

GRUNDSÄTZE DER RATIONELLEN ENERGIEVERWENDUNG UND DIE ROLLE DER ELEKTRISCHEN ENERGIE

W. Starik und L. Kumer

Energiesparen und Stromsparen sind sehr wohl voneinander zu unterscheiden. Die Bereitstellung zusätzlicher elektrischer Energie stellt keinen Gegensatz zur rationalen Energiebedarfsdeckung dar, sondern ist umgekehrt eine wesentliche Voraussetzung für die langfristige Sicherung einer effizienten und sparsamen Energieversorgung.

1. Einleitung

Das Streben nach verbesserter und kostengünstiger Energienutzung und nach Nutzbarmachung neuer Energiequellen ist seit jeher die Triebfeder energie technischer Innovationen. So wie in der Vergangenheit, sind auch heute die dabei erzielten Fortschritte oft ausschlaggebend im Wettbewerb der verschiedenen Energieträger und bei einzelnen Technologien. So ist die Entwicklung in den einzelnen Energieversorgungsbereichen, z. B. der Gas-, Mineralöl- und der Elektrizitätswirtschaft, ebenso wie die der Licht-, Kraft- und Wärmetechnik durch die jeweiligen technischen Fortschritte bei Energiegewinnung, -transport, -umwandlung, -speicherung und -nutzung geprägt worden. Die Forderung nach rationeller und sparsamer Energieverwendung ist nach 1973 weit über den bisherigen technisch-wissenschaftlichen Bereich hinaus zunehmend ein Anliegen der breiten Öffentlichkeit geworden. Jedenfalls bedeutet die Forderung nach rationaler und sparsamer Energieverwendung für die österreichische Bundesregierung einen unverzichtbaren Grundsatz ihrer Energiepolitik. Die heute und in absehbarer Zukunft technisch und wirtschaftlich gewinnbaren Energiereserven der Welt sind nicht unerschöpflich, bei weltweit steigendem Verbrauch zeichnen sich zunehmend deutlich die Grenzen ihrer Verfügbarkeit ab. Eine verantwortungsvolle Energiepolitik darf sich deshalb nicht auf die Bereitstellung der zur Deckung eines immer höher werdenden Bedarfs benötigten Energieträger beschränken, sondern muß auch darauf hinwirken, daß mit Energie ebenso wie mit anderen lebenswichtigen Ressourcen sparsam und mit bestmöglichem Nutzeffekt umgegangen wird.

Die Probleme unserer künftigen Energieversorgung, die vor allem aus der Verknappung fossiler Primärenergieträger, dem politischen Risiko hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit sowie nicht zuletzt wachsenden zivilisatorisch bedingten Umweltproblemen resultieren, zwingen zu einer Verstärkung des sparsamen und rationalen Umgangs mit Energie. Sinnvoller und haushälterischer Umgang mit Energie muß folgende Zielvorstellungen enthalten:

- die Effizienz des Energieflusses zu verbessern,
- die Importabhängigkeit zu vermeiden,
- nichtregenerierbare Energieressourcen durch regenerierbare zu substituieren,
- Umweltschäden und -risiken zu vermeiden und

— die soziale Verträglichkeit des Energieversorgungssystems und der Energieanwendungstechnologie zu erhalten.

Weiters muß die Bedeutung der verstärkten Nutzung alternativer Energiequellen bedacht werden. Die Nutzung dieser Energiequellen führt in der Regel zwar zu keiner Verringerung des Energieverbrauches und damit zu keiner Energieeinsparung im unmittelbaren Sinn, sondern nur zur Substitution und damit zu einem tendenziell geringeren Verbrauch anderer, vor allem fossiler Energieträger. Da hierdurch jedoch wesentliche Aspekte der rationalen und sparsamen Energieverwendung, nämlich Erhöhung der Versorgungssicherheit und Verringerung der Umweltbelastung abgedeckt werden können, erscheint es sachgerecht, die Nutzung alternativer Energiequellen ebenso in Überlegungen der Energieeinsparung miteinzubeziehen, wie umgekehrt, die Energieeinsparung unter den oben genannten Aspekten als „neue Energiequelle“ angesehen werden kann.

2. Die Struktur der österreichischen Energieversorgung

Bevor im weiteren auf Rationalisierungspotentiale und -erfolge eingegangen werden soll, erscheint es zweckmäßig, kurz die gegenwärtige Struktur der österreichischen Energieversorgung darzulegen. Der Gesamtenergieverbrauch beträgt dzt. etwa 1 EJ. Davon entfallen etwa 43% auf Erdöl und Erdölprodukte und weitere 19% auf Erdgas. Die flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffe haben somit einen Anteil von über 60%. Der Rest entfällt auf die festen mineralischen Brennstoffe (16%), die Primärelektrizität (Wasserkraft einschließlich dem Saldo des Stromaußenhandels: 14%) und die sonstigen Energieträger (Holz, Abfälle: 9%).

Als Maß für den rationalen Energieeinsatz dient der relative Energieverbrauch, welcher den (Gesamt-)Energieverbrauch in Bezug zum realen Wirtschaftswachstum setzt. Vor 1973 blieb der relative Gesamtenergieverbrauch im wesentlichen konstant, nach 1973 sank er um durchschnittlich 1,3% pro Jahr (1973/1987).

Es zeigt sich, daß insbesondere in der Zeit nach 1973 Energie in verstärktem Maße rationell eingesetzt wurde; der Preis als wichtigstes Instrument der Einsparpolitik der Bundesregierung hat wohl stärker als jede andere Maßnahme Zwänge und Anreize zu rationellem Umgang mit Energie ausgelöst.

Die österreichische Bundesregierung hat aber nicht allein auf den Preis als wichtigstes Instrument der Einsparpolitik vertraut, sondern versucht durch gezielte Maßnahmen verstärkt eine Einsparung von Energie herbeizuführen. Laut dem Energiesparprogramm 1988 [1] der österreichischen Bundesregierung ist jedenfalls der Strukturwandel noch nicht abgeschlossen. Die Bundesregierung will mittels der ihr zur Verfügung stehenden Instrumentarien die Energieversorgungsstruktur weiterhin gestalten, der eingeleitete Umstrukturierungsprozeß soll in den nächsten Jahren fortgesetzt werden und der relative Gesamtenergieverbrauch weiterhin zurücksinken.

Unter der Annahme eines jährlichen Wirtschaftswachstums von 1,9% wird damit gerechnet, daß der Gesamtenergieverbrauch bis zum Jahr 2000 um durchschnittlich 0,4%/a (1987/2000) steigen wird. Der Energieverbrauch könnte somit im Jahr 2000 um 5% höher sein als 1987. Somit ergibt sich im Jahr 2000, bei einem um 28% höheren realen Bruttoinlandsprodukt, ein Rückgang des relativen Gesamtenergieverbrauches um 18% oder 1,5%/a.

Erwähnenswert erscheint, daß der relative Stromverbrauch (Stromverbrauch je Einheit des realen Bruttoinlandsproduktes) der in der Vergangenheit eine stets steigende Tendenz verzeichnet, bis 1990 auf heutigem Niveau stagnieren soll und sich in weiterer Folge

auf einem etwas niedrigeren Niveau stabilisieren soll. Dies läßt jedoch nicht darauf schließen, daß der absolute Stromverbrauch — langfristig gesehen — stagnieren oder sinken könnte.

Wenngleich damit gerechnet werden kann, daß sich der 1973 eingeleitete Strukturwandel zu Lasten des Öls und zugunsten der Primärelektrizität (Wasserkraft einschließlich dem Saldo des Stromaußenhandels) und des Erdgases fortsetzen wird, würde auch im Jahr 2000 Erdöl mit 41% der wichtigste Energieträger bleiben. Der Anteil der Primärelektrizität könnte — einen weiteren Ausbau der Wasserkraft vorausgesetzt — auf etwa 16% steigen. Trotz der forcierten Nutzung der Wasserkraft (sofern diese überhaupt möglich sein sollte) ist aber langfristig mit keiner nennenswerten Steigerung der gesamten heimischen Energieproduktion zu rechnen, was bedeutet, daß die Auslandsabhängigkeit weiterhin steigen wird. Auch eine verstärkte Nutzung der Biomasse kann keinen hinreichenden Beitrag zur Reduzierung der Auslandsabhängigkeit erbringen.

Nachdem bereits jetzt der Bedarf an Steinkohle, Koks und Briketts zur Gänze aus Importen gedeckt werden muß, dürfte in den 90er Jahren auch die Versorgung mit Erdgas und Rohöl praktisch nur noch aus dem Ausland stammen. Einen hohen Selbstversorgungsgrad wird es weiterhin bei Braunkohle und Brennholz sowie bei der Primärelektrizität geben (wiewohl sich der derzeit noch aktive Außenhandel bei elektrischer Energie langfristig umkehren dürfte), sodaß insgesamt gesehen die österreichische Energieversorgung bis zum Jahr 2000 zu etwa 68% auslandsabhängig sein wird (dzt. etwa 65%). [2/3]

3. Alternative Energiequellen und Technologien

In letzter Zeit wird immer häufiger vorgeschlagen, alternative Energiequellen *) verstärkt in die österreichische Energieversorgung einzubeziehen. Diese Anregung gewinnt — vor allem im Hinblick auf die oa. Perspektiven, insbesondere aber unter Berücksichtigung begrenzter Vorräte an fossilen Energieträgern und auf die durch deren Verbrennung hervorgerufenen Umweltprobleme — zunehmend an Bedeutung.

Die alternativen Energiequellen werden aber bis zur Jahrtausendwende nur begrenzte Versorgungsbeiträge leisten können. Das wirtschaftlich und technisch erschließbare Deckungspotential sowie das theoretische Gesamtpotential unterscheiden sich beträchtlich. Die wesentlichsten Gründe hierfür sind:

- die geringen Energiedichten alternativer Energiequellen,
- das ungleichmäßige und unregelmäßige Energieangebot,
- der relativ große Flächenbedarf von Versorgungsanlagen und Umwandlungsanlagen,
- lange Energietransportwege zu den Verbrauchsschwerpunkten,
- ein teilweise hoher Material- und Energieaufwand und damit eine große Kapitalbindung, woraus hohe Stromgestehungskosten folgen.

Daneben stellt sich zunehmend die Frage, ob eine in erheblichem Umfang angewandte großtechnische Nutzung alternativer Energiequellen noch umweltverträglich sein würde oder ob nicht andere, heute noch nicht bekannte ökologische und klimatische Nebeneffekte auftreten könnten.

*) Unter dem Begriff der sogenannten „Alternativenergien“, der erstmals in der Atomdiskussion der sechziger Jahre auftauchte, werden im allgemeinen folgende Energieträger verstanden: Sonnenenergie, geothermische Energie, Windenergie, Biomasse.

Eine Abschätzung der Möglichkeiten und Grenzen alternativer Energien ergibt, daß ihr Beitrag zur Energieversorgung Österreichs im Jahr 2000 im günstigsten Fall bei etwa 1/8 des Gesamtenergiebedarfs liegen kann, was einem Beitrag von etwa 134 PJ entsprechen würde. Wie aus nachfolgender Tabelle ersichtlich, werden bereits heute 86 PJ genutzt, sodaß das theoretisch realistische Zusatzpotential bis zum Jahr 2000 bestenfalls auf etwa 48 PJ beschränkt wäre.

Tab. 1: Bereits genutztes bzw. realistisch nutzbares Potential alternativer Energieträger in Österreich

Energieträger	theoretisches Potential PJ	bereits genutzt PJ	bis 2000 realistisch nutzbar PJ
Geothermie	20	0,08	0,2
Wind	150	rd.0,0	rd.0,0
Sonnenenergie (indirekte Nutzung))	4,4	12,5
Sonnenenergie (direkte Nutzung)	100	0,4	0,9
Biomasse	250	81,5	84—120
GESAMT	größter 520	86,4	98—134

) sehr groß; nicht angebar.

Quelle: [2/4/eigene Berechnungen]

Die Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen alternativen Energien werden dabei für die Jahrtausendwende wie folgt abgeschätzt:

— Der Nutzung der **Biomasse** (Brennholz, brennbare Abfälle [wie z. B. Stroh, Hack-schnitzel], Biogas) können in Österreich relativ große Chancen zugebilligt werden. Dies vor allem im ländlichen Raum aus ökonomischen und technischen Gründen. Zusätzlich zur traditionellen Verwendung bei der Raumheizung bestehen aber eine Reihe neuer wirtschaftlich sinnvoller und energiepolitisch zweckmäßiger Einsatzmöglichkeiten. Hier sei insbesondere die Verwendung in Fernwärmezentralen kleiner kommunaler oder lokaler Fernwärmesysteme genannt. Wenn auch der Einsatz von Brennholz, Hack-schnitzel und Stroh steigen wird, dürfte jedenfalls ihr Beitrag zur Deckung des Energiebedarfes bestenfalls um 3%-Punkte steigen.

Die Fermentation von Biomasse in Biogas und Biosprit stellen z. T. bereits erprobte Technologien der Energieumwandlung dar. Während der Ausweitung der Biogasproduktion die relativ kleinen Betriebsgrößen in der österreichischen Landwirtschaft im Wege stehen, sind es bei der Biospritherzeugung vornehmlich ökonomisch relevante Faktoren, aber auch gesellschaftliche Einwände, die einer größeren Ausweitung der Produktion entgegenstehen. Die komplette Versorgungsstruktur im landwirtschaftlichen Bereich kann unter Umständen empfindlich gestört werden, sollten Energie-Nutzpflanzungen im größeren Stil durchgeführt werden.

— **Sonnenenergie** kann direkt (z. B. Solar Kollektor, Solarzelle) und indirekt (z. B. über Wärmepumpen) vor allem zur teilweisen Wärmeversorgung von Gebäuden und in geringerem Umfang auch zur kleintechnischen Stromversorgung eingesetzt werden. Sie kann bis zum Jahr 2000 in Österreich zur Deckung des Gesamtenergiebedarfes einen Beitrag bis zu einem Prozent leisten.

— **Windenergie** kann realistisch gesehen bestenfalls bis zu einem Prozent der Stromversorgung abdecken (Der Beitrag zur Deckung des Gesamtenergiebedarfes ist nicht nennenswert). Ihre Einsatzmöglichkeit ist insbesondere durch das meist stark schwankende Windangebot sowie durch die Eingriffe in die Landschaft regional unterschiedlich und begrenzt.

— **Geothermie** kann unter den geologischen Bedingungen in Österreich kaum einen nennenswerten Beitrag zur Deckung des Gesamtenergiebedarfes leisten.

— **Sonstige neue Energien:** Langfristig können lediglich die Arbeiten zur kontrollierten Kernfusion sowie die Entwicklung einer großtechnischen Wasserstoff-Wirtschaft weltweit weitere neue Möglichkeiten der Energiebedarfsdeckung erschließen. Wasserstoff kann relativ leicht mit hohem Wirkungsgrad (80%) mit Hilfe der Elektrolyse aus Wasser erzeugt werden, ist transportierbar, speicherbar und verbrennt nahezu schadstofffrei zu Wasser. Wasserstoff ist kein in der Natur vorkommender Primärenergieträger; er kann aus Kohle, Öl und Erdgas gewonnen werden, oder durch Elektrolyse aus Wasser.

Gerade letztgenannte Möglichkeit wird im Sinne der Ressourcenschonung — bei Einsatz von z. B. Solarstrom werden keine fossilen Energieträger benötigt — attraktiv, wenngleich dieser Variante, welche wegen des großen Landbedarfes und der großen Transportentfernung zu den Verbrauchern bei zentraler Energiegewinnung und -umwandlung nur eine globale Lösung sein kann, heute vor allem politische, institutionelle und rechtliche Probleme entgegenstehen [5/6].

4. Rationalisierungspotentiale

Eine Energiebedarfsdeckung kann nur dann von Effizienz sein, wenn man sich auch darüber Klarheit verschafft, in welchen Bereichen der Gesamtenergieverbrauch bzw. der spezifische Energieverbrauch am ehesten spürbar vermindert werden kann. Vom Gesamtenergieverbrauch in Österreich entfällt rund 1/6 auf Verluste und Eigenverbrauch bei der Gewinnung und Umwandlung, beim Transport und der Verteilung der Energieträger. Für den Endenergieeinsatz stehen nach Abzug des nichtenergetischen Verbrauchs noch etwa drei Viertel des Gesamtenergieverbrauchs zur Verfügung.

Ebenso wie die Umwandlung von Primärenergie in Sekundärenergie ist auch die Umwandlung der Endenergie in Nutzenergie — diese sind die Energieformen Wärme, Kraft und Licht — mit Verlusten verbunden. So kommen vom Endenergieeinsatz lediglich 60% der Nutzenergiebereitstellung zugute.

Insgesamt ergeben sich längs der Energiekette (angefangen von der Forderung bis hin zur Nutzenergie) Verluste, die größer sind, als die gesamte ausgenutzte Energie, wobei zwei Drittel der Verluste beim Letztverbraucher (Industrie, Verkehr, Kleinabnehmer) auftreten, was zeigt, wie unvollkommen die eingesetzte Energie gerade beim Letztverbraucher genutzt wird.

Der durchschnittliche Nutzungsgrad — also das Verhältnis von genutzter Energie zum Energieeinsatz — liegt in Industrie und Gewerbe bei etwa 70%; im Kleinabnehmer-

bereich gelangen jedoch nur mehr etwas über 50%, im Verkehrssektor lediglich knapp mehr als 40% des Endenergieverbrauches als Nutzenergie zum Einsatz.

Für die Frage, wo nun Maßnahmen zur rationaleren Energieverwendung vorrangig anzusetzen sind, ist es von eminenter Bedeutung, wie sich der Endenergieeinsatz auf die verschiedenen Nutzeneinsatzbereiche verteilt. Gemäß der Nutzenenergieanalyse 1983 des ÖSIZ [7] läßt sich erkennen, daß die für Raumheizung, Kochen und Warmwasserbereitung eingesetzte Energie mit etwa 35% den höchsten Anteil am Endenergieverbrauch hat. Etwa 55% entfallen dabei auf die privaten Haushalte. Der Prozeßwärmebedarf (Dampferzeugung, Industrieöfen und Elektrochemie) der mit 27% den zweitgrößten Anteil am Endenergieverbrauch hat, entfällt fast zur Gänze auf die Industrie. Über 24% des Endenergieeinsatzes dienen der Deckung des Bedarfes an Mobilität, wobei hiervon wiederum knapp 50% auf die privaten Haushalte entfallen. Vom restlichen Anteil am gesamten Endenergieverbrauch von 13%, der der Lichtbedarfsdeckung und der Deckung des Bedarfes an mechanischer Arbeit dient, entfällt über ein Viertel auf die Haushalte und etwa die Hälfte auf die Industrie.

Wenn im vorangegangenen auch nur kurz auf die Verbrauchs- und Nutzungsstruktur der österreichischen Energieversorgung eingegangen wurde, so zeigen die Größenordnungen dennoch, wo sich die wesentlichen Ansatzpunkte für Maßnahmen zur rationaleren Energieverwendung anbieten.

5. Einsparungsmöglichkeiten in der Industrie

Die industrielle Energienachfrage ist schon lange nicht mehr der größte Teil der gesamten Energienachfrage in Österreich. Im Vergleich zu den beginnenden 50er Jahren, wo sich der gesamte Endenergieverbrauch auf die Sektoren Industrie, Kleinabnehmer und Verkehr etwa im Verhältnis 5 : 4 : 2 verteilte, verlagerten sich bis heute die Anteile von Industrie, Kleinabnehmer und Verkehr auf 3 : 5 : 3, und auch heute gibt es im Sektor Kleinabnehmer nach wie vor die höchsten Wachstumsraten, vor allem im Elektrizitätsbereich.

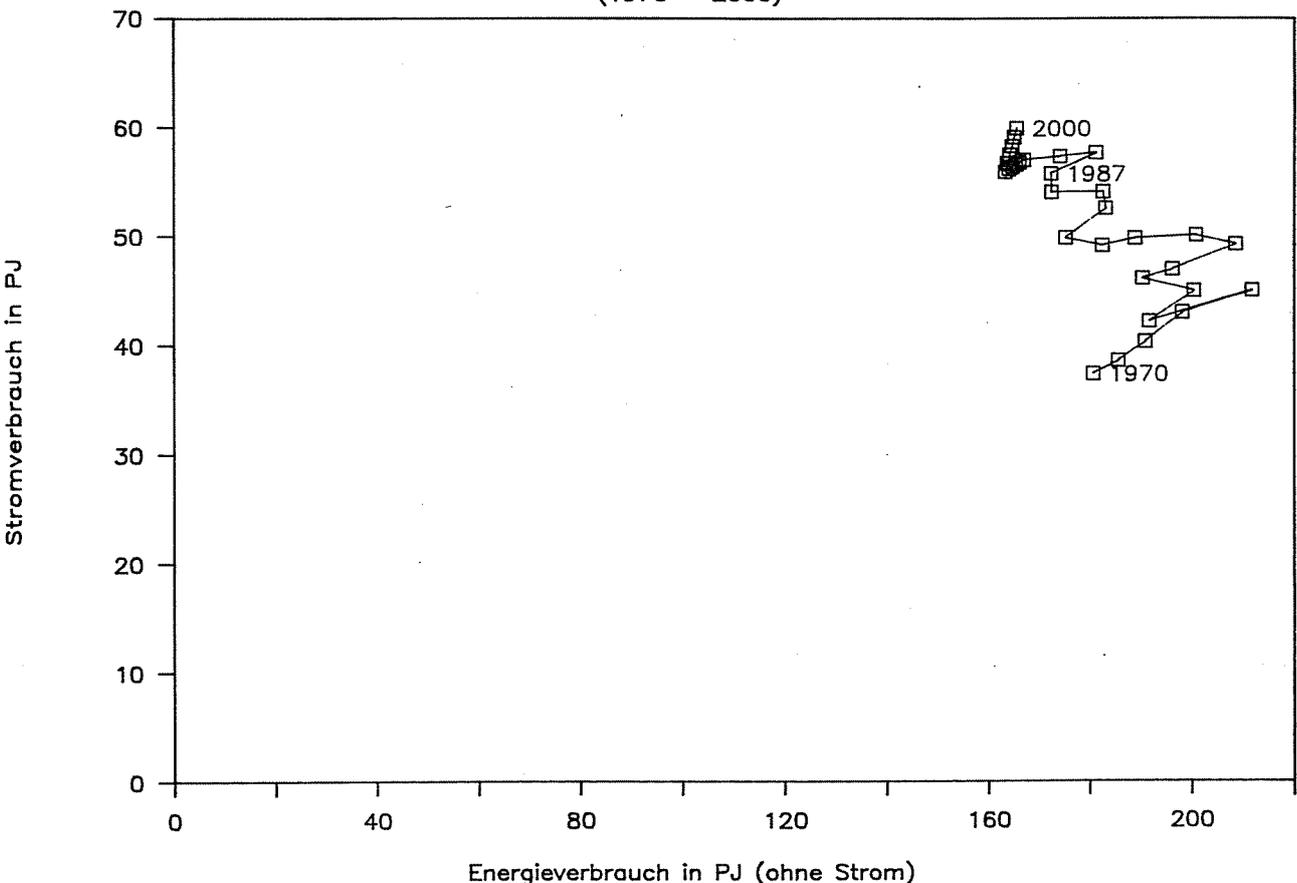
Der Energieverbrauch der Industrie stieg zwischen 1960 und 1973 um durchschnittlich 2,4%/a. In der Folge kam es zu einem Rückgang des industriellen Energieverbrauches um 0,4%/a (1973/1987), sodas derzeit der industrielle Energieverbrauch um 5% unter jenem von 1973 liegt. Betrachtet man die gegenwärtige Struktur des industriellen Energieverbrauches erkennt man, daß die flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffe mit etwa 48% dominieren. Auch sind die festen mineralischen Brennstoffe mit 20% und elektrische Energie mit 24% relativ stark vertreten.

Der spezifische Energieverbrauch in der Industrie (der industrielle Energieaufwand je Einheit der industriellen Wertschöpfung) hat seit Ende der 50er Jahre bis zur ersten Ölkrise um über 34% abgenommen, nach 1973 sank der spezifische Energieverbrauch in der Industrie nochmals um annähernd die gleiche Größenordnung. Dabei werden nach [8] etwa zwei Drittel der Energieeinsparungen den tatsächlichen Effizienzverbesserungen der Industrieprozesse zugeschrieben, ein Drittel hingegen dem Strukturwandel.

Erwähnenswert erscheint auch, daß in Österreich — im Gegensatz zu anderen europäi-schen Ländern — trotz der kräftigen absoluten Verbrauchszunahme, der spezifische Stromverbrauch ebenfalls rückläufig war. Allerdings trägt zu diesem Ergebnis hauptsächlich die Entwicklung in den Metallhütten und der Chemie bei. In den meisten anderen Branchen ist auch der spezifische Stromverbrauch gestiegen; hier überlagert sich eine erfolgte Zunahme der Nachfrage nach elektrischer Energie mit einer relativ stärkeren Abnahme der Nachfrage nach Brennstoffen.

INDUSTRIELLER ENERGIEVERBRAUCH

(1970 - 2000)



Man könnte meinen, daß Energieeinsparungen am ehesten zu Zeiten steigender Energiekosten erzielt wurden, sodas Einsparungen auch in Zukunft am ehesten durch hohe Preise zu erzielen seien. Auf Grund einer Analyse [8] zeigt sich jedoch, daß hohe Energiepreise allein nicht genügen, um in der Industrie Energieeinsparungen durchzusetzen. So fielen in Zeiten niedriger Preise die Energieeinsparungen deutlich höher aus als in Zeiten hoher und steigender Preise. Das Preisniveau von Energie kann bestentfalls ein Signal für Einsparbemühungen sein, Voraussetzung für Einsparerfolge sind jedoch ein starkes Wirtschaftswachstum und eine starke Investitionstätigkeit.

Zudem kommt, daß die wirtschaftlichsten Einsparmöglichkeiten bereits durchgeführt wurden. In Zukunft werden also Einsparungen stärker auf Bereiche entfallen, die aufwendige und kostenintensive Maßnahmen bedingen und bisher noch nicht getroffen wurden.

Jedenfalls wird damit gerechnet, daß der Energieverbrauch der Industrie bis zum Jahr 2000 auf heutigem Energieverbrauchsniveau stagnieren wird (1987/2000: —0,1%/a). Danach würde die Industrie im Jahr 2000 für eine um 31 % höhere Produktion um 1 % weniger Energie benötigen als 1987. Der Energieaufwand je Einheit der industriellen Wertschöpfung sollte sich somit in insgesamt 24% (2,1%/a) verringern. Gegenständliche Prognose [3] geht davon aus, daß sich die Struktur sehr deutlich zu Lasten der Grundstoffe und Vorprodukte verschieben wird, und das weiterhin energiesparende Investitionen getätigt werden, wenngleich im vorstehend angeführten Sinn das Rationalisierungs-tempo nachlassen wird.

Dabei soll auch künftig der spezifische Brennstoffverbrauch wesentlich stärker sinken als der spezifische Stromverbrauch, der bis zum Jahr 2000 — bei einer weiteren absoluten Stromverbrauchszunahme von 0,6%/a — um 18% oder 1,5%/a (1987/2000) abnehmen wird (dabei wirkt sich insbesondere auch die Stilllegung der Aluminiumerzeugung in Ranshothen mit 1992 aus).

Inwieweit nun die Einsparerwartungen für die Zukunft eine bloße Extrapolation des bisher beobachteten Trends sind, und inwieweit sie — auf Grund der Energiepreissituation und/oder politisch motivierter Maßnahmen zur Energieeinsparung — von dieser Erwartung abweichen, wird sich in Zukunft zeigen.

Wenngleich — wie bereits erwähnt — ein Teil des wirtschaftlichen Einsparpotentials bereits heute ausgeschöpft ist, hat doch eine vom ÖEKV durchgeführte Untersuchung [9] noch bedeutende Einsparpotentiale ergeben und Maßnahmen zur Reduzierung von Energieverlusten aufgezeigt, die sich im wesentlichen unterscheiden lassen in

- Maßnahmen zur optimalen Gestaltung der innerbetrieblichen Energieversorgung,
- Maßnahmen zur optimalen Konzeption energieverbrauchender Anlagen und Geräte und
- Maßnahmen zur energiesparenden Produktgestaltung.

Unter Maßnahmen zur optimalen Gestaltung der innerbetrieblichen Energieversorgung sind vor allem solche Maßnahmen zu verstehen, die Umwandlungsverluste bzw. den spezifischen Energiebedarf reduzieren. Dies kann etwa geschehen durch eine sparsame Betriebsweise vorhandener Anlagen, Einführung neuer Technologien, verbesserter Wärmerückgewinnung, Kraft-Wärme-Kopplung oder der Energieeinsparung dienendes Recycling.

Auf Grund der Tatsache, daß dzt. etwa zwei Drittel des gesamten Energieverbrauches der Industrie für Prozeßwärmezwecke eingesetzt werden und knapp 70% der in der Industrie auftretenden Verluste diesem Bereich zugeordnet werden können, sollten jedenfalls Maßnahmen vorzugsweise in diesem Bereich gesetzt werden.

6. Einsparungsmöglichkeiten im Kleinabnehmerbereich (Haushalt, Land- und Forstwirtschaft, Handel, Dienstleistungen)

Der Verbrauchssektor „Kleinabnehmer“ ist in Österreich mit einem Anteil von 46% am gesamten Endenergieverbrauch größter Energieverbraucher, wobei die Energiemachfrage dieses Sektors auch heute noch tendenziell stärker wächst als die der anderen Sektoren.

Dieses Wachstum gilt vor allem für den Elektrizitätsbereich, der bereits knapp 55% dem Kleinabnehmerbereich dient, sodas der Anteil der elektrischen Energie am gesamten Energieumsatz in diesem Sektor bei etwa 21% liegt. Erdölprodukte halten im Kleinabnehmerbereich bei etwa 29%, Holz und Abfälle bei 18%, Gas bei 15%, feste mineralische Brennstoffe bei etwa 11% und Fernwärme bei rd. 6%.

Der Kleinabnehmersektor weist das größte Einsparpotential auf; rd. 40% der gesamten, längs der Energiekette (angefangen bei der Förderung bis hin zur Nutzenergie) auftretenden Verluste, können dem Kleinabnehmersektor zugerechnet werden. Bestimmende Größe ist dabei der Haushaltsbedarf für Raumheizung.

Einerseits entfallen innerhalb des Kleinabnehmersektors allein zwei Drittel des Energieverbrauches auf die Haushalte, andererseits werden etwa 60% der in Haushalten eingesetzten Energie für Heizungszwecke sowie Zwecke der Warmwasserbereitung (inkl. Kochen) verwendet. Auf Grund der relativ hohen Verluste, die gerade der Nutzanzwendungsbereich Raumheizung aufweist, sind technische Maßnahmen zur direkten Einsparung von Energie primär hier anzusetzen.

In [3] wird unter der Annahme großer Einsparungen durch

- Maßnahmen am Baukörper (Altbau saniert, Wärmeschutz der Gebäudedülle, Baukörpergestaltung etc. (vgl. hierzu auch [10]),
 - Verbesserung der Heiztechniken (Verminderung der Verluste u. a. durch bessere Steuerung und Regelung insbesondere auch durch Einsatz der Mikroprozessortechnik, Rückgewinnung von Wärme, Einsatz von Wärmepumpen etc.) und durch
 - verhaltensbedingte Maßnahmen (Änderung des Benutzverhaltens etc.)
- bis 2000 mit einem Rückgang des durchschnittlichen spezifischen Energieaufwands der Haushalte zu Zwecken der Raumheizung um etwa 11% von dzt 0,87 GJ/m² auf 0,77 GJ/m² gerechnet. Nachdem jedoch in Zukunft sowohl der Wohnungsbestand wie auch die beheizte Fläche je Wohnung steigen dürfen, ist langfristig mit einem 5 %igen (1987/2000) Steigen des absoluten Energieverbrauches der Haushalte zu Zwecken der Raumheizung zu rechnen.

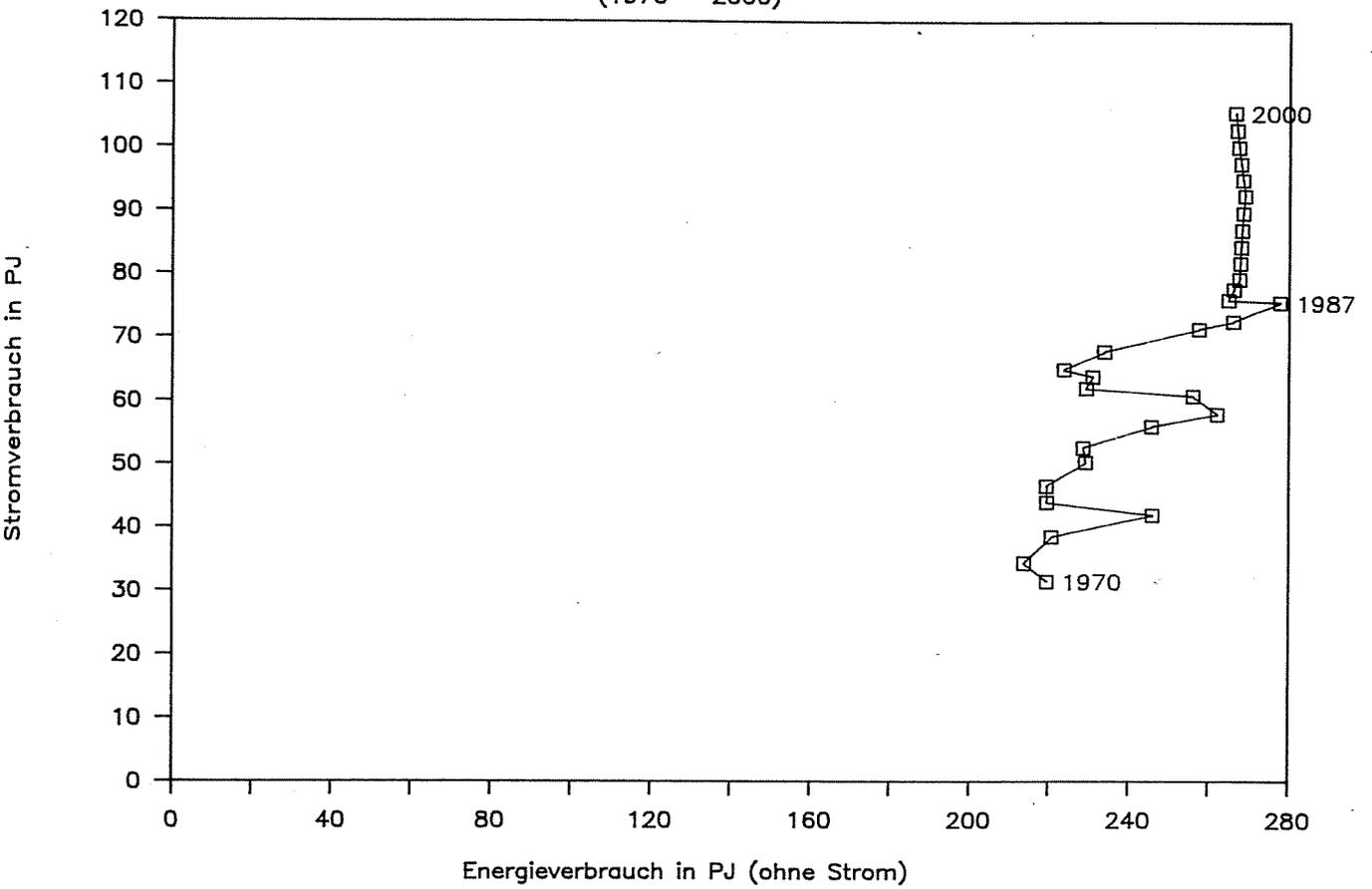
Daraus läßt sich folgern, daß auch bei elektrischer Energie weiterhin mit Bedarfszuwächsen zu rechnen sein wird. Die Gründe dafür seien nochmals kurz angeführt:

- höhere Komfortansprüche,
- weitere Zunahme der elektrischen Heizgeräte zur Abdeckung des gesamten Heizwärmebedarfes oder eines Teils davon,
- weitere Zunahme der Anzahl der elektrischen Wärmepumpen und elektrisch gestützter Heizsysteme,
- vermehrter Einsatz elektrischer Energie in den Regelsystemen und zum Antrieb der Pumpen von Zentralheizungssystemen.

Derzeit entfallen etwa 15% der in den österreichischen Haushalten insgesamt eingesetzten Endenergie auf die elektrische Energie. Es läßt sich erkennen, daß das Einsparpotential in diesem Bereich auf Grund des relativ geringen Anteils — dieser wird in der Öfentlichkeit immer wieder überschätzt — begrenzt ist. Eine Einschränkung der Nutzung

ENERGIEVERBRAUCH DER KLEINABNEHMER

(1970 - 2000)



elektrisch betriebener Haushaltsgeräte, die u. a. zu Arbeitserleichterungen und Zeiterparnis sowie zur Komfortsteigerung oder wegen ihres Unterhaltungswertes angeschafft wurden, würde den modernen Lebensstandard der Verbraucher meist empfindlich beeinträchtigen.

Vorangesehenes bedeutet nicht, daß nicht auch bei den elektrisch betriebenen Haushaltsgeräten in der Vergangenheit wesentliche Schritte zum rationaleren Energieeinsatz gesetzt wurden. So war nach [11] innerhalb der letzten 15 Jahre der Stromverbrauch je Dienstleistung bei Geschirrspülern um 35%, bei Kühl- und Gefriergeräten um 50%, bei Waschmaschinen um 60% und bei Farbfernsehern um 75% rückläufig. Aus den absoluten Verbrauchswerten der Haushalte läßt sich dies nicht unmittelbar erkennen.

Für die Zukunft wird jedenfalls gerechnet, daß im Bereich der „Kleinabnehmer“ der Energieverbraucher um 5% oder 0,4%/a (1987/2000) steigen wird. Dabei wird — trotz weiterer spezifischer Stromsparungen bei einzelnen Geräten — eine Abnahme des Beitrages fossiler Energieträger durch eine Zunahme des Verbrauches von elektrischer Energie kompensiert. Der Stromverbrauch wird dabei um 40% oder 2,6%/a (1987/2000) zunehmen; der Anteil der elektrischen Energie an der insgesamt eingesetzten Energie von dzt. 22% auf 28% steigen.

7. Einsparungsmöglichkeiten im Verkehrssektor

Etwas über ein Viertel der gesamten Endenergie wird in Österreich im Verkehr verbraucht. Davon entfallen rd. 90% auf den Straßenverkehr und nur rd. 10% auf den Schienenverkehr, den Luftverkehr und die Binnenschifffahrt.

Eine Analyse des Zusammenhangs zwischen dem Verkehrsaufkommen, der Verkehrsleistung und dem spezifischen Energieaufwand (vgl. hierzu nachfolgende Tabelle 2) der einzelnen Verkehrsmittel einerseits und dem Energieumsatz durch verschiedene Verkehrsträger andererseits, weist den Individualverkehr als den entscheidenden Ansatzpunkt für eine Energieeinsparpolitik aus.

Tab. 2: Spezifischer Energieverbrauch einzelner Verkehrsmittel in MJ pro Personenkilometer (Pkm) bzw. MJ pro Tonnenkilometer (tkm).

PERSONENVERKEHR (Angaben in MJ/Pkm)	
Eisenbahn — Elektrotraktion	0,5 — 0,7
Omnibus	0,6
Pkw	1,7
Flugzeug	2,7
GÜTERVERKEHR (Angaben in MJ/tkm)	
Eisenbahn — Elektrotraktion	0,5
Straßengüterfernverkehr	1,4
Straßengüternahverkehr	2,7
Binnenschifffahrt	0,3 — 0,4

Quelle: [12]

Nach den Prognosen ist davon auszugehen, daß das Verkehrsaufkommen, die Verkehrsleistungen und der Energieaufwand weiter wachsen werden, und das die autonome Entwicklung keine erhebliche Reduktion der Wachstumsraten des Energieumsatzes erwarten läßt. Der Bedarf an Mobilität hängt ab von der Bevölkerungsentwicklung, der Veränderung der Siedlungsstruktur, der Entwicklung des Einkommens der Bevölkerung, der regionalen Verteilung der Produktion und der Märkte sowie vom Ausmaß der internationalen wirtschaftlichen Verflechtungen. Wegen der relativ hohen sozialen Akzeptanz besserer Verkehrssysteme ist es manchmal auch einfacher, private, wirtschaftliche und öffentliche Planungshemmnisse des Verkehrssektor zu kompensieren, als ihnen zu begegnen.

Um nun Energie im Verkehr einzusparen, scheinen folgende Maßnahmen zielführend:

- Förderung des öffentlichen Verkehrs bei gleichzeitiger Reduktion des Individualverkehrs,
- weiterer Ausbau der öffentlichen Verkehrssysteme,
- Maßnahmen zur Verlegung des LKW-Verkehrs auf die Schiene,
- Elektrifizierungsprogramm der ÖBB.

Vor 1973 war der Verkehrssektor der Bereich mit dem stärksten Energieverbrauchs-wachstum. Nach 1973 kam die Verbrauchszunahme nahezu zum Stillstand, was sich mit den gesamtwirtschaftlichen Struktureinbrüchen aber auch mit Konsumeinschränkungen und Änderungen im Freizeitverhalten erklärt. Wie bereits erwähnt entfällt der Großteil des Energieverbrauches im Verkehr auf den Straßenverkehr. Bei sinkenden durchschnittlichen Fahrleistungen (wachsender Anteil von Zwei- und Drittwagen im Haushalt) und sinkenden Treibstoffverbräuchen (in Zeiten starker Treibstoffverteuerungen war der Rückgang des spezifischen Verbrauches jedoch eher gering) einerseits und einem steigenden Bestand an benzin- und dieselbetriebenen Kraftfahrzeugen andererseits, kann mit einer Verbrauchszunahme an Energie um 11% (1987/2000) gerechnet werden.

Aufgrund der vorgenannten Zielsetzungen wird im Verkehrssektor bei elektrischer Energie mit einem Mehrverbrauch bis zum Jahr 2000 um 30% gerechnet. Der Anteil der elektrischen Energie erhöht sich damit von dzt. etwa 4% auf etwas über 5%.

8. Technische Möglichkeiten im Umwandlungsbereich

Wurde im Vorangegangenen versucht, die Entwicklungsmöglichkeiten und -tendenzen bei den Letztverbrauchern aufzuzeigen, soll im weiteren kurz auf den Umwandlungsbe-reich eingegangen werden.

Auch im Umwandlungsbereich kann Primärenergie in verstärktem Maße rationell eingesetzt werden. Hier ist vor allem an einen Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung zu denken. Insbesondere sollte aber auch der weitere Ausbau der noch nutzbaren Wasserkraft unter den Prämissen Versorgungssicherheit und Energieeinsparung im Sinne einer Schonung nicht regenerierbarer fossiler Brennstoffvorräte gesehen werden. Der Verzicht auf den noch möglichen Ausbau der heimischen Wasserkräfte würde insofern indirekt eine erhebliche Verschwendung der fossilen Energieträger bedeuten.

9. Schlußbemerkungen

Zur Verringerung der Gefahr von Versorgungsengpässen und zur Vermeidung unnötiger Umweltbelastungen sind im gesamten Bereich der Energieversorgungskette, nämlich Energiegewinnung, -umwandlung, -transport, -speicherung und -einsatz beim Endver-

braucher, Ansatzpunkte für Optimierungsprozesse zu suchen und, soweit technisch und wirtschaftlich sinnvoll, die Möglichkeiten der Energiebedarfsreduzierung durch Energieeinsparung und rationale Energieverwendung aufzuzeigen.

Solche Möglichkeiten ergeben sich

- bei der Energiebereitstellung:
 - durch Verbesserung des Nutzungsgrades der Primärenergiequellen (erhöhte Lagerstättenausbeute),
 - Verbesserung des Wirkungs- und Nutzungsgrades von Anlagen zur Energieumwandlung,
 - Verminderung des Eigenverbrauchs bzw. der Verluste von Aufbereitungs- und Umwandlungsanlagen,
 - Verminderung von Transport-, Verteilungs- und Speicherverlusten oder ähnlichem;
- bei der Energieanwendung:
 - durch Vermeiden unnötigen Nutzenergieverbrauchs (z. B. Nichtheizen bei länger offenstehenden Fenstern)
 - Vermindern des Nutzenergiebedarfs (z. B. durch verbesserte Wärmedämmung),
 - Wirkungs- bzw. Nutzungsgradverbesserungen von Energieanwendungstechnologien (technologische bzw. verfahrenstechnische Verbesserungen zur Reduzierung von Verlusten).
 - Substitution von Energieträgern durch bislang weitgehend ungenutzte „Abfallenergien“ (z. B. Abwärme, pflanzliche Rest- und Abfallstoffe) oder durch
 - Energienutzung aus regenerativen Quellen (Wasserkraft, Biomasse),
 - Einsatz integrierter Energieversorgungssysteme,
 - Einsparung durch Strukturveränderungen in der Güterproduktion und durch Recycling.

Was nun die Nutzung alternativer Energiequellen betrifft, so läßt sich folgendes festhalten:

Wie sich gezeigt hat, befindet sich zwar in den alternativen Energiequellen ein großes Potential, die Nutzung stößt aber vorderhand noch auf vielerlei Schwierigkeiten. Hier sind neben hohen Investitionskosten die antizyklischen Wirkungsweisen (Sonnenenergie) und mitunter negative Energiebilanzen (z. B. Äthanol) zu nennen. Es kann daher von diesen Energiequellen keine umwälzende Veränderung in der Versorgungslage erwartet werden. In diesem Sinn sind alternative Energieträger eher als additive Energieträger anzusehen, weil sie nicht statt, sondern zusätzlich zu den derzeitigen Primärenergien zur Energiebedarfsdeckung beitragen werden.

Jedentfalls wird zur ausreichenden Deckung des Energiebedarfs und zur weiteren Sicherung der Energieversorgung der Einsatz sämtlicher Energieträger und aller sinnvollen Technologien notwendig sein. Selbstverständlich müssen im Rahmen der Bemühungen um eine verstärkte Energieeinsparung auch die Möglichkeiten der sinnvollen Minimierung des Stromeinsatzes genützt werden. Dabei zeigt sich: gerade ein verstärkter Einsatz der elektrischen Energie ist oft die Voraussetzung für die Energieeinsparungen oder deren rationaler Verwendung.

Elektrische Energie kann weitgehend aus Primärenergieträgern, die sonst kaum nutzbar sind, wie insbesondere aus Wasserkraft, ballastreicher Kohle und Müll gewonnen werden. Gerade durch die Umwandlung in elektrische Energie können diese Energieträger dazu beitragen, knappe und vor allem auch als Rohstoffe der chemischen Industrie nutzbare Energieträger zu schonen. Insbesondere soll nicht übersehen werden, daß elektrische Energie zu einem überwiegenden Anteil aus der heimischen Wasserkraft gewonnen

werden kann. Auch handelt es sich bei der Wasserkraftnutzung um eine sich ständig regenerierbare, heimische Energieressource. Dieser Energieträger müßte deshalb bei möglichst effizientem Einsatz andere weniger versorgungssichere und im geringeren Umfang verfügbare Energieträger soweit wie möglich ersetzen.

In der Öffentlichkeit werden die Möglichkeiten der Energieeinsparung vielfach nicht nur überbewertet, sondern gerade im Hinblick auf den Stromverbrauch grundsätzlich verkannt. Hierzu tragen nach wie vor wesentlich eine einseitige Aufklärungsarbeit und eine planmäßige unsachgerechte Informationsstätigkeit gewisser Kreise bei, durch die in der Öffentlichkeit der Eindruck erweckt wird, als würde sich mit Energieeinsparung des Problems Ausbaus von Stromversorgungsanlagen erübrigen. Dies ist eine Verkenntnis der weitreichenden, denn Energie sparen kann nicht mit Strom sparen gleichgesetzt werden. Vielmehr bedingt — wie bereits dargelegt — sparsamere und rationellere Energieverwendung häufig einen Mehrbedarf an elektrischer Energie.

Regenerative Energien können oft überhaupt erst durch den Einsatz elektrischer Energie technologisch genutzt werden. Ferner sind eine Reihe von Technologien zum aktiven Umweltschutz auf Strom angewiesen (z. B. Abwasserreinigungsanlagen, Elektrofilter, etc.).

Auch künftig wird der weitaus größte Teil der Energie in Form von Wärme verbraucht werden. Neben der weiteren Nutzung von Abwärme aus Kopplungsprozessen zur Fernwärmeversorgung ist auch hier eine breitere Nutzung der elektrischen Energie absehbar. So sind beispielsweise die elektrische Wärmepumpe aber auch andere elektrisch gestützte Systeme der Wärmeversorgung im besonderen Maße geeignet, den künftigen Anforderungen bei der Raumheizung und Warmwasserbereitung in rationeller Weise zu genügen. Elektrische Energie kann mit den unterschiedlichen Systemen der Wärmegewinnung, der Wärmepumpen und Solartechnik und der dezentralen energiesparenden Warmwasserbereitung, einen wirksamen und energiewirtschaftlich besonders vorteilhaften Beitrag zur künftigen Deckung der Wärmenachfrage, zur Energieeinsparung und Mineralölsubstitution leisten.

10. Literaturhinweise

- [1] Energiesparprogramm 1988 der Österreichischen Bundesregierung. Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten und Energieverwertungsgesellschaft, Wien, März 1988.
- [2] Energiebilanzen des Österreichischen Institutes für Wirtschaftsforschung.
- [3] Energieprognose bis zum Jahr 2000. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Wien 1988.
- [4] Szeless A.: Realistische Betrachtung zum Beitrag additiver/alternativer Energiequellen und von Kleinwasserkraftwerken zur Energie- und Stromversorgung Österreichs. Vortrag anl. der Energiewirtschaftstagung 1986 der Verbundgesellschaft, Wien 1986.
- [5] Bölkow L.: Energie im nächsten Jahrtausend — Bedarf und Deckung. Vortrag im Rahmen des „Club Internationale Wirtschaft“ der Bundeswirtschaftskammer, Wien 1987.
- [6] Wasserstoff als Energieträger. Hrsg. von C. J. Winter und J. Nitsch, Berlin 1986.
- [7] Nutzenergieanalyse 1983. Beiträge zur österreichischen Statistik. Hrsg. vom Österreichischen Statistischen Zentralamt, Heft 816.
- [8] Bayer K.: Energieverbrauch und Einsparungsmöglichkeiten in der Industrie — Teil 1. WIFO Monatsberichte 1/1982; Energieverbrauch und Einsparungsmöglichkeiten in der Industrie — Teil 2. WIFO Monatsberichte 2/1982.
- [9] Untersuchung über energiesparende Maßnahmen in der wärmeintensiven Industrie. Durchgeführt vom Österreichischen Energiekonsumentenverband (OEKV), Springer Verlag, Wien 1983.
- [10] Sparsame Energieverwendung im Wohnbau; durch Wärmeschutz effiziente Energieversorgung, Nutzung der Sonnenenergie und Umweltwärme. Hrsg. von BMWVf und ASSA, Wien 1980.
- [11] Schaefer H.: Ist Energiesparen noch aktuell? Vier Wege zur rationelleren Energienutzung. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 36 (1986).
- [12] Mayer H.: Aktuelle Probleme der Energieversorgung und ihre Auswirkungen auf den Verkehr. Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft, Köln 1974.