse der Akteure auf dem Grundstücks- und Wohnungsmarkt an Investitionen in Gebäudeisolierung und Heizanlagen sich nur bei angemessenen Energiepreisen einstellen wird. Die öffentlichen Fördersysteme der Länder zur Altbausanierung sind zudem bundesuneinheitlich, wie auch zumeist nicht auf die Erzielung des technisch erforderlichen niedrigsten Energieverbrauches abgezielt (vgl. auch Kap. 15.3.3).

### 15.3 Entwicklung von Bestimmungsgrößen zum Energiekonsum in Österreich

Seit 1995 hat sich das Bruttoinlandsprodukt um mehr als 8 % erhöht. Die energieintensive Stahlproduktion (vgl. Kap. 11.2.4) wuchs 1999 gegenüber 1995 um wenig mehr als 2 %. Der Bestand an Kraftfahrzeugen nahm gegenüber 1995 um mehr als 11 % zu (vgl. Kap. 10.2 und 10.3). In nachfolgender Graphik wurden die absoluten Werte des Jahres 1999 auf die des Jahres 1995 bezogen. Hieraus lassen sich für wichtige Bereiche Vergleichswerte ermitteln, die für die Energienachfrage bedeutsam sind. Hieraus ergibt sich, dass der Verkehrssektor und die Entwicklung des Wohnungsbestandes kurz- und mittelfristig die Inlandsnachfrage bestimmen.

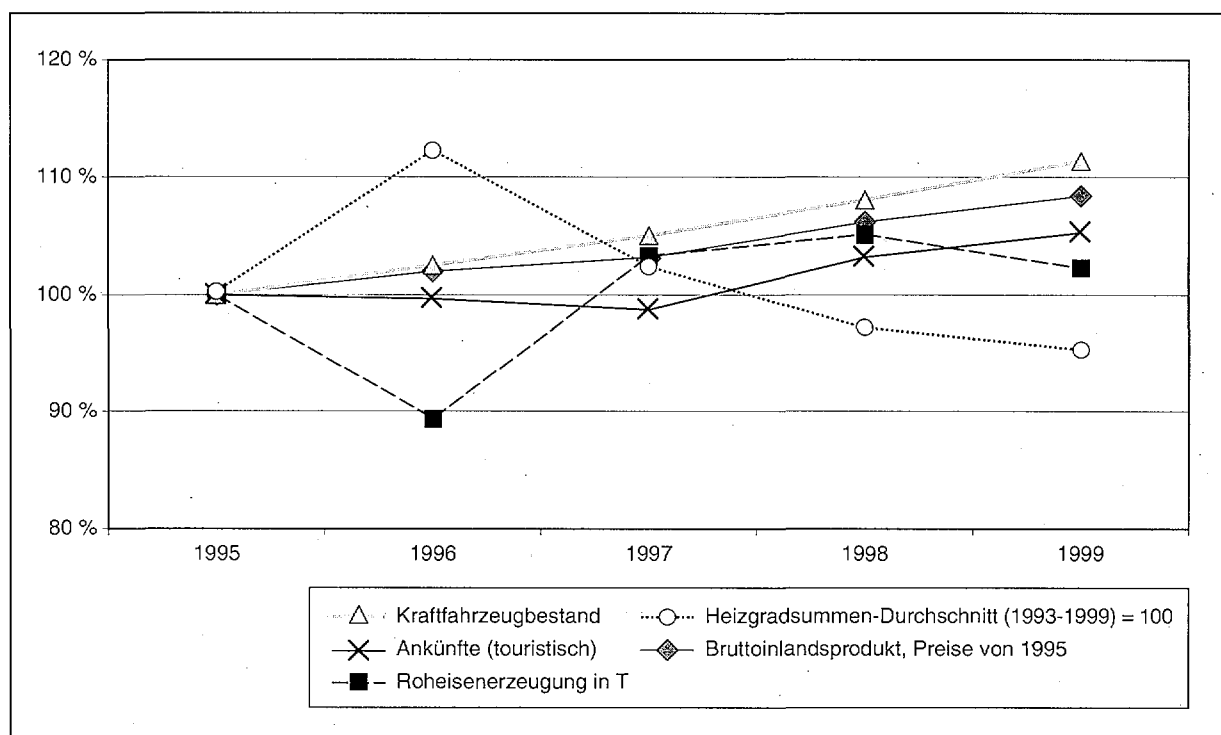


Abb. 1: Bestimmungsgrößen des Energieverbrauchs 1995-1999.

Bedeutsam für die Entwicklung der österreichischen Energienachfrage ist die Entwicklung der Wohnflächen, da der Raumwärmebedarf mehr als 30 % der Endenergienachfrage bestimmt. Die Angabe der Entwicklung der Heizgradtage zeigt, dass aufgrund der Außentemperaturverhältnisse pro Wohnung ein geringerer Raumwärmebedarf bestand. Die in weiterer Folge dargestellten Einsätze für die Raumwärmebereitstellung haben dies zu berücksichtigen.

Wohnungen mit Größen unter 60 m<sup>2</sup> nahmen im Betrachtungszeitraum 1995-1999 absolut ab, Wohnungen mit mehr als 90 m<sup>2</sup> Größe um 12 % gegenüber 1994 zu und gleichzeitig nahm der Bestand von Wohnungen von 1995 bis 1999 um mehr als 5 % zu (vgl. Abb. 2.)

Der energetische Bruttoinlandsverbrauch nahm 1999 gegenüber 1995 um fast 10 % zu, der energetische Endverbrauch stieg im gleichen Ausmaß an.

Der Konjunkturverlauf ist nur einer der bestimmenden Faktoren des Energieverbrauchs der österreichischen Volkswirtschaft.

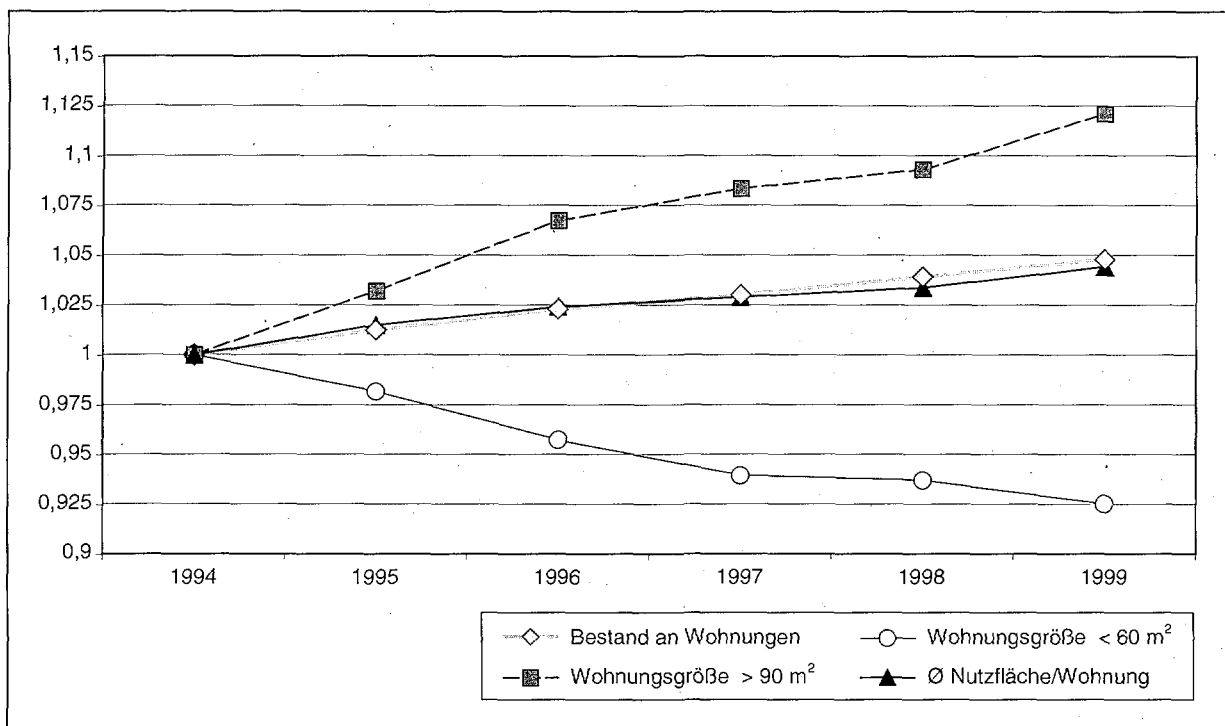


Abb. 2: Indexierte Kennwerte mit Bezug zur Raumwärmenachfrage 1994-1999.

Die Wetterbedingungen trugen nicht zur Steigerung des Energiebedarfs bei, weil der temperaturbedingte Bedarf für Heizzwecke leicht sank (vgl. Abb. 1): Heizgradtage (HGT) 1998: 3.309, 1999: 3.244, mehrjähriger Durchschnitt (1994-1999): 3.404.

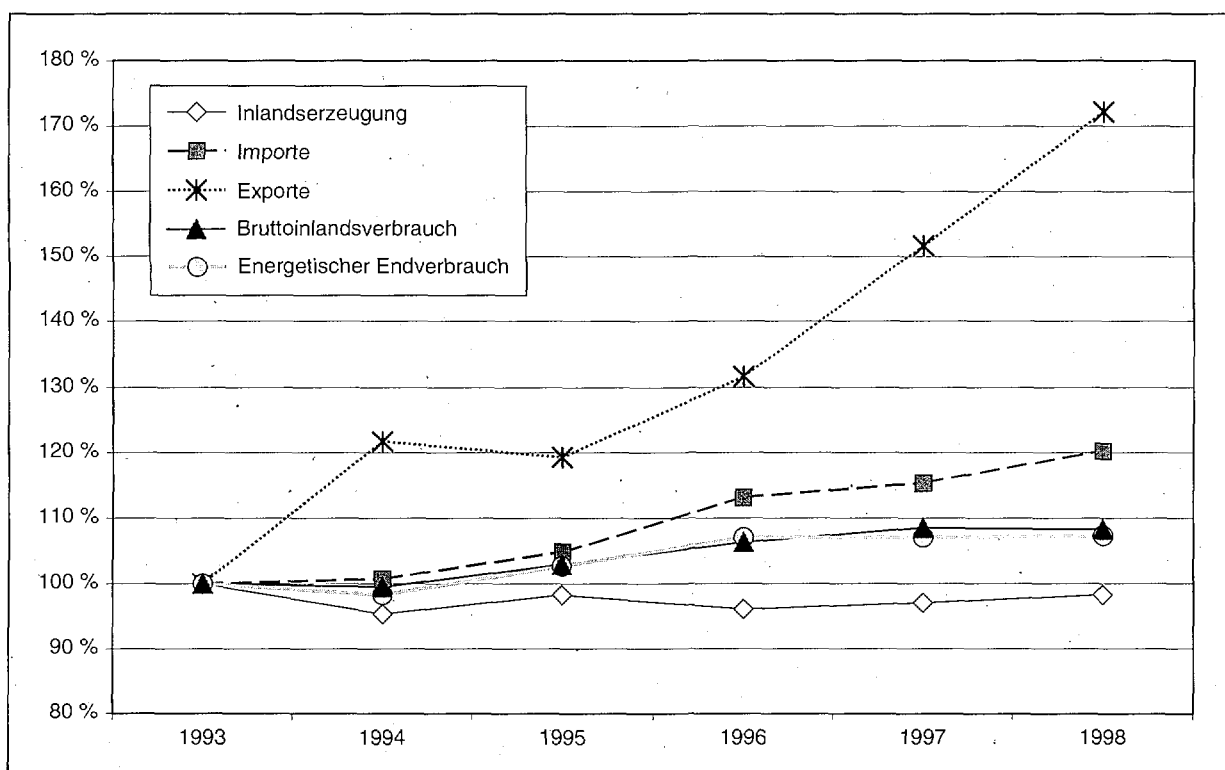


Abb. 3: Entwicklung des Energieverbrauchs in Österreich.

Auf der Ebene der **Energieträgerbereitstellung** sind folgende Trends festzustellen:

- Die inländische Förderung von Energieträgern, wie Öl und Gas aber auch Wasserkraft ist gegenüber 1993 eher konstant geblieben. Demgegenüber hat sich der Inlandsbedarf, ausgedrückt als Bruttoinlandsverbrauch um fast 10 % erhöht. Im gleichen Ausmaß erhöhte sich der Bedarf an Endenergieträgern (energetischer Endverbrauch). Als bedeutend ist der Anstieg bei den Exporten hervorzuheben, wobei vor allem die Elektrizitätsexporte hierbei einen dominierenden Anteil haben (vgl. Abb. 3).
- Die Deckung der Inlandsnachfrage nach Energieträgern hat sich zwischen 1993 und 1999 stetig verändert. So haben vor allem Fernwärme und Erdgas hohe Zuwachsraten zu verzeichnen gehabt (vgl. Abb. 4).
- Erwartungsgemäß hat sich der Kohleverbrauch weiter reduziert. Hervorhebenswert ist jedoch die Stagnation bzw. der Rückgang des Einsatzes erneuerbarer Energieträger am energetischen Endverbrauch. Dies bedeutet, dass erneuerbare Energieträger – wie z. B. Brennholz – Marktanteile verlieren. Teilweise kompensiert wird dieser Trend durch die zunehmende Erzeugung von Endenergieträgern wie Fernwärme bzw. Elektrizität aus erneuerbaren Energieträgern.

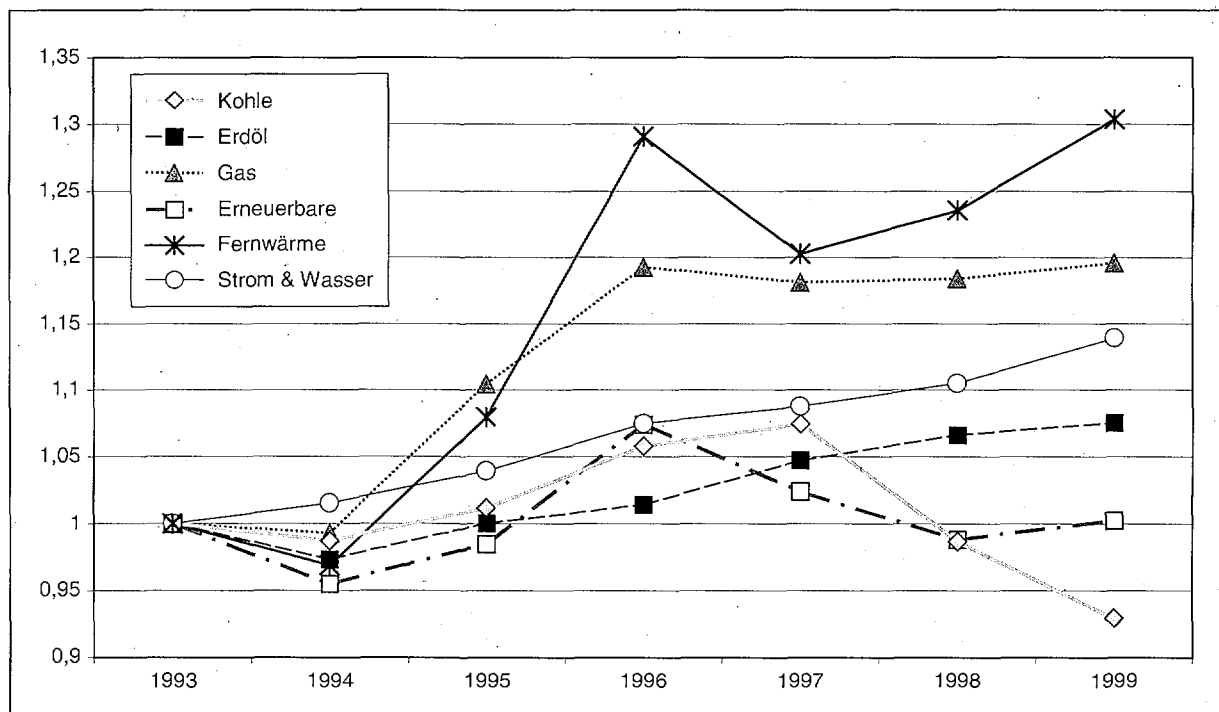


Abb. 4: Energetischer Endverbrauch nach Energieträgern 1993-1999.

### 15.3.1 Einsatz erneuerbarer Energieträger nach Sektoren

Zur Bestimmung, inwieweit sich die österreichische Energieversorgungsstruktur den Zielvorstellungen des Konzeptes der Nachhaltigkeit annähert, kommt dem Verlauf des Einsatzes erneuerbarer Energieträger große Bedeutung zu. Abbildung 5 zeigt, dass der Einsatz erneuerbarer Energieträger insgesamt stagniert, wobei bei dieser Art der Betrachtung aus erneuerbaren Energieträgern abgeleitete Endenergieträger (Fern- und Nahwärme sowie Elektrizität) nicht berücksichtigt sind. Sektorale betrachtet haben erneuerbare Energieträger vorwiegend im Bereich der Haushalte zwischen 1996 und 1999 abgenommen (vgl. Abb. 5).



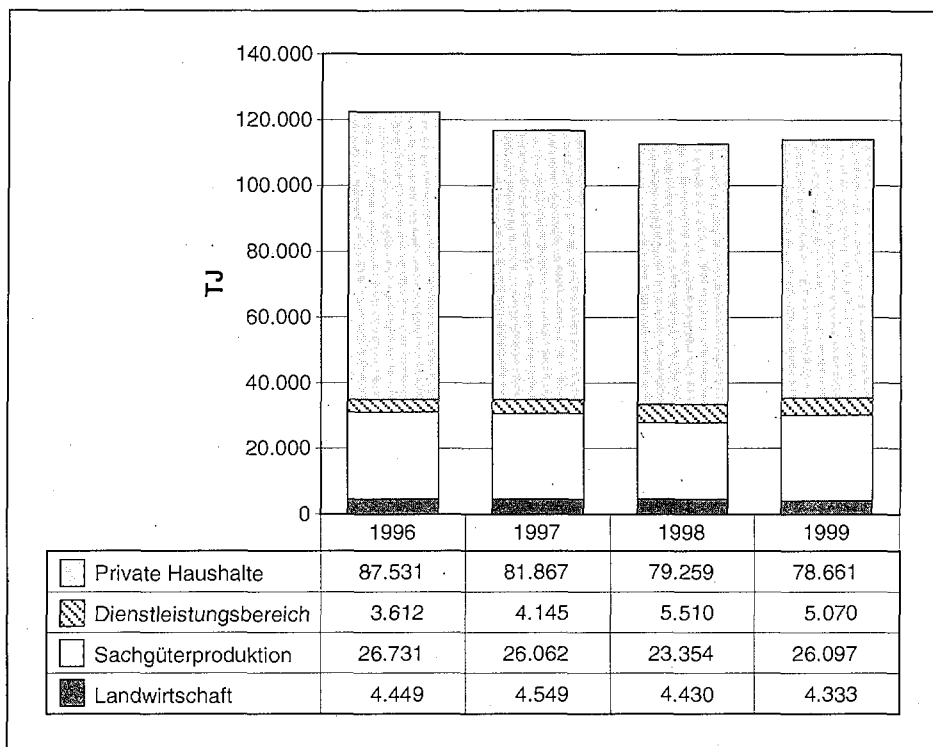


Abb. 5:  
Endenergieverbrauch  
erneuerbarer  
Energieträger  
1996-1999.

### 15.3.2 Bestimmende Bereiche der Energienachfrage: Raumwärme und Mobilität

Der Bereich der Haushalte nahm 1999 37,9 % des energetischen Endverbrauchs in Anspruch. Laut Nutzenergie-Analyse 1998 werden davon 66,6 % für Raumheizung aufgewendet. Rund 25 % des gesamtwirtschaftlichen Endverbrauchs dienen also dem Zweck der Beheizung der Privatwohnungen. Der witterungsbedingte Rückgang wurde durch die Zunahme der Wohnbevölkerung und der Anzahl der Wohnungen (mit steigender Durchschnitts-Nutzfläche, vgl. Abb. 2) konterkariert.

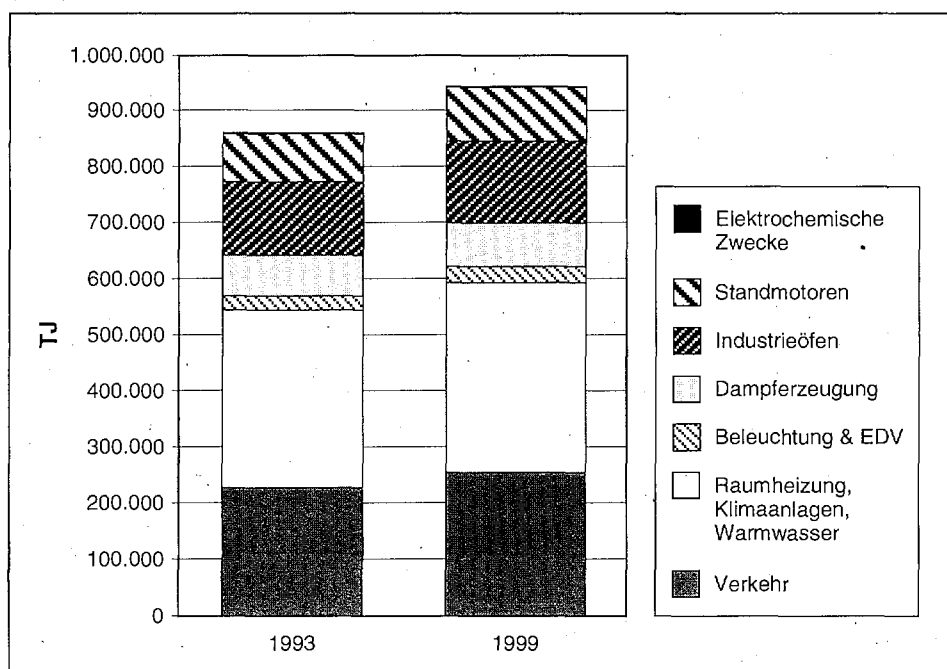


Abb. 6:  
Vergleich der  
Analysen zur  
Nutzenergienachfrage  
(Quelle: ÖSTAT).

Der Bestand an Kraftfahrzeugen insgesamt hat von 1998 auf 1999 um 3,0 % zugenommen, gegenüber 1981 um mehr als 50 %. Der Bestand an benzinbetriebenen Pkw und Kombi sank dabei um 0,8 %, was durch den Anstieg der dieselbetriebenen Pkw und Kombi um 11,9 % mehr als kompensiert wurde (vgl. Abb. 7; vgl. auch Kap. 10.2 und 10.3).

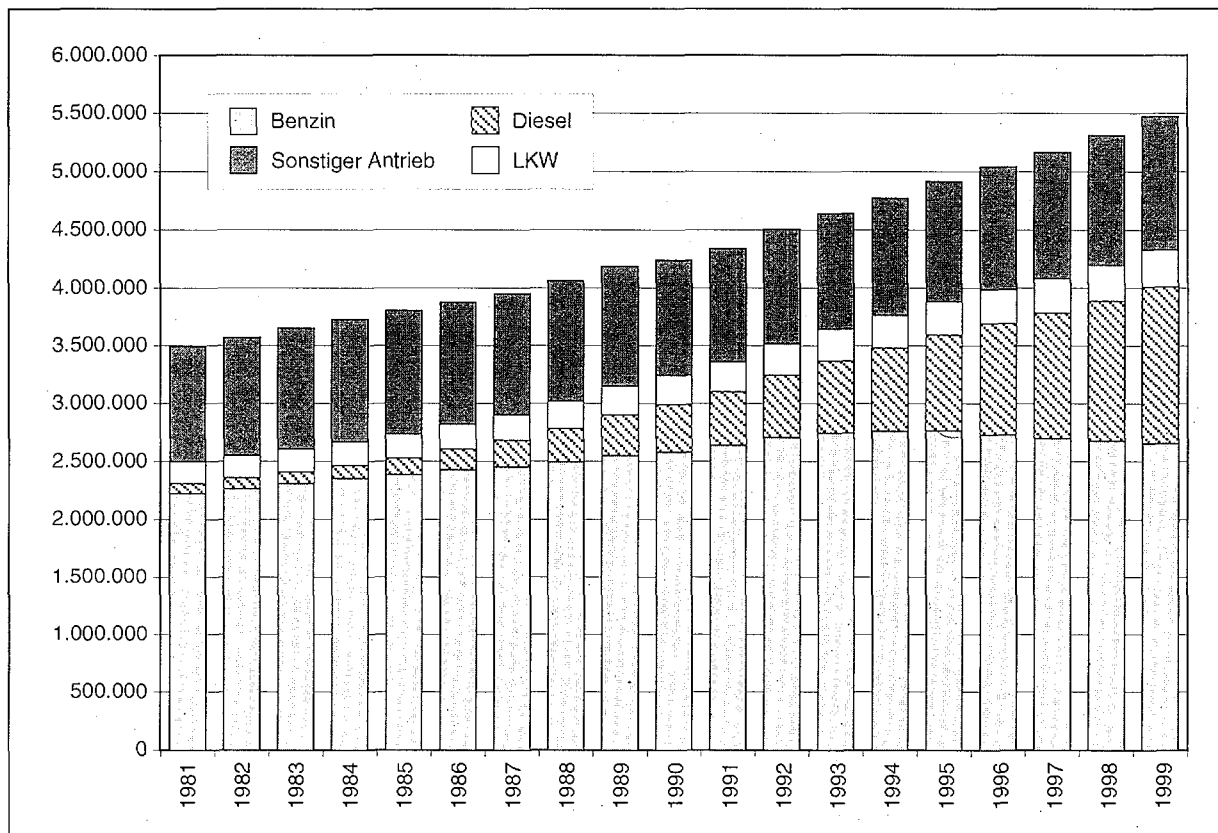


Abb. 7: Entwicklung des Fahrzeugbestandes 1981-1999.

Diese Entwicklung spiegelt sich im Treibstoffeinsatz wider: Rückgang beim Benzinverbrauch, erwartungsgemäßer Anstieg bei Diesel. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse sind u. a. Entwicklungen beim Tourismus und beim Güterverkehr zu berücksichtigen. Auch der Tanktourismus in grenznahen Gebieten stellt einen statistischen Unsicherheitsfaktor dar.

### 15.3.3 Raumwärmenachfrage

Die Raumwärmenachfrage wird hauptsächlich durch die Entwicklung des Wohnungsbestandes und dessen thermischer Qualität bestimmt. Hierbei sind zwei Bereiche von großer Bedeutung:

- Thermische Qualität im Neubau,
- Sanierungsraten im Altbaubestand.

#### Eckdaten zur Gesamtstruktur des Wohnbaufördersystems

Der österreichische Wohnbau ist maßgeblich durch das öffentliche Fördersystem bestimmt.

Die Förderaktivitäten stellen einen Eckpfeiler der österreichischen Wohnungspolitik dar: In den Jahren 1945 bis 1991 wurden rund 60 % aller neu errichteten Wohnungen mit Hilfe öffentlicher Mittel finanziert, und im Zuge des Wohnbaubooms bis Ende der 90er Jahre stieg dieser Anteil sogar auf etwa 75 % an.

Der hohe Stellenwert der Wohnbauförderung lässt sich auch an dem für sie eingesetzten Mittelvolumen abschätzen. Im Durchschnitt der Jahre 1992 bis 1996 waren es jährlich etwa 39,8 Milliarden Schilling, was 1,7 % des Brutto-Inlandsproduktes entspricht.

Bei der Aufbringung dieses Betrages spielt der Bund mit einem Anteil von 70 % die gewichtigste Rolle. Schon am zweiten Rang dahinter folgt jedoch mit 19 % die Selbstfinanzierung des Fördersystems durch „interne“ Mittel in der Gestalt von Rückflüssen aus früher vergebenen Förderdarlehen. Der Rest entfällt auf die Landesbudgets (9 %) und die Gemeinden (2 %).

Tab. 1: Mittelaufbringung für das Wohnbauförderungssystem.

Mittelaufbringung	Fördertyp	Art der Mittel	in Mio. ATS	Anteil
Bund	indirekt	budgetwirksame Ausgaben und Einnahmenverzichte	4.400	11 %
	direkt	Budgetmittel	23.420	59 %
Länder	direkt	Budgetmittel	3.460	9 %
Rückflüsse	direkt	Tilgungen, Zinsen, Erträge aus Veranlagungen, Verkaufserlöse	7.760	19 %
Gemeinden	indirekt	Grundsteuerbefreiung (Einnahmensverzicht)	600	2 %
	direkt	Budgetmittel (saldiert)	160	0 %
<b>Insgesamt</b>			<b>39.800</b>	<b>100 %</b>

Die heute errichteten Energiesparhäuser verbrauchen nur noch  $\frac{1}{4}$  der Heizwärme, verglichen mit Häusern, die vor 30 oder 40 Jahren errichtet wurden.

Wärmeschutzbestimmungen finden sich in den Bauordnungen (bzw. in Verordnungen auf Basis der bau-gesetzlichen Bestimmungen) und in den Wohnbauförderungsrichtlinien der Bundesländer. Während Bauordnungen/Verordnungen u. a. energierelevante Vorschriften enthalten, die bei allen Neubauten zwingend einzuhalten sind, greifen die Bestimmungen der Wohnbauförderung (WBF) bei der Errichtung und Sanierung geförderter Wohnbauten. Über die WBF wird nicht nur der Wärmeschutz, sondern häufig auch die Wahl des Energieträgers bzw. des Heizungs- und Warmwassersystems und zunehmend auch der Baumaterialien bzw. anderer klimaschutzrelevanter Maßnahmen beeinflusst.

#### 15.3.4 Die wärmetechnischen Bestimmungen für den Wohnbau in Österreich

Nach 15-jähriger Pause ist im Jahr 1995 die Art. 15a B-VG-Vereinbarung „über die Einsparung von Energie“ zwischen Bund und Bundesländern in Kraft getreten. Da dieser Staatsvertrag im Art. 3 (1) neue Mindestvoraussetzungen an den Wärmeschutz von Gebäudeteilen enthielt, mussten die Bundesländer innerhalb von drei Jahren nach In-Kraft-Treten dieser Vereinbarung ihre bauteilbezogenen Bestimmungen novellieren. Darüber hinaus ebnete die Art. 15a-Vereinbarung im Art. 3 (4) auch den Weg in Richtung der Einführung von Energiekennzahlen: „Anstelle dieser Mindestvoraussetzungen kann der Nachweis vorgesehen werden, dass durch andere Maßnahmen sichergestellt ist, dass ein Gebäude oder Gebäudeteil höchstens jene Transmissionswärmeverluste durch die Gebäudehülle oder höchstens jenen Heizwärmebedarf aufweist, der bei Einhaltung der in Abs. 1 festgelegten Anforderungen gegeben wäre. Der Nachweis hat durch festgelegte Verfahren gemäß dem Stand der Technik zu erfolgen, wobei zur Begrenzung des Energieverbrauchs maximal zulässige thermische Kennwerte bzw. energetische Kennzahlen diesem Verfahren zugrunde gelegt werden können.“

Die EU forderte mit ihrer SAVE-Richtlinie 93/76/EWG die Mitgliedstaaten auf, Energieausweise, in denen die energiebezogenen Merkmale eines Gebäudes (Energiekennzahlen etc.) festgehalten sind, vorzusehen.

Durch den Abschluss der Art. 15a-Vereinbarung und durch die SAVE-Richtlinie wurde den für das Bau-recht und die Wohnbauförderung zuständigen Bundesländern die grundsätzliche Zielrichtung ihrer No-vellierungstätigkeit vorgegeben:

- Verschärfung des k-Wert-Ensembles für Einzelbauteile (Wärmedurchgangskoeffizienten),
- Einführung von – das Gebäude als Ganzes beurteilenden – Energiekennzahlen,
- Einführung von Energieausweisen für Gebäude.

Tab. 2: k-Wert-Obergrenzen ( $W/m^2K$ ) laut baugesetzlichen Bestimmungen der Bundesländer.

Stand: 2/2000 gültig seit/ab	B	K	NÖ	OÖ	S	St	T	V	W
	1998	1997	1996	1995	1991	1997	1998	1996	1993
Außenwand	0,45	0,40	0,40	0,50	0,47- 0,56	0,50 <sup>1</sup> und 0,40 <sup>2</sup>	0,35	0,35	0,50
Wände gegen unbeheizte Gebäudeteile u. Feuermauern	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70- 0,83	0,70	0,50	0,50	
Wände gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	1,20	1,60	1,60	1,60	1,56	1,60	0,90	1,60	0,90
Decken gegen Außenluft, Dachböden, Durchfahrten	0,25	0,25	0,22	0,25	0,26- 0,30	0,20	0,20	0,25	0,20
Decken gegen unbeheizte Gebäudeteile	0,40	0,40	0,40	0,45	0,37- 0,43	0,40	0,40	0,40	0,40
Decken gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	0,90	0,90	0,90	0,90	1,03	0,90	0,70	0,90	0,90
Fenster	1,70	1,80	1,80	1,90	2,50	1,90	1,70	1,80	1,90
Außentüren	1,70	1,80	1,80	1,90	2,50	1,70/1,90 (Glastür)	1,70	1,90	1,70
Erdberührte Wände	0,40	0,50	0,50	0,50	0,55- 0,67	0,50	0,40	0,50	0,50
Erdberührte Fußböden	0,40	0,50	0,50	0,50	0,39- 0,47	0,50	0,40	0,50	0,40

<sup>1</sup> Mehrfamilienhaus

<sup>2</sup> Ein- u. Zweifamilienhaus

### Förderungsmodalitäten für den Neubau

Pro Jahr werden in Österreich etwa ATS 27,8 Mrd. Gesamtförderung für diesen Zweck bereitgestellt. Für den Bereich energiesparendes Bauen, d. h. für die Förderung von zusätzlicher Wärmedämmung, Biomassenutzung bei Heizanlagen, Solaranlagen usw., werden etwa ATS 1,7 Mrd. ausbezahlt, das sind, bezogen auf die Gesamtförderung Neubau, etwa 6 %.

In *Vorarlberg* werden für zusätzliche Dämmmaßnahmen eines Einfamilienhauses etwa ATS 80.000 aufgewendet. Eine Umfrage für die österr. Wohnbauforschung ergab, dass in *Vorarlberg* sich im Neu-bau der Standard des Energiesparhauses durchgesetzt hat, dort wurden in den Jahren 1989 bis 1997 etwa 3.700 Energiesparhäuser errichtet und auch gefördert. In *Salzburg* wurden von 1993 bis 1997 et-wa 2.200 und in *Oberösterreich* von 1993 bis 1996 etwa 12.000 Häuser gebaut. Die östlichen Bun-desländer und Wien fallen etwas hinter dieser Entwicklung zurück. So weist *Vorarlberg* die höchste Dichte an geförderten Energiesparhäusern auf, 6,1 % des gesamten Wohnhausbestandes entspre-chen diesem Standard. In *Wien* beträgt dieser Wert dagegen lediglich 0,2 %.

Tab. 3: Bundesländervergleich von geförderten Energiesparhäusern.

Bundesland	Wohngebäude Bestand Ende 1996	Geförderte Energiesparhäuser	Zeitraum	Anteil der geförderten Energiesparhäuser am Bestand in %
Vorarlberg	60.745	3.682	1989 bis Ende 1997	6,1
Tirol	96.488	350	Okt. 1996 bis Ende 1997	0,4
Salzburg	75.414	2.200	Nov. 1993 bis Mitte 1997	2,9
Oberösterreich	224.137	12.000	1993 bis Ende 1996	5,4
Niederösterreich	395.199	–	–	0,0
Kärnten	107.084	–	–	0,0
Steiermark	205.740	441	1995 bis Ende 1996	0,2
Burgenland	81.405	–	–	0,0
Wien	115.930	230	1995 bis Ende 1997	0,2
<b>Österreich</b>	<b>1.465.148</b>	<b>18.903</b>	–	<b>1,3</b>

Quelle: ÖSTAT Häuser- und Wohnungszählung von 1991 und Hochrechnungsdaten bis Ende 1996, Angaben der diversen Wohnbauförderungsabteilungen bzw. Energieinstitute.

### 15.3.5 Altbausanierung

Vorrangige Aufgabe der Altbausanierung hat die energetische Sanierung des Wohnhausbestandes. Diese muss intensivst vorangetrieben werden, da der Großteil der bestehenden Wohngebäude energetisch sehr schlecht gebaut ist und nur auf diesem Gebiet der absolute Energieverbrauch verringert werden kann. Hier bieten sich zahlreiche Möglichkeiten und es sollte – ähnlich wie beim Neubau, wo Bauvorschriften und Förderungen für energiesparende Investitionen vorhanden sind – bei der Wohnhaus-sanierung stärker als bisher auf energetische Verbesserungen Wert gelegt werden. Dafür werden zwar große finanzielle Aufwendungen und Förderungen nötig sein, durch die eingesetzten Investitionen kann jedoch ein bedeutendes Beschäftigungs- und Innovationspotenzial ausgelöst werden. Für diesen Bereich werden pro Jahr etwa ATS 7,2 Mrd. aufgewendet. Es zeigt sich aber, dass es nicht immer ganz einfach ist, den energetisch wirksamen Anteil zu bestimmen. Für Salzburg lässt sich z. B. ein energetischer Anteil von 30 % feststellen. Förderungen, Energieausweise und Ähnliches in Bezug auf energetische Sanierungen zu erlassen, wird eine wesentliche Aufgabe der Zukunft sein.

## 15.4 Entwicklung des Einsatzes erneuerbarer Energieträger zur Stromerzeugung in Österreich

### 15.4.1 Kleinwasserkraftwerke

#### 15.4.1.1 Bedeutung der Kleinwasserkraft in der österreichischen Stromaufbringung

- (1) Offiziell sind in Österreich 1.718 Kleinwasserkraftwerke mit einer Leistung von 802 MW und einem Regelarbeitsvermögen von 3.879 GWh/a erfasst.
- (2) Nicht enthalten sind in diesen Zahlen die in Summe bedeutenden kleinen Wasserkraftwerke (Nennleistung < 200 kW).
- (3) Weiters wird angenommen, dass rund 10 % der Kapazität der Kleinwasserkraftwerke statistisch nicht erfasst sind.

Im Jahr 1998 betrug die Engpassleistung der Kleinkraftwerke (< 10 MW Engpassleistung, 50 Hz-Kraftwerke) der Elektrizitätsversorgungsunternehmen in Österreich insgesamt 689 MW mit einem Regelarbeitsvermögen von 3.092,8 GWh. Nicht enthalten sind hier jedoch die Unternehmen mit eigenen Kraftwerksanlagen bzw. private Elektrizitätsversorger, also jene Kleinwasserkraftwerke, die nicht in öffentlicher Hand sind.

Eine umfassende Abschätzung wurde von *Pelikan* zu den in Österreich betriebenen Kleinwasserkraftwerken < 5MW, durchgeführt. Die Anzahl wird hier mit 4.000-5.000 Anlagen geschätzt, die Engpassleistung mit 650 MW und das Arbeitsvermögen mit 3.250 GWh. Die Schätzungen basieren auf Angaben der Turbinenhersteller und der Fortschreibung von Detailuntersuchungen bestimmter Flüsse.

Hochgerechnet gibt es in Österreich 4.060 Kleinwasserkraftwerke < 10 MW mit einer Leistung von 866 MW und einem Arbeitsvermögen von 4.132 GWh.

Die folgende Tabelle 4 zeigt die Bedeutung der Kleinwasserkraft in Österreich.

Tab. 4 : Bedeutung der Kleinwasserkraft in Österreich.

	GWh	% Kleinwasserkraft (4.132 GWh)
Gesamte Stromerzeugung 1998	57.436,90	7,20 %
Stromerzeugung aus Wasserkraft 1998	38.715,60	10,70 %
Stromverbrauch gesamt (inkl. Pumpstrom, Eigenverbrauch und Verluste)	57.273,80	7,20 %
Gehandelter Strom	42.439	9,70 %

Kleinwasserkraft umfasst also einen Anteil von 7,2 % der gesamten Stromerzeugung und 10,7 % der gesamten Wasserkrafterzeugung. Vom gesamten Stromverbrauch werden 7,2 % mittels Kleinwasserkraft gedeckt. Der in Österreich gehandelte Strom, für den die 8 %-Quote für Strom aus Kleinwasserkraft (Zertifikatssystem) gilt, die mit dem neuen Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz EIWOG (Novelle 2000) verpflichtend für die Stromhändler vorgesehen wurde, betrug im Jahr 1998 42.439 GWh (Strom aus Elektrizitätsversorgungsunternehmen und Einspeisung der Unternehmen mit Eigenanlagen, ohne Eigenbedarf, ohne Verbrauch für Pumpspeicher, ohne Verluste), 8 % davon sind 3.395 GWh und damit weniger als zur Zeit insgesamt bereitgestellt wird (4.132 GWh). Ob bzw. inwieweit die Bestimmungen im EIWOG zu einer vermehrten Wasserkraftnutzung beitragen, wird also wesentlich von den Ausführungsbestimmungen der Länder abhängen.

#### 15.4.1.2 Struktur der Kleinwasserkraftwerke

##### Speicher-/Laufkraftwerke

Die überwiegende Mehrheit der Kleinwasserkraftwerke sind Laufkraftwerke, lediglich 2,5 % zählen zu den Speicherkraftwerken.

##### Eigentümerstruktur

61 % der Kleinwasserkraftwerke < 5 MW bzw. 33 % der Leistung sind im Privatbesitz und dienen der Eigenversorgung. 29 % oder 43 % der Leistung gehören kleinen, privaten und lokalen Energieversorgungsunternehmen und 9 % sind im Besitz großer Energieversorgungsunternehmen.

##### Regionale Verteilung

70 % der Kleinwasserkraftwerke befinden sich in Nieder- und Oberösterreich, Tirol und der Steiermark.

##### Anlagengröße

69 % der Kleinwasserkraftwerke < 5MW sind kleiner als 250 kW und 90 % sind kleiner als 1 MW. Die Leistung eines durchschnittlichen Kleinwasserkraftwerkes liegt bei 100-300 kW.

##### Ökonomie

Abhängig von verschiedenen Rahmenbedingungen liegen die Amortisationszeiten von Kleinwasserkraftwerken zwischen 10 und 30 Jahren.

Potenziale der Kleinwasserkraftnutzung.

Das ausbauwürdige Potenzial der Kleinwasserkraft wird in Höhe von 40 % abgeschätzt, wobei davon unter Beachtung der weitreichenden Möglichkeiten ökologischer Anpassung und Behutsamkeit lediglich 60 % als vertretbar angesehen werden.

Das Potenzial der Kleinwasserkraftwerke < 5 MW liegt daher in Österreich bei 1.140 MW mit einem Arbeitsvermögen von 5.750 GWh/a.

Neben dem Ausbau der Kleinwasserkraft kann auch die Renovierung und Revitalisierung bestehender Objekte wesentlich zu einer vermehrten Stromproduktion aus Kleinwasserkraft beitragen. Rund 50 % der bestehenden Kleinwasserkraftwerke sind älter als 30 Jahre, bei Renovierung kann von einer Ertragssteigerung in Höhe 10 % bis 30 % ausgegangen werden.

### 15.4.2 Windkraft und Photovoltaik in Österreich

Windkraft und Photovoltaik haben in den letzten Jahren bedeutende Zuwächse zu verzeichnen gehabt. Einer der Hauptgründe hierfür liegt vor allem in den Förderungsbestimmungen, insbesondere den Einspeisebedingungen. Der Anteil an Windkraft ist im Vergleich zwischen den Bundesländern sehr unterschiedlich ausgeprägt, je nach Windhöffigkeit des Bundeslandes.

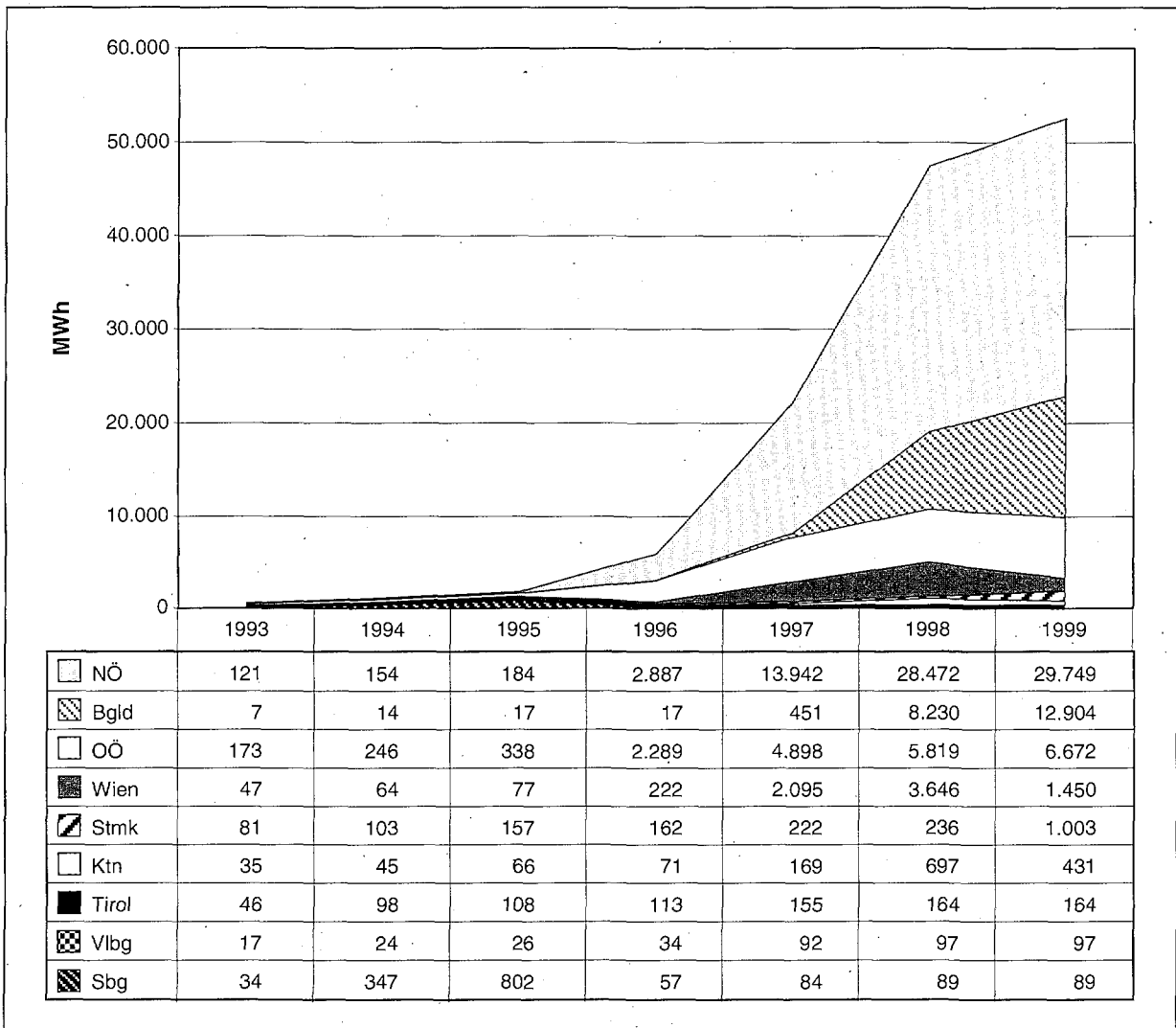


Abb. 8: Elektrische Energie aus Windkraft und Photovoltaik 1993-1999 nach Bundesländern.

### 15.4.3 Biogasnutzung in Österreich

Biogas entsteht als Stoffwechselprodukt von Methangasbakterien beim Abbau organischer Stoffe im feuchten Milieu, unter Luftabschluss und bei möglichst gleichmäßiger Temperatur, die bei den meisten Anlagen zwischen 25 und 35 °C (mesophile Stufe) liegt. Es enthält etwa 60-70 % brennbares Methan, der Rest sind Kohlendioxid und Spurengase wie Schwefelwasserstoff. Als Faustzahl gilt, dass bei der Vergärung von 1 m<sup>3</sup> Gülle etwa 1 m<sup>3</sup> Biogas mit einem Energiegehalt von 6,3 kWh pro Großvieheinheit und Tag und bei einer Verweilzeit von drei Wochen und 30 °C Temperatur anfällt. Neben den traditionellen Gärstoffen (Gülle, Mist,...) finden immer mehr andere organische Reststoffe wie zum Beispiel Frittierfett oder Grasschnittgut – sogenannte Cofermentationsstoffe – Verwendung. Ein wesentlicher Vorteil der Biogastechnologie gegenüber Festbrennstoffen ist darin zu sehen, dass es sich hervorragend als Treibstoff für Verbrennungsmotoren eignet. Dieser liefert in Verbindung mit einem Generator elektrischen Strom. Zusätzlich steht die Abwärme in einem für Heizzwecke günstigen Temperaturbereich zur Verfügung.

Drei verschiedene Verfahren zur Stromerzeugung kommen für Biogas in Frage:

1. Bedarfsorientierte Erzeugung. Hierbei wird versucht, möglichst viel Strom für den Eigenverbrauch zu erzeugen und möglichst wenig zu verkaufen.
2. Gleichmäßige Erzeugung. Hier läuft der Motor 24 Stunden am Tag. Es wird wenig Gas gespeichert.
3. Spitzenstromerzeugung. Durch die Speicherbarkeit des Biogases ist es relativ leicht möglich größere Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zu installieren.

In Österreich waren bis Ende 1999 mehr als 110 Biogasanlagen in Betrieb. Dies entspricht einer installierten elektrischen Leistung von weniger als 6 MW. Gemessen am österreichischen Viehbestand bedeutet dies, dass die technischen Potenziale für Biogasanlagen, vor allem im Bereich der Landwirtschaft, noch lange nicht ausgeschöpft sind, wenngleich eine Vielzahl von umweltrelevanten Vorteilen – zusätzlich zur dezentralen Bereitstellung von Strom und Wärme – für die Anwendung dieser Technik sprechen:

- **Verringerung der Geruchsintensität**  
Vor allem werden unangenehm und stechend riechende Stoffe abgebaut und in Biogas umgesetzt.
- **Verringerung der Ätzwirkung**  
Die Verringerung der Ätzwirkung und die Verbesserung der Verträglichkeit vergorener Gülle für Pflanzen und für Bodenlebewesen hat mehrere Ursachen. Einmal ist der Abbau nicht flüchtiger und ätzend wirkender organischer Säuren – erkennbar am steigenden pH-Wert – anzuführen. Außerdem werden Schleim- und Faserstoffe abgebaut, die bei der Rohgülle das Abfließen von den Pflanzen verhindern.
- **Verbesserung der Fließfähigkeit**  
Die Verbesserung der Fließfähigkeit und Homogenität ist ebenfalls eine unumstrittene positive Nebenwirkung. Sie lässt sich durch den Abbau der Trockenmasse erklären. Biogasgülle lässt sich leichter rühren und pumpen und gleichmäßiger verteilen. Außerdem dringt sie durch die wesentlich geringere Viskosität schneller und tiefer in den Boden ein, was zusätzlich geruchsmindernd wirkt und Stickstoffverluste durch Ausgasen von Ammoniak verringert.
- **Vermeidung von Nährstoffverlusten**  
Das Vermeiden von Nährstoffverlusten erklärt sich durch den unter Luftabschluss verlaufenden Gärprozess. Im Gegensatz zur offenen Lagerung von Gülle und Mist (Nährstoffverluste 20-40 %) treten keine Verluste von Pflanzennährstoffen durch Verdunstung von Ammoniak auf. Phosphor, Kali und Kalzium bleiben bei der Biogasanlage vollständig erhalten. Schwefel als Spurenelement benötigen die Pflanzen zur Eiweißbildung. Durch eine Zugabe von Luft in das Biogas fällt elementarer Schwefel an.
- **Verminderung der Methan- und Ammoniakbelastung**  
Die Verminderung der Methan- und Ammoniakbelastung der Luft durch das geschlossene Biogasverfahren ist eine wichtige Umweltschutzmaßnahme. Methan ist mit ca. 12 % am Treibhauseffekt beteiligt (vgl. auch Kap. 3).



- **Verringerung der Nitratauswaschung**

Die Verringerung von Nitratauswaschungen aus dem Boden in das Grundwasser oder in Oberflächengewässer ist ein indirekter Effekt der Biogastechnik. An sich ist Biogasgülle genauso auswaschungsgefährdet wie Rohgülle, wenn die Stoffe außerhalb der Vegetationszeit ausgebracht werden. Dadurch, dass Biogasgülle aber pflanzenverträglicher ist, kann sie als schnell wirkender Kopfdünger auf wachsende Pflanzenbestände ausgebracht werden und zwar auch bei trockener, warmer Witterung. Der Stickstoff wird größtenteils von den Pflanzen genutzt und nur zu einem geringen Teil nach unten verfrachtet.

- **Verringerung der Keimfähigkeit**

Die Verringerung der Keimfähigkeit von Unkrautsamen hängt vom Temperaturniveau und von der Verweilzeit ab. Durch die mesophile Faulung werden nur weichschalige Samen reduziert, nicht jedoch hartschalige. Im thermophilen Bereich verlieren alle Samen ihre Keimfähigkeit.

#### 15.4.4 Einspeisepreise für erneuerbare Energieträger in Österreich

Die Festsetzung von Einspeisepreisen gehört neben der Objektförderung zu jenen Maßnahmen, mit denen der weitere Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energieträger massiv gesteuert werden kann.

Mit dem 1998 erlassenen *Elektrizitätswirtschafts- und Organisationsgesetz* (EIWOG), BGBl. I Nr. 143/1998, wurde eine neue Rechtsgrundlage für die Festlegung der Einspeisetarife geschaffen. Im § 47 Abs. 3 des EIWOG wird die Kompetenz zur Verordnung von Einspeisetarifen an die Landeshauptmänner delegiert:

#### 15.4.5 Einspeisetarife für „Neue Erneuerbare“ in den Bundesländern (Stand: Dezember 2000)

Vor dem Hintergrund des neuen kompetenzrechtlichen Rahmens wurden seit Sommer 1999 neue Einspeiseverordnungen in Kraft gesetzt bzw. schon länger bestehende (Wien, Burgenland, Steiermark, Kärnten) novelliert.

- Burgenland: „*Burgenländische Einspeisepreisverordnung*“ vom 23.8.1999, LGBl.Nr. 49/1999.
- Kärnten: „*Kärntner Einspeise- und Zuschlagsverordnung*“ vom 14.4.2000, abgelöst durch die Verordnung vom 30.11.2000, Zl. 8W-En-34/28/2000, Amtsblatt zur Wiener Zeitung, 4.12.2000, Seite 27.
- Niederösterreich: Verordnung vom 11.8.1999, Zl. WST7-P-1.731/389, Amtsblatt zur Wiener Zeitung, 18.8.1999, Seite 18.
- Oberösterreich: „*Oberösterreichische Einspeiseverordnung*“, LGBl.Nr. 83/1999 i.d.F. LGBl.Nr. 82/2000 vom 20.10.2000.
- Salzburg: Verordnung von 19.9.2000.
- Steiermark: Verordnung vom 14.4.2000.
- Tirol: Verordnung vom 10.8.1999 Bote für Tirol 18.8.1999.
- Vorarlberg: Amt der Vorarlberger Landesregierung Zl. VI a-720/12/1, Bregenz am 8. Juni 1999, ABI. Nr. 108/1999.
- Wien: Verordnung vom 22.11. 1999.

Die vorliegenden Einspeiseverordnungen zeigen ein äußerst heterogenes Bild, unterscheiden sie sich doch sowohl hinsichtlich des systematischen Ansatzes als auch hinsichtlich der Höhe der Einspeisetarife für die einzelnen Ökostrom-Einlieferungen.

Bezüglich des systematischen Ansatzes, der in den Einspeiseverordnungen gewählt wurde, sind folgende Unterschiede feststellbar:

- Saisonale bzw. tageszeitliche Tariffdifferenzierung (Burgenland, Niederösterreich, Salzburg, Steiermark, tlw. Vorarlberg, Wien) versus keine zeitliche Tariffdifferenzierung (Tirol, tlw. Niederösterreich, Vorarlberg und Wien).
- Energieträgerspezifische Tariffdifferenzierungen (fast alle Bundesländer) versus keine technologie-spezifische Differenzierung (Salzburg).
- Differenzierung nach der Anlagenleistung (Kärnten, Salzburg, Tirol, tlw. Oberösterreich und Steiermark) versus keine Staffelung nach der Größe.
- Differenzierung danach, ob die Anlage die gesamte Jahresstromerzeugung (Volleinspeiser) einliefert oder nur Überschüsse (Oberösterreich, Wien, tlw. Burgenland) versus keine derartige Unterscheidungen.
- Differenzierung danach, ob die Anlage die gesamte Erzeugung oder nur einen Teil an Netzbetreiber einliefert. Eine derartige Differenzierung gibt es in Wien, sie bewirkt, dass Anlagenbetreiber, die ihren „Ökostrom“ teilweise an Endkunden „direkt vermarkten“ geringere Einspeisetarife erhalten.
- Differenzierung nach Errichtungsdatum (Wien, Oberösterreich, bei Windkraftanlagen in Burgenland, Niederösterreich) versus altersunabhängige Tarifgestaltung.
- Begrenzung der Pflicht zur Bezahlung der Mindestpreise bis zu einer maximalen Anlagenleistung in einem Bundesland bzw. Versorgungsgebiet (Burgenland, Niederösterreich, Oberösterreich, Wien bzgl. „Neue Anlagen“) versus unbegrenzte Zahlungspflicht.
- „Fixpreismodelle“ versus „wettbewerbsorientiertes und regulierungsintensives“ Modell (Oberösterreich: siehe die Erläuterungen zur oberösterreichische Einspeiseverordnung im Anhang).

Bezüglich der Höhe der Einspeisetarife sind ebenso große Unterschiede zwischen den Bundesländern feststellbar. Beispielsweise gibt es zwischen dem österreichweit niedrigsten und dem höchsten gewichteten Jahresdurchschnittstarif folgende Differenz:

- Feste oder flüssige Biomasse: 45-240,1 g/kWh (Faktor: 5,34).
- Gasförmige Biomasse: 45-150,76 g/kWh (Faktor: 3,35).
- Windkraft: 45-114,58 g/kWh (Faktor: 2,55).
- Photovoltaik: 45-1.000 g/kWh (Faktor: 22,22).
- Geothermie: 45-114,5 g/kWh (Faktor: 2,54).

Ein Vergleich der gegenwärtigen Einspeisetarife mit den typischen Kosten der Stromerzeugung in Anlagen auf Basis der genannten Energieträger (siehe diverse Veröffentlichungen u. a. der E.V.A.) muss zu der Einschätzung führen, dass in einigen Bundesländern eine Amortisation derartiger Anlagen nur in wenigen Fällen ausschließlich über die Einspeisetarife möglich ist. Dieses Bild sollte sich mit der EI-WOG-Novelle 2000 ändern. Nach § 34 des EIWOG 2000 müssen die Länder in ihren Ausführungs-gesetzen nun Einspeisetarife festlegen, die sich „an den durchschnittlichen Kosten zur Erzeugung von elektrischer Energie aus diesen Anlagen orientieren“.

Die Erreichung des Ökostromziels für das Jahr 2007 von 4 % wird also letztendlich von der Umsetzung der Bundesvorgaben in den Länder-EIWOGs abhängen.

#### 15.4.6 Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger an der Stromproduktion in der EU

Mit dem Energierat der EU vom Dezember 2000 wurden revidierte Ziele zu Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energiequellen an der jeweiligen nationalen Stromerzeugung festgelegt. Demzufolge wären EU-weit im Jahre 2010 mehr als 20 % der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen zu erzeugen – für Österreich bedeutet dies eine Steigerung auf 78,1 % im Jahre 2010. Die Steigerung des Anteils an erneuerbaren Energieträgern in Österreich bis 2010 erklärt sich insbesondere durch die

Aufnahme von Wasserkraftanlagen bis zu einer Nennleistung von 10 MW in die Berechnungsbasis. Dennoch bedeutet dies bei weiter steigendem inländischen Stromverbrauch, dass bis 2010 noch große Anstrengungen unternommen werden müssen, um der Zusage entsprechen zu können.

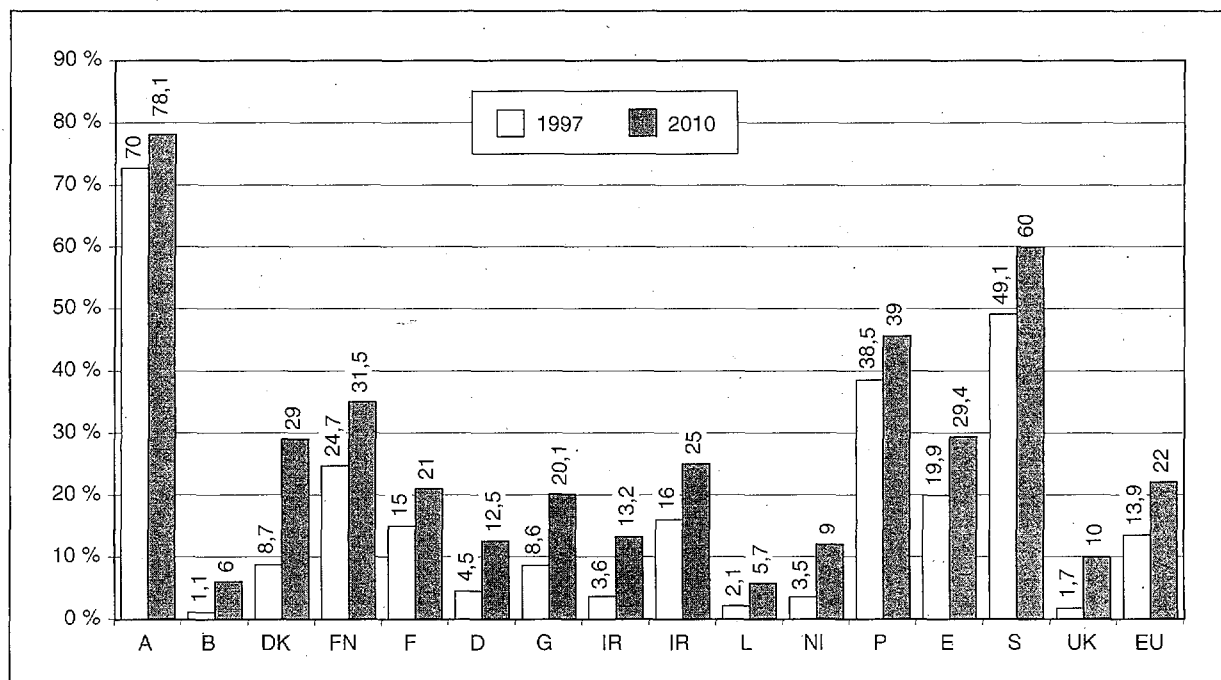


Abb. 9: Ausgangs- und Zielwerte für den Einsatz erneuerbarer Energieträger gemäß EU-Energieministerrat Dez. 2000.

## 15.5 Exkurs: Life-Cycle-Umweltbilanz von österreichischen Heizsystemen

Die verstärkte Nutzung von Biomasse zur Bereitstellung von Raumwärme zählt zu der erklärten energiepolitischen Zielsetzung der österreichischen Bundesregierung. Einigkeit herrscht über die Vorteilhaftigkeit der Biomasse in Bezug auf die Treibhausgasemissionen im Vergleich zu fossilen Energieträgern. Ziel dieses Exkurses ist es, die Emissionscharakteristik unterschiedlicher Anlagen zur Bereitstellung von Raumwärme vergleichend darzustellen. Hierzu wird eine Life-Cycle-Analyse für verschiedene Heizsysteme und die hieraus zuordenbaren externen Kosten der untersuchten Heizsysteme dargestellt.

### 15.5.1 Methode

Die Berechnung der Emissionen erfolgt mit dem Computermodell **GEMIS** (Gesamt Emissionsmodell Integrierter Systeme) und dem vom Umweltbundesamt erstellten Datensatz GEMIS-Österreich.

(Näheres siehe: <http://www.ubavie.gv.at/umweltsituation/energie/gemis>).

GEMIS berücksichtigt von der Primärenergie- bzw. Rohstoffgewinnung bis zur Nutzenergie-bereitstellung alle Schritte und bezieht Hilfsenergie- und Materialaufwand zur Herstellung von Energieanlagen und Transportsystemen mit ein.

Alle Prozesse sind mit einem Ortsbezug versehen – damit kann mit GEMIS genau ermittelt werden, wo Emissionen entlang der Prozesskette bis zur Bereitstellung der nachgefragten Nutzenergie austreten. Der Ortsbezug umfasst die einzelnen EU-Staaten (EU-A, EU-D, usw.), MOE-Staaten (Polen, Tschechien), die GUS, Staaten in Afrika sowie Australien und die USA. Daneben wurden bestimmte Regionen (OPEC, Tropen) definiert.

Nachfolgend wird beispielhaft die Prozesskette für eine elektrische Nachtspeicherheizung in Österreich dargestellt. Die Stromaufbringung entspricht hierbei der Winterstromerzeugung des Jahres 1995 mit einem Wasserkraftanteil von 30 %.

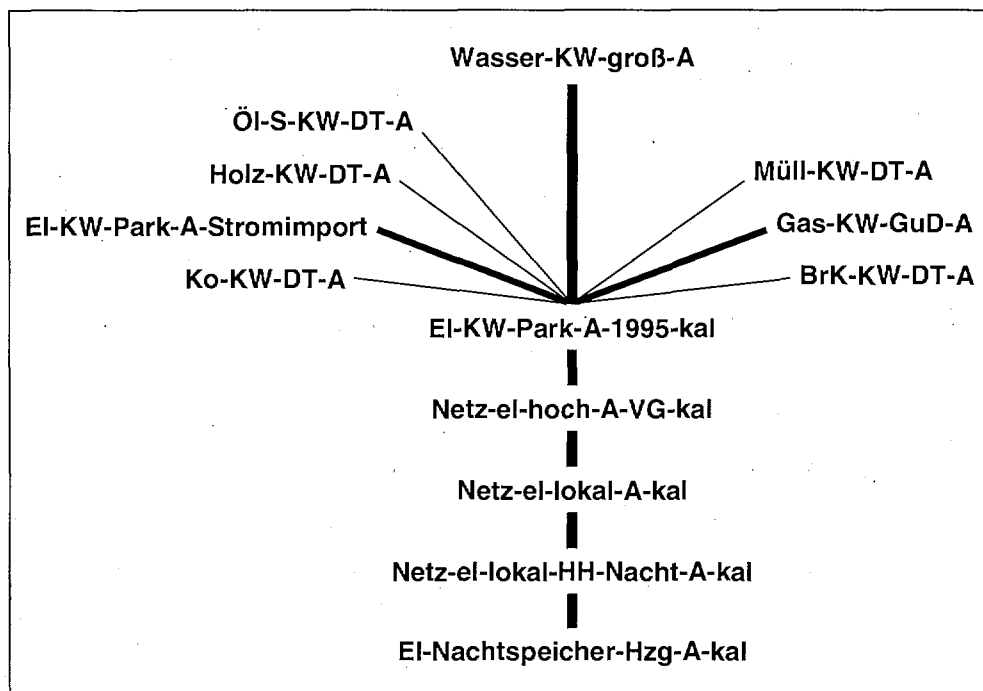


Abb.10:  
Prozesskette  
für elektrische  
Nachtspeicher-  
heizung in  
Österreich.

Der Ressourcenbedarf wird als Summe aller Primärenergien (kumulierter Energieaufwand) disaggregiert nach erneuerbaren und nicht erneuerbaren Primärenergien ausgegeben.

### 15.5.2 Vergleich von ausgewählten Heizsystemen in Österreich

Für folgende österreichische Heizsysteme wurden Life-Cycle-Emissionen, der kumulierte Energieaufwand und externe Kosten berechnet:

- Elektrische Nachtspeicherheizung,
- Wärmepumpe Sole Bestand Mitte der 9er Jahre,
- Wärmepumpe Sole Neu,
- Gasheizung Brennwertkessel,
- Gas Heizung Alt – vor 1995,
- Öl Heizung Neu,
- Öl Heizung Alt – vor 1995,
- Kohle Heizung Alt – vor 1995,
- Kohle Heizung Neu,
- Holzheizung Hackschnitzel aus Plantage (Energiewald),
- Holzheizung Pellets,
- Holzheizung Hackschnitzel Neu,
- Holzheizung Bestand,
- Holzheizung Alt – vor 1995.

Jeweils unterschieden wurde zwischen Altanlagen (vor 1990 installiert), Bestand (Anlagendurchschnitt Mitte der 90er Jahre) und Neuanlagen.

### 15.5.3 Nutzungsgrad und Primärenergienutzungsgrad der Anlagen

Für die betrachteten Heizsysteme wurde ein Vergleich zwischen Nutzungsgrad der Anlage und Gesamtnutzungsgrad (Verhältnis Nutzenergiebereitstellung/Primärenergieaufwand inkl. Graue Energie) berechnet.

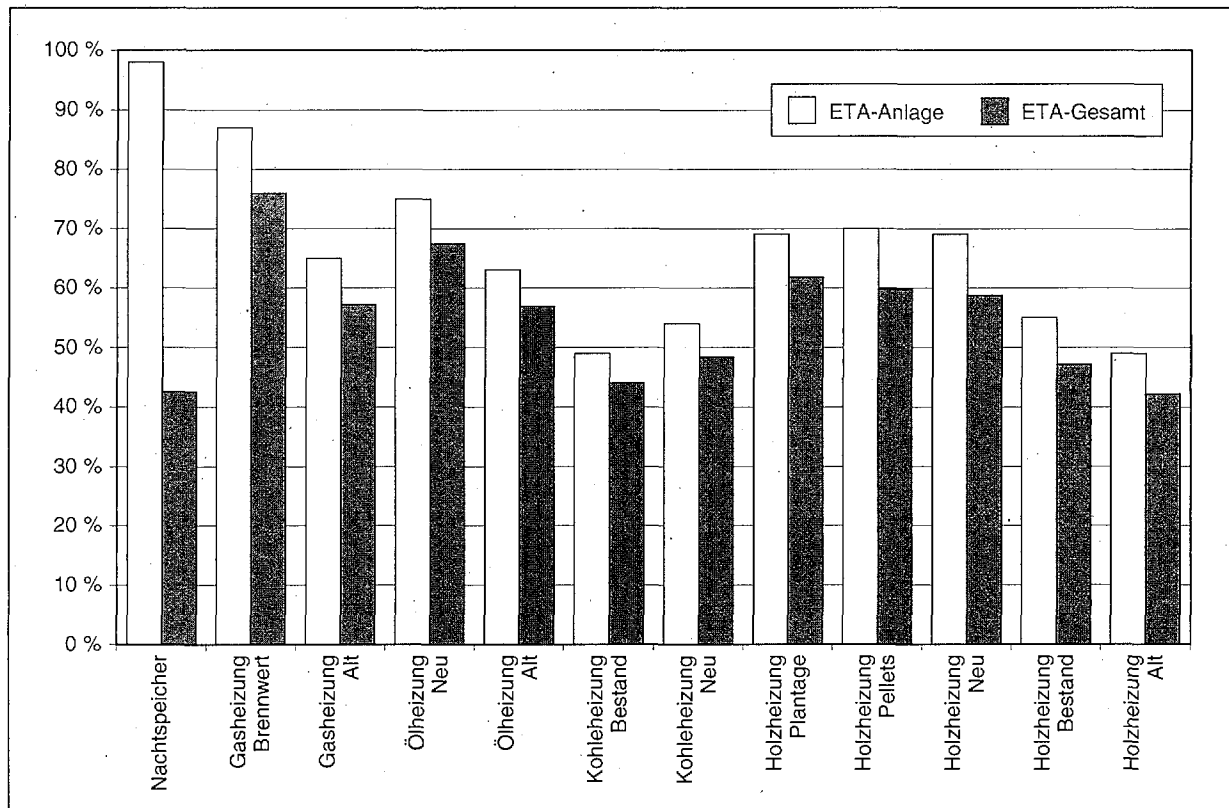


Abb. 11: Nutzungsgradvergleich von Heizsystemen.

Nachtspeicherheizungen weisen zwar einen hohen Anlagenwirkungsgrad, im Vergleich zu anderen Heizanlagen aber den höchsten Einsatz an Primärenergie je kWh Nutzenergie auf. Biomasseheizanlagen können sowohl Anlagen- als auch Gesamtnutzungsgrade erreichen, welche mit jenen von fossilen Heizanlagen gut korrespondieren.

### 15.5.4 Ressourcenbilanz

Die Ressourcenbilanz zeigt, zu welchem Anteil erneuerbare bzw. nicht erneuerbare Energieträger über die gesamte Prozesskette eingesetzt werden (Primärenergiebilanz) (vgl. Abb. 12).

Die nicht erneuerbaren Energieträgeranteile bei den Biomasseheizungen resultieren sowohl aus dem Einsatz von Diesel für Bringung und Häckselung, wie auch aus der z. T. fossilen Erzeugung des Hilfsstrombedarfes für die Zentralheizungen.

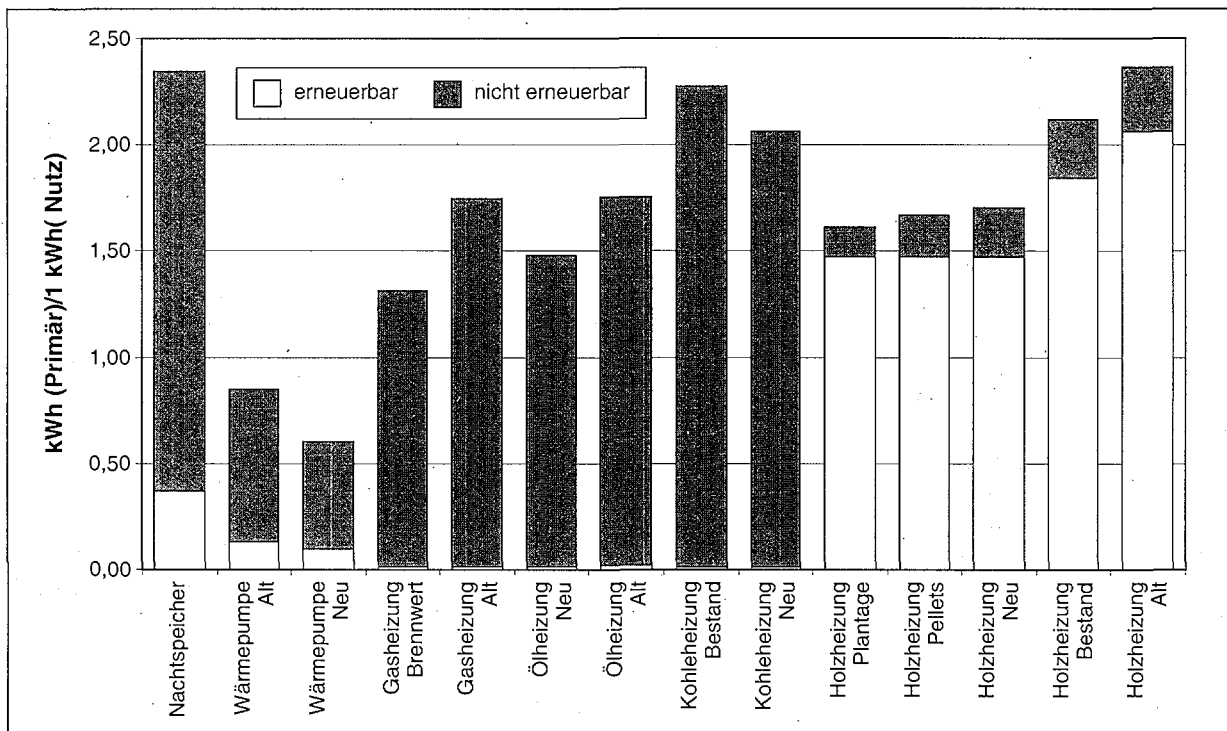


Abb. 12: Primärenergiebilanz von Heizsystemen für 1 kWh Nutzenergie.

### 15.5.5 Treibhausgasbilanz

Der in Abbildung 12 dargestellte Anteil an nicht erneuerbaren Energieträgern ist wesentlich verantwortlich für die Emissionen an CO<sub>2</sub>- bzw. CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.

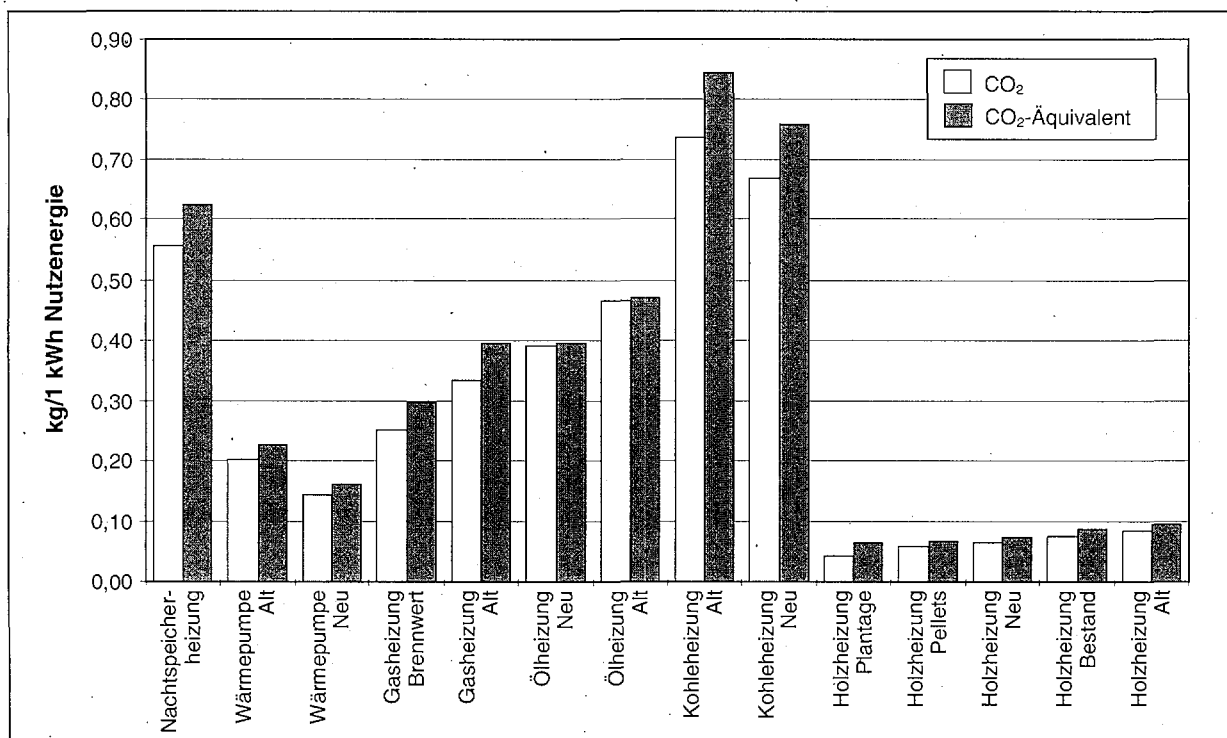


Abb. 13: Treibhausgasbilanz von Heizsystemen.

In Bezug auf CO<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>-Äquivalente erweisen sich die Biomasseheizungen durchwegs als vorteilhafter als die fossil befeuerten Heizanlagen. Die Treibhausgasbilanz bei den Biomasseheizungen gibt hier, aufgrund der vorgelagerten Prozesskette und deren zuordenbaren Emissionen, CO<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>-Äquivalenzwerte an, wenngleich der Unterschied zu den Konkurrenzheizsystemen bedeutend ist.

### 15.5.6 SO<sub>2</sub>-Äquivalenzemissionen von Heizsystemen

Die Emissionen an SO<sub>2</sub>-Äquivalenten (siehe Anmerkung 1) der verglichenen Heizsysteme wurden in nachfolgender Graphik nach Ortsbezügen aufgegliedert. Hierbei wurde zwischen Prozessen mit Ortsbezug Österreich (Ort der Heizung und vorgelagerte Prozesse in Österreich) und vorgelagerten Prozessen im Ausland unterschieden.

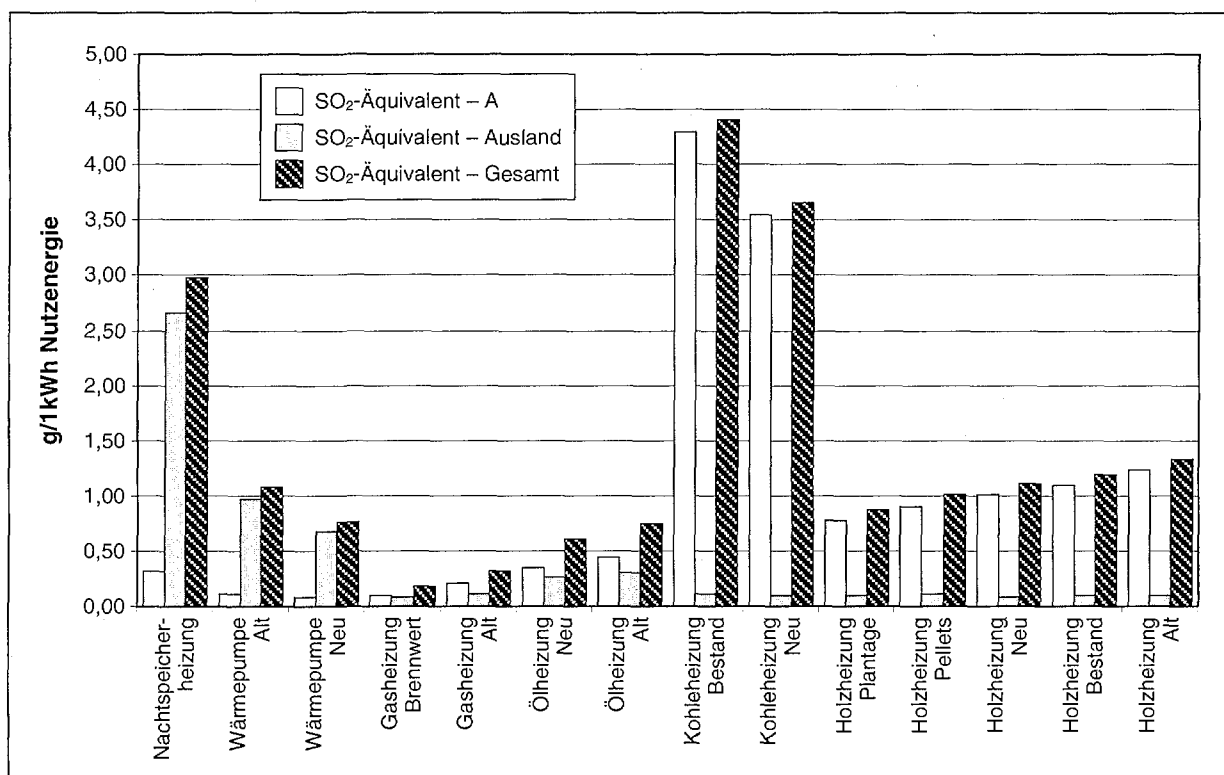


Abb. 14: SO<sub>2</sub>-Äquivalenzbilanz von Heizsystemen.

Die bedeutenden SO<sub>2</sub>-Äquivalentemissionen von Nachtspeicherheizungen und Wärmepumpen resultieren aus dem Stromimport im Winterhalbjahr, an welchem polnische Kohlekraftwerke mit schlechten Emissionswerten einen hohen Anteil haben.

Die Biomasseheizsysteme weisen in der Bilanz hohe SO<sub>2</sub>-Äquivalenzemissionen in Österreich auf. Eine Aufgliederung der SO<sub>2</sub>-Äquivalentemissionen von Biomasseheizsystemen zeigt die Zuordnung nach Prozessen in Österreich (vgl. Abb. 15).

Die Beitragsanalyse zeigt, dass die den Biomasseheizungen zuordenbaren SO<sub>2</sub>-Äquivalenzemissionen aus Transport- und Hilfsstromprozessen eher unbedeutend sind, jedoch weisen Bringung, Trocknung bzw. Pressung (Pellets) bedeutende Anteile an der Gesamtemissionsbilanz auf. Im Falle einer Nutzung von Biomasse aus Energiewäldern könnten die entsprechenden Emissionsanteile gegenüber der konventionellen Anbau-, Bringungs- und Trocknungsweise reduziert werden.

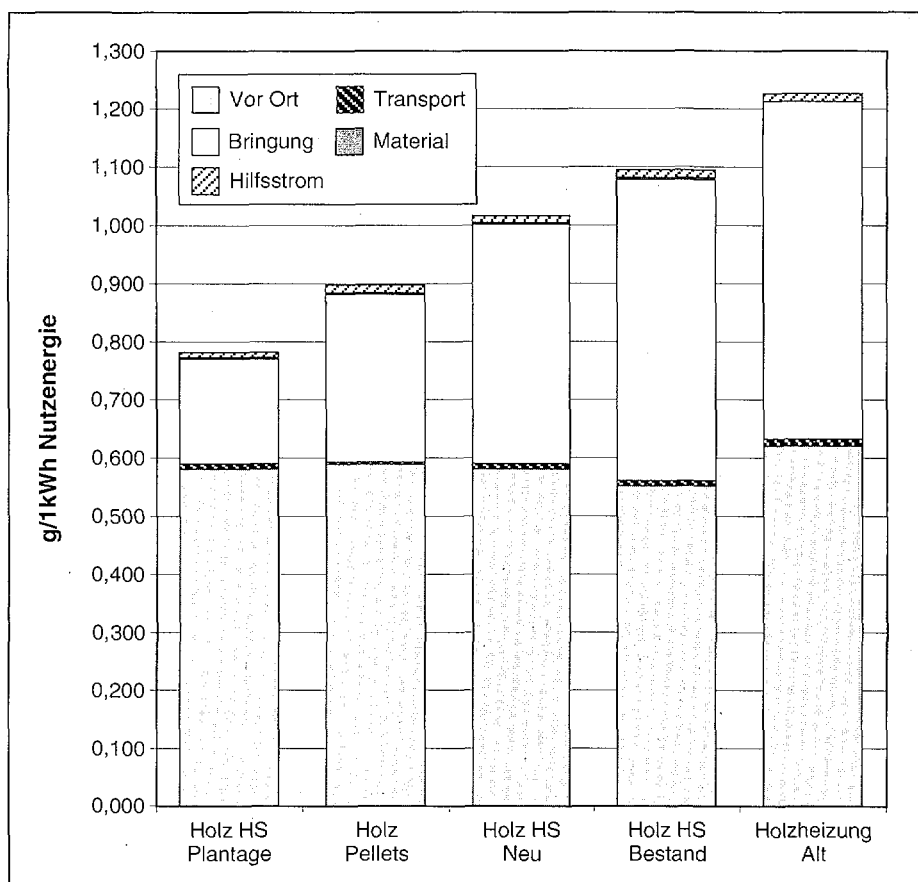


Abb. 15:  
Prozessbeiträge  
SO<sub>2</sub>-Äquivalenzemission  
von Biomasseheizungen  
in Österreich.

### 15.5.7 Externe Kosten

Die Emissionen an Treibhausgasen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O), klassischen Luftschadstoffen (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, Staub) sowie die im Ausland anfallenden radioaktiven Abfälle wurden monetär bewertet. Hieraus ergibt sich eine Bilanz der externen Kosten von Heizsystemen (siehe Anmerkung 2) (vgl. Abb. 16).

Die Bilanz der externen Kosten zeigt, dass selbst bei monetärer Bewertung der klassischen Luftschadstoffe Biomasseheizanlagen zwischen 61 % (min.) und 74 % (max.) geringere Umweltkosten verursachen als z. B. neue Ölzentralheizungen.

#### Anmerkungen:

##### SO<sub>2</sub>-Äquivalente

Die SO<sub>2</sub>-Äquivalente berechnen sich über die Molekulargewichte und das Bindungspotenzial für Protonen.

Per Definition ist das Äquivalent für SO<sub>2</sub> = 1.

Für die anderen Emissionen ergibt sich:

$$\text{SO}_2\text{-Äquivalent für NO}_x = 0,5 \cdot \frac{\text{MolekularGewicht SO}_2}{\text{MolekularGewicht NO}_x} = 0,696$$

$$\text{SO}_2\text{-Äquivalent für HF} = 0,5 \cdot \frac{\text{MolekularGewicht SO}_2}{\text{MolekularGewicht HF}} = 1,601$$

$$\text{SO}_2\text{-Äquivalent für HCl} = 0,5 \cdot \frac{\text{MolekularGewicht SO}_2}{\text{MolekularGewicht HCl}} = 0,8785$$

##### Externe Kosten

Externe Kosten in GEMIS sind die monetarisierten Umweltkosten von Emissionen und Reststoffen. Diese Kosten repräsentieren den monetären Wert von Schäden oder Vermeidungsaufwänden, die mit den Emissionen oder Reststoffen verbunden sind.



Externe Kosten sind nicht Teil der konventionellen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, in denen nur interne Kosten vorkommen: gesellschaftliche Kosten von Emissionen und Reststoffen sind außerhalb (extern) der einzelwirtschaftlichen Entscheidungsfindung.

Aus der gesellschaftlichen Perspektive sollten externe Kosten jedoch bei der Entscheidung über die Kosteneffizienz von Investitionen oder Ausgaben berücksichtigt werden.

Die GEMIS-Datenbasis bietet für SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, Staub und Treibhausgase (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O usw.) Werte für externe Kosten, die auf dem Aufwand zur Vermeidung dieser Emissionen beruhen.

Für die Berechnungen der externen Kosten wurden folgende Werte festgesetzt:

CO <sub>2</sub> .....	800 ATS/t
SO <sub>2</sub> .....	35.000 ATS/t
NO <sub>x</sub> .....	28.000 ATS/t
Staub.....	7.000 ATS/t
Entsorgungskosten radioaktiver Abfall.....	52. Mio. ATS

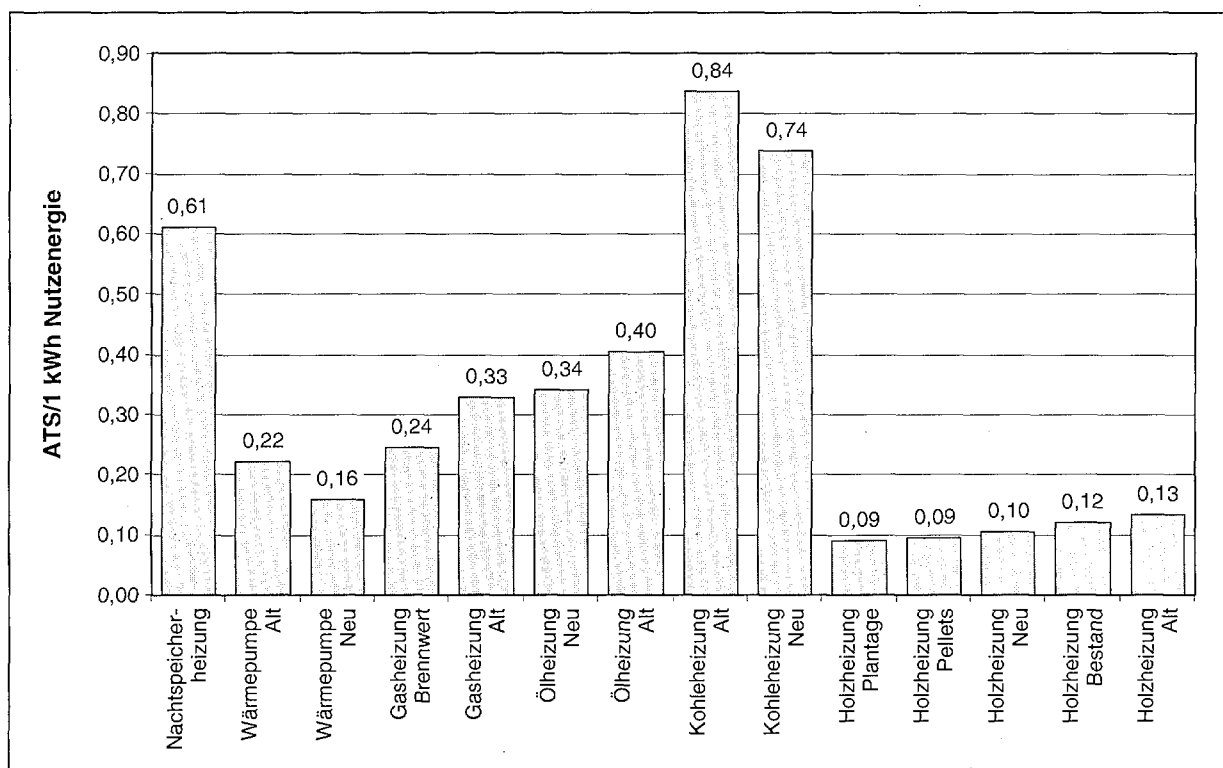


Abb. 16: Externe Kosten von Heizsystemen.

## Literatur

- JUNGMEIER, G. et al. (1999): Der technologische Fortschritt bei Holzfeuerungen. März 1999 Bd. 11/1999 der Schriftenreihe des BMUJF. Graz.
- JOANNEUM RESEARCH – INSTITUT FÜR ENERGIEFORSCHUNG – IEF (1996): Emissionsfaktoren und energietechnische Parameter für die Erstellung von Energie- und Emissionsbilanzen im Bereich Raumwärmeversorgung, STANZEL/JUNGMEIER/SPITZER, i. A. des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie. Graz.
- JOANNEUM RESEARCH – INSTITUT FÜR ENERGIEFORSCHUNG – IEF (1996): GEMIS Österreich – Energetische Kennzahlen im Prozesskettenbereich Endenergie- Nutzenergie, i. A. des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie. Graz.
- JOANNEUM RESEARCH – INSTITUT FÜR ENERGIEFORSCHUNG – IEF (1996): GEMIS Österreich – Energetische Kennzahlen im Prozesskettenbereich Nutzenergie-Energiedienstleistung, i. A. des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie. Graz.
- BALANDYNOWICZ, H. W.; REUTER, A. & VOSS, A. (1994): Kosteneffektivitätsanalyse von CO<sub>2</sub>-Minderungsoptionen – eine Fallstudie für Österreich. Im Auftrag von Wirtschaftskammer Österreich, Industriellenvereinigung Österreich, Verband der E-Werke Österreich; Schriftenreihe des Verband der E-Werke Österreichs. Wien.
- STOCKINGER, H. & OBERNBERGER, I. (1998): Systemanalyse der Nahwärmeversorgung mit Biomasse Schriftenreihe Thermische Biomassenutzung Band 2. Graz.
- UMWELTBUNDESAMT (Hrsg., 2000): GEMIS-Österreich Gesamt Emissionsmodell Integrierter Systeme, Modellversion 3.1; Österreich-Datensatz. Wien.