

# Energieverbrauch und Einsparungsmöglichkeiten in der Industrie

## 2. Teil: Energiesparen und Anreizsysteme<sup>1)</sup>

### Einleitung

Energiesparen, d. h. das Erzielen eines größeren Outputs mit gleichem Energieeinsatz oder des gleichen Outputs mit verringertem Energieeinsatz ist, mikroökonomisch gesehen, gleichzustellen mit der Beschaffung einer weiteren Einheit eines Energieträgers — daher auch das Schlagwort von der "Energieeinsparung als neuer Energiequelle" (*Meyer-Abich, 1979*). Für den Einzelbetrieb müssen die Kosten einer Energieeffizienzsteigerung mit den Kosten der Finanzierung einer weiteren Einheit Energie verglichen werden. Im betriebswirtschaftlichen Kalkül ist dann die billigere Alternative heranzuziehen

Volkswirtschaftlich gesehen kommen zu diesen modellhaften mikroökonomischen Überlegungen noch weitere hinzu, wie die Belastung der Zahlungsbilanz durch Energieimporte, Krisensicherheit, Umwelt- und andere Überlegungen, die Einsparungen gegenüber erhöhtem Energiebezug als vorteilhaft erscheinen lassen können. Da der Preismechanismus allein unter den gegebenen Umständen nicht in der Lage ist, alle gesamtgesellschaftlich wünschenswerten Einsparungen zu bewirken, und rechtliche sowie institutionelle und historische Faktoren Energieeinsparungen gegenüber anderen Energiequellen "diskriminieren" (siehe etwa *Dunkerley, 1980, S. 97*), besteht ein volkswirtschaftliches Interesse an der Förderung von Energieeinsparungen. Einsparungen sind aber nicht Selbstzweck, sondern nüchtern im Rahmen volkswirtschaftlicher Kosten und Nutzen zu sehen.

Bei einer solchen Betrachtung müssen zwei Ebenen unterschieden werden: Die eine betrifft das "technisch mögliche Einsparpotential" beim industriellen Energieverbrauch, die andere die "ökonomisch sinnvollen" Maßnahmen. Der erstgenannte Bereich, der nicht Gegenstand dieser Betrachtung sein kann, wird von einer stark wachsenden (besonders ausländischen) Literatur abgedeckt, wobei es deutliche Unterschiede in einzelnen Aussagen gibt. Grundsätzlich unterscheidet etwa der Österreichische Energiekonsumentenverband (ÖEKV) in der einzigen weitreichenden österreichischen Studie auf diesem Sektor drei Ebenen der Einsparungsmöglichkeiten: solche

hauptsächlich organisatorischer Art (die kaum neue Investitionen erfordern), solche, die bei gegebener Technologie Einsparungen bringen, und solche, die eine Änderung der gegebenen Produktionsabläufe und Technologien bedingen<sup>2)</sup>

Das ökonomische Problem für die einzelnen Firmen besteht darin, technische Einsparpotentiale nutzbar zu machen, soweit es sich um betriebswirtschaftlich rentable Investitionsausgaben handelt. Allerdings meint ein Großteil der Literatur, daß die von den Unternehmen für Energieinvestitionen geforderten Amortisationszeiten nur halb so lang seien wie für andere Investitionen, und daß deshalb nur relativ wenig in Steigerungen der Energieeffizienz investiert würde (z. B. *Dean, 1980, S. 73-74*). Gründe hierfür dürften in einem allgemeinen Informationsrückstand über die Möglichkeiten des Energiesparens und einem Mangel an Angebot von einschlägigen Leistungen liegen. Sieht man von diesem Manko ab, können hauptsächlich finanzielle Anreizsysteme die effektive Amortisationsdauer von Energiesparinvestitionen verkürzen.

*Dean* nennt fünf Möglichkeiten finanzieller Anreizsysteme (S. 86ff):

- "Steuersubventionen", darunter vorzeitige Abschreibung, Absetz- und Freibeträge, Grund- und Verbrauchsteuerbefreiungen;
- direkte Subventionen einschließlich Zuschüsse in Form von Bargeld, Ausrüstungsgegenständen oder Land;
- geförderte öffentliche Kredite oder Haftungen;
- Anleihefinanzierung, etwa mit Steuerbefreiung;
- staatliche oder private Finanzierungsgesellschaften und Haftungsübernahme.

In den USA setzen zur Zeit praktisch alle Bundesstaaten zumindest eines, meistens aber eine Kombination von mehreren dieser Instrumente als Anreiz zum

<sup>2)</sup> Die technisch möglichen Einsparpotentiale wurden vom Österreichischen Energiekonsumentenverband (ÖEKV) in einer Untersuchung der Produktionsprozesse in der wärmeintensiven Industrie aufgezeigt, wobei das Sample der untersuchten Firmen 37% des Energieverbrauchs der Gesamtindustrie im Jahr 1976 umfaßte und alle wichtigen Energieverbraucher einschloß. Die dort mit Hilfe von Exergiebilanzen (Exergie: maximale mechanische Arbeit, die sich unter gegebenen Umweltbedingungen aus einem bestimmten System gewinnen läßt) errechneten technischen Einsparmöglichkeiten decken sich im wesentlichen mit den Ergebnissen ausländischer Studien (siehe *ÖEKV, 1981*)

<sup>1)</sup> Der erste Teil dieser Untersuchung (Verbrauchs- und Preisentwicklung) wurde im vorigen Heft (Monatsberichte 1/1982) veröffentlicht

Energiesparen ein, auch in vielen europäischen Ländern gibt es eine Reihe von finanziellen Anreizsystemen (IEA, 1981C).

Als Alternative zu solchen Anreizsystemen wird in der Literatur vorgeschlagen, den Preismechanismus voll wirken zu lassen und Energie nicht zu Durchschnitts-, sondern zu Grenzkosten abzugeben (Energie aus alten Anlagen ist oft deutlich billiger als jene aus neuen) oder Energiesteuern etwa auf den Mehrverbrauch gegenüber einer Referenzperiode einzuführen. Mikroökonomisch gesehen führt eine Energiemengensteuer in der Theorie bei einem profitmaximierenden Betrieb zur gleichen Allokation wie eine Mengensubvention, in der Praxis wird jedoch eine Steuer oft als "Disincentive" abgelehnt (z. B. Dean, 1980, S. 102), da sie, ebenso wie generell höhere Energiepreise, besonders stark jene Firmen trifft, die auch mit Hilfe modernster Technologien trotz aller Sparanstrengung noch immer viel Energien verbrauchen.

Ein wichtiger Teil der neueren Literatur (Stobaugh — Yergin, 1980; Krause — Bossel — Müller-Reißmann, 1980; Leach et al., 1979; Myers, 1974; Meyer-Abich, 1979) stimmt darin überein, daß Energiesparen zum großen Teil ein Bewußtseins- und Informationsproblem ist, besonders für die Vielzahl von Branchen und Betrieben, deren Energieverbrauch relativ gering ist. Dort gäbe es eine Vielzahl von Maßnahmen, die oft mit nur geringen Kosten deutliche Einsparungen bringen könnten, jedoch geeignete Meß- und Regeleinrichtungen voraussetzen und den Willen, mit Hilfe einer Menge von unspektakulären kleinen Maßnahmen (z. B. Drosselung der Nachtbeheizung, Lichtregulierungen, Anpassung der Motordrehzahlen an tatsächliche Notwendigkeiten, Isolierungen von Maschinen und Ventilen) Einsparungen anzustreben (z. B. Dean, 1980, S. 108ff). Vielen Betrieben scheint auch trotz Energiekrise die kurze Amortisationsdauer von effizienzsteigernden Maßnahmen nicht oder nur ungenügend bekannt zu sein. Leach zitiert eine Studie des National Physical Laboratory in England, die auf eine Vielzahl von Energiesparmöglichkeiten in der Industrie und typische Amortisationszeiten von null (Abschalten von Motoren bei Nichtbenützung) bis zu maximal vier bis fünf Jahren (Isolierung und Verbesserung des Bauzustands von Betriebsgebäuden) hinweist. Der weitaus größte Teil der Maßnahmen liegt im Amortisationsbereich von einem halben Jahr bis eineinhalb Jahren (siehe Anhang 1; Leach et al., 1979, S. 43). Einzelbetriebliches Effizienzbewußtsein müßte stärker durch eine klare und koordinierte Einsparpolitik der Regierungen gestützt werden (Meyer-Abich), um dem einzelnen Betrieb volkswirtschaftliche Nutzenüberlegungen nahezubringen. Erst dann kämen finanzielle Anreizmechanismen und andere Anreize zum Tragen (Krause — Bossel — Müller-Reißmann, 1980; Leach et al., 1979)

### Energiepolitische Förderungsmaßnahmen für die österreichische Industrie

Mit der Erdölpreiskrise vom Oktober 1973 haben Maßnahmen und Appelle eingesetzt, die auf einen sparsameren Einsatz der Energie in Industrie (und den anderen Verbrauchsbereichen) dringen. Auf den ersten Blick scheint es paradox, daß sich gerade seither das Wachstum der Energieeffizienz in Österreich stark verringert hat, besonders wenn man Änderungen in der Produktionsstruktur außer acht läßt.

Der Energiebericht der Bundesregierung aus dem Jahre 1980 spricht von Einsparungsmöglichkeiten im Produktionsbereich auf zwei Ebenen: Durch organisatorische Maßnahmen könnten in den Betrieben vom Österreichischen Energiekonsumentenverband geförderte Energiebuchhaltungen eingerichtet werden, die zusammen mit geeigneten Messungen die Grundlage für Einsparungen bis 1985 im Ausmaß von 10% bilden könnten. Weiters werden technologische Maßnahmen angesprochen, die auf Grund der Energiebuchhaltung günstige Maßnahmen (Isolierungen, Wärmerückgewinnung, Umstrukturierungen der Energieversorgung, neue Produktions- und Energieanwendungsprozesse) erkennen und zur Anwendung bringen könnten.

Zur Zeit verfügt der Bund über folgende Einrichtungen, die Energiesparen in der österreichischen Industrie fördern sollen (siehe Energiebericht 1980, S. 122ff, 1981, S. 120ff, S. 175ff):

- Investitionszuschüsse für Meßgeräte, die an die Nominierung eines Energiebeauftragten in der Unternehmung gebunden sind;
- Energiemeßberatung dieser Unternehmungen durch den ÖEKV (für diese beiden Punkte wurden bis 1981 3 Anträge mit einer Gesamtsumme von 4,5 Mill. S gefördert);
- Investitionszuschüsse nach dem Gewerbestrukturverbesserungsgesetz 1969 (zwischen 15. September 1980 und 1. September 1981 wurden in 119 Fällen 123 Mill. S Kredit gefördert; die Kosten betragen 12,2 Mill. S);
- Mittel aus der Zinsenzuschußaktion 1978 (bereits ausgelaufen);
- Mittel aus der ERP-Kreditaktion für Investitionen, die besonders energiesparende Technologien einführen oder die Kraft-Wärme-Kupplung betreffen (bis Mitte 1981 wurden für 6 Projekte mit Gesamtinvestitionen von 577 Mill. S Kredite in der Höhe von 66,5 Mill. S bereitgestellt);
- Zinsenzuschüsse für die Papier- und Zellstoffindustrie zum Altpapier-Recycling bzw für Investitionen, die eine Senkung des spezifischen Energieverbrauchs bewirken (bis Anfang September 1981 wurden seit Bestehen der Aktion — 1978 — 33 Projekte mit einer Investitionssumme von

2,8 Mrd. S gefördert, bei denen der Investitionsschwerpunkt bei der Energieeffizienz lag);

- "Top-Aktion" des Bundes seit Mitte 1981: Auch hier ist die effiziente Energieverwertung eines der Kriterienbündel, das mit etwa 7% Gewicht in die Gesamtbewertung der Kreditanträge eingeht;
- Anwendung des erhöhten Abschreibungssatzes (60%) bei Errichtung von Anlagen zur energiesparenden Elektrizitätserzeugung (Einkommensteuergesetz 1972, § 4, Abs 4, Z. 4), d. h. Kleinkraftwerke, Kraft-Wärme-Kupplung, Elektrizitätserzeugung aus Abfällen, und für "sonstige energiesparende Anlagen" (§ 8, Abs. 4, Z. 5) wie Wärmepumpen, Solaranlagen, Anlagen zur Wärmerückgewinnung, Anlagen zur gemeinsamen Erzeugung von elektrischer Energie und Wärme bis 1 MW, Biomassenutzung

Zusätzlich wurde durch eine Vereinbarung zwischen dem Bund und den Ländern gemäß Artikel 15a der Bundesverfassung die Möglichkeit geschaffen, eine zwischen Bund und Ländern koordinierte Energiesparpolitik zu betreiben, die auch die Industrie betrifft. Der damit geschaffene Rahmen ist allerdings in diesem Bereich noch nicht aufgefüllt.

Das Dampfkesselmissionsgesetz 1980 ermöglicht die Festlegung von Mindestwirkungsgraden für Dampfkessel. Im zur Zeit noch immer in Beratung stehenden Energiesicherungsgesetz gibt es einen Themenkreis "Maßnahmen zur sinnvollen Nutzung von Energie", der sich mit Substitution von sensitiven Energieträgern, Einsparung von Energie und der Einsetzung von Energiebeauftragten befaßt.

Natürlich gelten weiterhin die Bestimmungen des Energieförderungsgesetzes 1978, das "Energieprogramm zur Sicherung der Energieversorgung und zur Energieeinsparung" 1979 sowie der damit in Zusammenhang stehende "Operationskalender", die alle auch für die Industrie relevante Bestimmungen enthalten.

Inwieweit diese Maßnahmen und Förderungen bisher schon gegriffen haben, ist im einzelnen schwer festzustellen. Tatsache ist, daß die oben genannten finanziellen Förderungsaktionen des Bundes unter dem Titel "Energiesparen" eine große Zahl von Projekten unterstützt haben. In den Jahren 1979, 1980 und 1981 wurden durch die genannten Aktionen rund 300 Projekte gefördert, wobei sich die geförderte Kreditsumme auf mehrere hundert Mill. S belief (Energiebericht 1980, S. 124).

Die internationale Energieagentur (IEA) benotet in ihrer Bewertung österreichischer Energiepolitik die im Energieprogramm 1979 und im Energiebericht 1980 dargelegten Maßnahmen grundsätzlich positiv, meint jedoch, daß noch größere Anreize gegeben werden müßten, um die Industriebetriebe einerseits zum Umsteigen auf Kohle (von Erdöl und Gas) zu bewegen und andererseits zu Einsparungen anzuregen.

Besonders wird betont, daß das Potential für Kraft-Wärme-Kupplungen in energieintensiven Betrieben sehr hoch sei und speziell und stärker als bisher gefördert werden müsse (IEA, 1981C, S. 93). Kritisch wird angemerkt, daß seit Einsetzen der Erdölkrise fast sechs Jahre vergangen seien, bis die österreichischen Behörden Ansätze zu einer koordinierten Energiepolitik geschaffen hätten, und daß diese Bemühungen möglichst rasch vorangetrieben werden sollten (S. 98). Die Energieverbrauchsdaten für 1980 und das 1. Halbjahr 1981 deuten auf Erfolge der eingeleiteten Maßnahmen hin, die über die üblichen Preis- und Investitionseffekte hinausgehen.

Die IEA fordert zusätzlich, daß die Behörden einen Mechanismus in Gang setzen sollten, der ständig die Effektivität der getroffenen Maßnahmen überprüfen und andererseits ausreichendes Personal zur Verfügung stellen sollte, um die Durchführung energiepolitischer Maßnahmen effizient und zeitgerecht zu gewährleisten. Gerade dieser letzte Punkt scheint bisher noch wenig verwirklicht zu sein, besonders wenn man an die Vielzahl von Förderungseinrichtungen des Bundes denkt, die geförderte Kredite für Energiesparinvestitionen vergeben und ohne Koordinierung arbeiten. Hier wären einheitliche Richtlinien und Überwachungsmechanismen notwendig, die auch die Prüfung der Effektivität der über die vorzeitige Abschreibung geförderten Energiesparmaßnahmen einbeziehen sollten.

Neben den direkt energiesparend wirkenden Förderungsmaßnahmen ist auch auf die dafür notwendige Forschung und deren Förderung zu verweisen, die im österreichischen Energieforschungskonzept 1980 des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung eingebettet ist und als besondere Leitlinie den Gedanken der Steigerung der Effizienz im Energieeinsatz enthält. Für den Industriebereich besonders, aber auch generell scheint die Dotierung der Forschungsförderung für Energie allerdings gering (1980 374 Mill. S). Auch wenn man die Ausgaben der Industrie für Energieforschung, die laut Bundeskammer 1980 etwa 200 Mill. S betragen (Bundeskammer, 1980), dazu rechnet, ändert das nichts daran, daß Österreich international im Energieforschungsbereich gemessen an den Ausgaben pro Kopf eine sehr untergeordnete Stellung einnimmt (Bundesministerium, 1981; IEA, 1981B, S. 48).

## Quantitative Auswirkungen möglicher Einsparpotentiale

### Möglichkeiten zur Einsparung

Laut ÖEKV hat die österreichische Industrie eine "Tradition in sinnvoller und sparsamer Energienut-

Vergleich einiger Einsparpotentiale

Branche	Quelle		Einsparungen in %			Musil <sup>4)</sup>		
	Brennstoff	Strom	Insgesamt	1976/2010	1973/1990	1990/2000	1980/1985	1980/2000
Eisenhütten	11	3	10	30	14	24	5	10 bis 25
Chemie	51	20	41	28	46	62	28	41
Steine Keramik	21	2	19	35	9	20	8	19
Papier	22	9	15	24	—	—	7	15
Metallhütten	33	0	20	—	—	—	—	—
Summe Grundstoffe	26	10	23	30	30	53	—	—
Summe Investitionsgüter	15	2	11	32	10	27	—	—
Nahrungsmittel	30	28	23	37	8	30	11	24
Summe Verbrauchsgüter	23	0	18	31	—	—	—	—
Industrie insgesamt	25	6	21	31	30	50	11	21
Durchschnittliche jährliche Einsparung	0,8	0,2	0,7	0,8	1,6	1,5	2,1	1,0

Q: Siehe Literaturhinweise — <sup>1)</sup> Bei verändertem product mix innerhalb der Branchen — <sup>2)</sup> Bei konstantem Output und product mix — <sup>3)</sup> Technologieintensives Szenario — <sup>4)</sup> Übernommen aus Meyer-Abich (1979)

zung“ (ÖEKV, 1981, S 311). Trotzdem gibt es viele Anzeichen, daß es auch bei gegebener Technologie noch große Möglichkeiten gibt, die Effizienz im Energieeinsatz zu erhöhen. Im internationalen Vergleich ist bis 1974 auch der spezifische Verbrauch in der österreichischen Industrie rascher zurückgegangen als in den anderen OECD-Ländern, allerdings hat sich dieser Vorsprung seither sehr stark verringert. Bemerkenswert an diesem Vergleich ist, daß sich Österreich diesen Vorsprung in der Energieeffizienz in den Jahren 1966 bis 1970 geholt hat, als in den meisten anderen Ländern auf diesem Gebiet keine Fortschritte gemacht wurden.

In den letzten Jahren hat sich eine weitläufige internationale Literatur entwickelt, die die Einsparpotentiale für einzelne Produktionsprozesse und Branchen quantitativ zu erfassen versucht. Ein erster Überblick über die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigt, daß die Industrien der westlichen Industrieländer, trotz relativ großer Anstrengungen in der Vergangenheit, noch bedeutende Einsparpotentiale haben. Im Anhang 2 werden die vom ÖEKV empfohlenen Maßnahmen zur Reduzierung von Energieverlusten in der österreichischen Industrie verkürzt zusammengestellt, die in grobem Umfang dem Stand der internationalen Literatur entsprechen. Andere Literaturangaben beziehen sich nicht nur auf laufende Produktionsprozesse, sondern schätzen auch die Potentiale technisch existierender, aber noch nicht eingeführter Prozesse ab (Leach et al., 1979; Fichtner, 1977).

Die in diesem Anhang wiedergegebenen Maßnahmen sollen nur einen ersten Überblick für den interessierten Leser über die Möglichkeiten in der Industrie geben. Reale Einsparungsvorgänge in einzelnen Betrieben müssen auf betriebs- und prozeßspezifische Gegebenheiten Bedacht nehmen und vor allem durch ausgedehnte Messungen vorbereitet werden, die von

Spezialisten durchzuführen sind<sup>3)</sup>. Dazu kommen noch Produktstrukturänderungen innerhalb der Industriebranchen und Betriebe, die auch starke Effekte für den Energieeinsatz bringen können (z. B. schätzt die Fichtner-Studie für die BRD, daß die Chemieindustrie bei organischen Produkten bis zum Jahr 2000 durch Struktureffekte 15% bis 20% einsparen könnte, bei anorganischen Produkten bis ca. 17%; Fichtner, 1977, S. 145).

Energieverbrauchsszenarien

Um den Rahmen der möglichen Entwicklungen des Energieverbrauchs in der Zukunft aufzuzeigen, ist international in den letzten Jahrzehnten die Methode der "Szenarien" üblich geworden, die jeweils plausible, aber nicht unbedingt wahrscheinliche Entwicklungen abbilden (z. B. Enquete-Kommission, 1980; Foell et al., 1979; Meyer-Abich, 1979; Leach et al., 1979, u. v. a.). Hier wird so vorgegangen, daß Produktionswachstumsszenarien für die Hauptverbraucher und die Industrie insgesamt und verschiedene Varianten der Einsparmöglichkeiten im Endverbrauch miteinander kombiniert und die Ergebnisse als Rahmen für die mögliche Entwicklung dargestellt werden. Durch spezifische Wachstumsannahmen für die einzelnen Branchen wird auch der in Zukunft mögliche Wandel der

<sup>3)</sup> Eine vom österreichischen Handelsministerium geförderte Untersuchung (Moser — Schnitzer, 1981) schätzt das für alle untersuchten Produktionsbereiche (Industrie und Gewerbe) mögliche Einsparungspotential an Primärenergie durch den Einsatz von Wärmepumpen auf jährlich 25,5 PJ oder 9,2% des Energieeinsatzes der Industrie. Davon könnten 5,5% durch Anlagen gespart werden, deren Amortisationszeit weniger als 5 Jahre beträgt (Kostenschätzung: 11 Mrd. S). In den nächsten drei Jahren würden ökonomische Einsparungsmöglichkeiten ein Potential von weiteren 3 Mrd. S erfordern (zitiert nach Energiebericht 1981, S. 123)

Produktionsstruktur direkt in die Szenarien mit einbezogen.

Die hier gewählten Wachstumsszenarien umfassen eine sogenannte "hohe Variante", die im Zeitraum 1980 bis 1985 und 1985 bis 1990 von einer durchschnittlichen Industriegewachstumsrate von jeweils 4% pro Jahr ausgeht und auch der offiziellen Energieprognose des WIFO (*Musil*, 1980A, B, 1981) zugrunde liegt: Die Hauptverbraucherbranchen wachsen im Durchschnitt etwas schwächer als die übrigen, wobei nur die Chemie überdurchschnittlich wächst, die anderen Branchen aber unterdurchschnittlich zunehmen. Ein "mittleres Wachstumsszenario" rechnet mit einer durchschnittlichen 3prozentigen Industriegewachstumsrate in den nächsten 10 Jahren, wobei ein etwas stärkerer Strukturwandel angenommen wird. In einer "niedrigen Variante" wächst die Industrieproduktion 1980 bis 1985 mit durchschnittlich 2%, in den folgenden fünf Jahren mit 1%: Hier wird ein starker Strukturwandel insofern angenommen, als von den Hauptverbrauchern nur die Chemieindustrie wächst (+2%), die anderen Branchen jedoch auf dem Niveau von 1980 verharren. Dieses Szenario bedeutet, daß die Grundstoffproduktion im funktionellen Sinn unter das Niveau von 1980 sinkt, da ja in allen Hauptverbraucherbranchen selbst innerhalb der Branchen ein Strukturwandel stattfindet und die Fertigprodukte, deren Erzeugung wenig energieintensiv ist, an Gewicht gewinnen.

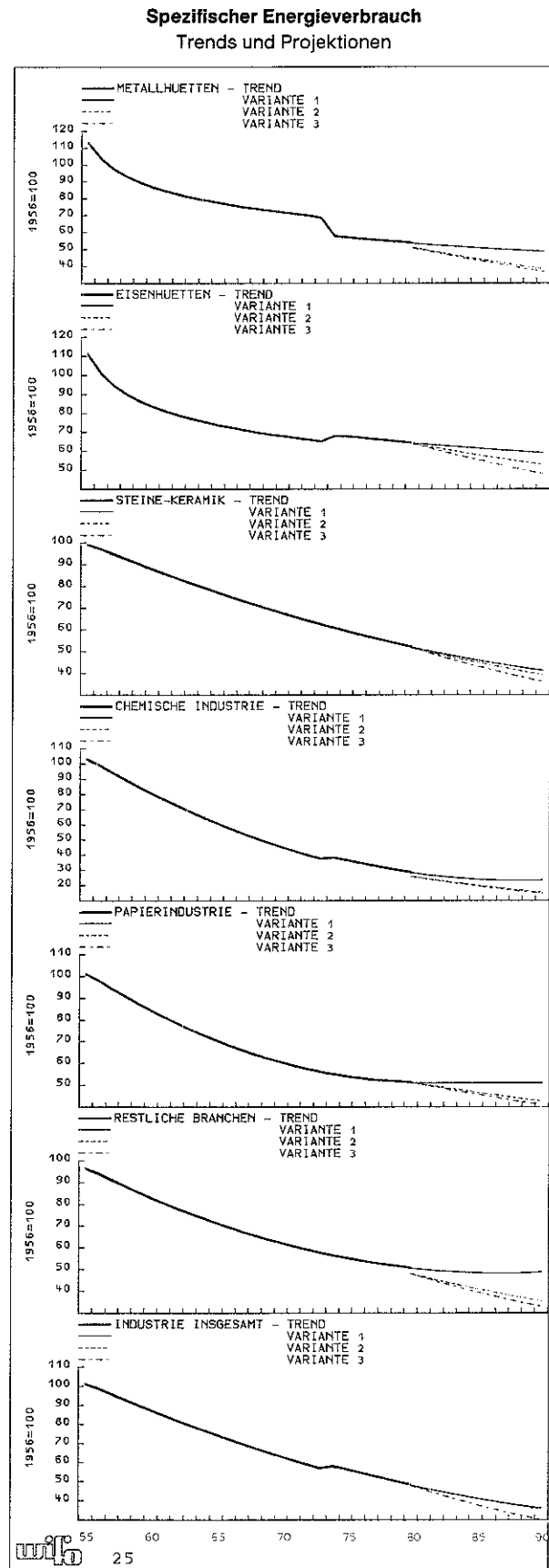
Übersicht 2

Szenarienannahmen

	Industriegewachstum		Einsparungen	
	1980/1985	1985/1990	1980/1985	1985/1990
	Durchschnittliche jährliche Veränderung in %			
Stärker	4	4	-4	-5
Mittel	3	3	-3	-3
Schwach	2	1	-1	-2

Für die Berechnung der Energieeinsparungsrate wurden folgende Varianten gewählt: Eine "schwache Variante" schreibt das Tempo der Verringerung des spezifischen Verbrauchs aus der Vergangenheit in die Zukunft fort, d. h. die nichtlinearen abnehmenden Trends (1956 bis 1980) werden weitergeschrieben. Diese Variante bedeutet eine deutlich langsamere Zunahme der Einsparraten, als sie sich tatsächlich zwischen 1973 und 1980 ergaben. Die Verlangsamung wird für die Industrie (und auch die Einzelbranchen) dadurch verstärkt, daß sich seit 1974 ein deutlicher Strukturbruch im Trend der Einsparungen feststellen läßt, und zwar nicht, wie man vielleicht auf Grund des Erdölpreisschocks 1973 vermuten könnte, nach unten, sondern (wahrscheinlich auf Grund der Anpassungsschwierigkeiten bei gleichzeitig verringertem Wirtschaftswachstum) nach oben. Projektionen dieser Entwicklung in die Zukunft ergeben daher eine

Abbildung 1



Minimaleinsparungsvariante, in der deutlich weniger eingespart wird als bis zum ersten Drittel der siebziger Jahre, aber auch als später üblich war.

Die dieser Variante zugrunde liegende Trendanalyse zeigt deutlich unterschiedliche Ergebnisse für Brennstoffeinsatz und Elektrizitätsverbrauch: Der Brennstoffeinsatz sank in der Vergangenheit durchschnittlich um über 2 Prozentpunkte pro Jahr, der Stromverbrauch nur um 0,6 Punkte. Während die weiterschreitende Automatisierung und Rationalisierung der Arbeitsvorgänge tendenziell mehr elektrische Energie erfordern, ist der eher technologisch bedingte Brennstoffverbrauch stärker eingeschränkt worden. Trotzdem ist in Österreich, im Gegensatz zu einigen anderen Ländern, der spezifische Stromverbrauch in der gesamten Industrie zurückgegangen (auch wenn er in einigen Teilbereichen wie z. B. in Bergbau, Steine-Keramik und in der Nahrungsmittelindustrie stieg). Für einige relativ starke Elektrizitätsverbraucher wie Metallhüttenindustrie, Chemie, Papier- und Eisenhüttenindustrie sowie auch die Finalbranche mit dem höchsten Stromverbrauch, die Eisen- und Metallwarenindustrie, ist ein fallender Trend im spezifischen Stromverbrauch festzustellen, der sich teilweise nach 1974 sogar verstärkt hat. Für die gesamte Industrie ergibt sich im spezifischen Stromverbrauch ein signifikanter Strukturbruch seit 1974, der eine Weiterführung des Trends auf deutlich niedrigerer Stufe bedingt.

Anders ist die Situation im Brennstoffsektor, wo sich der abnehmende Trend in der Gesamtindustrie seit 1974 leicht nach oben (also in Richtung zu weniger Einsparung) verschoben hat. Dieser Effekt geht hauptsächlich auf die Eisen- und Stahlindustrie zurück, in der im Gefolge des Erdölpreisschocks (wenn auch nicht unmittelbar im Zusammenhang damit) eine internationale Überkapazitätskrise eingetreten ist, die einerseits durch schwache Nachfrage (auf Grund von Sättigungserscheinungen und schwacher Konjunktur) und andererseits durch starken Ausbau von Kapazitäten (besonders, aber nicht nur, in Ländern der Dritten Welt) ausgelöst wurde und bis heute anhält. Die durch die Krise verschlechterte Ertragslage beschränkte die Investitions- und damit auch die Einsparungsmöglichkeiten in diesem Bereich. Aber auch in den anderen Hauptverbrauchsbranchen hat sich der Rückgang des spezifischen Verbrauchs stark verringert, allerdings sind in diesen Bereichen Trendversionen mit Dummyvariablen ab 1974 nicht signifikant. Die stärksten Einsparungen über den gesamten Zeitraum erzielten die Chemie-, Papier- und Steine-Keramikindustrie.

In einer "mittleren Einsparversion" wird die durchschnittliche Einsparveränderung 1956 bis 1980 weiter fortgeschrieben, d. h. auch hier wird keine über die historische Erfahrung hinausgehende Einsparung erforderlich, und eine "starke Einsparvariante" überträgt die aus der internationalen Literatur als möglich

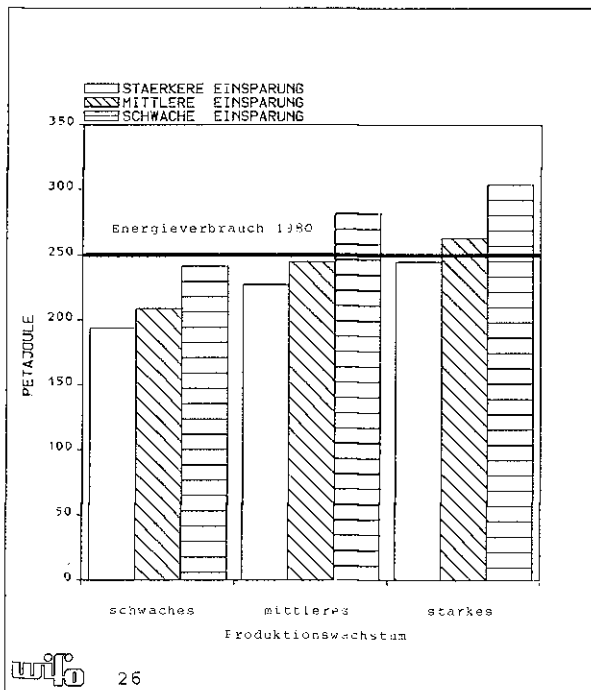
erkannten Einsparmöglichkeiten in die österreichische Zukunft. Eine solche Entwicklung erscheint nur plausibel, wenn einerseits die bereits gesetzten wirtschaftspolitischen Maßnahmen weiter fortgesetzt und durchgeführt werden, andererseits neue Maßnahmen, wie sie weiter oben bereits vorgeschlagen wurden ("koordinierte Energiesparpolitik"), durchgesetzt werden und drittens die Energiepreise (absolut und relativ zu anderen Preisen) etwa im Ausmaß der vergangenen sieben Jahre weitersteigen und auch Investitionsmöglichkeiten vorhanden sind. In dieses Szenario würde auch eine verstärkte Elektrostahlerzeugung auf Kosten der sehr energieaufwendigen herkömmlichen Methoden passen. Trotzdem liegt auch die in der starken Einsparvariante jährlich angenommene Effizienzsteigerung noch unter der, die in den letzten beiden Jahren tatsächlich (zumindest kurzfristig) eingetreten ist. Wenn man 1980 als das Jahr des ersten Erfolgs der eingeschlagenen Energiesparpolitik betrachtet, flankiert durch den höheren Preisdruck einerseits und die relativ starke Investitionstätigkeit der Industrie andererseits, so ist es nicht unplausibel anzunehmen, daß in Zukunft ähnliche Einsparraten möglich sind. Allerdings können und werden diese Einsparraten nicht automatisch eintreten, sondern müssen durch eine energische Politik angeregt werden.

Die hier vorgeschlagene Szenarienbildung, in der Wirtschaftswachstum, Strukturänderung und Einsparmöglichkeiten innerhalb der Branchen additiv miteinander verbunden sind, stellt nur eine erste Annäherung an die Erfassung der realen Zukunft dar: Wahrscheinlich hängen z. B. Wirtschaftswachstum und Einsparmöglichkeiten voneinander ab, ebenso wie Strukturwandel, Wachstum und Einsparmöglichkeiten. Eine weitere Schwäche solcher hoch aggregierter Szenarien besteht darin, daß sie nicht explizit von einzelnen Produktionsprozessen und den sich dabei ergebenden Einsparmöglichkeiten ausgehen, sondern Trends der Vergangenheit in irgendeiner Form in die Zukunft weiterschreiben bzw. grob von außen vorgegebene Trendveränderungen festlegen, die zwar auf der Analyse einzelner Prozesse aufbauen, dann aber global auf die gesamte Branche übertragen werden. Es muß einer detaillierten Verbrauchsprognose vorbehalten bleiben, ausgehend von der Feststellung der erforderlichen energetischen Dienstleistungen der einzelnen Produktionsprozesse die notwendige Nutzenergie und die Endenergiebedürfnisse der Branchen im einzelnen zu erfassen. Dies kann nur im Rahmen einer ausformulierten koordinierten Energiepolitik geschehen.

Die Einsparmöglichkeiten innerhalb der Branchen, von denen hier gesprochen wird, setzen sich wieder aus zwei signifikanten Teilen zusammen: Aus Strukturänderungen innerhalb der Branchen durch Produktionsverschiebungen von energieintensiven Produkten zu höher verarbeiteten (Chemie, Eisen- und Stahl-

Abbildung 2

Energieverbrauchsszenarien 1990



Übersicht 3

Energieverbrauch 1990 bei verschiedenen Wachstums- und Einsparungen (1980 = 250,2 PJ)

Einsparungen	Wachstum		
	stärker	mittel in PJ	schwach
Schwächer	303,9	281,7	241,4
Mittel	263,0	244,7	208,9
Stärker	244,7	227,3	194,0

sparungen (Verringerung des spezifischen Verbrauchs) sehr stark verlangsamen, wenn also etwa die Erfahrungen zwischen 1973 und 1979 in die Zukunft projiziert werden, ist eine deutliche Steigerung des Energieverbrauchs zu erwarten, falls die Industrie um mehr als 3% durchschnittlich wächst. Die offizielle Energieverbrauchsprognose des WIFO (Musil, 1980A) fällt mit jener Szenarioversion zusammen, in der die höchste Annahme über das Wirtschaftswachstum mit der schwächsten Einsparvariante kombiniert wird. Wie robust die Szenarienergebnisse gegenüber einer Variierung der verschiedenen Wachstums- und Einsparungsannahmen sind, zeigt sich an der Diagonale (links unten — rechts oben) in Übersicht 3. Die Kombinationen schwaches Wachstum — schwache Einsparung, mittleres Wachstum — mittlere Einsparung und kräftiges Wachstum — kräftige Einsparung ergeben alle Verbrauchswerte zwischen 241 PJ und 245 PJ für 1990. Die in der Szenarienmatrix ausgewiesenen Extremvarianten (Endpunkte der Diagonale links oben — rechts unten) besitzen auf Grund der ausgeführten Zusammenhänge zwischen Wirtschaftswachstum und Energieeinsparungen weniger Plausibilität als die anderen Varianten. Um die "Wachstumselastizität" der Einsparvarianten aufzuzeigen, wurden die branchenweisen Szenarienergebnisse für die ungünstigste Einsparvariante berechnet: Bezogen auf 1990 bedeuten die Verringerung des Produktionswachstums von 4% auf 3% im Durchschnitt eine Differenz von 22 PJ (8% des Ver-

branchen z. B.) und den Einsparungen im Prozeß selbst. Gemessen an den technologisch definierten Einsparmöglichkeiten in der nationalen und internationalen Literatur sind die hier ausgewiesenen Sparpotentiale daher deutlich weiter.

Die Durchrechnung der Szenarien zeigt, daß der Energieverbrauch der Industrie, unter der Voraussetzung, daß sich die bisherigen mittel- und langfristigen Einsparungserfahrungen fortsetzen, auch bei kräftigem Wirtschaftswachstum kaum zunehmen wird und bei schwachem Wirtschaftswachstum in den nächsten zehn Jahren deutlich unter den Ausgangswerten des Jahres 1980 liegen kann. Nur wenn sich die Ein-

Übersicht 4

Szenarienergebnisse nach Branchen für 1990

Branche	1980	Energieverbrauch bei unterschiedlicher Energieeinsparung in PJ								
		bei stärkerer			bei mittlerer			bei schwächerer		
		(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Bergbau	8,9	7,6	8,4	9,3	8,7	9,6	10,6	8,7	8,8	9,7
Eisenhütten	86,0	64,4	78,5	78,5	70,9	86,4	86,4	79,5	96,9	96,9
Metallhütten	9,3	6,7	8,2	9,1	7,0	8,5	9,4	8,5	10,3	11,4
Steine Karamik	31,6	22,1	27,0	29,7	24,0	29,3	32,3	25,2	30,8	33,9
Chemie	24,3	16,6	20,2	24,4	17,0	20,6	24,9	26,0	31,6	38,2
Papier	34,5	27,6	33,6	37,1	28,8	35,1	38,6	26,3	32,0	35,3
Übrige Branchen	55,7	48,9	51,3	56,6	52,6	55,2	60,8	67,8	71,2	78,5
Industrie insgesamt	250,3	194,0	227,3	244,7	208,9	244,7	263,1	241,4	281,7	303,9

- (1) Produktionswachstum "stärker"
- (2) "mittel"
- (3) "schwach"

Q: Eigene Berechnungen

brauchswertes von 1980) und eine weitere Reduzierung auf 2% bis 1985 und 1% Wachstum zwischen 1985 und 1990 bei gleichzeitiger Stagnation der meisten Hauptverbraucher auf dem Produktionsniveau von 1980 (sehr starker Strukturwandel) eine Verbrauchsdifferenz von über 62 PJ, das sind 25% des Wertes von 1980

Die verschiedenen Wachstums- und Einspar-szenarien beeinflussen auch die mögliche Branchenstruktur 1990. Bei mittlerem Wachstum reduzieren größere Einsparungen die Anteile des gesamten Grundstoffsektors am Energieverbrauch zu Lasten der Finalindustrie des Konsum- und Investitionsgüterbereichs. Innerhalb des energieintensiven Sektors verringern sich die Anteile von Bergbau, Eisenhütten und Steine-Keramik, während sich die von Chemie und Papier kaum ändern. Innerhalb der einzelnen Einsparvarianten führt stärkeres Wirtschaftswachstum zu

steigenden Grundstoffanteilen, innerhalb dieses Bereichs ist eine Verschiebung von den Eisenhütten zur Chemie als Haupttrend wahrscheinlich.

Die vorgelegte Szenarienrechnung zeigt in groben Zügen, was mit historischen Erfahrungen und mit Hilfe einer gezielten Energiepolitik hinsichtlich des Energieverbrauchs der Industrie erreichbar ist. Dieser Rahmen muß einerseits durch eine Investitionsbedarfsrechnung, andererseits durch produkt- und prozeßspezifische Untersuchungen sowie durch Einbeziehung der Branchenverflechtung (Input-Output-Analyse) aufgefüllt werden. Die Untersuchung zeigt, daß im Bereich der Industrie volkswirtschaftlich gerechtfertigte Einsparungen möglich sind, und daß der Beitrag der Industrie zur Energiekostenbelastung der österreichischen Wirtschaft auch mittelfristig gesenkt werden kann.

Kurt Bayer

## Anhang 1

### Allgemein anwendbare Energieeinsparungsmöglichkeiten und typische Amortisationsdauer

	Typische Amortisationsdauer in Jahren
<i>Einsparungsmöglichkeiten der Stufe 1<sup>1)</sup></i>	
Raumheizung	
Verbesserung der Gebäudeisolierung	4
Reparatur oder Verbesserung des Gebäudes	5
Verbesserung und/oder Nachjustieren von Reglern, Thermostaten, Zeitschaltuhren u. a.	½
Vermeidung von Wärmeverlusten durch offene Tore u. a.	½
Dienstleistungen	
Isolierung von Dampfrohren, Heißwasserrohren, Heißluftrohren oder Dampfkesseln u. a.	¾
Wartung und Nachjustierung von Boilern, Dampfrohren u. a., Verbesserung der Boilerregelung	1
Ersatz bestehender Beleuchtungsanlagen durch effizientere, Verbesserung des Schaltsystems	2
Reinigung von Lichteinlaßflächen, Bemalung der Wände in helleren Farben u. a.	4
Verbesserung von Druckluftsystemen	1
Fabriksgebäude	
Verbesserung der Isolierung	¾
Verbesserung der Regelungsmechanismen	¾
Abschalten nicht benutzter Maschinen	0
Verbesserung der Wartung der Heizgeräte	½
Verbesserung des Arbeitsablaufs	0
Kleinere Verbesserungen an Geräten	1
<i>Einsparungsmöglichkeiten der Stufe 2<sup>2)</sup></i>	
Raumheizung	
Ersatz bestehender Heizsysteme durch passendere	2
Benutzung von Abwärme oder Zirkulationsventilation	1



Dienstleistungen	
Kondensatrückführung andere Dampfkesselverbesserungen	1
Ersetzung von Dampf- und Heizkesseln auch durch andere Wärmesysteme	2
Fabriksgebäude	
Einsatz von Abwärme zur Raumheizung	1½
Einsatz von Abwärme für Prozeßwärme	1½
Neuauskleidung von Brennöfen und andere größere Überholungsarbeiten	1½
Größere Neuorganisationen von Arbeitsabläufen	1
Änderungen an Maschinen und Geräten	1
Nutzung von Abfällen als Brennstoff	½

Q: *National Physical Laboratory Industrial Energy Thrift Scheme, First Progress Report London 1977, zitiert nach Leach et al., 1979 S. 43* — <sup>1)</sup> Stufe 1: keine Technologie und fast keine Investitionen nötig — <sup>2)</sup> Stufe 2: Anwendung verfügbarer Technologie mit etwas längeren Planungs- und Durchführungszeiten

## Anhang 2

### Maßnahmenkatalog zur Verringerung von Energieverlusten<sup>1)</sup>

#### 1. Maßnahmen zur Reduzierung der äußeren Verluste

- Verringerung der Oberflächen-Wärmeverluste
  - Verwendung hochwertiger Isoliermaterialien.
  - Anlagen mit besonders hoher Oberflächentemperatur sollen mit kühlluftbeaufschlagtem Doppelmantel und/oder begehbare Haube versehen werden wobei die aufgeheizte Kühlluft weitgehend einer prozeßtechnischen oder anderen Nutzung zuzuführen ist;
- Intensivere Nutzung der Abwärme durch
  - Dunstkondensatoren bei offenen Kochprozessen,
  - geschlossene und mehrstufigen Eindampfanlagen mit stufenweiser Brüdenverwertung,
  - Taupunkts-Wärmetauscher
  - Hochtemperatur-Wärmepumpen,
  - Kältemittel-Dampfturbinen zur Abdeckung des betrieblichen Strombedarfs
  - Niedertemperatur-Wärmepumpen zur Warmwasseraufbereitung,
  - Sonstige Wärmerückgewinnungsanlagen (z. B. Wärmetauscher)

#### 2. Maßnahmen zur Verringerung der inneren Verluste

- Weitgehende Substitution bestehender Verbrennungsprozesse durch intensive Abwärmennutzung (Einsatz von Hochtemperatur-Wärmepumpe/Wärmerecycling)
- Wo dies nicht möglich ist Ersatz direktbefuerter Trocknungsprozesse durch Gasturbinen deren Abwärme für den Trocknungsprozeß direkt herangezogen werden kann und mit denen der Strombedarf des Betriebs abgedeckt wird (Kraft-Wärme-Kupplung),
- Vermeidung der Verwendung von Hochdruckdampf zum direkten oder indirekten Aufheizen niedertemperierter Medien und Oberflächen
- Verwendung von Gegendruckturbinen zur Druckreduzierung des Hochdruckdampfes auf den für die Produktion erforderlichen Dampfdruck
- Rationalisierung der Produktionsabläufe und Verfahrenstechniken
  - Verbesserung der Wärmeübertragungsvorgänge
  - Verringerung der Stillstands- und Warmhaltezeiten bei Industrieöfen und sonstigen wärmeintensiven Anlagen
  - Rationalisierung der Beschickung dieser Öfen und Anlagen;
- Aufbereitung von Heißwasser für die Produktion in ausreichend bemessenen Kaskadenspeichern,
- Für Gebäudeheizung nur Warmwasser (kein Dampf kein Heißwasser), dessen Vorlauftemperaturen dem Bedarf und der Außentemperatur entsprechend gewählt und mittels Rücklaufbeimischung geregelt werden Temperaturabsenkung außerhalb der Betriebszeiten,
- Einsatz von Prozeßrechnern zur Erhöhung der Produktionsmengen und Reduzierung des spezifischen Energieverbrauchs (bereits realisiert bei Papier, vorgeschlagen für Brauereien)

<sup>1)</sup> Laut ÖEKV (1981)

3 Reduzierung des Energiebedarfs für Kraftwerke bei Antriebsleistungen von Pumpen, Gebläsen, Zerkleinerungsmaschinen u. a ;  
Beispiele: Es sollten vermieden werden

- überdimensionierten Pumpen und Gebläse
- Falschluffteile,
- zu klein dimensionierte Rohrleitungen
- Mengenregelungen durch Drosselorgane (z. B. statt dessen automatische Thyristoren) u. a ;
- diskontinuierliche Fahrweisen,
- unnötig hohe Mengen an Produktions-, Wasch- und Kühlwässern,
- pneumatische Förderungen (statt dessen: mechanische)

4 Nutzung von Abfällen zur Energie- und Rohstoffgewinnung, z. B.

- Papierindustrie: Ablaugenverbrennung, Chemikalien- und Rohstoffrückgewinnung Übergang von Naß- auf Trockenentrindung und Verfeuerung der Rinde, Altpapierverwertung, Wiederverwendung von Produktionswässern
- Kunststoffplattenfabrik: Verfeuerung von Abfällen und gebrauchten Lösungsmitteln,
- Zementindustrie: Verfeuerung von Altöl, Reifenverbrennung.

5 Betriebsbuchhaltung und Regressionsanalyse

6 Sonstige Maßnahmen: Es sollten behoben werden

- schadhafte und ungenügende Gebäude- und Anlageisolationen.
- Undichtheiten, unzweckmäßige Baumaßnahmen
- mangelhafte Wartung von Anlagen und Installationen,
- Leerlauf und überdimensionierte Maschinen
- zu hohe Raumtemperaturen,
- den Betriebszeiten nicht angepaßte Temperaturregelungen
- Beleuchtung mit Glühlampen statt Leuchtstoffröhren
- unnötig hohe Leistungsverluste

## Literaturhinweise

*K. Bayer*: Der Energieverbrauch der österreichischen Industrie 1960 bis 1974, Monatsberichte 10/1975

*I. Borstead — G. F. Hancock*: Handbook of Industrial Energy Analysis, Chichester 1979.

*Bundeskammer der gewerblichen Wirtschaft*: Energieforschung in Österreich 1979 für den Bereich der Wirtschaft, Wien 1980.

*Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung*: Österreichisches Energieforschungskonzept 80, Wien 1981.

*N. Dean Jr.*: Energy Efficiency in Industry, Cambridge, Mass. 1980.

*J. Dunkerley*: Trends in Energy Use in Industrial Societies An Overview. Resources for the Future, Research Paper R-19, Washington, D. C. 1980.

Energiebericht der Bundesregierung 1980, Wien 1980.

Energiebericht der Bundesregierung 1981, Wien 1981.

*Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages*: Zukünftige Kernenergie-Politik, Zur Sache 1/1980, Bonn 1980.

*Fichtner Beratende Ingenieure*: Technologien zur Einsparung von Energie, BMFT-FB T 77-36, Bonn 1977.

*W. K. Foell et al.*: Assessment of Alternative Energy/Environment Futures for Austria: 1977-2015, IIASA, RR-79-7, Laxenburg 1979.

*W. Häfele* (Hrsg.): Energy in a Finite World, IIASA, Laxenburg 1981

*International Energy Agency (IEA)* (1981A): Energy Research, Development and Demonstration in the IEA Countries, OECD, Paris 1981.

*IEA* (1981B): Annual Report on Energy Research, Development and Demonstration, Activities of the IEA 1980/81, OECD, Paris 1981.

*IEA* (1981C): Energy Policies and Programmes of IEA Countries, 1980 Review, OECD, Paris 1981

*F. Krause — H. Bossel — K.-F. Müller-Reißmann:* Energiewende, Frankfurt 1980.

*G. Leach et al.* A Low Energy Strategy for the United Kingdom, London 1979.

*K. M. Meyer-Abich* (Hrsg.): Energieeinsparung als neue Energiequelle, München 1979

*F. Moser — H. Schnitzer:* Energieeinsparungen durch Wärmepumpen in Industrie und Gewerbe, zitiert nach Energiebericht 1981, S. 123.

*K. Musil* (1980A): Neufassung der Energieprognose bis 1990, Monatsberichte 10/1980

*K. Musil* (1980B): Bewertung energiepolitischer Maßnahmen zur rationellen Energieverwertung, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Handel, Gewerbe und Industrie, Juli 1980.

*K. Musil* Die Energiesituation Österreichs Aussichten für 1981, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Handel, Gewerbe und Industrie, Wien 1981.

*J. Myers* (Hrsg.): Energy Consumption in Manufacturing, Cambridge 1974

*Österreichischer Energiekonsumentenverband (ÖEKV):* Untersuchung über energiesparende Maßnahmen in der wärmeintensiven Industrie, hektografiert, Wien 1981

*Österreichische Mineralölverwaltung:* Projektionen des Energieverbrauchs der österreichischen Industrie bis 1990, Wien 1980.

*R. Stobaugh — D. Yergin* (Hrsg.): Energie-Report der Harvard Business School, München 1980.