

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 67 (1975)
Heft: 3

Artikel: Energiesparen und Nutzung der Kernkraft
Autor: Pfeiffer, Walter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-920903>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

ENERGIESPAREN UND NUTZUNG DER KERNKRAFT

Walter Pfeiffer

DK 620.9.004.8:621.384.2

1. Einleitung

Die Entwicklung in der Mineralölwirtschaft zwingt uns zum haushälterischen Umgang mit der Energie im allgemeinen und zu einer reelleren Bewertung der einzelnen Energieformen im besonderen, womit sowohl den Trägern der Energiewirtschaft selbst als auch den Konsumenten neue Wertmaßstäbe gesetzt werden. Der dadurch ausgelöste Aufbruch zu neuen, rohenergiesparenden Verfahren dürfte bei Anhalten der langfristigen Preisauftriebstendenzen in

Bälde zu konkreten Umdispositionen vor allem in den Bereichen Raumheizung, Warmwasserbereitung, industrielle Prozesswärme und Strassenverkehr führen. Die Reaktionsgeschwindigkeit wird weitgehend von der Entwicklung der Brennstoffpreise, aber auch von der staatlichen Beeinflussung in Gestalt der Umweltschutz-Gesetzgebung und der Energiepolitik bestimmt werden.

2. Wer konsumiert die Energie zu welchen Zwecken?

Anlass für jedes wirtschaftliche Unterfangen ist die Dekoration eines Bedarfes. Die Klage über das ungeheure Wachstum des Energieverbrauchs ertönt allenthalben. Versuchen wir uns einmal über die Frage Rechenschaft zu geben, welche Energieformen von welchen Verbrauchergruppen in welchen Mengen zu welchen Zwecken in Gegenwart und Vergangenheit konsumiert werden bzw. wurden. (Bild 1, aufgetragen anhand des vom Eidg. Amt für Energiewirtschaft ausgearbeiteten Berichts «Der Energiebedarf der Schweiz, sein Anwachsen und seine Deckung» publiziert im SEV-Bulletin Nr. 7 von 1972.)

Der gesamte Energieverbrauch, ausgedrückt in 1000 Tcal (1 Tcal = 1 Milliarde kcal) ist seit 1950 mit einer ziemlich kontinuierlichen Zuwachsrate von 6,3% p.a. angestiegen und hat im Jahre 1973 rund 173 000 Tcal erreicht. Interessant ist nun die Entwicklung der einzelnen Energieträger bzw. Endenergieformen.

Die stärkste Dynamik haben offensichtlich die flüssigen Brenn- und Treibstoffe aufzuweisen. Ebenfalls ständig zunommen, aber in gemächlicherem Tempo hat die aus der Wasserkraft und neuerdings auch durch Nutzung der Kernenergie gewonnene Elektrizität, die sogenannte Primärelektrizität. Besonders zu beachten sind die Schnitt-

punkte in den Jahren 1955, 1962 und 1963, wo die Elektrizität zuerst von den flüssigen Brennstoffen und dann von den Treibstoffen überrundet worden ist, um schliesslich ihrerseits den bis 1963 stagnierenden und von da an stark rückläufigen Kohlenkonsum zu überflügeln. Das Holz, anfänglich noch im Bereich der flüssigen Brenn- und Treibstoffe liegend, musste langsam aber ständig Terrain preisgeben, was mit dem Vordringen der modernen Heiz- und Kochtechnik in die ländlichen Siedlungsgebiete bis hin zur Landwirtschaft erklärbar sein dürfte. Der neue Stern am Energiehimmel, das Erdgas, tritt seit 1971 mit zunehmender Helle in Erscheinung und hat die festen Brennstoffe Kohle und Holz bereits eingeholt.

Über die Entwicklung der prozentualen Anteile der einzelnen Energieträger und mithin über die Veränderung der Struktur des gesamten Energieverbrauchs in den letzten 20 Jahren gibt Bild 2 Aufschluss. Bemerkenswert ist die Eroberung «des absoluten Mehrs» durch die flüssigen Brennstoffe und die nahezu Verdoppelung des Treibstoffanteils. Zu Randerscheinungen degradiert wurden die festen Brennstoffe, während die Hydroelektrizität knapp die Hälfte ihres früheren Anteils eingebüßt hat. Die neuen Energiesorten Atomstrom und Importgas vermochten ihre Präsenz zu dokumentieren.

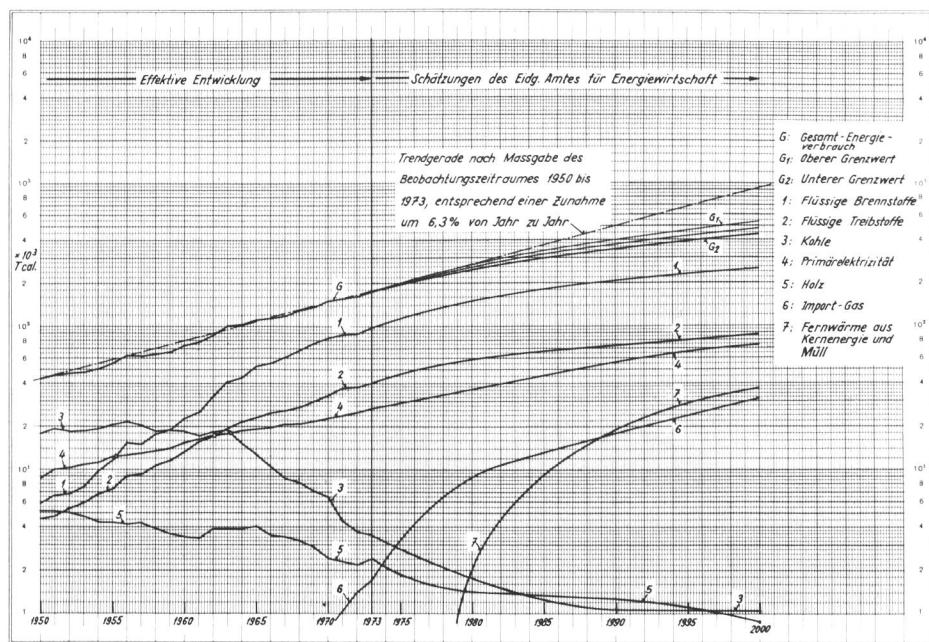
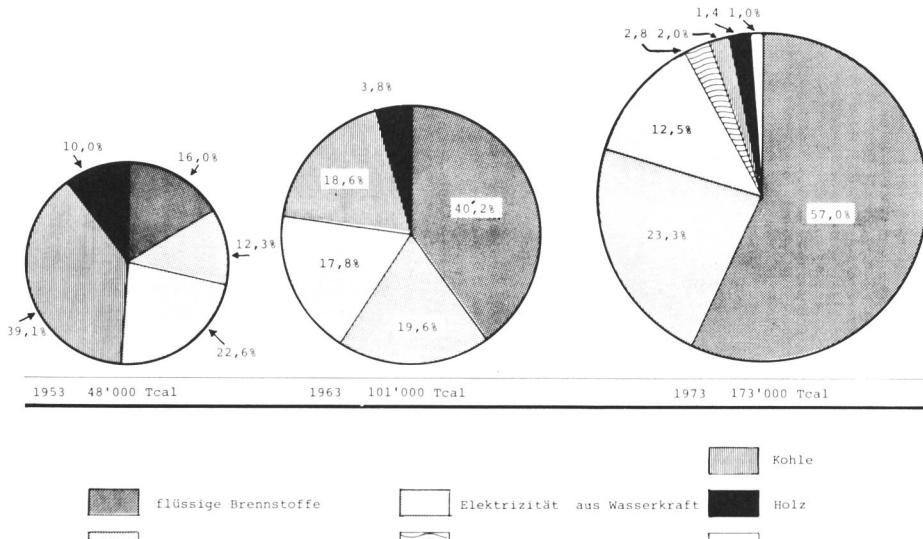


Bild 1
Entwicklung des Verbrauchs der verschiedenen Energien seit 1950 und Vorschau bis zum Jahr 2000.

Bild 2
Anteile der verschiedenen Energieträger am Gesamtennergieverbrauch der Schweiz.



Und nun die entscheidende Frage: Wer verbrauchte im vergangenen Jahr die 173'000 Tcal und zu welchen Zwecken (Bild 3)? Wie Bild 2 stammt auch diese Darstellung aus dem Jahresbericht 1973 des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke. Betrachten wir zuerst die rechte Bildhälfte. Daraus erhellt, dass annähernd die Hälfte von der Bezügergruppe Haushalt, Dienstleistungssektor und Landwirtschaft konsumiert worden ist; ein Viertel hat die Industrie verbraucht und das letzte Viertel benötigten wir für das Verkehrs- und Transportwesen, wovon der Autoverkehr zusammen mit der Luftfahrt 95 % verschlingt, während die gute alte Eisenbahn mit den restlichen 5 % auskommt. Schliesslich blieben noch 4 % im Energie sektor selbst hängen, und zwar für Verluste und Eigenbedarf der Raffinerien und Rohrleitungsanlagen, für die Deckung der Umwandlungsverluste bei der in der Schweiz allerdings eher unbedeutenden konventionell-thermischen Stromerzeugung sowie für die Bestreitung der elektri-

schen Uebertragungsverluste. Der Posten Eigenverbrauch des Energiesektors ist in unserem Lande deshalb gering, weil in der Schweiz die brennstoffgefeuerten Kraftwerke keine grosse Rolle spielen und der Anteil der inländischen Erdölraffination gemessen am Konsum von Erdöldestillaten nur etwa 40 % beträgt.

Für die Verwendungszwecke (linke Bildhälfte) stellen wir die überragende Bedeutung der Wärmeanwendungen fest, gefolgt vom Einsatz für die Leistung von mechanischer Arbeit. Grob gesagt gehen knapp zwei Drittel in die Wärmeerzeugung und ein schwaches Drittel in den Motorantrieb. Daneben figurieren am Rande noch die Anwendungen für chemische Prozesse mit 3 %, während es die dem Laien am meisten in die Augen springenden Beleuchtungen aller Art auf 1 % bringen.

Im Hinblick auf diese Konsumverhältnisse zeichnet sich folgendes ab:

3. Die Möglichkeiten und Grenzen zum Energiesparen

Wir betrachten vorerst den Sektor Endenergie und anschliessend das Problem der Umwandlung der Primär- in Endenergie.

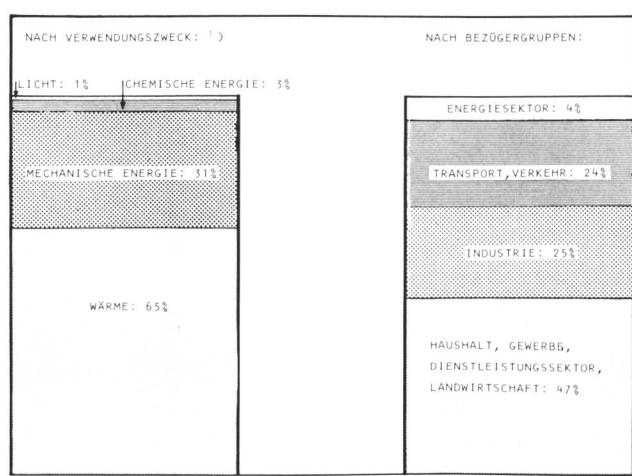


Bild 3 Heutiger Energieverbrauch in der Schweiz (Schätzungen): 173'000 TCAL.

3.1 SEKTOR ENDENERGIE

Wir haben festgestellt, dass knapp zwei Drittel des gesamten Energiekonsums in die Wärmeerzeugung gehen. Mehr als ein Fünftel verbrauchen wir für den motorisierten Strassen- und Luftverkehr. Damit sind bereits 85 bis 90 % des gesamten Energiekonsums erfasst! Die ganze übrige Vielfalt energetischer Prozesse vom Antrieb ortsfester Motoren und der Eisenbahn über die Nachrichtentechnik und Elektronik, der Medizin mit dem Röntgenapparat bis zur Beleuchtung bringt es zusammen nicht einmal auf 15 %. Diese Grössenverhältnisse lassen keinen Zweifel darüber offen, wo der Sparhebel wirksam angesetzt werden sollte. Wie aus Bild 3a erhelllt, geht es in erster Linie um die populären Anwendungen der Raumheizung und des motorisierten Strassenverkehrs.

Vergegenwärtigen wir uns, dass in der Schweiz für ca. 2,1 Mio Haushaltungen je eine Wohnung geheizt und mit Warmwasser versorgt werden muss. Unterstellen wir einen für Einfamilienhäuser und Wohnungen in grösseren Bauten im Schnitt etwa zutreffenden Jahresverbrauch von 3 t Heizöl bzw. 30 Gcal, so ergibt dies den enormen Energie-

betrag von 63 000 Tcal bzw. etwa 37 % des Gesamtverbrauches von 173 000 Tcal. Zusammen mit dem Heizenergieverbrauch im Dienstleistungssektor ergibt sich ein Gesamtbedarf an niedertemperaturiger Wärme von 42 %. In dieser Sparte bestehen durchaus realistische Sparmöglichkeiten, beispielsweise durch:

- die folgenden unmittelbar wirkenden Vorkehrungen, wie Beschränkung der Raumtemperatur auf 20 Grad Celsius; elektrische Warmwasserbereitung in der warmen Jahreszeit und mithin Vermeidung des Betriebes der Oelfeuerungsanlagen in den tiefen Wirkungsgradbereichen; regelmässige Kontrolle der Oelfeuerungsanlagen usw.

Bei konsequenter Durchführung der obigen Massnahmen liesse sich der Heizölkonsument um schätzungsweise 15 bis 20 % reduzieren. Es scheint, dass die Oelpreisseigerungen schon einiges zur Realisierung dieser Postulate beigetragen haben.

- erst allmählich eine fühlbare Konsumverminderung zeitigende Massnahmen, wie entscheidende Verbesserung der Gebäudeisolierung, vor allem Reduktion der in der modernen Architektur oft übertriebenen Fensterflächen; Rückgewinnung der Abwärme im Gegenstromverfahren von Zu- und Abluft. Nutzung der in der Luft, im Erdboden, in ober- und unterirdischen Gewässern gespeicherten Sonnenenergie über Wärmepumpenprozesse usw.

Es handelt sich zweifellos um ein sehr weites Feld, das dem kreativ Denkenden eine Fülle von Möglichkeiten für neue Kombinationen bietet. Insbesondere kann daraus den Elektrizitätswerken eine zusätzliche, verantwortungsvolle Aufgabe erwachsen. Damit solche Neukonzeptionen wirtschaftlich zum Tragen kommen, bedarf es allerdings des Anreizes hoher Heizölpreise. Bis Anfang der siebziger Jahre haben die tiefen Brennstoffpreise jeder grösseren Aufwendung zur Realisierung wärmesparender Massnahmen ganz einfach den wirtschaftlichen Boden entzogen. Denn wer ist schon zu einer Investition bereit, wenn die damit erzielbaren Einsparungen an laufenden Kosten kaum die Verzinsung und Amortisation innerhalb nützlicher Frist zu decken vermögen? Die jüngsten Preisschübe im Brennstoffsektor haben da ein Stück weitergeholfen, was aber durch die in der entgegengesetzten Richtung wirkende Kapitalverknappung und durch die hohen Zinssätze teilweise wieder zunichte gemacht wird, indem die Bauherrschaften wo immer möglich zu Kapital sparenden Baumethoden Zuflucht nehmen. Der momentanen Finanzierungsnot gehorchnahend verzichtet wieder mancher auf zusätzliche Isolationen oder auf die Einrichtung von grösseren Wärmerückgewinnungsanlagen trotz des Bewusstseins, in Zukunft höhere Betriebskosten in Kauf nehmen zu müssen. Es stellen sich hier der staatlichen Energiepolitik nicht leicht zu beantwortende Fragen, wie weit durch Verschärfung verbindlicher Baunormen energiesparende Massnahmen zum Durchbruch verholfen werden soll bzw. in welchem Ausmass sich der Ausbau des gesetzlichen Instrumentariums auf dem Fechtboden der Politik über die Hürden bringen lässt. Was man im einzelnen auch immer vorkehren mag, jede Verbesserung des Nutzungsgrades im Endenergiekonsum setzt unsere Bereitschaft zu gewissen finanziellen Voraussetzungen voraus.

Die nächst grössere Konsumkomponente ist der industrielle Wärmebedarf. Hier handelt es sich zu einem grossen Teil um Prozesswärme, die für Druck und Temperatur und andere physikalische Eigenschaften be-

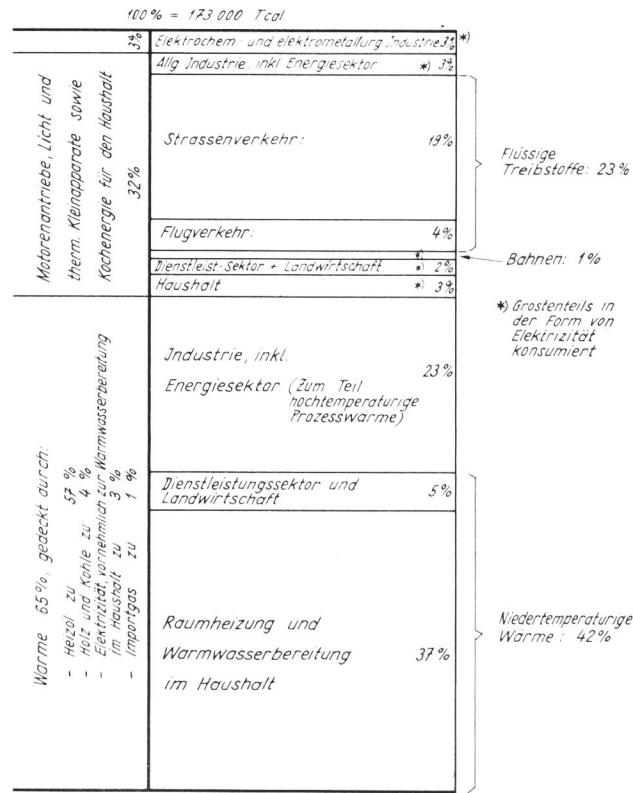


Bild 3a Approximative, prozentuale Aufschlüsselung des gesamten Endenergieverbrauchs im Jahr 1973 nach Verwendungsarten, Bezügergruppen und Endenergiiformen.

stimmen Anforderungen genügen muss. Einsparungen lassen sich in der Regel nur unter erheblichen Aufwendungen für die Vervollkommenung technisch anspruchsvoller Aggregate und Anlagen erzielen. Wo grosse Mengen umgesetzt werden, gelangt die sog. Kraft-/Wärmekupplung zur kombinierten Erzeugung von Elektrizität und Prozesswärme in zunehmendem Masse zum Einsatz, womit sich die Ausbeute der im Brennstoff chemisch gebundenen Energie bis in Größenordnungen von 70 bis 80 % steigern lässt. In dieser Beziehung ist einiges im Gang. Die ständige Verteuerung der Energieträger fördert natürlich die Anwendung energiesparender Prozesse. Aber auch hier darf man die Grenzen nicht ausser acht lassen, die durch das Verhältnis zwischen Investitionsaufwand und den dadurch erzielbaren Einsparungen an laufenden Kosten gezogen werden. Es erstaunt deshalb nicht, dass sich die Kraft-/Wärmekupplung nur unter bestimmten mengenmässigen und qualitativen Voraussetzungen, wie Kontinuität und räumliche Dichte des Prozesswärmebedarfes, durchzusetzen vermag.

In diesem Zusammenhang drängt sich die allgemeine Feststellung auf, dass sich die Wirtschaftlichkeit als Ausdruck des optimalen Verhältnisses zwischen Aufwand und Ertrag eben auch im Bereich des Umweltschutzes als unerbittliches Kriterium erweist. Treffen wir unter Missachtung des Wirtschaftlichkeitsprinzips ökologische Vorkehrungen, beispielsweise indem aus Gründen des politischen Opportunismus einem sektoriellen Perfektionismus gefröhnt wird, so verschleudern wir geistige und materielle Güter mit dem bedauerlichen Ergebnis, dass uns eines Tages die Mittel zur Realisierung von effizienteren Massnahmen auf weniger im öffentlichen Rampenlicht liegenden Gebieten fehlen werden.

Ebenso gross wie der industrielle Wärmebedarf ist der Treibstoffverbrauch des Strassen- und Luftver-

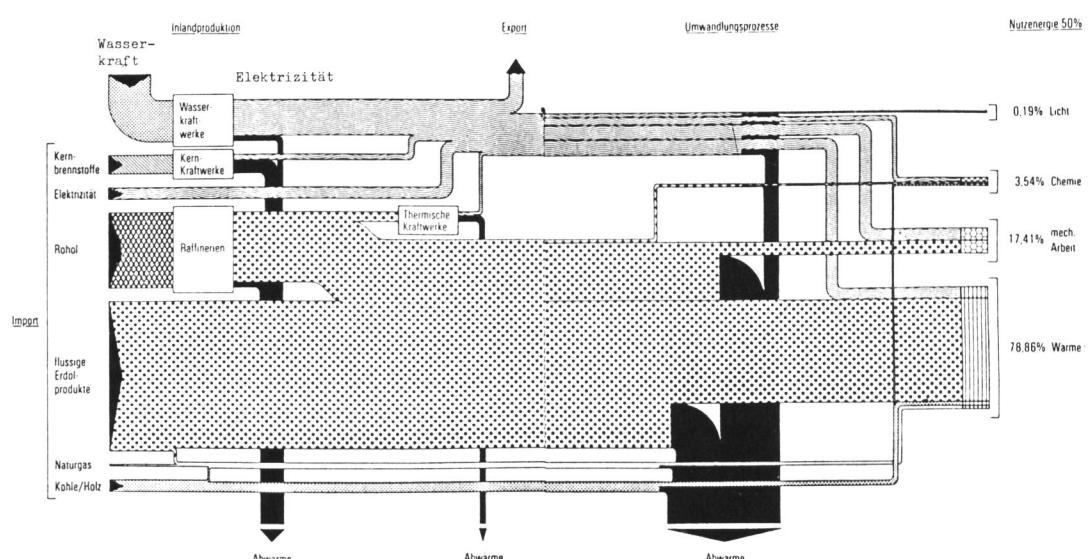
kehrs, wovon ersterer den Löwenanteil beansprucht. Von der energiewirtschaftlichen Warte aus betrachtet, handelt es sich um die fragwürdigste Verwendungsart, werden doch kaum mehr als 15 % der im Treibstoff chemisch gebundenen Energie in zur Fortbewegung der Vehikel nutzbare mechanische Arbeit umgesetzt. Der Rest entweicht als Abwärme und in der Form von nur teilweise verbrannten Abgasen in die Atmosphäre. Zusammen mit dem relativ grossen Leergewicht und den ungünstigeren Laufeigenschaften des Pneurades auf der Strasse resultiert im Vergleich zur Eisenbahn ein mehrfacher Primärenergieverbrauch pro Personen- oder Tonnenkilometer. Mit dem Umsteigen auf die Eisenbahn bzw. Tram und Bus im Stadtverkehr liesse sich zweifellos ein namhafter Beitrag zur Verminderung des Energieverbrauchs leisten. Aber wer macht den Anfang mit einem wenigstens teilweisen Verzicht auf die so hochgeschätzte individuelle Mobilität? Dass es gerade in dieser Sache noch eines grossen Umdenkens auf breitestem Front bedarf, zeigen die im Zeichen der Finanzklemme wieder neu entfachten Streitgespräche zwischen den Interessenvertretern des öffentlichen und privaten Verkehrs. Das Dilemma, in dem jeder noch so zaghafte Versuch zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit des energiesparenden Schienenverkehrs stecken bleibt, wurde von der Neuen Zürcher Zeitung am 23. August 1974 treffend charakterisiert. Eine mit dem Titel «Kein Geld für den öffentlichen Agglomerationsverkehr» überschriebene Berichterstattung über die Probefahrt auf der Strecke Lausanne—Nyon eines nach neuesten Gesichtspunkten entwickelten Vorortstriebzuges schliesst nach der Darlegung des auch die Bundesbahnen bedrängenden Finanzengpasses mit den folgenden Feststellungen: «In Lausanne wurde denn auch deutlich gemacht, dass an eine Seriebestellung der neuen Triebwagenzüge ohne Fortschritte auf der politischen Ebene nicht zu denken sei. Die Ingenieure und Techniker werden in wenigen Monaten die technischen Voraussetzun-

gen für einen schnellen, dichten und umweltfreundlichen Agglomerationsverkehr geschaffen haben. Der Ball liegt dann eindeutig bei den Regierungen — bei den Finanzdirektoren im besonderen —, den Parlamenten und den Stimmberichterstigten.» Soviel zum energiewirtschaftlichen Stellenwert der Verkehrsproblematik.

Die restlichen 12 % verteilen sich auf eine Vielfalt von grösstenteils auf der Elektrizität basierenden Verwendungszwecken. Obwohl gemessen am Gesamtenergiekonsum von nur geringer Bedeutung bilden diese Energieanwendungen die augenfälligsten Attribute der modernen Lebensweise. Sei es im Haushalt, in der Medizin, im Nachrichtenwesen, in Büro und Werkstatt oder im stark expandierenden Umweltschutzwesen wie Gewässerreinigung, Wiederaufbereitung von Abfallstoffen, sogenanntem Recycling; überall wird die Elektrizität als allgegenwärtige Helferin für die verschiedensten Zwecke in steigender Masse in Dienst gestellt. Wie könnte man beispielsweise den Abbau in der Anzahl Gastarbeiter in der Industrie, Landwirtschaft oder im Spitalwesen und Haushalt mit zutreffenden Opfern verkraften, wenn nicht durch vermehrten Rückgriff auf elektromechanische und weitgehend automatisierte Geräte und Apparate aller Art? Woher wollten wir die Küchen- und Zimmermädchen für unsere Spitäler, Heime und Hotels holen, wenn die Wäschebesorgung, unzählige Küchen- und Reinigungsarbeiten wieder wie in der sogenannten guten alten Zeit «von Hand» erledigt werden müssten?

Bei nüchterner Beurteilung der Dinge müssen wir feststellen, dass der sicherste Weg ins wirtschaftliche und gesellschaftliche Chaos über eine drastische Beschränkung des Elektrizitätsangebots führt. Um auf der Aktivseite einer solchen nicht gerade erfreulichen Bilanz beispielweise eine Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs um 5 % verbuchen zu können, hätten wir den Stromkonsum um einen Drittel zurückzuschrauben, wozu noch die

Bild 4 Der Energiefluss der Schweiz (1972). (Quelle: Stromsparheft des EWZ Nr. 1/74 für Grossbezüger.)



Diese Darstellung gibt eine Gesamtübersicht über
– die Herkunft der Rohenergie
– die Verluste durch Transport und Umwandlung (Abwärme)
– die Verwendung der Nutzenergie

Nimmt man die in der Schweiz verfügbare Rohenergie (Erdöl, Wasserkraft, Spaltstoffe, Kohle usw.) zu 100%, so ergeben sich **unterwegs**, das heisst bis die Energie beim Verbraucher anlangt, rund 13% Verluste durch Transport und Umwandlung. Von den verbleibenden

87% Energie können aber nur 50% wirklich genutzt werden, denn weitere 37% gehen als Abwärme durch Kamine oder Auspuffe in die Luft.
Die verbleibende Hälfte der Rohenergie wird wie folgt eingesetzt (Zahlen 1972)

– für Beleuchtungen aller Art	0.19%
– für chemische Prozesse	3.54%
– für mechanische Arbeit (Motoren)	17.41%
– für Wärme	78.86%

Voraussetzung erfüllt sein müsste, dass die Grossverbraucher von elektrischer Energie daran gehindert werden könnten, sich den benötigten Strom in kleinen brennstoffbefeuerten Eigenwerken selbst zu erzeugen und mithin einfach auf andere Energieträger auszuweichen. Dass auf diesem Weg der vielzitierte kleine Mann unter die Räder geriete, bedarf wohl keiner näheren Darlegung, und obendrein würde damit dem umfassend verstandenen Umweltschutz der denkbar schlechteste Dienst erwiesen.

Anderseits ist aber der oft genug auf Gedankenlosigkeit, mangelhaft durchdachte Bauplanung und manchmal auch auf läppisches Prestigedenken zurückzuführenden Stromverschwendungen energisch zu Leibe zu rücken. Das einfachste und wirksamste Erziehungsmittel ist auch da die Anwendung von Tarifen, welche die weltweite Verknappung der Energievorräte zum Bewusstsein bringt. Damit würde nicht nur die Ueberprüfung von oft geradezu grotesken Betriebsweisen von teuren Klimaanlagen und ähnlichen Fällen offensichtlicher Energieverschwendungen veranlassen — man studiere das in dieser Hinsicht aufschlussreiche «Stromsparheft» des EWZ — sondern die Elektrizitätswirtschaft käme damit endlich zu einer im Zeichen der Kapitalknappheit dringend gebotenen Verbreiterung der Selbstfinanzierungsbasis, die ihr in den sechziger Jahren durch die vom politischen Opportunismus erzwungene Diskrepanz zwischen Teuerung und Strompreisentwicklung weitgehend entzogen worden ist.

3.2 DAS PROBLEM DER VERLUSTE BEI DER UMWANDLUNG DER PRIMÄR- IN ENDENERGIE

Bei jeder Umwandlung von einer Energieform in eine andere geht, wie das auf Bild 4 zum Ausdruck kommt, physikalische Arbeit verloren, ebenso bei der Fortleitung von Elektrizität. Das Ausmass der Arbeitsverluste hängt stark davon ab, was für eine Energieform in welche neue Kategorie umgesetzt werden soll. Dabei hat man die Konversionen zwischen prinzipiell gleichwertigen Formen von der Ueberführung bzw. der Veredlung in höherwertige Arten zu unterscheiden. Jene sind mit wesentlich geringeren Arbeitsverlusten behaftet als diese. Konversionen unter grundsätzlich gleichwertigen Formen sind zum Beispiel Wasserkraft in mechanische Arbeit bzw. potentielle in kinetische Energie oder kinetische in elektrische Energie, wobei beide Schritte auch in der Gegenrichtung getan werden können.

Grundsätzlich andere Verhältnisse herrschen bei der Wärme, wo wir einer unangenehmen Einseitigkeit begegnen. Sie besteht darin, dass sich jede andere Energieform (potentielle, kinetische, elektrische, chemisch gebundene Energie) leicht in Wärme umsetzen lässt, während die Rückführung von Wärme in andere Energieformen nicht ohne weiteres möglich ist. Die chemisch gebundenen Energien und die Kernkräfte lassen sich zum grösseren Teil nur in der Form von Wärme freisetzen. Aber nun ist der Wärme ein nur schwer zu überwindendes Beharrungsvermögen eigen, indem unter den physikalischen Bedingungen unseres Lebensraumes lediglich eine teilweise Konversion in mechanische Arbeit erzielbar ist. Die direkte Ueberführung der Wärme in Elektrizität ist an und für sich mittels der sogenannten Thermoelemente möglich. Die in solchen Aggregaten zu erreichende Energiedichte ist indessen derart gering, dass mit einem in der Praxis diskutablen Materialaufwand keine wirtschaftlich ins Ge-

wicht fallenden Energiemengen umsetzbar sind. Dazu kommt, dass keine überzeugenden Wirkungsgrade erreicht werden, so dass die Umwandlung von Wärme in Elektrizität in grosstechnischem Massstab nach wie vor nur über den thermodynamischen Prozess, also auf dem Umweg über die mechanische Arbeit, gangbar ist. Man spricht daher auch etwa von edlen Energiearten wie Elektrizität, mechanische Arbeit usw. einerseits und der minderwertigen Energieform Wärme anderseits.

Das dringendste Problem ist zweifellos die Verminderung der im thermischen Kraftwerk anfallenden Wärmeverluste. Bei der heutigen Reaktorgeneration ist der Anfall von ca. zwei Dritteln der im Reaktor freigesetzten Energie in der Form von Abwärme auf einem zu nichts Gescheitem mehr brauchbaren Temperaturniveau von 30 bis 40 °C in Kauf zu nehmen. Diese Abwärme bedeutet nicht nur einen Arbeitsverlust, sondern sie bildet dazu noch eine unangenehme Belastung, die man, nachdem die direkte Abgabe an die Flüsse aus gewässerschutztechnischen Gründen untersagt worden ist, nur über die Kühltürme mit den sattsam bekannten Ausmassen los wird.

In allen Industrieländern sind grosse Forschungs- und Entwicklungsprogramme mit dem Ziel im Gang, die Abwärmequote zugunsten einer höheren Ausbeute in der Form von Elektrizität zu reduzieren. Der Weg dazu führt über die Erhöhung der Prozesstemperaturen. Man verspricht sich vom Uebergang auf die Hochtemperaturreaktoren zwei grundsätzliche Vorteile, nämlich erstens eine Erhöhung des Wirkungsgrades in die Grössenordnung von mindestens 40 %, womit die Stromausbeute um rund einen Viertel verbessert bzw. der Abwärmeanfall um 10 bis 15 % verringert würde; zweitens könnte der Turbinenprozess bereits auf einem Temperaturniveau von mindestens 100 °C abgebrochen werden, so dass sich die Abwärme im Ausmass des in der Umgebung der Kraftwerke vorhandenen Bedarfes für Heiz- und gegebenenfalls industrielle Zwecke direkt verwenden und, soweit keine Nutzung möglich ist, über die ökologisch vorteilhaftere Trockenkühlung an die Atmosphäre abgeben liesse. Damit würden die unter anderem durch die Dampffahne bedingten ästhetischen Probleme der Nasskühltürme vereinfacht, zumal die höhere Abwärmtemperatur den Wärmeübergang auf das Kühlmedium intensiviert und damit eine Reduktion der erforderlichen Abmessungen gestattet. Die Beherrschung der Hoch-Temperaturtechnik wird uns also namhafte Reduktionen des Primärenergieverbrauchs und der Umwandlungsverluste in der Form kleinerer Abwärmemengen pro erzeugte Endenergie-Einheit bringen. Aber wie alle technologischen Durchbrüche braucht auch diese Sache ihre Reifezeit, bis die neuen Konzeptionen die hohen Sicherheits- und Zuverlässigkeitssansprüche des betrieblichen Alltags mit wirtschaftlich tragbaren Aufwendungen zu erfüllen vermögen.

Schliesslich spielen auch noch die Uebertragungsverluste im Elektrizitätsnetz eine gewisse Rolle. Dank der Verwendung von immer höheren Uebertragungsspannungen und dem Ausbau der örtlichen Verteilnetze unter Verwendung von reichlich bemessenen Kabelquerschnitten sowie dank der ständigen technischen Verbesserung der Transformatoren liegen die Uebertragungsverluste, gesamt-schweizerisch betrachtet, heute noch in der Grössenordnung von knapp 9 % der Stromproduktion. Damit ist bereits ein beachtlicher Fortschritt erzielt worden, und der ständige Ausbau der Netze wird in Zukunft die Verlustquote noch weiter reduzieren.

4. Erwägungen über allfällige Beiträge neuer, sogenannt umweltfreundlicher Energietechniken

Die Vorschläge für unkonventionelle Methoden der Energiegewinnung füllen Bände. Mehr oder weniger kompetente Leute legen in der Tages- und Unterhaltungspresse ihre Ideen zur Beantwortung der uns alle bedrängenden Frage dar, wie kann in Zukunft der wachsende Energiebedarf ohne Zerstörung unseres Lebensraumes gedeckt werden? Dabei werden Sonne, Wind, Gezeiten und die Erdwärme als Retter aus der Not beschworen. Dann ist aber auch von Wasserstoff-Wirtschaft, Kohleverflüssigung und vielem anderem die Rede.

Die Ueberlegung, die Energiewirtschaft vermehrt auf die sich von Natur aus stets erneuernden Quellen wie Wasserkraft, Sonnenstrahlung, Erdwärme usw. abzustützen, ist ja der Schweiz als dem klassischen Land der weissen Kohle keineswegs fremd. Aber blenden wir doch einmal zehn Jahre zurück; damals wurden die ersten Kernkraftwerke von der Bevölkerung mit einem Seufzer der Erleichterung herzlich willkommen geheissen, weil man darin die Bewahrung der letzten noch frei fliessenden Gewässer vor dem Zugriff der Technik gefunden zu haben glaubte. Der leidenschaftliche Kampf gegen das im besten Einvernehmen mit den offiziellen Vertretern des Naturschutzes konzipierte Reusskraftwerk Bremgarten-Zufikon oder die noch andauernden Auseinandersetzungen um die konzidierte Ableitung eines Teils des Seewassers in den Stausee Gigerwald im Calfeisental zeigen unmissverständlich, dass auch die Nutzung der regenerativen, weder tödliche Strahlen noch Rauch und Schmutz erzeugenden Wasserkraft auf unerbittlichen Widerstand stösst. Man redet heute viel von der thermischen Verschmutzung der Gewässer und übersieht dabei, dass die Wasserkraftnutzung gerade in dieser Beziehung eine sinnvolle Korrekturfunktion erfüllt. Unsere Wasserkraftwerke produzieren gegenwärtig pro Jahr gegen 30 Mrd. kWh, was einem Wärmeäquivalent von rund 26 000 Tcal oder 15 % des derzeitigen Gesamtenergiekonsums der Schweiz entspricht. Diese Energiemenge wird somit durch die hydroelektrischen Werke den schweizerischen Gewässern jährlich auf Kosten ihrer natürlichen Erwärmung entzogen. Betrachtet man die Bilanz der Wärmelastung unserer Gewässer durch die Elektrizitätswirtschaft gesamthaft, so ergibt sich, immer in Grössenordnungen gesprochen, das folgende Bild:

— Energieentzug durch die Wasserkraftwerke auf Kosten der beim freien Abfluss eintretenden Erwärmung	26 000 Tcal
— Wärme-Einleitung mit der Durchlaufkühlung der drei Kernkraftwerke Beznau I und II und Mühleberg bei einer Jahreserzeugung von 7 TWh	12 000 Tcal
— Resultierende Reduktion der Aufwärmung, entsprechend einer thermischen Stromerzeugung von rund 8 TWh	14 000 Tcal

Fazit: Die Elektrizitätswirtschaft bringt zur Zeit nur halb soviel Wärme in das schweizerische Flusssystem ein als sie diesem durch Ausnützung der Wasserkraft entzieht!

Trotz der recht guten ökologischen Bilanz der Wasserkraftnutzung stösst ihr Weiterausbau bei jedem bedeutenden Projekt auf kaum noch zu überwindende Widerstände, indem jede noch so weltvergessene Gegend plötzlich zu einer einzigartigen Erholungslandschaft deklariert wird, sobald von Kraftwerkprojekten die Rede geht.

Wie steht es mit den anderen natürlichen Energiequellen wie Sonnenstrahlung, Wind, Gezeiten usw. Diese

frei von den Sorgen um Abgase, Strahlung usw. verfügbaren Energiequellen haben natürlich die Phantasie der Techniker schon längst vor Ausbruch der Energie- und Umweltkrise beflügelt. Die Windmühle ist schliesslich wie das Wasserrad eine der ältesten menschlichen Einrichtungen, um sich Naturkräfte dienstbar zu machen. Dass die Windmühlen aber auch in ihren Ursprungsländern, von einigen örtlich bedingten Ausnahmen abgesehen, heute nur noch als historische Zeugen erhalten werden, während das Wasserrad zur leistungsfähigen Turbinentechnik und mithin zu einer wesentlichen Komponente der modernen Energiewirtschaft weiterentwickelt worden ist, entbehrt keineswegs der tieferen Begründung.

Die Stellungnahmen anerkannter Fachleute zeigen immer wieder, wie sich die vielen gutgemeinten, aber nicht zu Ende gedachten Ratschläge als Illusionen entpuppen, sobald man zu rechnen beginnt¹.

Wer sich ernsthaft mit diesen Dingen beschäftigt, kommt zur Einsicht, dass der Weg zur Realisierung eines namhaften Beitrages an die Deckung unseres Energiebedarfes durch die direkte Nutzbarmachung der Sonnenstrahlung erst noch gesucht werden muss, und dass er, falls es überhaupt praktisch taugliche Möglichkeiten gibt, lang und beschwerlich sein wird. Am ehesten sind auf dem zweifellos noch stark Entwicklungsfähigen Gebiet der Kleintechnik in absehbarer Zeit gewisse Erfolge denkbar. Erwähnt sei beispielsweise der von Karl W. Boer, University of Delaware, vorgeschlagene «Sonnenziegel»². In diesem Bauelement ist die elektrische Energie erzeugende Sonnenzelle mit einem die Strahlungswärme absorbierenden Luftkanalsystem kombiniert. Der Luftstrom überträgt die gewonnene Wärme in Heiz- und Brauchwassersysteme. Zur Pufferung zwischen Erzeugung und Verbrauch dienen elektrische Batterien bzw. Wärmespeicher in der Form von geeigneten Salzverbindungen, indem das Schmelz- bzw. Kristallisationswärmepotential als Speichermedium benutzt wird.

Was die Gezeitenenergie anbetrifft können wir uns kurz halten. Erstens fällt sie für die Schweiz als Binnenland ohnehin ausser Betracht. Zweitens kommt ihr, wie einschlägige Berechnungen zeigen, auch in globalen Betrachtungen nur engbegrenzte Bedeutung zu. Aehnlich ungünstig verhält es sich mit den oft genannten Möglichkeiten zur Energiegewinnung durch Ausnutzung der im Erdinneren vorhandenen Wärme, wenn man von speziell günstigen örtlichen Verhältnissen, wie sie beispielsweise in Island gegeben sind, absieht.

Eine näherliegende Möglichkeit für die Nutzung von natürlich vorhandenen Energien wäre indessen durch den systematischen Einsatz der Wärmepumpentechnik denkbar. Es sei auf das vielversprechende Versuchsprogramm der Bernischen Kraftwerke AG hingewiesen. Da hier die Schwelle der wirtschaftlichen Tragfähigkeit im Zuge der steigenden Brennstoffpreise immer kleiner wird, bestehen reelle Chancen, auf diesem Weg in Bälde zu greifbaren Resultaten in Sachen Ausschöpfung von regenerativen Energiequellen zu gelangen.

¹ Vergl. dazu:

— Dipl. Ing. ETH G. Baumann «Wunsch und Wirklichkeit in der Energietechnik» in Elektrizitätsverwertung Nr. 7/8, 1974
— Dr. Ing. A. Voss «Ungenutzte umweltfreundliche Energiequellen?» in der deutschen Zeitschrift «Elektrizitätswirtschaft» Heft 2, 1974

² Energie für die Zukunft: Wege aus dem Engpass, Seite 78
Umschau Verlag Frankfurt a. M. 1974

Auf die heute rege diskutierte Wasserstoffwirtschaft sei an dieser Stelle nicht näher eingetreten, da es sich wohl um interessante Möglichkeiten für die Energieversorgung handelt.

gespeicherung und -übertragung, nicht aber um eine neue Primärenergiequelle handelt.

5. Skizzierung einer Energiebedarfsdeckung ohne Kernkraft für die nächsten Jahrzehnte

Kehren wir nach den Gedankenflügen in die fernen und zum Teil nebligen Gefilde der direkten Nutzung regenerativer Energiequellen wieder zu unserem Gegenwartsproblem der Sicherstellung der Energieversorgung in den unmittelbar vor uns liegenden Planungszeiträumen zurück. Verwirft man die Kernenergie, so hat man damit zwangsläufig für die vollständige Deckung des Zuwachsbedarfes durch die fossilen Brennstoffe optiert. Betrachten wir die auf Bild 1 aufgetragenen Bedarfsschätzungen des Eidg. Amtes für Energiewirtschaft. Demnach wird bis zum Jahre 1990 mit einem Konsumzuwachs um rund 30 000 Tcal bzw. um 35 TWh an zur Hauptsache aus Kernenergie erzeugter Elektrizität und von ca. 15 000 Tcal bei der ab 1980 sukzessive aufzubauenden Fernversorgung mit nuklear erzeugter Wärme gerechnet. Gesamthaft geht es also um etwa 45 000 Tcal, die beim Verzicht auf die weitere Kernenergienutzung zusätzlich zum Mehrbedarf für die üblichen Verwendungszwecke in der Form von flüssigen Brennstoffen neu beschafft werden müssten. Geht man von einem Wirkungsgrad von 40 % für ölfgefeuerte Kraftwerke bzw. von 80 % für Heizkessel aus, so errechnet sich die Heizölmenge, welche um 1990 die durch Verzicht auf den Bau weiterer Kernenergieanlagen hervorgerufene Versorgungslücke zu schliessen hätte, wie folgt:

- Für die konventionell-thermische Erzeugung der fehlenden 35 TWh elektrischer Energie:

$$\frac{35 \cdot 10^9 \text{ kWh} \cdot 860 \text{ kcal/kWh}}{10^7 \text{ kcal/t} \cdot 0,4} = 7^{1/2} \text{ Mio t}$$

- Für den Ersatz der mangels nuklearer Erzeugung fehlenden 15 000 Tcal Nutzwärme:

$$\frac{15 \cdot 10^{12} \text{ kcal}}{10^7 \text{ kcal/t} \cdot 0,8} = \text{rund } 2 \text{ Mio t}$$

- Totaler mutmasslicher Mehrbedarf an Heizöl (oder allenfalls an anderen fossilen Brennstoffen) im Jahre 1990 für den Fall, dass kein Weiterausbau der Kernenergienutzung mehr zustande kommt: 9^{1/2} Mio t.

Im Vergleich dazu sei festgehalten, dass die Schweiz im Jahre 1973 rund 9,7 Mio t flüssige Brennstoffe verbraucht hat. Wir müssten also beim Verzicht auf weitere Kernkraftwerke innerhalb der nächsten 15 Jahre den Import von fossilen Brennstoffen über die normale Bedarfssteigerung hinaus in einem solchen Ausmass erhöhen, dass dannzumal allein der Ersatz der fehlenden Kernenergie annähernd soviel verschlingen würde wie zur Zeit der normale Brennstoffkonsum beträgt. Was für Konsequenzen hätte wohl ein derartiger Gang der Dinge?

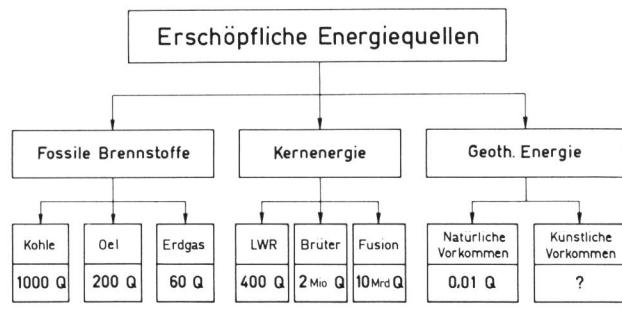
5.1 MUTMASSLICHE DISPONIBILITÄTEN AN FOSSILEN BRENNSTOFFEN

Die Spekulationen um die noch verfügbaren Vorräte an Erdöl, Erdgas und Kohle liefern reichlich Diskussionsstoff. Bild 5 vermittelt eine Uebersicht über eine globale Schätzung der Energievorräte, ausgedrückt in der Anzahl Viel-

fache des Weltenergieverbrauchs im Jahre 1970. Die Darstellung stammt aus amerikanischen Quellen. Es soll und kann hier nur um Größenordnungen gehen. Man sieht auf den ersten Blick, dass die geothermischen Quellen nur von geringer Bedeutung sind und uns nicht weiter zu beschäftigen brauchen. Bei den fossilen Brennstoffen springt die starke Position der Kohle in die Augen, während es beim Öl und vor allem beim Erdgas nicht gerade verheissungsvoll aussieht. Dagegen verfügt die Kernenergie, in historischen Zeiträumen gesprochen, über eine unerschöpfliche Rohstoffbasis. Im Bereich der Kernspaltung — mit den beiden Kategorien Leichtwasser-(LWR) und Brüterreaktoren bezeichnet — geht es bereits in millionenfachen Dimensionen, immer gemessen am Welt-Energieverbrauch von 1970, und wenn wir die allerdings in diesem Jahrhundert kaum mehr beherrschbare Fusion in Betracht ziehen, gelangen wir in Größenverhältnisse hinein, für die uns jegliches Vorstellungsvermögen abgeht.

Bei den fossilen Brennstoffen braucht man sich in bezug auf die Kohle noch auf Jahrhunderte hinaus keine Sorgen zu machen. Dazu kommt der grosse Vorteil der viel besseren geographischen Verteilung im Unterschied zu den auf politisch instabile Gebiete konzentrierten Oelvorkommen. Vermittels der Kohle-Vergasung stehen Verfahren zur Verfügung, um nach Erschöpfung der Naturgas-Vorkommen einen erdgasähnlichen Brennstoff aus Steinkohle und Wasserdampf herzustellen und mithin die Rohstoffbasis der Gaswirtschaft zu verbreitern. Beim Erdöl geht es einstweilen noch weniger um die in der Erdkruste überhaupt verfügbaren Mengen als vielmehr um die Frage, welche Quantitäten zu welchen Gestehungskosten förderbar sind. Wenn nicht alle Anzeichen trügen, liegt die Zeit der relativ wohlfeilen Ölbeschaffung ein für allemal hinter uns. Unaufhaltsam steigende Prospektions- und Erschliessungskosten sowie die rasch steigenden Aufwendungen für die bei der Gewinnung, Verfrachtung, Verarbeitung und beim Verbrauch nun überall geforderten technischen Massnahmen zum Schutz der Umwelt führen unweigerlich zu höheren Energiepreisen. Dazu kommt, dass das Erdöl in zunehmendem Masse auch

Bild 5



Q = Welt-Energieverbrauch im Jahr 1970

als chemischer Grundstoff gefragt ist. Die Tatsache, dass klassische Oelförderländer wie der Iran grosse Programme zur Nutzbarmachung ihrer Wasserkräfte und für den Einsatz der Kernkraft im Rahmen ihrer Elektrizitätswirtschaft in Angriff nehmen, sollte uns Abendländern endlich begreiflich machen, dass die goldenen Jahre der stürmischen Wohlstandssteigerung auf der Basis billiger Energiepreise der Vergangenheit angehören und wir ungesäumt Geld und Geist für nachhaltige Selbsthilfemaßnahmen mobilisieren sollten.

5.2 ÖKOLOGISCHE UND ÖKONOMISCHE KONSEQUENZEN

Die verhältnismässig grossen Kohlereserven vermöchten an und für sich den Energiebedarf der Menschheit noch für Jahrhunderte zu decken. Warum baut man dann keine Kohlenkraftwerke? Abgesehen von den Problemen der immer schwieriger werdenden Personalrekrutierung für den Bergbau stehen der vermehrten Verfeuerung von Kohle berechtigte Bedenken des Umweltschutzes gegenüber. Zu diesem Problem hat der Delegierte des Verwaltungsrates der BBC anlässlich der Pressekonferenz vom 5. Juni 1974³ die folgenden treffenden Ausführungen gemacht: «Schliesslich wird es auch nicht möglich sein, Erdöl als Brennstoff durch die an sich unbegrenzt vorhandene Kohle zu ersetzen. Dem stehen Abbauschwierigkeiten, die zum Teil nur mit riesigen Investitionen zu überwinden sind, Personal- und Transportprobleme und Forderungen des Umweltschutzes entgegen. In der Bundesrepublik Deutschland stehen Emissionsvorschriften für fossil gefeuerte Kraftwerke vor der Einführung, die mit der heutigen Verbrennungstechnik nicht zu erfüllen sind und zum Beispiel bei unserer Mannheimer Tochtergesellschaft schon zu etlichen Sistierungen und Stornierungen von Aufträgen für Kraftwerksausrüstungen geführt haben.» In der Schweiz würde die Reaktion von Volk und Behörden auf ein Projekt für ein mit Kohle befeuertes Kraftwerk wohl kaum positiver ausfallen, so dass sich dieser vermeintliche Fluchtweg bei näherer Betrachtung als Sackgasse herausstellt. Und die wirtschaftlichen Konsequenzen? Rufen wir uns in Erinnerung, dass unsere Volkswirtschaft für die Jahreseinfuhr

von rund 14 Mio t flüssiger Brenn- und Treibstoffe etwa 2½ Milliarden Franken mehr aufwenden muss als 1972. Die im Gefolge der Oelpreis-Hausse in den Förderländern ausgelöste Kapitalakkumulation ist in ihren weltwirtschaftlichen und politischen Auswirkungen erst in vagen Umrissen erfassbar. Jedenfalls steuern wir einem höchst problematischen Abhängigkeitsverhältnis zur arabischen Welt zu. Wohl ist die Situation unserer Ertrags- und Zahlungsbilanz nach Meinung der Fachleute noch nicht kritisch. Aber ein altes Sprichwort meint sicher zutreffend, dass mit der Zeit der besten Katze die Haare ausgehen. Wir müssen uns vor Augen halten, dass wir schon im ersten Jahr einer höchstwahrscheinlich noch lange nicht am Ende angelangten Preiserhöhung den rund anderthalbfachen Betrag der Anlagekosten eines 900-MW-Kernkraftwerks an Mehrpreis für die Deckung unseres Erdölbedarfs auf den Tisch zu legen haben. Wenn nun noch für die Stromproduktion in zunehmendem Masse flüssige Brennstoffe importiert werden müssten, so wäre eine ernsthafte Bedrohung unseres aussenwirtschaftlichen Gleichgewichts zu befürchten.

5.3 DIE AUSLANDABHÄNGIGKEIT ALS PROBLEM DER NATIONALEN SELBSTBEHAUPTUNG

Die einheimische Primärenergiebasis in der Form von Wasserkraft und Brennholz ist schon heute schmal genug und wird mit dem steigenden Gesamtenergieverbrauch relativ ständig abnehmen. Um so wichtiger ist eine möglichst breite Diversifikation der Importquellen und vor allem eine weitsichtige Lagerhaltung. Beide Kriterien erheischen die Abstützung unserer Elektrizitätswirtschaft auf einer ölunabhängigen Primärenergiebasis. Die Möglichkeit, in verschiedenen Weltgegenden Spaltstoff zu beschaffen, und vor allem die problemlose Lagerfähigkeit der einsatzfertigen Spaltstoffelemente auf engem Raum schaffen gute Voraussetzungen für den Weiterausbau einer gegen Krisensituationen im Ausland gut abgeschirmten Stromversorgung. Es gibt zur Zeit keine Alternative, die dem Gebot der wirtschaftlichen Landesverteidigung auch nur in annähernd gleichem Masse zu genügen vermöchte wie die Kernenergie.

6. Der Beitrag der technisch bewährten und wirtschaftlich tragfähigen Nutzung der Kernkraft zur Lösung des Energieproblems

6.1 DIE KERNKRAFTWERKE ALS OPTIMALE ERGÄNZUNG ZUM HYDRAULISCHEN PRODUKTIONSPOTENTIAL

Kernkraftwerke sind kapitalintensive Anlagen. Verzinsung und Amortisation des investierten Kapitals sowie die Ueberwachung und laufende Instandhaltung der komplexen Anlagen haben hohe feste, von der produzierten Energie menge weitgehend unabhängige Jahreskosten zur Folge. Dagegen machen die mit dem eigentlichen Produktionsprozess an sich verbundenen Betriebskosten, zur Hauptsache durch den Spaltstoffverbrauch bedingt, höchstens ein Viertel der Energiegestehungskosten aus. Davon entfällt wieder nur ein Bruchteil auf die Gewinnungskosten des Rohmaterials, so dass Uranpreis-Erhöhungen auf die Stromgestehungskosten nur geringe Auswirkungen zeitigen.

Die hochgradige Fixkostenstruktur führt zur betriebswirtschaftlichen Notwendigkeit, Kernkraftwerke möglichst

gut, das heißt Tag und Nacht und über das Wochenende voll auszunützen, damit sich die Festkosten auf eine möglichst grosse Energiemenge umlegen lassen. Die Kernkraftwerke weisen eine ähnliche Kostenstruktur auf wie die Laufwasserwerke und sind mithin wie diese zur Übernahme der sogenannten Grundlast am besten geeignet. Anhand des in Bild 6 festgehaltenen Belastungsdiagramms der Schweiz vom Mittwoch, 19. Dezember 1973, lassen sich die Verhältnisse gut überblicken. An der Basis sind die Laufwasserkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 1000 bis 1500 MW eingesetzt. Dann folgt das 1000-MW-Band der drei Kernkraftwerke Beznau I und II und Mühleberg. Die etwas höhere Produktion während der Arbeitsstunden von Gewerbe und Industrie wird durch den konzentrierten Einsatz der in den Ausgleichsbecken der Hochdrucklaufwerke in der jeweils vorangegangenen Nacht aufgespeicherten Zuflüsse erzielt. Mit der Summe der Lauf- und Kernkraftwerkleistung sind jedoch erst etwa zwei Drittel des durchgehenden Landesverbrauchs gedeckt. In den

³ Elektrizitätsverwertung Nr. 7/8, 1974, Seiten 252/253

Nachtstunden zwischen 22 Uhr und morgens 6 Uhr klafft immer noch eine Lücke von gegen 1500 MW. Diese wird grösstenteils durch den Import von thermisch erzeugtem Strom geschlossen, weil vor allem in Deutschland und Frankreich in den Zeiten schwacher Netzbelaistung freie Kapazitäten in Wärmekraftwerken disponibel sind und aus den oben dargelegten betriebswirtschaftlichen Gründen nach Möglichkeit durchgehend mit Vollast gefahren werden. Bei Arbeitsbeginn zwischen 6 und 7 Uhr verschwinden diese freien Kapazitäten, ja die Situation ändert sich in diesen Nachbarländern innerhalb einer halben Stunde so grundlegend, dass dort nun ein Importbedarf entsteht. Das ist der Zeitpunkt, wo die Schweiz ihre kostbaren Speicherreserven in den Stausee-Kraftwerken zum Einsatz bringt, indem sie nicht nur ihren mit der Arbeitsaufnahme in den Fabriken ebenfalls steil ansteigenden Strombedarf selbst deckt, sondern darüber hinaus dem benachbarten Ausland bei der Beherrschung der dortigen Belastungsspitzen zu Hilfe kommt. Selbstverständlich bestehen zwischen der exportierten Spitzenenergie und der importierten Schwachlastenergie Wertigkeitsunterschiede zu Gunsten der ersten, was der Schweiz erlaubt, eine um den vereinbarten Bewertungsfaktor vermehrte Schwachlastenergiemenge im Austausch gegen die Spitzenenergieabgabe zurückzunehmen. Auf diese Art sind wir in der Lage, die in unseren Alpen-Speicherwerken verfügbaren Leistungsreserven in kW zu aktivieren und gegen elektrische Arbeit in kWh umzutauschen. Diese Austauschguthaben helfen uns nicht nur unsere Fehlbeträge in den Nachtstunden, sondern ebenso über das Wochenende abzudecken. (Siehe Tabelle unter dem Diagramm auf Bild 6.) Wenn wir den durch die Lauf- und Kernkraftwerke nicht gedeckten Nacht- und Wochenendbedarf durch Einsatz der Speicherwerke selbst erzeugen müssten, wären unsere Stauseen schon Mitte Februar leer und wir müssten uns bis zum Beginn der Schneeschmelze mit dem Zusammenbruch der Stromversorgung abfinden. In der warmen Jahreszeit sprudeln unsere Bäche und Flüsse wieder munterer, und die Laufwerke bringen es auf eine durchgehende Leistung von 2000 bis 2500 MW. Zugleich ist auch der Verbrauch etwas geringer als im Winter, so dass die Kernkraftwerke für den Spaltstoffwechsel und zur Vornahme der bei jedem Wärmekraftwerk unvermeidlichen, zeitraubenden Revisions- und Unterhaltsarbeiten jeweils für 1 bis 2 Monate stillgelegt werden können.

Es wäre nun ein fataler Trugschluss, zu glauben, wir könnten die oben dargelegte Zusammenarbeit mit dem Ausland soweit intensivieren, dass damit das Problem der zukünftigen Bedarfsdeckung ohne Bau weiterer Produktionsanlagen lösbar würde. Wohlgemerkt, es handelt sich im wesentlichen um A u s t a u s c h e verschiedener Energiequalitäten, also um ein Nehmen und Geben über die Landesgrenzen hinweg. Die gegenwärtigen Energiemarktverhältnisse zeigen uns unmissverständlich die Grenzen dessen auf, was im Rahmen des internationalen Verbundgeschäftes realisierbar ist. Diese Grenzen verlaufen nämlich genau unseren eigenen Produktionsdisponibilitäten entlang. Wir werden also nicht darum herum kommen, die sich durch den Verbrauchsanstieg im Grundlastbereich von Jahr zu Jahr mehr öffnende Produktionslücke durch den Bau weiterer Kernkraftwerke ohne weiteren Verzug zu schliessen!

6.2 GEDANKEN ZUR ROHSTOFFBASIS UND ZUR ABWÄRMEFRAGE

Das bereits besprochene Bild 5 vermittelt eine grobe Übersicht über die verschiedenen Rohenergievor-

räte der Erde. Daraus erhellt, dass nur die Kernennergie über eine, in historischen Zeiträumen betrachtet, unerschöpfliche Rohstoffbasis verfügt. Das darf uns indessen nicht über das Ausmass der Anstrengungen täuschen, die zur Sicherstellung einer jederzeit genügenden Versorgung mit gebrauchsfertigen Spaltstoffen noch zu unternehmen sind. Mittelfristig stellt die vorläufig noch relativ eng begrenzte Kapazität zur Anreicherung des Natururans mit dem spaltbaren Isotop U 235 einige Probleme. Die unerwartete Häufung der Kernkraftwerkprojekte in der Dritten Welt — nicht zuletzt in den sehr energiebewusst gewordenen Erdölländern des Mittleren Ostens — lassen ab Mitte der achtziger Jahre gewisse Engpässe in der Spaltstoffversorgung und in der Wiederaufbereitung gebrauchter Brennelemente befürchten. Man wird sich in der westlichen Welt durch geeignete Massnahmen rechtzeitig dagegen vorsehen müssen. In erster Linie geht es darum, das Anreicherungs- und Wiederaufbereitungspotential in Europa zu vergrössern. Da es sich um höchst kapital- und energieintensive Anlagen handelt, wird die Schweiz nur im Rahmen der Partizipation an europäischen Projekten einen Beitrag zu leisten vermögen. Im weiteren wird die Frage zu prüfen sein, inwiefern sich die Versorgungslage durch ein teilweises Ausweichen auf solche Reaktorkonzepte verbessern liesse, die auf der Verwendung von Natururan basieren.

In der Abwärme problematik drängen sich drei grundsätzliche Feststellungen auf. Erstens teilen die Kernkraftwerke das Abwärmeproblem mit jedem anderen Verfahren der thermodynamischen Stromerzeugung im grosstechnischen Massstab. Zweitens entfällt bei den Kernkraftwerken die Belastung der Biosphäre mit zum Teil giftigen Abgasen wie Kohlen-, Schwefel- und Stickoxyden und Staubpartikeln, welche durch heute noch nicht im Detail überschau- und berechenbare Einwirkungen auf die Ein- und Abstrahlungsverhältnisse den Wärmehaushalt der Erde und mithin das Klima beeinflussen⁴. Drittens ist darauf hinzuweisen, dass die nuklearen Prozesse ohne Sauerstoffverbrauch ablaufen und mithin Energieerzeugungsverfahren darstellen, die mithelfen, das wachsende Sauerstoffdefizit unseres Planeten in Grenzen zu halten.

6.3 DER STELLENWERT DER KERNKRAFT IN DER ZUKÜNTIGEN ENERGIEBEDARFSDECKUNG

Die Lockerung unserer einseitigen Abhängigkeit von den flüssigen Brennstoffen ist eine Aufgabe, deren Lösung jahrzehntelanger Anstrengungen bedarf. Der seit 1950 bis in die jüngste Vergangenheit im Zuge der allgemeinen Inflation real ständig gesunkene Oelpreis hat den Konsum derart beschleunigt, dass wir einen langen Bremsweg brauchen, um das Gefährt unserer Energiewirtschaft unter tunlichster Vermeidung unerträglicher Stossschäden in die Richtung vermehrter Diversifikation zu steuern. So nötig das Energiesparen ist, so wenig vermag es als alleinige Massnahme zu genügen. Realistischerweise müssen wir uns darüber Rechenschaft geben, dass allein schon die Begrenzung des Verbrauchs auf den unteren amtlichen Schätzwert allerhand an Umdenken und Umdispositionen erfordert. Um die Tragweite dieser Feststellung zu verdeutlichen, betrachten wir auf Bild 1 die voraussichtliche Situation um das Jahr 2000. Sollte sich die von 1950 bis 1973 festgestellte Zunahme des Gesamtenergieverbrauchs um 6,3% von Jahr zu Jahr ungebrochen fortsetzen, so

⁴ Vergl. Prof. Dr. Hintermann, HTL Windisch: «Wärme und Abwärme in der Energieproduktion» Aufsatz in der NZZ Nr. 212 vom 9. Mai 1974

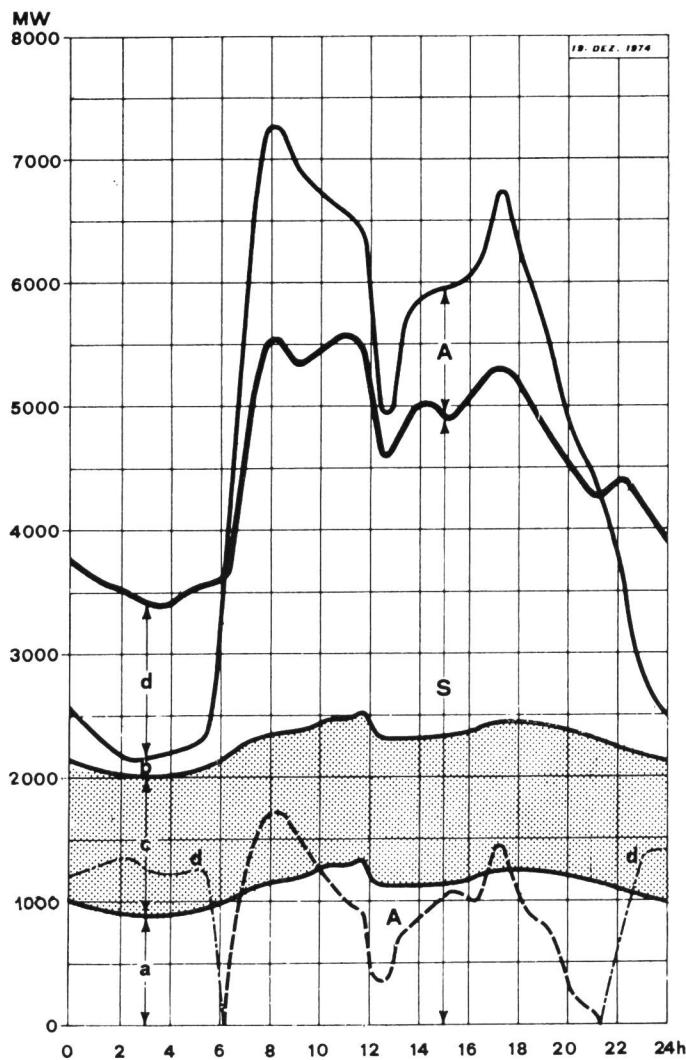


Bild 6 Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz.

würden wir am Ende unseres Jahrhunderts auf einen Jahresverbrauch von ca. 900 000 Tcal kommen, was mehr als einer Verfünffachung der gegenwärtigen Zahl gleichkäme. Nun lautet aber die amtliche Schätzung lediglich auf mindestens 440 000 Tcal bzw. auf 490 000 Tcal im Sinne eines Mittelwertes zwischen dem unteren und oberen Grenzwert der Extrapolation. Geht man vom gegenwärtigen Konsumniveau von 173 000 Tcal aus, so ergäbe sich bis zur Jahrhundertwende bei ungebrochener Fortsetzung des bisherigen Trends eine Zunahme um 727 000 Tcal gegenüber 267 000 Tcal nach Massgabe des unteren Grenzwertes der amtlichen Schätzung. Wir müssen also die bisherige Geschwindigkeit der Konsumzunahme um rund zwei Drittel reduzieren, wenn wir nicht über die amtliche Minimalabschätzung hinausschiessen wollen! Sicher ein höchst anspruchsvolles Ziel im Hinblick auf die Tatsache, dass der umfassend verstandene Umweltschutz in den Bereichen Gewässerschutz und Lufthygiene, Aufbereitung der Abfallstoffe zur Wiedergewinnung knapper Ausgangsmaterialien zusammen mit den gesellschaftlichen Forderungen nach Fremdarbeiterabbau und Ausbau der Sozialfürsorge usw. zu vermehrter Energienachfrage, in erster Linie im Sektor Elektrizität, führt.

Es ist daher sicher nicht vermessen, wenn die verantwortlichen Instanzen für die nächsten 25 Jahre die Bereitstellung einer nuklearen Produktionskapazität von 60 TWh bzw. etwa 50 000 Tcal für die Stromerzeugung und

1. VERFÜGBARE UND AUFGETRETENE LEISTUNGEN AM DRITTEN MITTWOCH, DEN 19. DEZEMBER 1973

1.1. Verfügbare Leistung	MW
Laufwerke aufgrund der Zuflüsse, Tagesmittel	1110
Saison speicherwerke, 95 % der Ausbauleistung	6810
Thermische und Kernkraftwerke, installierte Leistung	1620
Einfuhrüberschuss zur Zeit der Höchstleistung	—
Total verfügbar	9540

1.2. Aufgetretene Höchstleistungen

Gesamt abgabe	7260
Landesverbrauch	5570
Ausfuhrüberschuss	1820
Einfuhrüberschuss	1400

1.3. Belastungsdiagramm (siehe nebenstehende Figur)

- a Laufwerke
(inkl. Werke mit Tages- und Wochenspeicher)
- b Saison speicherwerke
- c Thermische und Kernkraftwerke
- d Einfuhrüberschuss
- S+A Gesamtbela stung
- S Landesverbrauch
- A Ausfuhrüberschuss

2. ENERGIEERZEUGUNG UND -VERBRAUCH AM DRITTEN MITTWOCH UND AM DARAUFFOLGENDEN SAMSTAG UND SONNTAG

	Mittwoch 19. 12. 73	Samstag 22. 12. 73	Sonntag 23. 12. 73
	in GWh	in GWh	in GWh
Laufwerke	26,4	23,1	21,2
Saison speicherwerke	59,7	20,7	6,4
Thermische und Kernkraftwerke	28,0	30,0	29,6
Einfuhrüberschuss	—	12,6	19,2
Gesamt abgabe	114,1	86,4	76,4
Landesverbrauch	109,8	86,4	76,4
Ausfuhrüberschuss	4,3	—	—

von weiteren 30 000 Tcal für die nukleare Fernwärmeversorgung postulieren. Das nukleare Produktionspotential von total 80 000 Tcal würde mithin bestenfalls $\frac{1}{5}$ des dannzumaligen, so hoffen wir, auf die Größenordnung von 400 000 bis 450 000 Tcal beschränkbaren Gesamtenergieverbrauchs ausmachen. Zusammen mit den rd. 30 TWh bzw. 26 000 Tcal Wasserkraftstrom verbessert sich das Bild noch etwas, indem der hydraulisch/nukleare Bedarfsdeckungsanteil gegen $\frac{1}{4}$ zu erreichen vermöchte, was im Vergleich zur gegenwärtigen Quote von nur $\frac{1}{7}$, doch eine gewisse Verbesserung der Situation brächte. Eine andere Frage ist es, ob uns die Entwicklung auf den Brennstoffmärkten überhaupt soviel Zeit für die allmähliche Einleitung des Substitutionsprozesses lässt. Ebenso wahrscheinlich ist nämlich die Annahme, dass wir in Bälde gezwungen sein werden, den Verbrauch von fossilen Brennstoffen zu stabilisieren oder sogar allmählich zu senken und den Zuwachsbedarf vollständig durch Erschliessung nuklearer Energiequellen zu decken. Dazu würde es nicht einmal eines Lieferboykotts seitens der Erdölländer bedürfen, sondern es könnte beispielsweise sein, dass unsere Außenwirtschaftsbilanz im Zuge weiterer Preiserhöhungen derart strapaziert würde, dass nur noch mittels einer Stabilisierung oder sogar Reduktion der Importmengen das Gleichgewicht wieder herstellbar wäre. Damit sind wir bereits auf den volkswirtschaftlichen Aspekt des Problems gestossen.

7. Die volkswirtschaftliche Notwendigkeit eines wachsenden Beitrages der Kernkraft an die Deckung des schweizerischen Energiekonsums

Das wirkliche Ausmass der weltwirtschaftlichen Gewichtsverlagerungen, die durch die neue Preissituation auf den Erdölmärkten in Gang gesetzt worden sind, lässt sich erst allmählich abschätzen. Fest steht jedoch schon heute, dass sich die Förderländer ihres Reichtums und der damit verbundenen weltpolitischen Potenz bewusst geworden sind — man beachte etwa das zielbewusste und selbstsichere Auftreten des Schahs von Persien auf dem weltpolitischen Parkett — und im Erlernen der klugen Anwendung ihrer neu gewonnenen Macht zweifellos rasch Fortschritte erzielen werden. Handelspolitisch führen die höheren Oelpreise, übrigens zusammen mit der Hause auf vielen anderen Rohstoffmärkten, zu einer Verschlechterung der sog. Terms of trade für die Industrieländer. (Unter terms of trade versteht man das Wertigkeitsverhältnis zwischen den Import- und Exportwaren eines Landes.) Ein Land ohne eigene Kohlenwasserstoff-Vorkommen wie die Schweiz wird davon natürlich stärker betroffen als ein Volk mit eigenen Fördermöglichkeiten, wie sie sich zur Zeit beispielsweise für verschiedene Nordseestaaten wie Grossbritannien oder Norwegen eröffnen. Soweit sich die gestiegenen Erdölpreise auch bei den Handelspartnern der Schweiz im Sinne höherer Produktionskosten auswirken, wird es möglich sein, für unsere Exportprodukte entsprechend angepasste Preise zu erzielen und mithin die Mehrkosten für den Oel-

import durch bessere Exporterlöse wenigstens teilweise abzudecken. Wie der Saldo dieser vielfältigen Bilanz am Schluss ausfällt, wird sich in der Zukunft erweisen. Jedenfalls zeichnen sich im Gefolge der Oelpreisseigerungen weltweite Liquiditätsengpässe ab, deren Auswirkungen auch unser Land in zunehmendem Masse zu spüren bekommt. Der dadurch ausgelöste konjunkturelle Krebsgang könnte leicht in eine Entwicklung ausmünden, die selbst die Kämpfer für das Nullwachstum das Fürchten lehren würde. Mit dem konsternierten Ausruf, das haben wir nicht gewollt, wäre dann niemandem mehr geholfen. Es stellt sich bereits die Frage, ob wir zur Begleichung der steigenden Preise nicht bald einmal ebensoviel oder sogar mehr aufwenden müssen als für die zielbewusste Erschliessung der Kernenergie. Als Anhaltspunkt diene, dass einem Oelpreis von 50 Rp. pro Liter ein Wärmestrompreis von 6 Rp./kWh äquivalent ist. Bei direkter Verwendung der Reaktorwärme oder bei «Verheizung» des elektrischen Stromes über Wärmepumpen verschiebt sich das Verhältnis zu Gunsten der Kernenergie. Sollte sich in der Folge das im Spätherbst 1973 kurzzeitig erreichte höchste Oelpreisniveau erneut und für längere Dauer einstellen, so müsste mit tiefgreifenden Strukturwandlungen in der Energienachfrage und mit einschneidenden Auswirkungen auf die schweizerische Ertragsbilanz gerechnet werden.

8. Die funktionstüchtige Energiewirtschaft als Voraussetzung für die geordnete und freiheitliche Weiterentwicklung von Staat und Gesellschaft

Der Wohlstand des Schweizervolkes basiert anerkanntmassen zu einem grossen Teil auf der starken Stellung unserer Maschinen- und Elektroindustrie im internationalen Wettbewerb um Aufträge für den Bau von Energieerzeugungs- und Uebertragungsanlagen. Es ist eine alte Schulweisheit, dass sich die Schweiz als kleines Bergland ohne nennenswerte Rohstoffvorkommen nur auf Grund einer hochentwickelten und exportfähigen Industrie zu behaupten vermag. Wie soll aber unsere Industrie in der weiten Welt in einer der anspruchsvollsten Sparten, wie es die Kerntechnik ist, auf lange Sicht Pionierarbeit leisten können, wenn ihr zu Hause das Erfahrungsobjekt fehlt? Wir haben in den letzten Jahren ein kostspieliges System von öffentlichen, halbstaatlichen und privaten Sozialleistungen aufgebaut, das nur auf der Basis einer weiterhin prosperierenden Wirtschaft die von den breiten Volkschichten gehegten Erwartungen zu erfüllen vermag.

Was soll aus all dem werden, wenn Gewerbe, Handel und Industrie neben der Personalnot auch noch einen Energienotstand zu bewältigen haben? Wird das derart gerupfte Huhn weiterhin die allseits begehrten goldenen Eier legen? Vermöchte die vielgerühmte sozial- und gesellschaftspolitische Stabilität der Schweiz den enormen Belastungen standzuhalten, die durch eine drastische Reduktion der wirtschaftlichen Produktivität im allgemeinen und durch eine empfindliche Einschränkung des Einzelnen im Genuss so vieler selbstverständlicher Dinge wie Mobilität, Hygiene, angenehmes Raumklima, Fernsehinformation usw. im besonderen ausgelöst würden? Ist es nicht so, dass der Einzelne die gesamtwirtschaftlich als quantitatives

Wachstum in Erscheinung tretende Umgestaltung der Lebensverhältnisse als qualitative Aufwertung seiner Daseins- und Entfaltungsmöglichkeiten empfindet, die er wohl zum kleinsten Teil preisgeben möchte? Nicht alles, was heute unter dem Schlachtruf Kampf für eine höhere Lebensqualität an den Mann zu bringen versucht wird, verdient unsere Unterstützung. Oft kann man sich des Eindruckes kaum erwehren, dass eine mit dem Modekleid Umweltschutz gut getarnte Wirtschaftsfeindlichkeit angepriesen wird, deren Motivation sicher nicht edlem Bürgersinn entspringt.

Bei allen Grundsatzdiskussionen um die Problematik der Kernenergie dürfen wir die eine ausschlaggebende Tatsache nicht ausser acht lassen, dass wir als kleines Völklein inmitten einer Staatenwelt wohnen, welche entschlossen ist, bei der friedlichen Nutzung der Kernenergie mit den Supermächten Amerika und Sowjetunion Schritt zu halten. Ja, wir haben einen Nachbar, der sich sogar in der nuklearen Waffentechnik zu emanzipieren versucht. Darüber hinaus gelangen von Jahr zu Jahr mehr Entwicklungsländer trotz ihrer nach wie vor hohen Analphabetenquoten in den Besitz der Kernenergie. Bezeichnenderweise schicken sich gerade die Erdölländer an, diese neue Technik im grossen Massstab zur Schonung der eigenen Bodenschätze und mithin zur langfristigen Konsolidierung ihrer neugewonnenen Weltgeltung anzuwenden. Wer will sie daran hindern; die steigenden Oelpreise verschaffen ihnen ja schliesslich das dazu erforderliche Geld!

Man mag die Sache drehen, wie man will, eines ist sicher, ob sich die Schweiz in den nuklearen Schmollwinde zurückzieht oder an einer verantwortungsvollen Kern-

technik partizipiert, ändert nichts an der Tatsache, dass die Welt in rasch steigendem Masse nach der Kernenergie greift. Als Schicksalsgemeinschaft mit den übrigen Erdenbewohnern müssen wir Schweizer mit oder ohne eigene Kernkraftwerke die Gefahren der künstlich freigesetzten Radioaktivität und der zunehmenden Ansammlung von z.T. höchst giftigen und aktiven Reaktorrückständen zu beherrschen lernen. Ohne Bestellung bedient man uns seit den fünfziger Jahren — je nach der jeweiligen weltstrategischen Situation in wechselndem Ausmass — mit Rückständen aus Kernwaffentests, welche die eidg. Ueberwachungsorgane wohl peinlich genau registrieren, aber nicht an den Absender zurückgeben können.

Ist es nicht verdienstvoller, an der Lösung der zweifellos schwierigen Probleme in ehrlicher Absicht mitzuwirken? Nur der kann beispielsweise zur Verbesserung der Si-

cherheitstechnik oder in der Strahlenschutzgesetzgebung wegweisende Beiträge leisten, welcher die Materie aus der eigenen Tätigkeit von Grund auf kennt. Dass wir uns vor allem auch um die Erforschung und Entwicklung von ökologisch besseren bzw. mit weniger Gefahren verbundenen Verfahren zur Energiegewinnung bemühen müssen, hat für jeden Einzelnen auch dann Verpflichtung zu bleiben, wenn von ihm einmal persönliche Opfer z.B. in der Form von zweckgebundenen Steuern oder Forschungszuschlägen auf Energiepreisen verlangt werden. Die Schweiz kann es sich weder für die Energieversorgung noch in volkswirtschaftlicher Hinsicht leisten, bei der Nutzung der die Welt des ausgehenden 20. Jahrhunderts prägenden Kernenergie abseits zu stehen, wenn sie nicht über kurz oder lang die Basis ihrer wirtschaftlichen Existenz und mithin ihrer Souveränität verlieren will.

9. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Das Energieproblem ist zu vielschichtig und zu komplex, als dass man mit einigen Patentrezepten aufwarten könnte. Der Weg ist lang und beschwerlich. Das Ziel einer mit den natürlichen Gegebenheiten auf lange Sicht verträglichen Energiewirtschaft lässt sich nur erreichen, wenn sich der einzelne Zeitgenosse und die Völkergemeinschaften insgesamt bereitfinden, die ihren Voraussetzungen angemessenen Beiträge an Geld und Geist und vor allem an verantwortungsbewusster Lebensgestaltung zu leisten. Geduld und zäher Durchhaltewillen zum steten Vorankommen in kleinen Schritten tun not. So geht dann den nachstehenden Anregungen jeglicher Reiz des grossen Wurfs ab, aber die vielgestaltige Problematik erheischt einen entsprechend breiten Massnahmenfächer. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit seien im Sinne einer Richtungsangabe zusammenfassend die folgenden Punkte genannt:

- Eindämmung des Energieverbrauchs durch besseren Wärmeschutz der Bauten und Verzicht auf Raumklimatisierung, soweit sie nicht durch spezielle örtliche Gegebenheiten unbedingt geboten ist. Ganz allgemein Förderung einer energiesparenden Architektur! Vermeidung der Ueberheizung von Wohn- und Geschäftsräumen. Einführung einschlägiger Gesetzesbestimmungen.
 - Reduktion des energiefressenden Motorfahrzeugverkehrs durch vermehrte Benützung der öffentlichen Verkehrsmittel.
 - Begrenzung der Einschaltdauer von elektrischen Maschinen und Geräten auf die Zeit des effektiven Gebrauchs.
 - Förderung und Weiterentwicklung von Wärmerückgewinnungs-Systemen. Vermehrte Anwendung der Wärme-pumpentechnik zur Ausnutzung von Umgebungswärme.
 - Reduktion der Wärmeverluste bei der nuklearthermischen Stromerzeugung durch Kupplung mit der Nutzwärmeproduktion für Fern- und Industrieversorgungen, wo immer die Voraussetzungen dazu erfüllt sind, einerseits und durch das Arbeiten mit höheren Temperaturgefällen anderseits.
- (Förderung der Hochtemperatur- und Brütetechnik)

- Verminderung des Gefahrenmoments bei Herstellung, Transport und Wiederaufbereitung der Spaltstoffelemente und Vervollkommenung der Verfahren zur Behandlung bzw. Beseitigung der radioaktiven Abfallstoffe.
- Ausbau der Kernkraftkapazität unter Anwendung der jeweils effizientesten Reaktorkonzeption.
- Intensivierung der Fusionsforschung.
- Allgemeine Bereitschaft zu geistigen und materiellen Anstrengungen für den Ausbau einer umweltkonformen Energiewirtschaft. Beispielsweise würde die Entwicklung von Systemen zur grossmassstäblichen Wasserstoffproduktion unter Ausnutzung der Solarenergie in dafür besonders geeigneten Weltgegenden nicht nur einen bedeutenden energiewirtschaftlichen Fortschritt, sondern ebenso einen wesentlichen Beitrag zur dauerhaften Verbesserung der ökonomischen Basis in vielen Ländern der sog. Dritten Welt bedeuten. Da Wasserstoff einen verhältnismässig einfach über Kontinente hinweg transportierbaren Brennstoff darstellt, würde damit der alte Seldwyler Traum vom Auffüllen des Sonnenscheins in Säcke Wirklichkeit. Aber solche Gedankengänge bleiben solange Utopie, als der Mensch als Individuum und als Volks- und Wirtschaftsgruppe nicht bereit ist, auf einen Teil seines Konsums zu Gunsten der Förderung derart anspruchsvoller Forschungsprojekte zu verzichten. Heranzubilden ist die Bereitschaft zur internationalen Zusammenarbeit und zur Aufbringung der erforderlichen finanziellen Mittel, sei es durch die grosszügige Bewilligung öffentlicher Forschungskredite, sei es durch Akzeptierung von Forschungszuschlägen auf Energiepreisen in den Industrieländern und durch Abzweigung eines Teils der Erdöl-Einnahmen in den Produktionsgebieten für das Beschreiten neuer Wege.

Mit diesen paar notwendigerweise lückenhaft bleibenden Hinweisen ist ein Programm angedeutet, dessen Verwirklichung den kreativen Geist des Menschen aufs höchste beanspruchen und grosse Opferbereitschaft zur Lösung fundamentaler Probleme erheischen wird.

Adresse des Verfassers:

Lic. oec. W. Pfeiffer
Konsiliarius für energiewirtschaftliche Fragen
Dorfstrasse 42
5432 Neuenhof/AG