Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 65 (1974)

Heft: 19

Artikel: Der zukünftige Energiebedarf : eine Herausforderung

Autor: Etienne, E.H. / Hochreutiner, R. / Berchtold, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915460

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: 09.08.2025

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

Der zukünftige Energiebedarf: eine Herausforderung

Komitee für Energiefragen des Schweizerischen Nationalkomitees der Weltenergiekonferenz

E. H. Etienne *	Präsident des Schweizerischen Nationalkomitees der Weltenergiekonferenz, La Conversion
R. Hochreutiner	Vizepräsident des Schweizerischen Nationalkomitees der Weltenergiekonferenz, Dully
Prof. M. Berchtold	Professor für Thermodynamik an der ETHZ, Küsnacht ZH
F. Jordi	a. Direktor des Gas- und Wasserwerkes Basel Vertreter der Gaswirtschaft
P. Krafft *	Stellvertretender Direktor der Elektrowatt AG, Zürich
J. Pouly *	Vizedirektor der Motor-Columbus AG, Baden
R. Schaerer	Direktor der Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG, Laufenburg Vertreter der Elektrizitätswirtschaft
W. Strebel	Stellvertretender Direktor der Ciba-Geigy AG, Basel Vertreter der Energiekonsumenten
Dr. G. Stucky *	Geschäftsführer der Erdöl-Vereinigung, Zürich Vertreter der Erdölwirtschaft
Prof. C. Zangger	Vizedirektor des Eidgenössischen Amtes für Energiewirtschaft, Bern Vertreter der Kernenergie
L. Zeuggin	Direktor der Ruhr- & Saarkohle AG, Basel Vertreter der Kohlewirtschaft
A. Ebener *	Sekretär des Schweizerischen Nationalkomitees der Weltenergiekonferenz, Basel

Ständiger Mitarbeiter:

Dr. W. Kähr	Eidgenössisches Amt für Energiewirtschaft, Bern

* Mitglieder des Ad-hoc-Ausschusses für die Redaktion des Berichtes.

Sekretariat: Postfach 399, 4002 Basel

1. Einleitung

Die Weltenergiekonferenz wurde im Jahre 1924, d. h. vor 50 Jahren, in der Erkenntnis gegründet, dass zwischen den Problemen der Energieversorgung und allen Zweigen der Wirtschaft und Gesellschaft Wechselbeziehungen bestehen, die eine enge Zusammenarbeit aller interessierten Kreise erfordern.

Diese Zusammenarbeit erstrebt auf nationaler Ebene das Schweizerische Nationalkomitee der Weltenergiekonferenz, das heuer ebenfalls auf eine fünfzigjährige Tätigkeit zurückblicken kann. Es ist in unserem Lande die einzige private Organisation, die alle sich mit Energiewirtschaft befassenden Kreise vereinigt; Verwaltung, Technische Hochschulen, Berufs- und Fachverbände sowie die Wirtschaft sind unter seinen Mitgliedern vertreten. Da es sich somit über jedes sektorielle Denken stellt, ist es auch in der Lage, ein objektives und umfassendes Bild der schweizerischen Energieprobleme zu vermitteln.

Die Weltenergiekonferenz organisiert in regelmässigen Abständen Tagungen, bei denen die namhaftesten Fachleute der ganzen Welt zusammenkommen, um ihre Erfahrungen auszutauschen. Das Schweizerische Nationalkomitee vertritt dabei die Schweiz. Insbesondere wurde im Jahre 1964 in Lausanne im Rahmen der Weltenergiekonferenz eine Tagung abgehalten, die sich mit dem inzwischen besonders aktuell gewordenen Thema der rationelleren Energieverwendung befasste, unter anderem des sich aufdrängenden Haushaltens mit Energie im Hochbau.

Zur Abklärung der sich im Inland stellenden Energieprobleme wurde eine Arbeitskommission gebildet, in der anerkannte Fachleute ehrenamtlich mitarbeiteten. Im Jahre 1953 wurde zum ersten Male eine schweizerische Gesamtenergiestatistik publiziert, die den Nutz- und Primärenergieverbrauch der Schweiz seit 1910 darstellt und seither regelmässig nachgeführt wird. Die wachsende Bedeutung der Energie in unserer Gesellschaft und die grundlegenden Wandlungen der schweizerischen Energiewirtschaft veranlassten das Schweizerische Nationalkomitee, im Jahre 1969 eine «Standortbestimmung der schweizerischen Energiewirtschaft und der sich abzeichnenden Entwicklungstendenzen» herauszugeben.

Seither hat sich wiederum eine tiefgreifende Wandlung vollzogen, die durch die Ereignisse des Herbstes 1973 noch beschleunigt wurde. Die Vorstellung einer beinahe unbeschränkten Verfügbarkeit der Energie zu niedrigem Preis, wie sie seit Jahrzehnten das allgemeine Denken und Handeln beherrscht hat, ist eindrücklich widerlegt worden. Kriterien des Umweltschutzes spielen neben Kriterien der Wirtschaftlichkeit eine immer grössere Rolle. Die Öffentlichkeit, durch die jüngsten Ereignisse sensibilisiert, nimmt in einem bisher nie gekannten Ausmass zu Fragen der Energiewirtschaft Stellung.

Langsam setzt sich die Erkenntnis durch, dass es nicht genügt, Massnahmen zur Sicherstellung eines wirtschaftlichen Energieangebots zu treffen, ohne das Problem der unbeschränkten Energiebedarfszunahme von der Nachfrageseite her anzupacken und ohne die volkswirtschaftlichen Gesichtspunkte zu berücksichtigen.

Aus den Statistiken über den Energieverbrauch in unserem Lande geht hervor, dass rund zwei Drittel (entsprechend 4 Mia Franken) des Primärenergieverbrauches für individuelle Bedürfnisse und nur rund ein Drittel (entsprechend 2 Mia Franken) von der Industrie verbraucht werden. Mit diesem Drittel wird ein Bruttosozialprodukt von 120 Mia Franken jährlich erarbeitet. Dieses Verhältnis zeigt, wo der Hebel bei eventuell notwendigen Sparmassnahmen auf dem Energiesektor anzusetzen ist.

Aus allen diesen Gründen tritt heute das Schweizerische Nationalkomitee der Weltenergiekonferenz mit einer Neufassung seiner Standortbestimmung an die Öffentlichkeit und hofft, damit einen Beitrag zur Versachlichung der Diskussion zu leisten.

2. Allgemeine Betrachtungen über Energiebilanzen und Entwicklungsprognosen

2.1 Energieversorgung und Verbrauch, Brutto- und Netto-Energie

Die Energieversorgung unseres Landes beruht nur zu einem geringen Teil auf eigenen Energiequellen und musste deshalb von jeher vor allem auf der Einfuhr von Primär-Energieträgern aufgebaut werden. Feste, flüssige und gasförmige Brenn- und Treibstoffe sowie Spaltstoffe stammen aus dem Ausland, während die Wasserkraft das einzige einheimische Energievorkommen von Bedeutung darstellt.

Der *Konsument,* der schliesslich für den Energieverbrauch einzig und allein verantwortlich ist, kümmert sich im allgemeinen wenig um die Primärenergieträger, mit Ausnahme der industriellen und gewerblichen Verbraucher. Er wünscht einzig, seinen Bedarf an Nutzenergie in Form von Wärme, mechanischer Arbeit, chemisch gebundener Energie und Licht mit einem Minimum an Aufwand zu decken. Naturgemäss gibt er jener Energieform den Vorzug, die ihm zu gleichen wirtschaftlichen Bedingungen ein Maximum an Bequemlichkeit und die grösste Versorgungssicherheit gewährleistet. Änderungen in den Angebotsverhältnissen der einzelnen Energieträger und technische Entwicklungen der Versorgungssysteme und Verbrauchsapparate lassen den Konsumenten relativ leicht einen Energieträger aufgeben, den er gestern noch bevorzugte, um sich einem neuen zuzuwenden, was bedeutende Substitutionen in der Primärenergieversorgung nach sich zieht, die aber nur mit einer langfristigen Planung möglich sind.

Eine gewisse Rolle bei den Substitutionen dürften in Zukunft auch die elektrische Raumheizung sowie die Wärmepumpen spielen, doch wird diese Entwicklung von zahlreichen Faktoren beeinflusst und verhältnismässig langsam vor sich gehen.

Im vorliegenden Bericht wird deshalb bei der Analyse des tatsächlichen Bedarfes nicht, wie sonst üblich, von den Primär- oder Rohenergieverhältnissen, sondern vom Verbrauch, d. h. von der Nutzenergie, ausgegangen, und dies, obwohl die Methode, wie alle anderen, nicht in allen Teilen zu befriedigen vermag.

Fig. 1 veranschaulicht die Anwendungsmöglichkeiten der verschiedenen Primär- und Sekundär-Energieträger für die Deckung des Nutzenergiebedarfes. Sie zeigt auch die Primär-Energieträger, feste Brennstoffe, Erdölprodukte, Erdgas, Wasserkraft und Spaltstoffe, die für die Umwandlung in den Sekundär-Energieträger Elektrizität in Betracht kommen

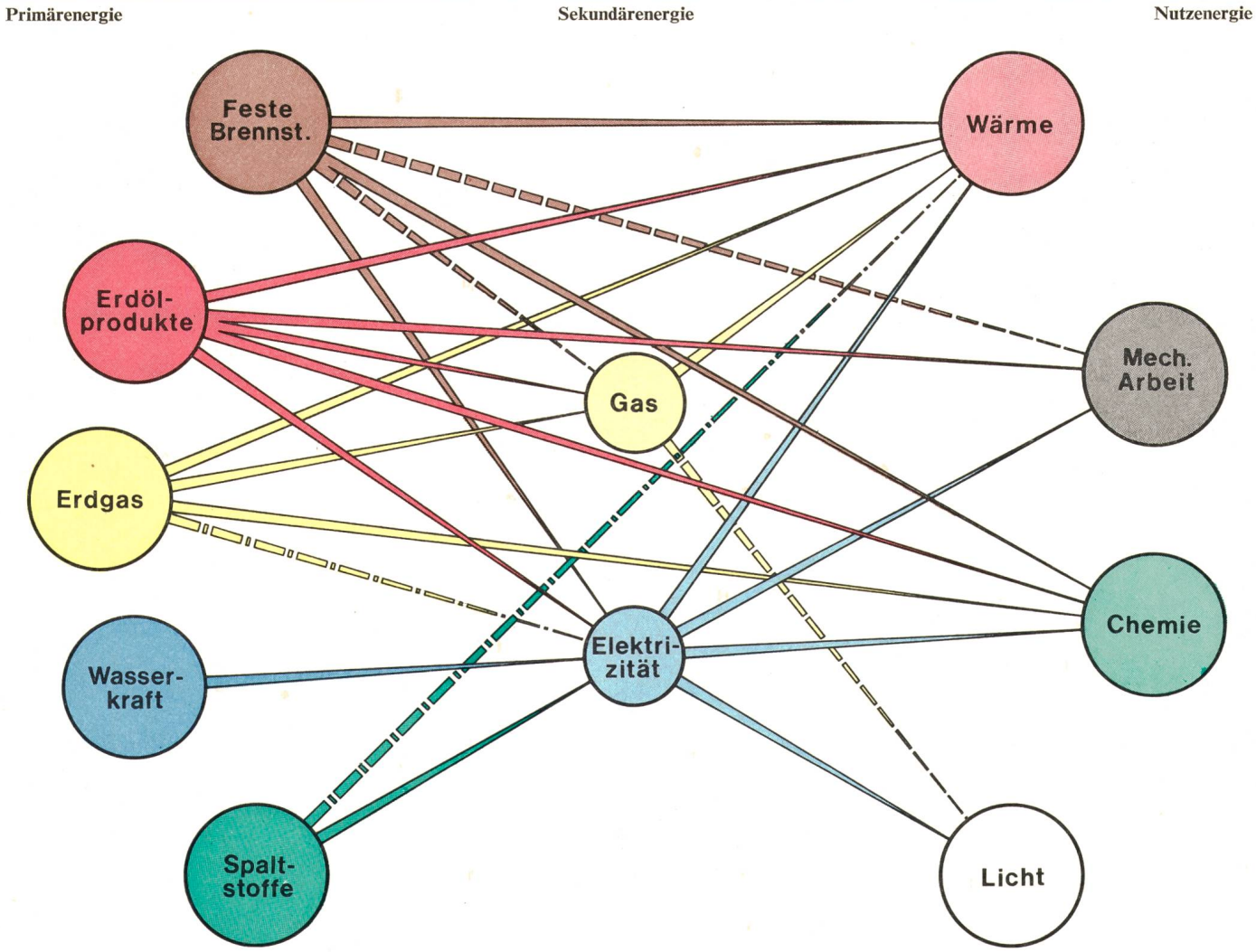


Fig. 1 Anwendungsmöglichkeiten der Primär- und Sekundär-Energieträger für die Deckung des Nutzenergiebedarfes

——————— gegenwärtige Anwendungen
— — — — — aufgegebene Anwendungen
—·—·—·— mögliche zukünftige Anwendungen

I. Primärenergie (Rohenergie)

Primärenergie ist Energie, die keiner Umwandlung unterworfen wurde.

Energieträger

1. Feste Brennstoffe (Holz, Kohle, Torf, Müll)
2. Erdölprodukte: nur solche, die zu energetischen Zwecken verwendet werden.
3. Erdgas
4. Wasserkraft
5. Spaltstoffe

Sekundärenergie ist Energie, die aus der Umwandlung von Primärenergie oder aus anderer Sekundärenergie gewonnen wurde.

II. Nutzenergie

Nutzenergie ist die Energie, die beim Verbraucher nach der letzten Umwandlung zur Verfügung steht.

Wärme: Wärme- und Dampferzeugung für Fabrikationsprozesse und Raumheizung in Industrie und Gewerbe; Raumheizung, Warmwasserbereitung und übrige Anwendungen im Haushalt

Mechanische Arbeit: Energie für ortsfeste und fahrbare Motoren, für Schienen- und Strassenfahrzeuge, Schiffe und Flugzeuge.

Chemie: Energie für chemische Reaktionsprozesse, wie Elektrolyse, Reduktionsprozesse, petrochemische Verfahren usw.

Licht: Beleuchtung ganz allgemein.

sowie diejenigen, die bis vor kurzem zur Erzeugung von Stadtgas dienten. Bei diesen Sekundär-Energieträgern Elektrizität und Stadtgas sowie beim Erdgas handelt es sich um sogenannte Netzenergie, weil ihre Verteilung an Netze gebunden ist und die Lagerhaltung, soweit überhaupt möglich, zentral beim Produzenten erfolgt.

Wie aus diesem Schema zu ersehen ist, werden zurzeit nur drei Primär-Energiequellen, die festen Brennstoffe, die Erdölprodukte sowie das Erdgas, durch den Konsumenten direkt verwendet, und zwar hauptsächlich für die Erzeugung von Wärme für Raumheizung, Industrie und Haushalt. In Wirklichkeit werden die hiezu verwendeten Erdölprodukte vorgängig raffiniert; das gleiche gilt auch für die flüssigen Treibstoffe zur Erzeugung von mechanischer Arbeit. Sie werden aber immer noch als Primär-Energieträger bezeichnet, weil die mit geringen Verlusten ausgeführte Raffination keine ausgesprochene Umwandlung darstellt.

Schliesslich eignen sich alle Primär-Energieträger für die Produktion elektrischer Energie, obschon die Kohle und das Erdgas in dieser Beziehung in der Schweiz gegenwärtig keine

Rolle spielen. Die elektrische Energie ist aber auch imstande, jede vom Konsumenten gewünschte Form von Nutzenergie zu liefern. Dies bedeutet jedoch nicht, dass es sich hier um den schlechthin idealen Energieträger handelt, der alle anderen zu verdrängen vermöchte. Die technischen und wirtschaftlichen Bedingungen ziehen hier Grenzen, die sich allerdings je nach den Lieferbedingungen und den Ansprüchen der Konsumenten oder auch aus Rücksicht auf die Umwelt verschieben können.

Die Destillationsprodukte oder diejenigen der Raffination der festen Brennstoffe und der Erdölprodukte, die der Konsument nicht zu energetischen, sondern zu technischen Zwecken verwendet, sind im vorliegenden Bericht nicht berücksichtigt worden, ebensowenig wie das Nutz- und Papierholz.

2.2 Energiebilanzen, Umwandlungs- und Umformungswirkungsgrade

Um die Entwicklung der einzelnen Primär- und Sekundär-Energieträger zu erfassen und einen Gesamtüberblick über die Energiewirtschaft zu erhalten, ist man versucht, Energiebilanzen aufzustellen. Diese verlockende Methode ist wohl durchführbar, sofern es sich um Nutzenergie handelt, bei der die einzelnen Energieträger in die gleiche Einheit umgerechnet und dann zusammengezählt werden können. Sie stösst jedoch auf Schwierigkeiten, sobald es sich um Primär-Energieträger handelt, die erst nach der Umwandlung in Sekundär-Energieträger in den Substitutionswettbewerb treten. So erzeugt zum Beispiel 1 kg Kohle mit einem Wärmeinhalt von 29,3 MJ in einem Dampfkessel mit einem Wirkungsgrad von 80 % eine Nutzenergiemenge von 23,5 MJ, während in einem Wärmekraftwerk die gleiche Menge Kohle 2,5...3,1 kWh ergibt, wobei, physikalisch gesehen, 1 kWh nur 3,6 MJ entspricht. Nach Abzug der Transport- und Verteilverluste in der Grössenordnung von 10 % erzeugt also 1 kg Kohle, umgewandelt in Elektrizität, nur noch 9...11 MJ Nutzenergie. Anderseits ersetzt eine kWh für die elektrische Zugförderung gegenüber der Dampftraktion rund 1 kg Kohle. Darum bringen Primär-Energiebilanzen, welche die festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe sowie die Wasserkraft und die Spaltstoffe einschliessen, Verzerrungen mit sich, die es verunmöglichen, jedem Energieträger seine wirkliche Bedeutung beizumessen.

Auch wenn bei der Nutzenergie die einzelnen Energieträger sich auf einen gemeinsamen Nenner bringen lassen, so wirft ihre Definition doch viele Probleme auf. Insbesondere sind die gesamten Verluste zu erfassen, die bei Erzeugung, Transport, Verteilung und Verwendung entstehen. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, sei hervorgehoben, dass die Nutzenergie, von der hier die Rede ist, am Austritt der Verbrauchsapparate ermittelt wird. Verluste zwischen diesen und der in Wirklichkeit erwarteten Dienstleistung werden nicht in Betracht gezogen. Die in unsern Berechnungen verwendeten Wirkungsgrade der verschiedenen Umwandlungen zwischen Primär- und Nutzenergie beruhen auf Angaben von Erzeugern und Grossabnehmern sowie auf Analysen, die sich auf Stichproben beziehen. Es handelt sich um durchschnittliche Erfahrungswerte, welche für schweizerische Verhältnisse ermittelt worden sind und gegenwärtig zur Zusammenstellung nach Tabelle I führen.

Freilich sind diese Werte mit gewissen Unsicherheiten behaftet. Die Methode erlaubt immerhin, Nutzenergiemengen zu ermitteln, welche die Bedürfnisse der Verbraucher besser

In die Berechnungen eingeführte Umwandlungs- und Umformungswirkungsgrade Tabelle I

Energieträger	Kohle Holz %	Müll %	Kernwärme %	Flüssige Brennstoffe %	Erdgas %	Elektrizität %
Verbrauchswirkungsgrade						
Haushalt						
Raumheizung	60	85[1])	95	70[2])	75	100
Warmwasserbereitung	–					85
Kochen und Diverse	–	–	–	–	60	60
Industrie und Gewerbe						
Raumheizung	–	–	–	80	80	100
Zementproduktion	–	–	–	30–53[3])	–	–
Industrie und gewerbliche Zwecke	–	–	–	65	60	70

Übertragungswirkungsgrade

Müll und Kernwärme	85 %
Erdgas und Elektrizität	90 %

Umwandlungswirkungsgrade

Raffination (in der Annahme, dass der in die Schweiz importierte Anteil verhältnismässig gleich bleibt; die Raffinerienwirkungsgrade selbst liegen bei ca. 95 %)		97,8 %
Wasserkraftwerke	für die Elektrizitätserzeugung	80 %
Brennstoffkraftwerke	für die Elektrizitätserzeugung	38 %
Kernkraftwerke	für die Elektrizitätserzeugung	30 %

[1]) Inkl. Kesselwirkungsgrad, aber ohne Übertragungsverluste.
[2]) Gilt auch für die Fernheizung, nach Abzug der Übertragungsverluste (Raumheizung + Warmwasser).
[3]) Übergang vom nassen auf trockenen Fabrikationsprozess, der bereits eingeleitet wurde.

widerspiegeln als die beanspruchte Primär- oder Sekundär-Energie. Infolgedessen gestatten sie, Prognosen aufzustellen, worin den möglichen Substitutionen unter den einzelnen Energieträgern Rechnung getragen werden kann. Den natürlich nicht genau bekannten Wirkungsgraden kommt dabei gar keine zentrale Bedeutung zu, solange die Substitutionen, die sich nur allmählich vollziehen können, kein grösseres Ausmass annehmen. Über diese Wirkungsgrade werden die Verbrauchszahlen der verschiedenen Energieträger in Nutzenergiemengen umgewandelt, welche mit gewissen Verbrauchs- bzw. Bedarfskorrelationen auf die Zukunft extrapoliert werden. Die so ermittelten Zahlen werden wieder über die geschätzten Wirkungsgrade unter Berücksichtigung der Versorgungsmöglichkeiten in den einzelnen Sektoren auf die verschiedenen Primär-Energieträger zurückgerechnet. Somit werden allfällige Fehler in der Schätzung der Wirkungsgrade weitgehend kompensiert. Das wirklichkeitsnahe Bild des Verfahrens erlaubt eine weit bessere Erfassung verschiedener Trends, vor allem der Substitution unter den Energieträgern.

Beim Primär-Energiebedarf ist zu berücksichtigen, dass der Inlandverbrauch an festen und flüssigen Brenn- und Treibstoffen sich nicht ohne weiteres aus der Zollstatistik mit ihren Import- bzw. Verzollungszahlen bestimmen lässt, weil beachtliche Mengen gelagert und also nicht verbraucht werden. Einen besseren Maßstab für den Inlandverbrauch bilden die auf der Grosshandelsstufe ermittelten Absatzzahlen. Auch diese Ergebnisse sind nicht identisch mit dem tatsächlichen Verbrauch, weil sie die Schwankungen in der Vielzahl von Verbraucherlagern nicht erfassen. Die Absatzzahlen geben aber doch ein dem Verbrauch besser entsprechendes Bild als die Importzahlen.

Als Energieeinheit wird, um Vergleiche zu erleichtern, für alle Energieträger die internationale Einheit für Energie, Arbeit und Wärmemenge, das Terajoule (TJ), verwendet. Die Verhältnisse zu den bisher verwendeten Einheiten lauten:

1 Million kWh = 1 Gigawattstunde = 3,6 TJ
1 Milliarde kcal = 1 Million Thermien = 4,1868 TJ

Zum Schluss sei noch das Problem der Prognosezeitspanne erörtert. Rund 25 Jahre vor einer Jahrhundertwende ist man, gleich wie in anderen Studien, leicht geneigt, eine Prognose bis ins Jahr 2000 zu wagen. Die Unsicherheit ist aber derart gross, dass das Schweizerische Nationalkomitee es nach reiflicher Überlegung vorgezogen hat, seine Vorausschau auf 1985 zu beschränken und sich damit zu begnügen, die Probleme einer ferneren Zukunft in einem Sonderabschnitt nur kurz anzudeuten.

3. Bisherige Entwicklung des Nutzenergieverbrauchs und dessen Deckung durch Primärenergie

3.1 Allgemeine Betrachtungen

Die Entwicklung des Nutzenergieverbrauches und dessen Deckung durch Primärenergie von 1910 bis 1973 geht aus Fig. 2 beziehungsweise Tabelle II hervor. Diese wurden für das ganze Land auf Grund der statistischen Untersuchungen aufgestellt, die seit langen Jahren für das Schweizerische Nationalkomitee der Weltenergiekonferenz durchgeführt werden. Wenn man von unruhigen Zeiten, Wirtschaftskrisen und Weltkriegen, absieht, fällt auf den ersten Blick die starke Beschleunigung des Bedarfszuwachses im Laufe der letzten

Tabelle II

Nutz- und Primärenergieverbrauch der Schweiz 1910–1973

	1910		1920		1930		1940		1950		1960		1970		1973	
	TJ	%	TJ	%	TJ	%	TJ	%	TJ	%	TJ	%	TJ	%	TJ	%
Nutzenergieverbrauch nach Anwendung																
Wärme	36 418	89,6	35 021	85.2	60 833	87,0	62 107	84,2	78 170	81,6	135 547	79,0	276 509	79,6	316 890	79,7
Mechanische Arbeit	2 801	6,9	3 661	8,9	6 012	8,6	7 016	9,5	12 402	12,9	27 839	16,2	56 826	16,4	66 611	16,8
Chemie	1 397	3,4	2 336	5,7	2 966	4,2	4 464	6,1	5 029	5,3	7 938	4,6	13 205	3,8	13 219	3,3
Licht	21	0,1	72	0,2	105	0,2	130	0,2	209	0,2	414	0,2	705	0,2	842	0,2
Total	40 637	100,0	41 090	100,0	69 916	100,0	73 717	100,0	95 810	100,0	171 738	100,0	347 245	100,0	397 562	100,0
Primärenergieverbrauch																
Kohle	82 400	77,9	69 246	69,1	92 311	64,7	80 050	55,5	75 748	40,6	77 429	23,9	25 830	3,9	15 167	1,9
Holz	17 183	16,2	17 478	17,4	19 311	13,5	23 119	16,0	20 437	11,0	15 912	4,9	10 109	1,5	10 109	1,2
Erdölprodukte	749	0,7	1 865	1,9	10 008	7,0	10 886	7,6	42 721	22,9	151 387	46,6	493 016	74,0	584 820	72,8
Wasserkraft	5 522	5,2	11 624	11,6	21 182	14,8	30 219	20,9	47 596	25,5	79 898	24,6	110 563	16,6	110 462	13,8
Erdgas	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1 707	0,2	7 096	0,9
Spaltstoffe	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	25 333	3,8	75 276	9,4
Total	105 854	100,0	100 213	100,0	142 812	100,0	144 274	100,0	186 502	100,0	324 626	100,0	666 558	100,0	802 930	100,0

20 Jahre auf. Zwischen 1910 und 1950 erreichte die gesamte jährliche Zuwachsrate 2,5 % bei der Nutzenergie, beziehungsweise 1,9 % bei der Primärenergie. Von diesem Zeitpunkt an erhöhte sich die Zuwachsrate bis auf 8 % für die Nutzenergie und 7,5 % für die Primärenergie; dies entspricht einer Steigerung um das Drei- bis Vierfache. Seit kurzem beginnt die Zuwachsrate etwas abzusinken. Die sehr starke Expansion in den letzten zwei Jahrzehnten kann, wie im folgenden noch näher dargelegt wird, nicht für die weitere Zukunft ausschlaggebend sein.

Bei der Betrachtung des gesamten Nutzenergieverbrauches springt der stark überwiegende Anteil der Wärme ins Auge. Die Wärmeerzeugung stellte schon seit jeher den Hauptbedarf dar. Der Energieverbrauch für die Erzeugung von mechanischer Arbeit steht an zweiter Stelle und weist in den letzten Jahren eine starke Steigerung der jährlichen Zuwachsrate auf. Die Nachfrage an Nutzenergie für chemische Zwecke und für Licht fällt dagegen im Verhältnis zu den beiden anderen mengenmässig kaum ins Gewicht, und es wird deshalb in der Folge nicht mehr darauf eingegangen. Bei den chemischen Anwendungen ist im weiteren die Konkurrenz zwischen den einzelnen Primär- oder Sekundär-Energieträgern weniger ausgeprägt, werden diese doch als Reaktionsmittel eingesetzt, so dass sie nicht untereinander ausgetauscht werden können, ohne den Fabrikationsprozess grundlegend zu ändern.

Im Verlaufe der Zeit hat sich die prozentuale Verteilung des Nutzenergieverbrauches nach Anwendungsgebieten – mit Ausnahme des Anteils an mechanischer Arbeit – nicht stark verändert, wie dies aus Fig. 3 hervorgeht.

Die benötigte Primärenergie hat sich im Verlaufe der letzten 60 Jahre auf rund das Achtfache, d. h. auf 803 000 TJ,

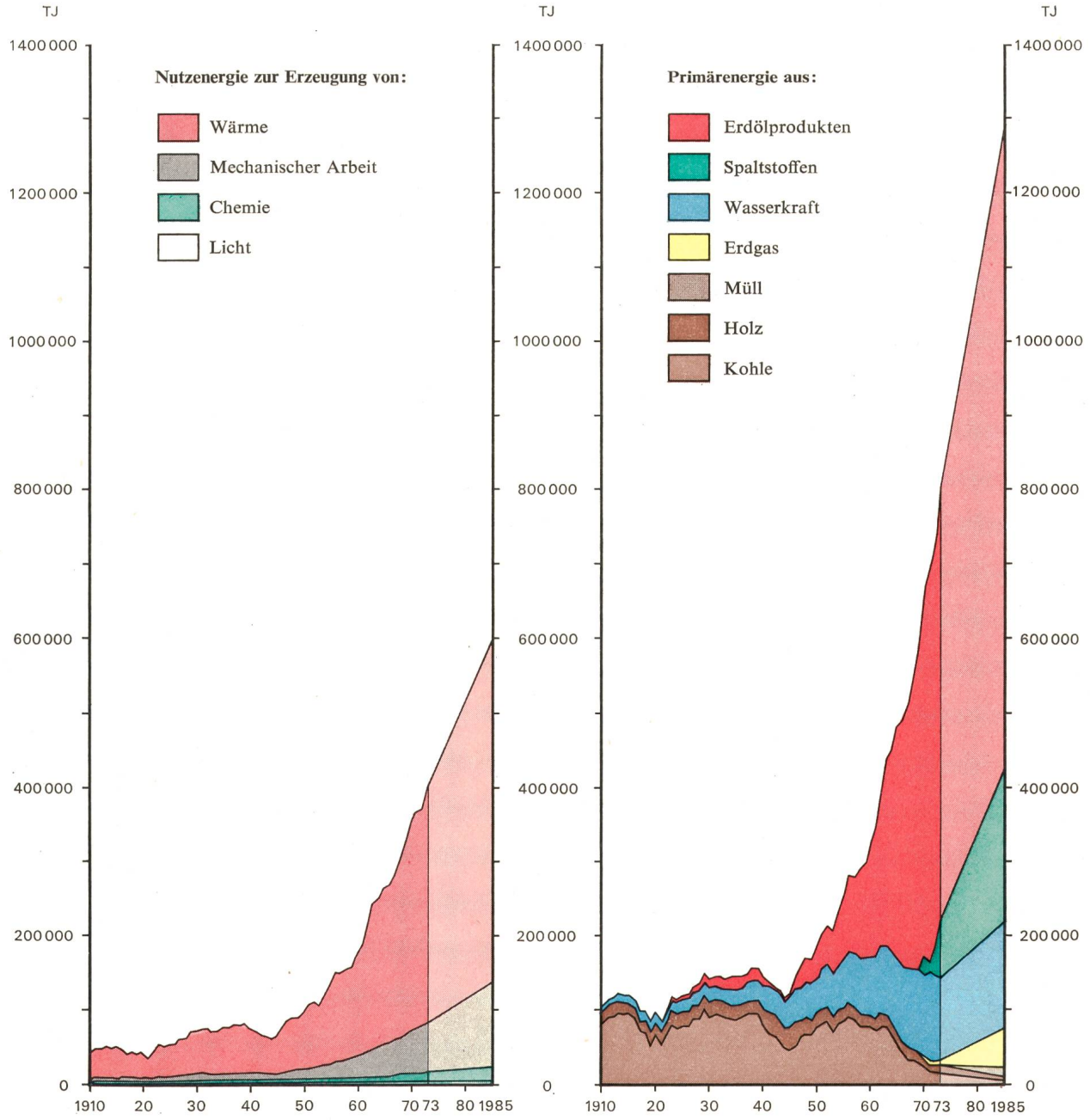


Fig. 2 Nutz- und Primärenergiebedarf

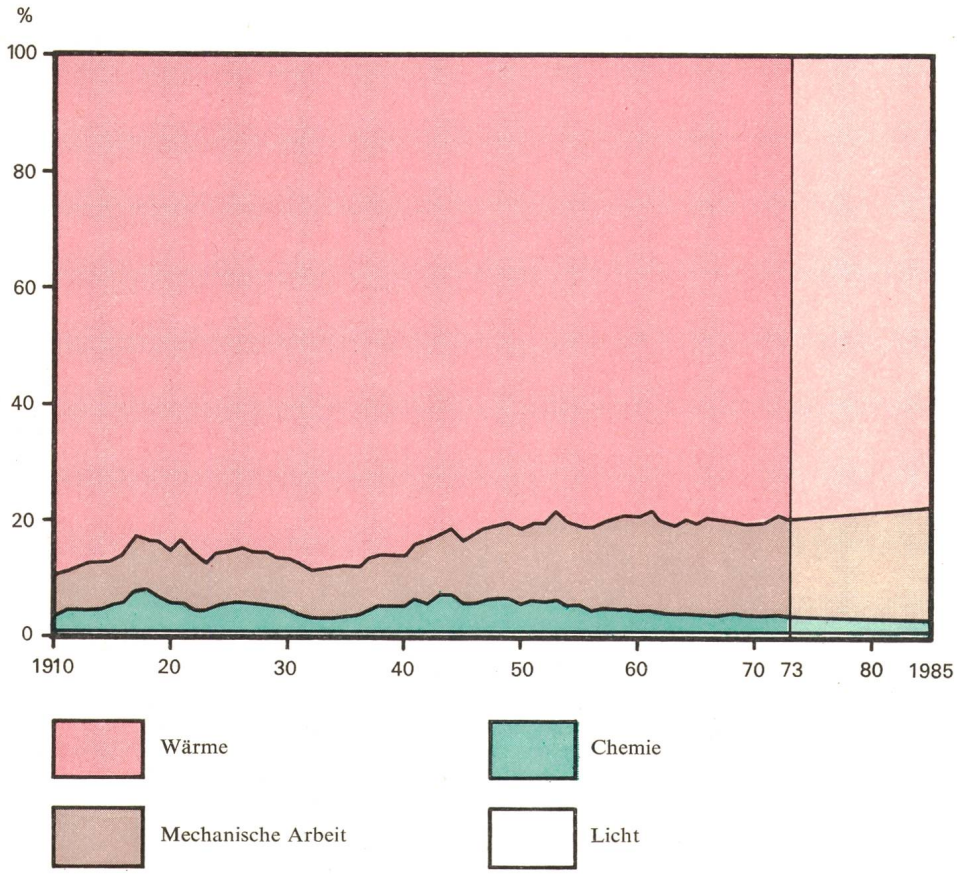


Fig. 3
Prozentuale Aufteilung der Nutzenergie

erhöht. Diese Verbrauchszunahme wurde, abgesehen von der Wasserkraft als wichtigster einheimischer Primärenergiequelle, fast vollständig durch die Erdölprodukte gedeckt, die von 750 TJ im Jahre 1910 auf 10 000 TJ im Jahre 1930, 493 000 TJ im Jahre 1970 und 585 000 TJ im Jahre 1973 anstiegen. Die Erdölprodukte deckten 1973 73 % des Primärenergieverbrauchs der Schweiz. Dagegen ist der Verbrauch an festen Brennstoffen ständig zurückgegangen, anfangs relativ und seit dem Zweiten Weltkrieg auch absolut; im Laufe der letzten 5 Jahre ist dieser Rückgang besonders ausgeprägt. Im Jahre 1910 deckte die Kohle mit 82 400 TJ 78 % des Gesamtverbrauches. 1973 betrug ihr Anteil nur noch 15 000 TJ, das sind 1,9 %. Dies zeigt einen der Hauptcharakterzüge des in einer freien Marktwirtschaft durch den Konsumenten diktierten Wandels: um seinen Bedarf an Nutzenergie zu decken, sucht er immer bessere und günstigere Primär- und Sekundär-Energieträger, während er andere Energieträger oft nur wegen des Mangels an Bequemlichkeit oder Sauberkeit aufgibt (Tabelle II).

Die technischen Verbesserungen der Einrichtungen zur Umwandlung der Primärenergie in Nutzenergie sowie vor allem auch der Übergang auf Energieträger, die sich dem Verbrauch besser anpassen lassen oder einen besseren Umwandlungswirkungsgrad aufweisen, gehen aus dem Vergleich zwischen der Nachfrage an Nutzenergie und dem Primärenergieverbrauch hervor. Der Gesamtwirkungsgrad der Energieversorgung hat sich im Verlauf der Zeit sehr langsam, von etwa 40 % im Jahre 1910 auf heute 50 %, erhöht. Ein typisches Beispiel dieser Entwicklung bildet die Elektrifizierung der Eisenbahnen: Der Ersatz der Dampflokomotiven durch elektrische ergab eine bedeutende Erhöhung des Wirkungsgrades der für die Zugförderung zu erzeugenden mechanischen Arbeit von weniger als 10 % auf über 65 %, sofern die elektrische Energie aus Wasserkraft stammt. Die Einführung der Kernenergie für die Stromerzeugung auf thermischer Basis bewirkt hingegen eine allmähliche Senkung des Gesamtwirkungsgrades der schweizerischen Energieversorgung, weil thermische Kraftwerke wesentlich geringere Wirkungsgrade aufweisen als Wasserkraftwerke.

3.2 Wärme

Fig. 4 zeigt die Aufteilung des Nutzenergieverbrauches für die Erzeugung von Wärme (Nutzwärme) nach Primär- und Sekundär-Energieträgern und deren Deckung durch Primärenergie. Wie für den Gesamtverbrauch stellt man seit Ende des Zweiten Weltkrieges ein viel schnelleres Ansteigen auch des Wärmeverbrauchs fest. Ferner ist ersichtlich, dass die bedeutende Steigerung praktisch allein von den Erdölprodukten aufgenommen wurde, welche im Jahre 1935 weniger als 8 %, 1973 aber 83 % des Verbrauches an Nutzwärme deckten.

Wie die nähere Prüfung dieser Sparte der Energieanwendungen zeigt, ist diese die einzige, wofür sämtliche Primär- und Sekundär-Energieträger herangezogen werden, sich daher gegenseitig konkurrenzieren, was zu wichtigen Substitutionen führen kann.

Wie bereits erwähnt, haben sich die Erdölprodukte im Laufe der letzten 20 Jahre vor allem zum Nachteil der festen Brennstoffe durchgesetzt und praktisch die ganze Verbrauchszunahme übernommen.

Die Verteilung des Wärmeverbrauches zwischen der Industrie und dem Sektor Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft ist während der besprochenen Periode praktisch konstant geblieben, nämlich 35 % für die Industrie und 65 % für Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft. Bei den einzelnen Nutzanwendungen selbst ist ein gewisser Zuwachs des Verbrauches für die Raumheizung festzustellen, deren Anteil von 50 % auf ungefähr 60 % anstieg, und zwar auf Kosten der Anteile der Kochenergie und der industriellen Wärmeerzeugung für Fabrikationsprozesse.

3.3 Mechanische Arbeit

Bei der Verteilung der Nutzenergienachfrage für die Erzeugung von mechanischer Arbeit nach Primär- und Sekundär-Energieträgern ist darauf hinzuweisen, dass die Motoren in Industrie, Gewerbe und Haushalt und bei den Eisenbahnen heute hauptsächlich Elektrizität, die Strassenfahrzeuge, Schiffe und Flugzeuge sowie fahrbare Motoren der Bauwirtschaft und die Notstromaggregate dagegen Erdölprodukte verwenden. Zwischen diesen beiden Anwendungsgebieten gibt es, energiewirtschaftlich gesehen, zurzeit praktisch keine Konkurrenz und demzufolge in naher Zukunft auch kaum Substitutionsmöglichkeiten.

Im Strassen- und Luftverkehr ist seit Ende des Zweiten Weltkrieges eine stürmische Entwicklung zu verzeichnen. Der Verbrauch hat sich in den letzten 20 Jahren praktisch verzehnfacht.

4. Analyse und Vorausschau des zukünftigen Energiebedarfs

4.1 Wärme

Der verstärkte Verbrauchszuwachs der Wärme, der sich seit dem Zweiten Weltkrieg beobachten lässt, kann nicht einfach extrapoliert werden.

Für eine Voraussage muss neben weiteren Einflussgrössen der Zusammenhang zwischen der Wärmenachfrage, dem Bruttosozialprodukt und der mittleren Jahrestemperatur berücksichtigt werden.

Die Wärmenachfrage wird stark von den Temperaturschwankungen von einem Jahr zum andern beeinflusst. Eine Abweichung der mittleren Jahrestemperatur gegenüber dem vorhergehenden Jahr von 1 °C zieht im schweizerischen Durchschnitt eine Veränderung des Nutzwärmebedarfs von über 5 % nach sich.

Ohne Berücksichtigung der Temperaturschwankungen betrug die mittlere Zuwachsrate des Nutzwärmeverbrauchs in den letzten Jahren etwa 7 %, während die mittlere jährliche Erhöhung des Bruttosozialproduktes etwa 5 % ausmachte. Die Wärmenachfrage der Schweiz wuchs demzufolge, im Gegensatz zur Entwicklung in anderen industrialisierten Ländern, um 2 % schneller als das Bruttosozialprodukt. Dies ist vor allem durch den grösseren Anspruch an Bequemlichkeit und durch eine Verbesserung des Lebensstandards sowie durch das Überhandnehmen der Verschwendung in breiten Kreisen zu erklären. Für die Voraussage wurde allerdings eine Abschwächung dieser Tendenz angenommen.

Eine wesentliche Rolle spielt auch die Verbrauchsentwicklung der Einzelverbrauchersektoren, wie Raumheizung, Warmwasserbereitung, industrielle Wärme sowie übrige Wärmeanwendungen. Sie wurde deshalb für jeden Sektor einzeln analysiert.

Der Nutzwärmebedarf für die Raumheizung hängt nicht nur von der Einwohnerzahl ab, sondern auch von der Anzahl der Haushaltungen. Sinkt die Anzahl Einwohner pro Haushaltung bis zum Jahre 1985 auf 2,6 ab, so kann mit einer weiteren Zunahme der Haushaltungen auf 2 600 000 bis zu diesem Zeitpunkt gerechnet werden. Der Verbrauch an Nutzwärme für die Raumheizung pro Haushaltung wurde zwischen 0,09 und 0,1 TJ angenommen. Die Bestrebungen in Richtung auf eine verbesserte Wärmedämmung, erhöhte Reguliermöglichkeiten der Heizsysteme und Empfehlung maximal zulässiger Raumtemperaturen könnten zu einer Herabsetzung dieses Wertes führen. Während in der zwanzigjährigen Periode von 1950 bis 1970 der Nutzwärmeverbrauch für die Raumheizung auf das Vierfache angestiegen ist, wird in der Prognose mit Zahlen gerechnet, die in den nächsten 30 Jahren einen Zuwachs auf das rund Zweifache ergäben, was dem bereits erreichten hohen Stand entsprechen dürfte.

Im Vergleich zur Raumheizung wird der Nutzwärmeverbrauch für die Warmwasserbereitung weiterhin zunehmen. Für das Jahr 1985 wird in der Prognose mit einem Anteil Warmwasserbereitung von 16,8 % der Nutzwärme für Raumheizung gerechnet. Diese Zunahme wird insbesondere von der Verbreitung der Waschmaschinen, der Geschirrwaschmaschinen und der geheizten Schwimmbäder verursacht. Obwohl die Zunahme in erster Linie auf Neubauten zurückzuführen ist, trägt auch eine weitere Modernisierung von Altwohnungen mit dazu bei.

Als typischer Verbraucher von industrieller Wärme wurde für die Vorausschau die Entwicklung des Nutzwärmebedarfes der Zementindustrie untersucht. Der spezifische Wärmeverbrauch liegt je nach Gesteinsqualität zwischen 1750 und 1800 kJ/kg. Für das Jahr 1985 wurde eine Zementproduktion von 8000 Mio t vorausgesetzt. Dabei ist zu bemerken, dass in der zwanzigjährigen Periode, 1950–1970, die Zementproduktion auf das 4,4fache angestiegen ist, während sich bei diesen Zahlen für die nächsten 30 Jahre ein Zuwachs auf das 2,1fache ergibt.

Ähnliche Erwägungen für die wichtigsten Einzelverbraucherkategorien sowie die Berücksichtigung der zukünftigen Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung ergeben die folgende Prognose des Verbrauchs an Nutzwärme, der 1973 317 000 TJ erreichte:

1975	340 000 TJ
1980	410 000 TJ
1985	470 000 TJ

4.2 Mechanische Arbeit

Auf dem Gebiet der mechanischen Arbeit gibt es, wie schon hervorgehoben wurde, praktisch keine Konkurrenz zwischen den einzelnen Energieträgern. Man kann demnach die Entwicklung des Bedarfes an Erdölprodukten für den Strassen-, Schiffs- und Luftverkehr und jenen der Elektrizität getrennt behandeln.

Um die mutmassliche Entwicklung des Bedarfes an flüssigen Treibstoffen (ohne Flugverkehr) vorauszusehen, hat sich der Motorisierungsgrad (Anzahl Fahrzeuge auf 100 Einwoh-

ner) als brauchbarer Schlüssel erwiesen. In den sechziger Jahren wies die Schweiz eine sehr konstante Entwicklung der Motorisierung auf: eine gleichmässige jährliche Zunahme von über 10 %. Dieser Zuwachs war als sehr hoch zu bezeichnen und hat sich in den letzten Jahren auf ca. 6 % reduziert. 1973 erreichte der Motorisierungsgrad 28,5 Fahrzeuge pro 100 Einwohner. Diese Sättigungstendenz, die in den nächsten Jahren noch anhalten dürfte, entspricht übrigens den in anderen europäischen Ländern und in den USA gemachten Feststellungen.

Um den Bedarf an flüssigen Treibstoffen zu bestimmen, wurde auch eine gewisse Verminderung des Verbrauches pro Fahrzeug und eine verstärkte Zunahme des zivilen Luftverkehrs berücksichtigt.

Die mechanische Nutzenergie für Elektromotoren hat sich in den letzten 30 Jahren in sehr regelmässiger Weise jährlich um 5...6 % erhöht und wurde durch die Wirtschaftskrisen und den Zweiten Weltkrieg praktisch nicht beeinflusst. Sie verteilte sich im Jahre 1973 wie folgt auf die verschiedenen Anwendungsgebiete:

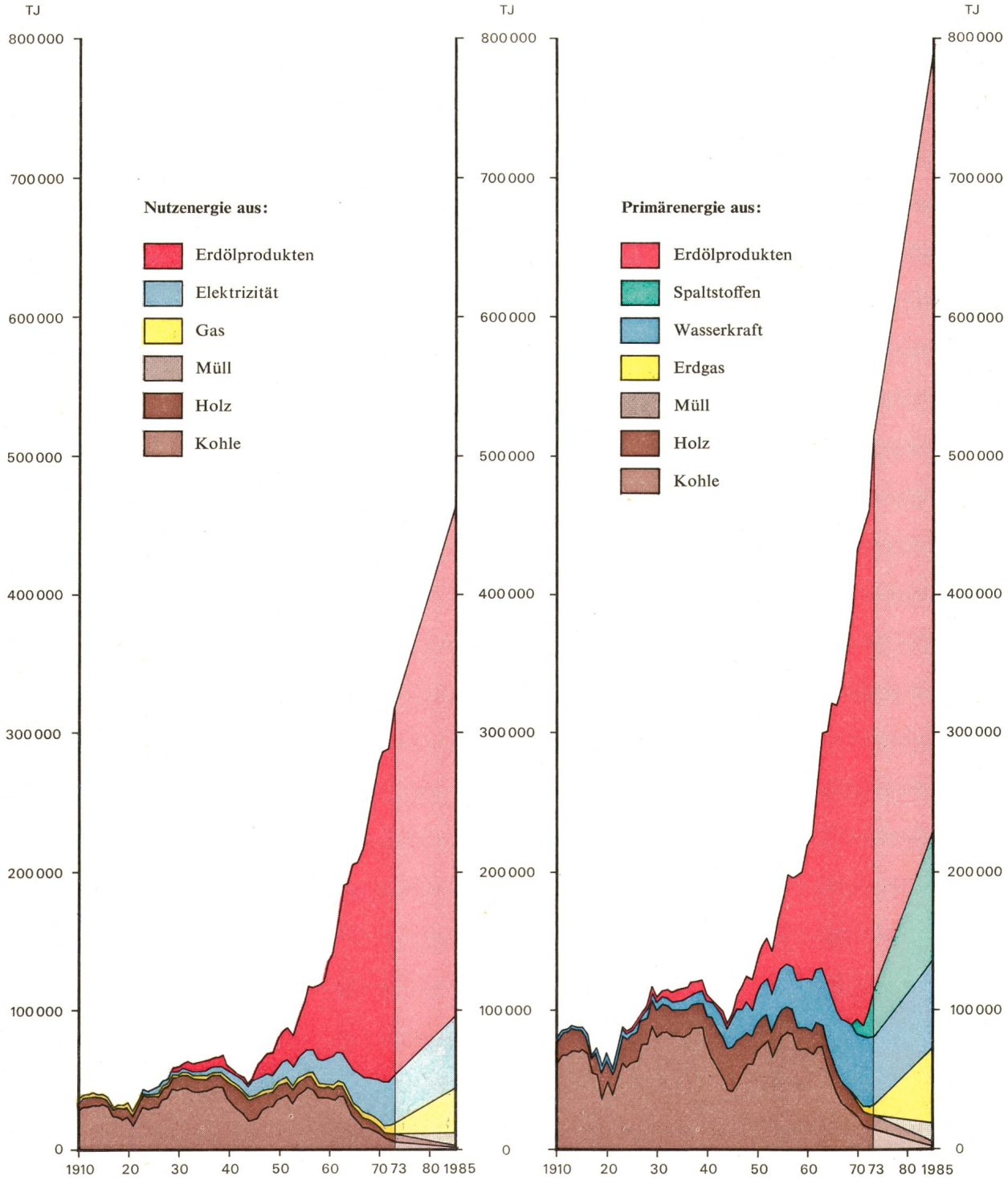


Fig. 4 Nutzenergiebedarf für die Erzeugung von Wärme und Deckung durch Primärenergie. Verteilung nach Primär- und Sekundär-Energieträgern.

Zugförderung	15,6 %
Haushalt, Gewerbe, Landwirtschaft	21,2 %
Industrie	63,2 %

Die Analyse der gegenwärtigen Tendenz zeigt, dass der Energiebedarf für die Zugförderung sich nahe der Sättigung befindet und sich daher verhältnismässig zugunsten der anderen Sektoren vermindern könnte, sofern sich im Bahnbetrieb nicht neue Gesichtspunkte in bezug auf den öffentlichen Nahverkehr durchsetzen. Wird für die anderen Sektoren ein etwas geringerer Zuwachs als in den letzten Jahren angenommen, so ergibt sich im Jahre 1980 folgende Situation:

Zugförderung	10 %
Haushalt, Gewerbe, Landwirtschaft	25 %
Industrie	65 %

Für den Gesamtwert der mechanischen Arbeit, der im Jahre 1973 66 600 TJ erreichte, dürfte sich folgende Entwicklung ergeben:

1975	76 000 TJ
1980	98 000 TJ
1985	117 000 TJ

Der Anteil der mit elektrischer Energie erzeugten mechanischen Arbeit, der im Jahre 1949 noch 72 % betrug, ist bis heute auf 46 % gesunken und kann noch etwas zurückgehen, um hierauf wieder – als Folge der zu erwartenden Sättigung auf dem Gebiete des Strassenverkehrs – leicht anzusteigen. Aus dem gleichen Grund kann sich der Gesamtwert der mechanischen Arbeit, deren relative Bedeutung gegenwärtig leicht ansteigt, auf ungefähr 17 % der totalen Nutzenergie stabilisieren.

4.3 Gesamter Nutzenergiebedarf

Auf Grund der Betrachtungen in den Unterabschnitten 4.1 und 4.2 und ähnlicher Analysen auf dem Sektor der chemischen Energie und der Beleuchtung dürfte sich die totale Nachfrage an Nutzenergie, welche 1973 397 000 TJ betrug, wie folgt entwickeln:

1975	432 000 TJ
1980	520 000 TJ
1985	600 000 TJ

Dies entspricht einer mittleren jährlichen Zuwachsrate von 4,5 % bis 1980 und rund 2,5 % in den folgenden Jahren.

4.4 Entwicklungstendenz des Primärenergiebedarfes

Ausgehend von der im vorangegangenen Abschnitt angegebenen Nutzenergienachfrage ist es nun möglich, den Primärenergiebedarf abzuschätzen, indem für jeden Energieträger und jeden Anwendungsbereich der mittlere Wirkungsgrad der Umwandlung und dessen mögliche Entwicklung berücksichtigt wird. Ferner werden auch die mutmasslichen Versorgungsprobleme mit den verschiedenen Energieträgern nicht ausser acht gelassen. Ebenfalls wird der allgemeinen Tendenz, sich aus der extremen Abhängigkeit von den Erdölprodukten so weit wie möglich zu befreien, Rechnung getragen.

Die relative Bedeutung der verschiedenen Energieträger für die Deckung des Primärenergiebedarfes für die vergangenen und kommenden Jahre ist aus den Fig. 5 und 6 ersichtlich. Von besonderem Interesse ist die Feststellung, dass der Anteil der Erdölprodukte wahrscheinlich den Höchstwert bald erreichen wird und dass derjenige der Spaltstoffe rasch zunehmen und 1980 über 10 % des gesamten Primärenergiebedarfes decken dürfte.

Auf diese Weise ergeben sich die nachfolgenden Werte für den jährlichen Primärenergiebedarf, der 1973 803 000 TJ betrug:

1975	870 000 TJ
1980	1 080 000 TJ
1985	1 270 000 TJ

Der Vergleich dieser Werte mit denjenigen für die Nutzenergie zeigt, dass der Gesamtwirkungsgrad als Folge des allmählichen Überganges auf andere Energieträger mit anderen Umwandlungswirkungsgraden und auch der strukturellen Veränderungen gewisser Nutzenergieverbraucher eine sinkende Tendenz aufweist.

5. Energiebedarfs- und Energieversorgungsprognose um die Jahrhundertwende

Wird die gleiche Methode wie für die Prognose für das Jahr 1985 angewendet und ferner angenommen, dass die gegenwärtige Wohnbevölkerung der Schweiz von 6,4 Millionen bis zum Jahre 2000 auf 7,0 bis 7,5 Millionen ansteigen dürfte sowie dass sich der im überwiegenden Teil der Bevölkerung als normal bezeichnete Lebensstandard auf das ganze Land ausbreiten wird, so ergibt sich ein gesamter Nutzenergiebedarf von rund 840 000 TJ oder etwas mehr als das Doppelte des heutigen Bedarfes.

Wird weiter angenommen, dass bis zur Jahrhundertwende die Gaswirtschaft bis 3 Milliarden m³ Erdgas pro Jahr beschaffen und die Elektrizitätswirtschaft zur Deckung des normalen Bedarfszuwachses in den angestammten Anwendungsgebieten 10 neue Kernkraftwerke mit einer installierten Leistung von 900–1000 MW in Betrieb setzen wird, und wird darüber hinaus berücksichtigt, dass zur Deckung des Nutzenergiebedarfes keine anderen Primärenergieträger beitragen können, so dürfte unter Weiterführung der Annahmen, die zur Prognose für das Jahr 1985 geführt haben, der Primär-Energiebedarf um die Jahrhundertwende etwas weniger als 2 000 000 TJ erreichen, und dies mit ungefähr folgender Aufteilung unter den einzelnen Energieträgern:

Kohle, Holz, Müll	2 %
Erdölprodukte	56 %
Wasserkraft	8 %
Erdgas	6 %
Spaltstoffe	28 %
	100 %

Der Anteil der Erdölprodukte wird somit allmählich zurückgehen. Sie werden immerhin Spitzenreiter bleiben, um so mehr als sich hinter diesem reduzierten Anteil fast der doppelte gegenwärtige Konsum an Erdölprodukten verbirgt.

Die vorerwähnten Zahlen und Überlegungen entsprechen einer relativ zurückhaltenden Prognose. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass noch kleinere Zuwachsraten auftreten. Die Verbraucher müssen nämlich einerseits in Anbetracht ihrer eigenen Umwelt und im Bewusstsein eines haushälterischen

Umganges mit der Energie ihre Bedürfnisse einschränken und nicht die von gewissen Kreisen geforderten behördlichen Massnahmen abwarten. Anderseits ist die Energieversorgung als Dienstleistung zu bezeichnen. Sie ist deshalb kein taugliches Mittel zur Steuerung des Wirtschaftswachstums, sondern muss in ein als Ganzes betrachtetes Gesellschaftsleben sinnvoll eingebaut werden, damit nicht alle wirtschaftlichen Grundlagen unserer Gesellschaft zerstört werden.

In diesem Zusammenhang ist auch die Frage zu untersuchen, ob der Anstieg des Nutz- und Primärenergiebedarfes in unserem Land nicht zur Überschreitung der ökologisch zulässigen Grenzwerte führt. Obwohl es sehr schwierig ist, diese Frage zuverlässig zu beantworten, vertritt das Schweizerische Nationalkomitee doch die Ansicht, dass diese Schwelle in unserem Lande durch die geschilderte Entwicklung mit grösster Wahrscheinlichkeit nirgends erreicht werden wird.

6. Neue Energiequellen

Die Ausschau nach neuen Energiequellen und Energieträgern hat in letzter Zeit einen Umfang angenommen, der alle bisherigen Bemühungen übertrifft. Projekte, die jahrelang im Schatten der klassischen Energieträger ein bescheidenes Dasein fristeten, stehen heute im Rampenlicht des Interesses. Es stellt sich die Frage, wie weit und wann sie in der Lage sein werden, einen Beitrag zur Bedarfsdeckung im Rahmen der Energiewirtschaft zu leisten.

6.1 Sonnenenergie

Mit der Energie, die von der Sonne her in unsere Atmosphäre eindringt, könnte das 25 000fache des heutigen Weltenergieverbrauches gedeckt werden. Es versteht sich deshalb, dass viele neue Vorschläge zur Nutzung dieses gewaltigen Potentials existieren. Sie lassen sich in Verfahren an der Erdoberfläche und solche ausserhalb der Erdatmosphäre einteilen. Die Schwierigkeiten der technischen Verwertung an der Erdoberfläche ergeben sich aus der geringen Energiedichte – sie liegt im besonders begünstigten Gürtel 30^0 südlich und nördlich des Äquators im Mittel zwischen 150 und 300 W/m^2 – und aus den täglichen und jahreszeitlichen Schwankungen der auftreffenden Strahlung. Grosse Flächen und bedeutende Energiespeicher sind deshalb für Sonnenkraftwerke an der Erdoberfläche charakteristisch. Die Probleme verringern sich bei einer dezentralisierten Nutzung der Sonnenenergie, wie sie beispielsweise in Vorschlägen für Sonnenwärme-Zusatzheizungen oder auch im Projekt eines autonomen Sonnenhauses versucht wird. Für die Umwandlung in elektrische Energie steht die Solarzelle und der Umweg über thermische Prozesse zur Verfügung. Keine dieser Anwendungen hat einen technischen Stand erreicht, der einen wirtschaftlichen Einsatz ermöglichen würde.

Ein Sonnenenergiewandler auf geostationärer Bahn im Weltraum, der elektrische Energie in Form von Mikrowellen auf die Erde sendet, wäre für eine kontinuierliche Versorgung besser geeignet. Solche Pläne werden sich infolge der ausserordentlich hohen Investitionskosten jedoch kaum realisieren lassen.

6.2 Windenergie

Noch fraglicher erscheint die Verwertung der Windkraft. Sie ist die veränderlichste aller natürlichen Energiequellen und lässt sich nur mit grossem Aufwand nutzen. Da Windmühlen erträglicher Grösse nur eine sehr beschränkte Leistung aufweisen, kommen sie für die Erzeugung von Elektrizität in grösserem Umfang weder in praktischer noch in wirtschaftlicher Hinsicht in Frage.

6.3 Geothermische Energie

An manchen Stellen der Erdkruste, vor allem in Gebieten mit Plattenbrüchen, tritt das Magma näher an die Erdoberfläche. Sind solche Stellen von einer porösen halbdurchlässigen Gesteinsschicht überlagert, so wird eingesickertes Wasser von der Wärme erhitzt. Bohrt man solche geothermischen Felder an, so lässt sich Energie aus trockenem und nassem Dampf sowie aus heissem Wasser gewinnen. Die in den bekannten geothermischen Gebieten der Erde in einer Tiefe von maximal 10 km gespeicherten Energiemengen werden auf 400 Mio TJ geschätzt. Bis heute sind jedoch nur einzelne Gebiete im Hinblick auf geothermische Vorkommen untersucht worden. Eine wirtschaftliche Ausbeutung kommt nur bei Feldern grösserer Ergiebigkeit in Frage. Sie wird durch Umweltprobleme zusätzlich erschwert.

6.4 Gezeitenenergie

Die Nutzung der Energie aus Ebbe und Flut ist eine weitere Form der Nutzbarmachung von Wasserkraft. Durch das Abschliessen von natürlichen Küstenbecken mit einem Damm kann das während der Flut einfliessende und bei Ebbe rückströmende Wasser mit hydraulischen Maschinen genutzt werden. Die gezeitenerzeugenden Kräfte sind die periodischen Schwankungen der Gravitationskräfte zwischen Erde, Mond und Sonne. Interessant sind Becken mit möglichst grossem und konstantem Hub. Das gesamte Leistungspotential solcher Standorte ist mit $60 \cdot 10^3$ MW bescheiden. Es entspricht etwa 2 % des Wasserkraftpotentials der Erde.

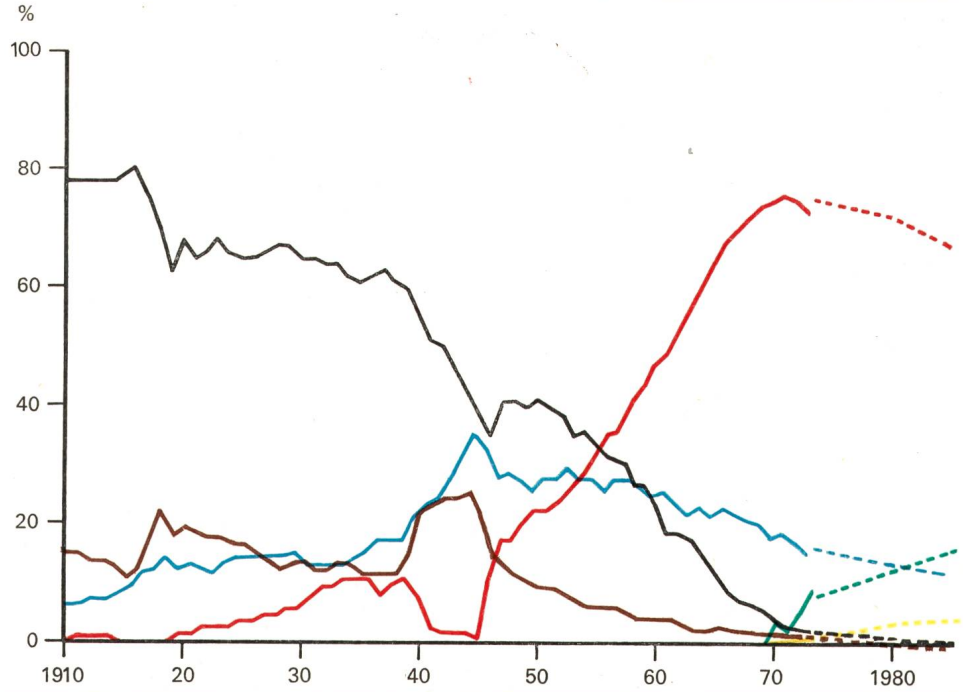
6.5 Fusionsenergie

Die Verwirklichung eines Fusionsreaktors ist eine der schwierigsten Aufgaben, die sich die Menschheit je gestellt hat. Seit etwa 20 Jahren werden Anstrengungen unternommen, dieses Ziel zu erreichen. In einem Fusionsreaktor sollen die schweren Wasserstoffisotopen wie Deuterium und Tritium miteinander verschmolzen werden. Die Schwierigkeiten bestehen darin, einen Gaszustand herbeizuführen, dessen Temperatur, Dichte und Lebensdauer ausreichend hoch sind, damit die Energieausbeute durch Fusion grösser als die von aussen zugeführte Energie ist. Die Lösung dieses physikalischen Problems ist bis heute auch im Labor nicht gelungen. Seitdem Laser grosser Leistung verfügbar sind, hat die Forschung neuen Auftrieb erhalten. Bis zur Realisierung eines Reaktors müssen noch schwierige technologische Probleme gelöst werden. So vielversprechend diese Energiequelle ist, so kann doch mit ihrem Einsatz nicht vor Ende dieses Jahrhunderts gerechnet werden.

Fig. 5

Prozentualer Anteil der einzelnen Energieträger am gesamten Primärenergieverbrauch der Schweiz

- Kohle
- Holz
- Wasserkraft
- Erdölprodukte
- Spaltstoffe
- Erdgas



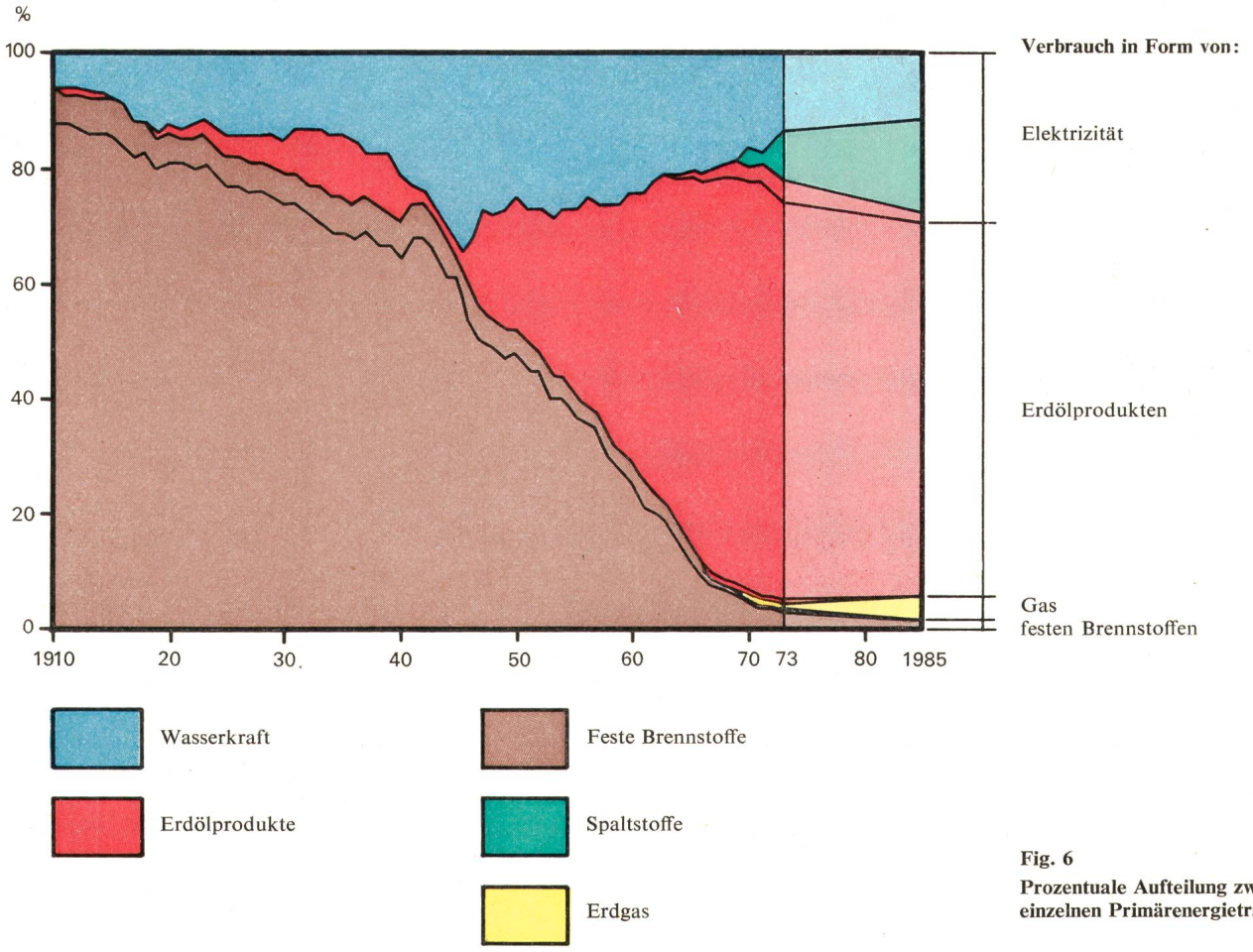


Fig. 6

Prozentuale Aufteilung zwischen den einzelnen Primärenergieträgern

6.6 Neue Energieträger

Neben den genannten Primärenergiequellen stehen auch neue Energieträger zur Diskussion.

6.6.1 Kohlevergasung und -verflüssigung

Vielversprechende Projekte auf der Basis der hydrierenden Vergasung und Verflüssigung von Braun- und Steinkohle sind in verschiedenen Ländern in Angriff genommen worden. Wirtschaftliche Verfahren werden für die nächsten Jahre erwartet. Als Veredlungsprodukte kommen hauptsächlich Methan, synthetisches Erdgas, Reduktions- und Synthesegas, Öle und Methanol in Betracht. Diese Produkte lassen sich einfach transportieren und lagern. Es ist zu erwarten, dass durch den Einsatz nuklearer Prozesswärme Kohleveredlungsprozesse in grossem Maßstab kostengünstig und umweltfreundlich durchgeführt werden können. Durch die Reaktivierung der Kohle könnte ein wesentlicher Beitrag zur vermehrten Diversifikation der Energieträger geleistet werden.

6.6.2 Wasserstoff

Der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft mit flüssigem oder gasförmigem Wasserstoff als Träger und Speicher von Energie ist weniger im Sinne einer Alternative, sondern als Ergänzung zu den bestehenden Energieträgern gedacht. Dank seinem hohen Energieinhalt von 120 MJ/kg lassen sich grosse Energiemengen auf kleinem Raum speichern. Wasserstoff ist vielseitig verwendbar und äusserst umweltfreundlich. Verfahren zur direkten Aufspaltung des Wassers mit nuklearer Prozesswärme mit gutem Wirkungsgrad sind in Entwicklung. Für die Schweiz ist Wasserstoff von besonderem Interesse, könnte er doch dazu beitragen, durch vermehrte Diversifikation unsere Abhängigkeit von ausländischen Energieträgern zu verringern.

6.6.3 Energiespeicher

Die Substitution des Heizöls für die Raumheizung durch eine kapitalintensive neue Energiequelle ruft nach Energiespeichern, womit die im Sommer anfallende Energie auf den Winter verlagert werden könnte. Neue Lösungen dieses Problems werden gegenwärtig untersucht.

6.7 Schlussfolgerung

Von keiner der in diesem Abschnitt erwähnten Primärenergieformen kann in den nächsten Jahren ein wesentlicher Beitrag zur Energieversorgung unseres Landes erwartet werden. Der Bedarf muss daher aus den bisher verwendeten Quellen gedeckt werden; dabei darf mit einer Diversifikation der Energieträger gerechnet werden.

7. Vorausschau der einzelnen Zweige der schweizerischen Energiewirtschaft

Diese Vorausschau stammt aus den Berichten der einzelnen Fachverbände.

7.1 Das Erdöl

7.1.1 Weltvorräte und Bezugssicherheit

Die sicheren, mit den heutigen technischen Mitteln wirtschaftlich förderbaren Vorräte erreichen rund 90 Milliarden Tonnen (3760 Mio TJ). Sie haben seit dem Zweiten Weltkrieg in stärkerem Masse zugenommen, als der Abbau erfolgte. Bei einer Erdölförderung der Welt im Jahre 1973 von 2,8 Milliarden Tonnen sind diese nachgewiesenen Reserven weiterhin genügend, um die Versorgung bis zur Jahrhundertwende sicherzustellen, selbst wenn der Bedarf an Rohöl jährlich im bisherigen Rahmen von 5 bis 7 % ansteigen und keine weiteren Felder mehr gefunden würden, was auszuschliessen ist. Auf Basis der jeweiligen Jahresförderung berechnet, oszilliert die Dauer der vorhandenen Vorräte im Verhältnis zum Bedarf um 35 Jahre. Zahlenmässig schwierig erfassbar sind die sogenannten wahrscheinlichen Reserven, die in der Erdkruste vermutet werden. Die Schätzungen variieren zwischen 400 Milliarden und 1400 Milliarden Tonnen einschliesslich der bekannten Ölschiefer und Sande und der Lagerstätten sehr schweren Öls in Venezuela. Schliesslich darf damit gerechnet werden, dass die Fördertechnik weiterhin Fortschritte macht, so dass der Entölungsgrad der Felder, der zurzeit – stark variierend von Feld zu Feld – etwa 35 % beträgt, gesteigert werden kann. Eine Erhöhung um 20 % würde eine zusätzliche Reserve von etwa 200 Milliarden Tonnen bedeuten.

Die Frage nach den Reserven ist also im Zeitraum dieser Studie keine mengenmässige, sondern vielmehr eine finanzielle, technische und politische. Gelingt es, die erforderlichen Kapitalien einzusetzen, die wegen des hohen Risikos vor allem aus erwirtschafteten Eigenmitteln der Ölgesellschaften stammen müssen, so darf eine Reserve für jeweils rund die Dauer einer Generation, also 20 bis 30 Jahre, oder wirtschaftlich gesprochen die Amortisationsdauer der Felder- und Transportanlagen, erwartet werden.

Die sicheren Weltreserven liegen zu rund 60 % in den Sedimentsbecken des Persischen Golfes, wodurch die Betrachtung eben jene politische Dimension erhält, deren Einbau in die Beurteilung der zukünftigen Versorgung nur sehr begrenzt möglich ist. Als Konsequenzen sind festzustellen: eine deutliche Verlagerung der Erdölsuche in politisch gesicherte Gebiete der Welt, wie die Nordsee, Alaska, kanadische Arktis, den australischen und indonesischen Festlandsockel, und der kontinuierliche Ausbau der Transportmittel, hauptsächlich der Hochseeflotte. Dabei ist trotz aller gemeldeten Erfolge über Neuentdeckungen nicht zu verkennen, dass kein Fund an die Grösse der Felder des Mittleren Ostens heranreicht, also nur beschränkt zu einer Änderung des weltweiten Versorgungsdispositivs führen kann.

Zu den politischen Entscheidungen mit langfristigen Auswirkungen gehören ebenfalls die Verschiebungen im Konzessionsbesitz zugunsten der Produzentenländer, sei es durch den Erwerb von Beteiligungen, sei es durch die Nationalisierung, beziehungsweise vorzeitige Übernahme der Produktion in eigene Hände. In all diesen Fällen treten die Förderländer aktiv in den Weltölmarkt mit eigenem Angebot ein, wodurch sich zwar die Zahl der Anbieter, aber nicht unbedingt die Konkurrenz erhöht. Die Produzentenländer verkaufen ja nur Ware, die sonst die privaten Gesellschaften auf den Markt gebracht hätten, sind zum Teil auf einen Verkauf um jeden Preis dank genügender Kapitalreserven nicht angewiesen und ausserdem in der OPEC (Organisation of Petroleum Exporting Countries) kartellistisch verbunden. Seit Jahresbeginn 1973 bestehen denn auch keine Überkapazitäten mehr. Damit ist die Wende in der Struktur des Rohölmarktes

sichtbar geworden, die ihre plötzliche Akzentuierung im neusten Nahostkonflikt mit dem dadurch ausgelösten Ölembargo erfahren hat. Sie führt zu einer eigentlichen Gratwanderung zwischen gewollter Angebotsverknappung und rezessionsbedingten Überschüssen, so dass eine Prognose nur für «Normalzeiten», unter Ausschluss politisch bedingter Einflüsse, erfolgen kann.

Weltweit wird mit einem jährlichen Bedarfszuwachs von 1 bis 5 % in den kommenden zehn Jahren gerechnet, d. h. mit einem Bedarf, der um 1985 die 4- Milliarden-Tonnen-Grenze erreichen dürfte. Japan und Europa verfügen – auch mit den Nordseefeldern – über keine starke Eigenproduktion, in den USA wird deren Verhältnis zum Verbrauch immer schlechter, selbst unter Einschluss der kanadischen Aufbringung. Die Industriestaaten, auf die 80 % des Gesamtverbrauchs entfallen, sind also auf die Einfuhr aus dem Mittleren Osten, Afrika und Südamerika angewiesen, beziehungsweise konkurrenzieren dort einander. Für das nächste Jahrzehnt ist tendenziell nicht mit einer grundlegenden Änderung dieser Sachlage zu rechnen, wenn auch eine entschlossene Energiepolitik der USA die Importe um etwa ⅓ reduzieren dürfte.

7.1.2 Die Versorgung der Schweiz

In diesem allgemeinen Spannungsfeld ist die Bezugssicherheit der Schweiz mit 0,5 % Anteil am Weltverbrauch zu prüfen. Bei den vorhandenen Reserven und mit den wachsenden Transportkapazitäten lassen sich kurzfristige und punktuelle Mangellagen durch Ausweichen auf andere Produzentenländer überbrücken, genau wie in den vergangenen Jahrzehnten. Ausserdem hat der Handel – wie übrigens der Konsument – die Möglichkeit, durch erhöhte eigene Lagerkapazität und die Vielzahl der Nachschubwege und -mittel eigene Puffer und damit vermehrte Sicherheit zu schaffen. In diesem Sinne sieht für Notzeiten das Kriegsvorsorgegesetz den stetigen Lageraufbau vor durch die sogenannten Pflichtlager an Treib- und Brennstoffen. Schliesslich bilden die einzelnen Gesellschaften der internationalen Ölindustrie, jede für sich und bei den Rohrleitungen und Raffinerien zum Teil gemeinsam ein «Verbundsystem» eigener Art, das ihnen einerseits grosse Flexibilität gestattet, sie andererseits zwingt, dafür zu sorgen, dass die getätigten hohen Investitionen nirgends brachliegen. Diese Gruppen tendieren deshalb von sich aus dazu, die weltweit gestreuten Quellen und Transportmöglichkeiten in den Dienst des quantitativen und auch preislichen Ausgleichs zu stellen, wenn irgendwo Schwierigkeiten auftreten, und sie nicht durch staatliche Massnahmen daran gehindert werden.

Unser Land verarbeitet in den beiden Inlandraffinerien etwa 40 % des Bedarfes und wird mit dem Wachsen des Verbrauchs auch zunehmend abhängig von der Auslandversorgung, wobei die Relation zwischen importiertem Rohöl und importierten Erdölprodukten eine Rolle spielt, da bei Engpässen einzelner Erzeugnisse durch die Inlandraffinerien ein gewisser Ausgleich geschaffen werden kann. In Notzeiten ist es zudem oft einfacher, auf das Rohprodukt zurückzugreifen als auf ganz spezielle Güter. Die beiden Inlandraffinerien lassen sich aber nur noch begrenzt vergrössern.

Zwei Erkenntnisse lassen sich ableiten:

Erstens dürften die Preise langfristig wegen der anhaltenden Nachfrage, vor allem der laufend erhöhten Abgaben an die Förderländer, aber auch höheren Kosten der erschwerten Forschung, der allgemeinen Teuerungstendenzen und der Umweltschutzmassnahmen steigen, was durch Rationalisieren nicht mehr wettzumachen ist. Eine unterschiedliche Preisentwicklung je nach Produkt ist dabei nicht auszuschliessen, da die Erzeugnisse aus dem Rohöl Koppelprodukte sind und je nach Saison und Substitutionsmöglichkeit durch andere Energieträger verschieden stark gefragt sein können.

Zweitens sind Versorgungsengpässe auf dem Ölmarkt ohne politische Einwirkungen zwar vermeidbar; treten sie auf, so sind sie nur bei kürzerer Dauer ohne Einschränkungen überwindbar, wobei die starke Kaufkraft der Schweiz einen gewissen Vorsprung vor anderen Mitbewerbern bietet, sofern staatliche Preiseingriffe nicht zu Marktverzerrungen führen.

Die daraus zu ziehenden Konsequenzen sind offensichtlich, nämlich

– eine transatlantisch abgestimmte Haltung der Konsumentenstaaten,

– ein intensiviertes Gespräch zwischen Wirtschaft und Behörden,

– der Weiterausbau des Versorgungsdispositivs sowohl auf der Verarbeitungs- als auch auf der Transport- und Lagerseite

sind unbedingte Notwendigkeiten.

7.1.3 Forschungsprobleme und ihre tendenziellen Auswirkungen

Unter den Forschungsprojekten stehen die Ölsuche und Fördertechnik weiterhin an der Spitze; dazu kommen die Forschungsprojekte auf dem Gebiete der Umwelt, zum Beispiel zur Extraktion des Schwefels aus dem Heizöl oder Rohöl. Bei den Treibstoffen wird in Zusammenarbeit mit den Motorenherstellern die Zusammensetzung (Blei, Benzol usw.) überprüft.

Langfristig dürfte das Erdöl, soweit andere Substitutionsenergien zur Verfügung stehen, vermehrt als Rohstoff für die chemische Weiterverarbeitung verbraucht werden; doch bei allen Verbesserungen der Raffinationstechnik entstehen Koppelprodukte, die nur im traditionellen Rahmen, hauptsächlich im Wärmebereich, verwendet werden können.

7.1.4 Voraussichtliche quantitative Entwicklung

Die Ölindustrie rechnet innerhalb der Berichtszeit mit einem degressiv steigenden Absatz von Erdölprodukten. Hauptgrund der allmählichen Degression ist die Substitution im Wärmebereich durch andere Energieträger, wie durch das Erdgas oder die Elektrizität (einschliesslich Kernwärme) und die Müllverbrennung. Die Hauptschwierigkeit der Schätzung bilden der Umfang und Zeitpunkt des Vorhandenseins genügender Substitutionsenergie zu wirtschaftlichen Bedingungen. Dies dürfte bis 1980 nicht der Fall sein.

Der Verbrauch aller Erdölprodukte (einschliesslich Produkte zu technischen Zwecken und Eigenverbrauch der Raffinerien), welcher 1973 14,6 Millionen Tonnen erreichte und 1974 voraussichtlich 14,0 Millionen Tonnen erreichen wird, steigt schätzungsweise auf:

1975	15 Millionen Tonnen
1980	18 Millionen Tonnen
1985	21 Millionen Tonnen

Dabei muss die Tendenz, Rohöl und dessen Produkte verstärkt als petrochemische Ausgangsprodukte zu verwenden, berücksichtigt werden. Der Inlandabsatz von Produkten zu technischen Zwecken betrug 1973 5 % und dürfte auf 10 % im Jahre 2000 ansteigen. Nach Herausnahme dieser Menge aus der Energiebilanz entsprechen die obenerwähnten Absatzschätzungen Primärenergiemengen von:

1975	594 000 TJ
1980	713 000 TJ
1985	832 000 TJ

7.2 Die festen Brennstoffe

7.2.1 Die einheimischen Brennstoffe

Zu diesen zählen das Brennholz, die Kohle und der Torf, wovon aber in normalen Zeiten einzig das Brennholz eine wenn auch nur untergeordnete Bedeutung hat. Der Brennholzverbrauch weist seit geraumer Zeit leicht fallende Tendenz auf, obschon seine Bedeutung als Energieträger noch im Jahre 1973 jene des importierten Erdgases überstieg (10 000 TJ gegen 7000 TJ).

Die einheimischen Brennstoffe können heute als Reserve für Krisenzeiten angesehen werden, obschon ihre Bereitstellung mehrjährige Vorbereitungen und einen beachtlichen Aufwand an Arbeitskräften und Transportmitteln erheischen wird.

7.2.2 Die importierten Brennstoffe (Kohle)

Von allen fossilen Brennstoffen weist die Kohle weitaus die grössten Vorräte auf, und zwar sowohl was die nachgewiesenen als auch was die wahrscheinlichen Vorkommen betrifft. Jene werden mit 600 bis 2400 Mia t entsprechend 17 600 bis 70 300 Mio TJ, diese mit 8000 bis 14 000 Mia t oder 234 500 bis 410 300 Mio TJ angegeben. Zum überwiegenden Teil liegen die nachgewiesenen Reserven im Einflussbereich der beiden Grossmächte USA (52 %) und UdSSR (28 %). Auf Europa, ohne die UdSSR, entfallen ca. 8 % entsprechend 1400 bis 5600 Mio TJ, im günstigsten Fall immerhin mehr als die nachgewiesenen Ölvorräte der ganzen Erde (3760 Mio TJ).

Für unser Land bedeuten die europäischen Kohlenvorräte eine Reserve für Krisenzeiten, da die Zufuhrwege verhältnismässig kurz und die politischen Verhältnisse relativ stabil sind. Doch muss auch hier, wie bei den einheimschen Brennstoffen, eine Steigerung der Fördermengen mit einem beträchtlichen Aufwand an Kapital, Zeit und Arbeit erkauft werden.

7.2.3 Die Kohlenkrise

Seit Beginn der europäischen Kohlenkrise im Jahre 1957, als die Steinkohlenförderung in der Sechsergemeinschaft noch 253 Mio t (7,4 Mio TJ) betrug, ist ein steter Förderungsrückgang zu verzeichnen. Im Jahre 1973 erreichten die Fördermengen der Sechsergemeinschaft 133,6 Mio t (3,9 Mio TJ), die sich wie folgt auf die einzelnen Länder verteilen (z. T. Schätzungen):

BR Deutschland	97,3 Mio t
Frankreich	25,6 Mio t
Belgien	8,8 Mio t
Niederlande	1,7 Mio t
Italien	0,2 Mio t
Total Sechsergemeinschaft	133,6 Mio t
England und Irland	130,2 Mio t
Total EGKS	263,8 Mio t

Am ausgeprägtesten ist der Rückgang der Förderung in den Niederlanden, die bereits einen grossen Teil ihrer Zechen stillgelegt haben und voraussichtlich Ende 1974 keine Förderung mehr zu verzeichnen haben werden. Eine Wiederbelebung des klassischen Bergbaues stösst auf mannigfache Schwierigkeiten, wovon der Mangel an Arbeitskräften und der hohe Kapitalbedarf für die notwendigen Rationalisierungsmassnahmen die bedeutendsten sind. Soll die Kohle im Energiehaushalt Europas und der Schweiz an Bedeutung wieder gewinnen, so kann das nur auf dem Wege der Vergasung oder Verflüssigung an Ort geschehen.

7.2.4 Auswirkungen der Ölkrise auf die Kohlewirtschaft

Der Rückgang des Kohleverbrauches in unserem Land, zugunsten der Erdölprodukte, ist vorwiegend auf folgende zwei Gründe zurückzuführen:

1. Preisvorteil der Erdölprodukte
2. Grössere Bequemlichkeit bei deren Anwendung

Die infolge der künstlichen Ölverknappung im Herbst 1973 eingetretene erhebliche Steigerung der Preise der Erdölprodukte, vor allem der Heizöle, hat deren Preisvorteil gegenüber der Kohle bei der Verwendung in der Industrie stark zurückgehen, zum Teil sogar verschwinden lassen, um so mehr als der Preis der Kohle an der Grenze in der gleichen Zeitspanne im Mittel um nur etwa 17 % gestiegen ist. Dagegen weist die Kohle, zumindest für den Hausbrand, noch immer einen ins Gewicht fallenden Rückstand im Benützungskomfort auf; es dürfte auch nur bei Industrieanlagen gelingen, diesen Rückstand aufzuholen.

Infolge der technisch bedingten Schwerfälligkeit des Bergbaues und des Mangels an Arbeitskräften kann sich die Kohlewirtschaft den wechselnden Bedingungen auf dem Energiemarkt nur langsam anpassen. Sollte es nicht gelingen, Nutzungsverfahren zu entwickeln, welche den bergmännischen Abbau der Kohle zu umgehen gestatten, so ist auch trotz der Ölkrise nicht damit zu rechnen, dass der in den kohlefördernden Ländern Europas seit 1957 eingeleitete Prozess der Umschulung der Kumpel rückgängig gemacht wird. Auch dieses Problem hat im Gefolge der Ölkrise eine politische Dimension erhalten, welche Prognosen ungemein erschwert.

Die mit den heute zur Verfügung stehenden Mitteln erzielbaren höheren Kohlefördermengen werden wohl zu einem Teil in den Förderländern selbst verbraucht, zumeist in auf den Zechen liegenden thermischen Kraftwerken oder Heizzentralen.

Der Kohleverbrauch der Schweiz betrug im Jahre 1973 noch etwa eine halbe Million Tonnen. Sollte die Industrie aus Sicherheitsgründen einen Teil ihres Energiebedarfs mit Kohle decken, so wären die kohleproduzierenden Länder in

der Lage, bei mehrjähriger Abnahmeverpflichtung einige 100 000 Tonnen über die Normalbezugsmenge der Schweiz hinaus zu liefern. Diese für die Kohlenländer relativ kleinen Mengen könnten transportmässig bewältigt werden. Beim Hausbrand sind Umstellungen der Heizanlagen auf Kohle kaum zu erwarten.

7.3 Das Gas

7.3.1 Heutige Situation

Die schweizerische Gaswirtschaft steht heute mitten im Übergang vom Stadtgas zum Erdgas. Von den beiden in der «Standortbestimmung» von 1969 als möglich erachteten Lösungen erwies sich die «Grosse Naturgaslösung» als die zukunftsträchtigere und in langfristiger Betrachtungsweise auch als die wirtschaftlichere. Sie wurde mit der Realisierung der transeuropäischen Erdgasleitung Holland–Italien möglich.

Das Netz der Gasverbund Mittelland AG (GVM) ist bereits seit 1972 vollständig auf Erdgas umgestellt, jene der Gasverbund Ostschweiz AG (GVO) und der Westschweiz (GAZNAT) sind heute in voller Umstellung begriffen.

7.3.2 Vorräte und Versorgungssicherheit des Erdgases

Bis heute sind in unserem Lande keine abbauwürdigen Erdgaslager gefunden worden. Das in der Schweiz zur Verteilung gelangende Erdgas muss deshalb vollumfänglich importiert werden.

Die nachgewiesenen Erdgasreserven der Welt betrugen Ende 1973 58 000 Mia m³ entsprechend 2300 Mio TJ. Ihr Zuwachs betrug seit 1972 4590 Mia m³ oder 183 Mio TJ entsprechend etwa 8 %. Dazu kommen die wahrscheinlichen Reserven, die auf Grund von geologischen Untersuchungen zwar bekannt, aber noch nicht durch Bohrungen bestätigt sind; sie betragen ein Mehrfaches der nachgewiesenen Reserven (schätzungsweise 250 000 Mia m³ = 10 000 Mio TJ). Die für den Import nach der Schweiz in Frage kommenden Lagerstätten in Europa enthielten 1972 5050 Mia m³ (200 Mio TJ), davon Holland 2500 Mia m³ (99 Mio TJ). Ferner hat die UdSSR Erdgasreserven von 18 000 Mia m³ (720 Mio TJ) und Nordafrika von 4300 Mia m³ (170 Mio TJ).

Die aus betrieblichen und kriegswirtschaftlichen Gründen notwendige Lagerung von Erdgas im Inland soll in Form von Untertagesspeichern erfolgen. Für die Suche nach geeigneten Bodenformationen haben die Gas-, Erdöl- und Elektrizitätswirtschaft, diese für die Lagerung von radioaktiven Abfällen aus Kernkraftwerken, sowie die Rheinsalinen 1972 ein Konsortium «Untertagesspeicher» gegründet.

Die Erdgasversorgung der Schweiz erfolgt – abgesehen von kleinen Mengen aus der BR Deutschland – derzeit ausschliesslich aus Holland. Ab 1978 soll Erdgas aus Algerien importiert werden, mit der UdSSR und Iran sind Verhandlungen im Gange.

7.3.3 Infrastruktur

Die genannten Gasvorkommen sind nur dann für unser Land interessant, wenn sie mittels leistungsfähiger Transportsysteme mit den bestehenden Gasnetzen im Inland verbunden werden. Bis 1978 besteht nur die Möglichkeit, Erdgas von der Gaz de France und der Gasversorgung Süddeutschland, von Pfullendorf, sowie über die 1974 in Betrieb genommene Transitleitung Holland–Italien zu beziehen. Die Gesamtmenge beträgt etwa 850 Mio m³ (34 000 TJ) pro Jahr.

Dieses Gas wird durch ein schweizerisches Primärnetz den bestehenden Gasnetzen zugeführt.

Der Antransport des ab 1978 eintreffenden algerischen Erdgases (1 Mia m³ = 40 000 TJ) erfolgt je zur Hälfte über Fos (bei Marseille)–Vallorbe und über Monfalcone (bei Triest) durch Italien–Österreich–Bayern. Wenn dieses Gasverbundnetz aus technischen und wirtschaftlichen Gründen auch bei weitem nicht die vielfachen Speise- und Ausweichmöglichkeiten des seit Jahren bestens arbeitenden Elektrizitätsverbundnetzes aufweist, so besteht nach dem Endausbau doch die Möglichkeit, jeden Netzteil durch zwei unabhängige Leitungen zu speisen. Sollten dazu noch in den einzelnen Netzteilen Speichermöglichkeiten geschaffen werden können, so wäre die technische Versorgungssicherhiet beim Unterbruch einer Versorgungsleitung gegeben.

Kleinere Werke, deren Anschluss an das schweizerische Erdgasnetz unwirtschaftlich wäre, fanden eine Lösung durch Produktion von Spaltgas oder durch Verteilung eines Propan-Luft-Gemisches.

7.3.4 Gasangebot und zukünftiger Gasabsatz

Wie bereits erwähnt, verfügt die Gaswirtschaft ab 1974 über ein Erdgasangebot von ca. 850 Mio m³ pro Jahr (34 000 TJ). Hinzu kommt die Stadtgasproduktion der nicht an das Erdgasnetz angeschlossenen Gaswerke, die 1972 rund 250 Mio m³ (5000 TJ) betrug, nach der Umstellung der Netze der GVO und der GAZNAT aber zurückgehen wird.

Ab 1978 stehen der Schweiz jährlich gegen 2 Mia m³ Erdgas (80 000 TJ) zur Verfügung. Swissgas konnte mit der italienischen SNAM im Februar 1974 einen Vorvertrag für den Bezug von 1,5 Mia m³ Erdgas pro Jahr aus Iran mit Beginn um 1980 abschliessen. Es besteht die Hoffnung, dass mit der UdSSR ein Erdgasbezugsvertrag für etwa 2 Mia m³ (80 000 TJ) pro Jahr abgeschlossen werden kann.

Es besteht kein Zweifel daran, dass die Gaswirtschaft alles Erdgas wird absetzen können, dessen Lieferung sie sich sichern kann. Die Gaswirtschaft erwartet, dass das Gas bereits Mitte der achtziger Jahre etwa 10 % an die Deckung des schweizerischen Energiebedarfes beitragen wird.

7.3.5 Prognose der Preisentwicklung

Die Umstellung von der personalintensiven Produktion von Stadtgas (insbesondere Kohlegas) auf die kapitalintensive Verteilung von Erdgas erfordert den Einsatz bedeutender Geldmittel. Weitere Kosten verursacht die Umstellung der bestehenden Verteilnetze sowie die Anpassung der Apparate der Abnehmer.

Von allen Faktoren, welche die Tarifbildung der Gaswerke beeinflussen, bleibt eigentlich nur der Erdgasabgabepreis der SWISSGAS für alle vier Regionalgesellschaften, GVM, GVO, GAZNAT und ERDGAS ZENTRALSCHWEIZ AG, der selbe. Schon regional entstehen aus den Investitionen für die Verteilsysteme, aber auch aus der unterschiedlichen Struktur des Gasabsatzes (Verhältnis der Grundlast der Industrie zur Tages- und Spitzenlast der Haushaltanwendungen) völlig unterschiedliche Preise für die den jeweiligen Gesellschaften angeschlossenen Gasversorgungsunternehmen. Die unterschiedliche Struktur der Netze der

einzelnen Werke und ihre verschieden umfangreichen Dienstleistungsangebote schliesslich sind weitere Gründe für die Diskrepanz zwischen den Gastarifen von Ort zu Ort.

Dank der internationalen Zusammenarbeit geniesst unser Land trotz seines geringen Absatzes verhältnismässig günstige Erdgaspreise. Diese weisen aber international gesehen steigende Tendenz auf. Dasselbe muss von den Verteilkosten gesagt werden, obwohl hier die grösseren Mengen und der höhere Heizwert des Erdgases dämpfend wirken.

Die Gaswirtschaft hofft, mit steigendem Gasabsatz aus der heutigen Defizitperiode in eine solche mit ausgeglichenen Abschlüssen überzugehen, besonders wenn es gelingen sollte, durch Bandbezüge der Industrie und durch kostengünstige Speichermöglichkeiten den Gasbezug gleichmässiger zu gestalten.

7.4 Die Elektrizität

7.4.1 Die Bedarfsprognose

Die Elektrizitätswirtschaft ist auf eine möglichst genaue Schätzung der mittelfristigen Bedarfsentwicklung vor allem deshalb angewiesen, weil die Bereitstellung neuer Produktionsanlagen viel Zeit in Anspruch nimmt.

Seit den dreissiger Jahren lässt sich eine ausserordentlich hohe Konstanz des jährlichen Verbrauchszuwachses beobachten. Das Mittel der prozentualen Zuwachsraten gegenüber dem jeweiligen Vorjahr betrug für diese Zeitperiode 5,2 %. In den letzten 10 Jahren (1962/63–1972/73) waren die Durchschnittswerte des Zuwachses etwas geringer, nämlich 4,5 %. Auch konnte in dieser Periode eine deutliche Verlagerung der Bedarfszunahme auf die Wintermonate festgestellt werden (4,7 % im Winter gegen 4,2 % im Sommer).

Angesichts dieser Zahlen scheint es vertretbar zu sein, für die nächsten Jahre mit einer mittleren Zuwachsrate derselben Grössenordnung zu rechnen. In der «Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz 1972–1980» rechnen die zehn grössten schweizerischen Elektrizitätsversorgungsunternehmen deshalb für die kommenden Jahre mit einer jährlichen Zuwachsrate von 5 bis 5,5 % für die Winterhalbjahre und 4 bis 4,5 % für die Sommerhalbjahre.

Dabei ergeben sich für den Landesverbrauch, ohne Berücksichtigung der Energieabgabe an Elektrokessel und Speicherpumpen, die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Werte.

Zuwachsrate	Winter 5% TWh	Sommer 4% TWh	Jahr TWh	Winter 5,5% TWh	Sommer 4,5% TWh	Jahr TWh
1972/73	16,6	14,8	31,4	16,6	14,8	31,2
Prognose						
1975/76	19,1	16,6	35,7	19,6	17,0	36,6
1980/81	24,4	20,2	44,6	25,6	21,2	46,8
1985/86	31,2	24,5	55,7	33,4	26,4	59,8

In einer durch starke dynamische, wirtschaftliche und soziale Veränderungen gekennzeichneten Situation sind Entwicklungen möglich, die heute in ihrer Wirkung auf das wirtschaftliche Wachstum nur schwer zu beurteilen sind. Die heute auf Grund der verfügbaren statistischen Unterlagen sowie sorgfältiger Schätzungen der Zukunft erstellten Verbrauchsprognosen müssen deshalb laufend überprüft und den allfälligen veränderten Verhältnissen angepasst werden.

Das reale Wachstum des Bruttosozialproduktes wird oft als Messgrösse der wirtschaftlichen Entwicklung eines Landes betrachtet. Die Nachfrage nach elektrischer Energie verlief in der Schweiz bisher etwa proportional zum Wachstum des Bruttosozialproduktes. Bedingt durch das angestrebte «qualitative Wachstum unseres Landes» wird heute jedoch auch bei einer leichten Abschwächung der wirtschaftlichen Entwicklung mit einer stetigen Zunahme der Nachfrage nach Elektrizität gerechnet. Gesamthaft gesehen wird in der betrachteten Prognosezeitspanne keine einschneidende Veränderung der Entwicklung des Bedarfs an elektrischer Energie erwartet.

7.4.2 Die Wasserkraft

Die schweizerische Wasserkraft bildete bisher die wichtigste einheimische Energiequelle. Bis heute und auch für die nächste Zukunft wird die Deckung der Nachfrage an elektrischer Energie zum grössten Teil durch die Produktion der Wasserkraftwerke sichergestellt werden.

Bei mittlerer Wasserführung hätte sich im hydrographischen Jahr 1972/73 eine Erzeugung der Wasserkraftwerke von etwa 30 000 GWh (108 000 TJ) ergeben. Die am 1. Oktober 1973 im Bau befindlichen Wasserkraftwerke werden nach ihrer Inbetriebnahme im Verlaufe der kommenden fünf Jahre bei mittleren hydrologischen Verhältnissen im Winter 440 GWh (1580 TJ) und im Sommer 530 GWh (1900 TJ) zusätzlich erzeugen. Der Ausbau unserer Wasserkräfte ist damit so weit fortgeschritten, dass neue Anlagen nur noch einen unwesentlichen Beitrag an die künftige Bedarfsdekkung werden leisten können.

Der wachsende Bedarf an elektrischer Energie wird deshalb in Zukunft durch Kernkraftwerke gedeckt werden.

Als Ergänzung zu den Kernkraftwerken, welche Grundlast erzeugen, müssen Pumpspeicherwerke gebaut werden. Pumpspeicherwerke erzeugen keine Energie, dienen aber der Veredlung von Schwachlastenergie, beziehungsweise der Anpassung der Elektrizitätserzeugung an die jeweiligen Verbrauchsverhältnisse. Die topographischen Voraussetzungen für die Erstellung von Pumpspeicherwerken sind in unserem Lande gegeben.

7.4.3 Öl- und Kernkraftwerke

Die Erzeugung der Brennstoff- und der Kernkraftwerke betrug im Winter- und Sommerhalbjahr 1972/73 zusammen 8750 GWh (31 500 TJ). Ihr Anteil an der gesamten Erzeugung elektrischer Energie betrug damit 23 %.

Nachdem das Ölkraftwerk Chavalon (284 MW) bereits 1965 in Betrieb genommen wurde, folgten im Jahre 1969 das Kernkraftwerk Beznau I (350 MW) und in den Jahren 1971 und 1972 die Kernkraftwerke Beznau II (350 MW) und Mühleberg (306 MW). Drei weitere Kernkraftwerke stehen im Bau: Gösgen-Däniken (913 MW), Leibstadt (942 MW) und Kaiseraugst (925 MW); andere sind in Planung (Graben, Inwil, Rüthi und Verbois).

Wegen der Umstellung der Projekte auf Kühlung durch Kühltürme, als Folge des Entscheides des Bundesrates vom 7. April 1971, an Aare und Rhein vorläufig keine direkte Flusswasserkühlung mehr zuzulassen, sowie infolge der Opposition gegen die Atomkraftwerke, wurde der Baubeschluss der Kernkraftwerke Gösgen, Leibstadt und Kaiseraugst wesentlich verzögert.

Auf Grund der heutigen Bauprogramme kann mit ihrer sukzessiven Inbetriebnahme ab Winter 1977/78 gerechnet werden.

Angesichts der eingetretenen Verzögerungen bei den inländischen Kernkraftwerken sahen sich verschiedene schweizerische Elektrizitätsgesellschaften veranlasst, sich an den französischen Kernkraftwerken Fessenheim und Bugey zu beteiligen. Dadurch kann das in unserer Elektrizitätsversorgung entstehende Defizit etwas gemildert werden. Die später zu erwartende Gegenleistung der Schweiz wird aber einen entsprechenden höheren Leistungszuwachs in eigenen Kernkraftwerken erfordern.

7.4.4 Versorgung mit Brenn- und Spaltstoffen

Mit der erfolgten Einführung von Kernkraftwerken und ölgefeuerten Kraftwerken vollzog die schweizerische Elektrizitätswirtschaft den Übergang zu neuen Primärenergieträgern, den Spaltstoffen und den Erdölprodukten.

Die Brennstoffversorgung der bestehenden Ölkraftwerke – neben kleineren Anlagen geht es vor allem um das Kraftwerk Chavalon – ist in den Betrachtungen und Zahlen des Abschnittes 7.1 mitberücksichtigt.

Die Spaltstoffversorgung wirft dagegen neue Fragen auf, die von den interessierten Kreisen eingehend studiert werden. Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren verwenden als Spaltstoff in erster Linie angereichertes Uran. Die zu kostengünstigen Bedingungen, d. h. bei Abbaukosten bis zu 10 $/lb. U_3O_8, gesicherten Welturanvorkommen (ohne UdSSR, China und Osteuropa) betrugen anfangs 1973 etwa 1 050 000 Tonnen U_3O_8. Bei grösserem Aufwand für den Abbau, d. h. bei Kosten bis 15 $/lb. U_3O_8, kommen weitere gesicherte Vorkommen von 1 100 000 Tonnen U_3O_8 dazu. Als wahrscheinliche Vorkommen werden 1 100 000 Tonnen bis zu 10 $/lb. und 1 400 000 Tonnen bis zu 15 $/lb. U_3O_8 zusätzlich angenommen. Grössere Vorkommen mit noch höheren Abbaukosten sind bekannt und weitere werden vermutet.

Die gesicherten Uranvorkommen sind geographisch breit verteilt. Ein Grossteil befindet sich in industrialisierten Ländern. Der nordamerikanische Kontinent mit den USA (30 %) und Kanada (28 %) nimmt dabei eine dominierende Stellung ein; die weiteren grossen Vorkommen befinden sich in Süd- und Westafrika (24 %) sowie in Australien (10 %). In Europa sind kleinere Vorkommen in Frankreich und in Italien bekannt.

Laut einer Studie der amerikanischen Atomenergiebehörde (USAEC) aus dem Jahre 1973 könnte sich – der Einsatz der schnellen Brüter mitberücksichtigt – der kumulierte Verbrauch von U_3O_8 der westlichen Welt etwa wie folgt entwickeln:

Jahr	Kumulierter Verbrauch in Tonnen U_3O_8 der westlichen Welt nach USAEC
1980	300 000 t
1990	1 800 000 t
2000	4 200 000 t

Aus diesen Zahlen wird ersichtlich, dass für die Deckung dieses stark zunehmenden Bedarfes die rechtzeitige Erschliessung neuer Uranvorkommen, die bisher noch nicht abgebaut wurden, und die Intensivierung der Uranprospektion von grosser Wichtigkeit sind.

Grosse Erwartungen werden auf die in der Entwicklungsphase stehenden Brüterreaktoren gesetzt. Diese Reaktortypen stützen sich auf andere Spaltstoffzyklen mit höherer Uranausnutzung. Zudem sind sie in der Lage, spaltbares Material zu produzieren, das in herkömmlichen Leichtwasserreaktoren verwendet werden kann. Mit der Einführung der schnellen Brüter auf breiter Basis würden die Uranvorkommen der Erde zur wichtigsten Primärenergiequelle werden.

Bei der Verfügbarkeit der Spaltstoffe spielt auch die Anreicherung eine wichtige Rolle. Mit Ausnahme kleinerer, zum Teil militärischer Anlagen in Frankreich und England haben die USA mit ihren Anreicherungsanlagen praktisch ein Monopol innerhalb der westlichen Welt. Diese Lage hat zu Bemühungen um den Bau europäischer Anreicherungsanlagen geführt. Voraussichtlich werden die von europäischen Partnerländern geförderten Anlagen URENCO und EURODIF ihren Betrieb im Jahre 1977 beziehungsweise 1979 aufnehmen. Darüberhinaus hat die UdSSR in den letzten Jahren bedeutende Anreicherungsverträge mit westlichen Abnehmern abgeschlossen. Die einseitige Abhängigkeit der europäischen Länder von den USA auf dem Sektor Anreicherung wird dadurch beseitigt werden.

7.4.5 Deckung des zukünftigen Elektrizitätsbedarfes

Bei der Schätzung der Erzeugung muss neben den unterschiedlichen Wasserverhältnissen bei den Wasserkraftwerken die voraussichtliche Verfügbarkeit der Kern- und Wärmekraftwerke berücksichtigt werden.

In der Gruppe der Ölkraftwerke wurde dabei für das Werk Chavalon eine jährliche Betriebsstundenzahl von 6000, wovon 4000 Stunden im Winterbetrieb, angenommen.

Auf Grund von statistischen Angaben über den Betrieb grösserer Wärmekraftwerke wurde ein Modell definiert, das zur Abschätzung der technischen Verfügbarkeit der Kernkraftwerke während der ersten Betriebsjahre dient. Dieses Modell sieht eine Verfügbarkeit von 40 % in den ersten beiden Betriebsjahren, von 50 % im folgenden Jahr, mit einer jährlichen Zunahme von 10 % bis zu einem Maximalwert von 80 % vor. Aus dem Modell folgt, dass ab dem fünften Jahr nach Inbetriebsetzung jede Einheit eine Verfügbarkeit von 7000 Vollaststunden im Jahr erreichen wird, wovon 4000 Stunden im Winterhalbjahr. Mit diesem Modell kann die Produktion der sich im Betrieb und im Bau befindlichen Kernkraftwerke sowie der schweizerische Anteil an den ausländischen Kernkraftwerken geschätzt werden.

Unter der Voraussetzung, dass sich der Verbrauch prognosegemäss entwickeln wird, lassen sich nun die Überschüsse und Fehlbeträge der Bedarfsdeckung für die nächsten Jahre ermitteln.

Im Winterhalbjahr 1975/76 stehen aus hydraulischen und thermischen Kraftwerken insgesamt 19 400 GWh zur Verfügung. Bei einem geschätzten Bedarf von 19 600 GWh ergibt sich bei mittleren Wasserverhältnissen bereits ein kleines Manko von 200 GWh. Bei schwacher Wasserführung muss mit einem Fehlbetrag von 2000 GWh gerechnet werden.

Im Winterhalbjahr 1977/78 erhöht sich die gesamte Erzeugung bei mittlerer Wasserführung auf 22 400 GWh. Zu dieser Erhöhung werden vor allem die Bezüge aus dem Kern-

kraftwerk Gösgen sowie die Stromlieferungen aus den Beteiligungen an ausländischen Kernkraftwerken beitragen. Wird ein Bedarf von 21 900 GWh angenommen, so ergibt sich bei mittlerer Wasserführung ein Überschuss der Erzeugung von 500 GWh, bei schwacher Wasserführung jedoch noch immer ein Fehlbetrag von 1300 GWh.

In den folgenden Winterhalbjahren wird mit der Inbetriebnahme der Kernkraftwerke Leibstadt und Kaiseraugst die Versorgungssituation wesentlich verbessert.

Sofern die thermischen und nuklearen Kraftwerke störungsfrei arbeiten, die hydrologischen Verhältnisse günstig und Ausweichmöglichkeiten durch Stromimporte vorhanden sind, dürfte die Elektrizitätsversorgung in den nächsten Jahren knapp gesichert sein. Treffen verschiedene ungünstige Umstände zusammen, so wird die schweizerische Elektrizitätswirtschaft mit Unterstützung der Behörden vom Winterhalbjahr 1974/75 an vorübergehend zu Verbrauchseinschränkungen Zuflucht nehmen müssen.

Auf lange Sicht kann festgestellt werden, dass der Elektrizitätsbedarf immer mehr von Kernkraftwerken gedeckt wird. Der Anteil der thermisch und nuklear erzeugten elektrischen Energie wird im Jahre 1979/80 bereits ein Drittel der gesamten Erzeugung ausmachen. Diese Zahl veranschaulicht, wie schnell sich der Übergang von der fast ausschliesslich hydraulischen Elektrizitätswirtschaft in eine solche gemischter Produktion vollzieht.

8. Grundsätze und Massnahmen einer schweizerischen Energiepolitik

8.1 Grundsätze [1])

1.1 *Der Verbraucher* ist für den haushälterischen und umweltgerechten Einsatz der Energie verantwortlich.

1.2 *Die für die Energieversorgung verantwortlichen Unternehmen* sorgen für eine möglichst sichere, umweltgerechte, rationelle und preiswerte Energieversorgung.

1.3 Die *zuständigen Fachverbände* geben Empfehlungen für einen möglichst haushälterischen Energieverbrauch heraus.

1.4 *Die Behörden* unterstützen die für die Energieversorgung verantwortlichen Unternehmen in deren gemeinsamen Einvernehmen bei der Erfüllung ihrer Aufgaben, unter Ausschluss jeder Diskriminierung. Jeder Zweig der Energiewirtschaft muss dabei auf längere Sicht selbsttragend sein. Die Bundesbehörden sorgen dafür, dass den Empfehlungen der Fachverbände nötigenfalls Gesetzeskraft verliehen wird.

1.5 Im Interesse der Versorgungssicherheit:

– muss die Energieversorgung sich auf mehrere Energieträger abstützen;

– müssen diese aus möglichst vielen Ländern und über verschiedene Wege bezogen werden können;

– muss eine angemessene Vorratshaltung im eigenen Lande angestrebt werden;

– müssen die finanziellen Mittel im Rahmen der wirtschaftlichen Möglichkeiten vorrangig bereitgestellt werden.

Die Einzelheiten zur Erreichung dieser Ziele sind in Zusammenarbeit zwischen den Behörden und den für die Energieversorgung verantwortlichen Unternehmen festzulegen.

1.6 Die Gesetzgebung (z. B. über Umweltschutz, Raumplanung usw.) steckt unter anderem den Rahmen ab, innerhalb dessen sich die Energiewirtschaft bewegen kann. Versorgungssicherheit, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit sind dabei sorgfältig abzuwägen.

1.7 Langfristig ist die Erschliessung neuer Energiequellen zu untersuchen und gegebenenfalls durchzuführen. Daran haben sich Behörden und Wirtschaft angemessen zu beteiligen.

1.8 Die Steuerung des Wirtschaftswachstums ist nicht eine Aufgabe der Energiepolitik. Die künstliche Verknappung des Energieangebotes ist kein taugliches Mittel, um das Wirtschaftswachstum zu steuern, denn sie würde zu einer Desintegration der Wirtschaft führen, deren Folgen sich gegen die harmonische Entwicklung der Gesellschaft auswirkten.

8.2 Massnahmen

2.1 *Beim Verbraucher:*

Im gesamtwirtschaftlichen Interesse, nicht zuletzt aus Gründen des Umweltschutzes, ist mit der Energie haushälterisch umzugehen. Die Anstrengungen sind daher auf Einsparungen im Verbrauch, namentlich im Wärmebereich, zu richten.

2.2 *Bei der Versorgung:*

Es ist eine Herabsetzung der Verluste bei Umwandlung und Umformung der Energie anzustreben, wobei wiederum die Wärmeversorgung im Vordergrund steht. In dicht besiedelten Agglomerationen drängt sich der Aufbau von Fernwärmeversorgungen auf, auch im Hinblick auf eine spätere Verwendung von Wärme aus Kernkraftwerken.

Beispiele zu 2.1 und 2.2

Sofortmassnahmen:

– Behördlich geprüfter Unterhalt der Hausbrand- und Industriefeuerungsanlagen;

– Vorschriften über die minimale Wärmedämmung von Neu- und Umbauten (Wärmedämmung entspricht einer jährlich wiederkehrenden Energieeinsparung);

– Richtlinien für eine vernünftige Einstellung der Raumtemperatur und deren Regulierung;

– Verbesserung des Wirkungsgrades bei industriellen und gewerblichen Wärmeanwendungen;

Massnahmen auf lange Sicht:

– Nutzung der verwertbaren Abwärme durch Wärmeaustauscher und Wärmepumpen;

[1]) Die Krisenmassnahmen der Behörden werden hierdurch nicht berührt.

– Studien zur Verbesserung der Technologie von Energiegewinnungs-, -transport-, -speicherungs- und -verwertungsanlagen.

2.3 Zur Verbesserung der landeseigenen Energieversorgung ist die Erdöl- und Erdgasprospektion im ganzen Lande zu ermöglichen und durch die zuständigen Unternehmen durchzuführen.

2.4 Die Verpflichtung zur Vorratshaltung ist in gleicher Weise auf sämtliche Primärenergieträger auszudehnen.

2.5 Die Sicherheitsvorschriften zum Schutze von Personen und Sachen sind für sämtliche Energieanlagen, wo noch nicht vorhanden, mit gleicher Schärfe zu schaffen und anzuwenden.

2.6 Die Beschleunigung der Bewilligungsverfahren zur Erstellung von Energieanlagen ist anzustreben.

2.7 Beim Verkehr sind die öffentlichen Verkehrsmittel, soweit sinnvoll, auszubauen und durch internationale Absprachen die Zulassungsvorschriften für Strassenfahrzeuge derart zu ergänzen, dass eine Verminderung des Energieverbrauches und der Umweltbelastung erreicht wird.

September 1974.