

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 60 (1969)  
**Heft:** 24  
  
**Rubrik:** Energie-Erzeugung und -Verteilung : die Seiten des VSE

### **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:** 03.04.2026

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

# Energie-Erzeugung und -Verteilung

## Die Seiten des VSE

---

### Standortbestimmung der schweizerischen Energiewirtschaft und daraus sich abzeichnende Entwicklungstendenzen

#### Inhaltsverzeichnis

- |   |  |
|---|--|
| I. Einleitung   | IV. Analyse und Vorausschau des zukünftigen Nutzenergiebedarfes            |
| II. Definitionen und allgemeine Betrachtungen über die Brutto- und Netto-Energie<br>Problematik der Energiebilanzen | V. Entwicklungstendenz des Rohenergiebedarfes                              |
| III. Bisherige Entwicklung des Nutzenergiebedarfes und dessen Deckung durch Rohenergie                              | VI. Vorausschau der einzelnen Zweige der schweizerischen Energiewirtschaft |
|   | VII. Schlusswort   |

#### Komitee für Energiefragen des Schweizerischen Nationalkomitees der Welt-Energie-Konferenz

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| <i>E. H. Etienne</i>       | Präsident des Schweizerischen Nationalkomitees der Welt-Energie-Konferenz,<br>La Conversion                             |
| <i>Prof. G. Schnitter</i>  | Vizepräsident des Schweizerischen Nationalkomitees der Welt-Energie-Konferenz, Zürich<br>Vertreter der Wasserwirtschaft |
| <i>Dr. A. F. Fritzsche</i> | Direktor des Eidg. Institutes für Reaktorforschung, Würenlingen<br>Vertreter der Atomenergie                            |
| <i>Dr. H. Fuhrer</i>       | Direktor der Ruhr- und Saar-Kohle AG, Basel<br>Vertreter der Kohlenwirtschaft   |
| <i>R. Hochreutiner</i>     | Vizepräsident des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Laufenburg<br>Vertreter der Elektrizitätswirtschaft     |
| <i>Dr. E. Jenny</i>        | Oberingenieur der Brown Boveri & Cie. AG, Baden<br>Vertreter der Hersteller thermischer Kraftwerke                      |
| <i>F. Jordi</i>            | Direktor des Gas- und Wasserwerkes, Basel<br>Vertreter der Gaswirtschaft  |
| <i>P. Krafft</i>           | Vizedirektor der Elektro-Watt, Elektrische und Industrielle Unternehmungen AG, Zürich                                   |
| <i>Dr. H. Maurer</i>       | Geschäftsführer der Erdöl-Vereinigung, Zürich<br>Vertreter der Ölwirtschaft   |
| <i>J. Pouly</i>            | Vizedirektor der Motor-Columbus AG für elektrische Unternehmungen, Baden  |
| <i>W. Strebel</i>          | Vizedirektor der CIBA, Basel<br>Vertreter der Energiekonsumenten  |
| <i>A. Ebener</i>           | Sekretär des Schweizerischen Nationalkomitees der Welt-Energie-Konferenz, Zürich  |

## I. Einleitung

Die Welt-Energie-Konferenz, die 1924 gegründet wurde, dient als Bindeglied zwischen den einzelnen Zweigen und Fachleuten der Energiewirtschaft aller Länder wie auch zwischen den Ingenieuren einerseits und den Vertretern der Behörden, der Wissenschaft und der Volkswirtschaft andererseits. 1924 wurde auch ein Schweizerisches Nationalkomitee gebildet mit dem Zweck, unser Land bei der Welt-Energie-Konferenz zu vertreten. Ab 1932 diente es auch auf schweizerischer Ebene den verschiedenen an Energiefragen interessierten Kreisen als Forum. Im Nationalkomitee sind Bundesämter, die Wissenschaft, die Energiewirtschaft, die Industrie und sämtliche interessierten Berufsverbände vertreten.

1947 wurde im Rahmen des Nationalkomitees ein Komitee für Energiefragen gegründet, in dem namhafte Fachleute im allgemeinen Interesse ihre Kenntnisse und Erfahrungen ehrenamtlich einsetzten. Im Jahre 1953 veröffentlichte das Schweizerische Nationalkomitee der Welt-Energie-Konferenz Berichte des Komitees für Energiefragen über verschiedene energiewirtschaftliche und technische Fragen. Es war das erste Mal, dass eine Übersicht über den gesamten Energieverbrauch der Schweiz ausgearbeitet wurde.

Wegen der immer grösseren wirtschaftlichen und sozialen Bedeutung der Energie in unserer Gesellschaft und den Wandlungen der schweizerischen Energiewirtschaft, die in eine neue Phase eintritt, hat das Schweizerische Nationalkomitee der Welt-Energie-Konferenz beschlossen, eine Standortbestimmung der schweizerischen Energiewirtschaft und der sich daraus abzeichnenden Entwicklungstendenz aufzustellen. Zu diesem Zweck wurde das Komitee für Energiefragen reaktiviert.

Zunächst wurden von den einzelnen Zweigen der schweizerischen Energiewirtschaft Einzelberichte ausgearbeitet: Der Fachbericht der Erdölvereinigung über die Ölwirtschaft, jener der Procarbo über die Stellung der festen Brennstoffe im Rahmen der schweizerischen Energieversorgung, des Verbandes schweizerischer Gaswerke über die Entwicklung der schweizerischen Gaswirtschaft sowie der Bericht über den Ausbau der schweizerischen Elektrizitätsversorgung, der von zehn Werken im Juni 1968 verfasst und vom Verband schweizerischer Elektrizitätswerke herausgegeben wurde. Ferner wurde die für das Nationalkomitee geführte Statistik über den gesamten Energieverbrauch in der Schweiz ausgewertet.

Der vorliegende Dachbericht stellt eine Synthese der durchgeführten Arbeiten dar und wurde vom Schweizerischen Nationalkomitee der Welt-Energie-Konferenz gutgeheissen.

## II. Definitionen und allgemeine Betrachtungen über die Brutto- und Netto-Energie Problematik der Energiebilanzen

Die Energieversorgung unseres Landes beruht sowohl auf eigenen Energiequellen als auch auf der Einfuhr von Primär- und Sekundär-Energieträgern. Obwohl die Methode, wie alle ändern, nicht einwandfrei ist, muss die Analyse des tatsächlichen Bedarfes vom Verbrauch, d. h. von der Nutzenergie, ausgehen. Der Konsument wählt nämlich wenn irgendwie möglich nicht einen bestimmten Energieträger, sondern wünscht vor allem seinen Bedarf an Nutzenergie in Form von Wärme, mechanischer Arbeit, chemisch gebundener Energie

und Licht mit einem Minimum an Aufwand zu decken. Er gibt jener Energieform den Vorzug, die ihm zu gleichen wirtschaftlichen Bedingungen ein Maximum an Bequemlichkeit und die grösste Versorgungssicherheit gewährleistet. Der Wettbewerb zwischen den einzelnen Energieträgern und die technische Entwicklung der Verbrauchsapparate lassen den Konsumenten relativ leicht einen Energieträger aufgeben, den er gestern noch bevorzugte, um sich einem neuen zuzuwenden, was bedeutende Substitutionen in der Energieversorgung nach sich zieht.

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, Naturgas, Rohwasserkraft und Spaltstoffe, die für eine Umwandlung in die Sekundär-Energieträger Gas und Elektrizität in Betracht kommen, wodurch der Konsument vom Versorgungsproblem befreit wird, da es sich bei der Sekundär-Energie um sogenannte Netzenergie handelt. Wie aus diesem Schema zu ersehen ist, werden zur Zeit nur drei Primär-Energiequellen, die festen Brennstoffe, die Erdölprodukte sowie das Naturgas direkt durch den Konsumenten 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 gelten aber immer noch als Primärenergieträger, weil die Raffination keine Weiche in Fig. 1 darstellt und ohne nennenswerte Verluste durchgeführt wird. Dieselben drei Primär-Energiequellen werden auch zur Erzeugung von Gas eingesetzt, welches zur Speisung von verschiedenen Verbrauchsapparaten zur Wärmeerzeugung bestimmt ist. Schliesslich eignen sich alle Primär-Energieträger für die Produktion elektrischer Energie, obschon die Kohle und das Naturgas in dieser Beziehung in der Schweiz gegenwärtig praktisch keine Rolle spielen. Andererseits erlaubt es die elektrische Energie, jede vom Konsumenten gewünschte Form von Nutzenergie zu liefern. Dies bedeutet jedoch nicht, dass es sich hier um den idealen Energieträger handelt, der alle anderen zu verdrängen vermöchte. Die technischen und wirtschaftlichen Bedingungen ziehen diesbezüglich Grenzen, die sich allerdings je nach den Lieferbedingungen und den Ansprüchen der Konsumenten verschieben können.

Gewisse besondere Energiequellen, wie elektrische Batterien, welche die Energie aus chemischen Reaktionen oder aus der Sonne beziehen, oder Radioisotopen sind in den vorliegenden Betrachtungen nicht berücksichtigt, denn sie spielen bei der allgemeinen Energieversorgung des Landes praktisch keine Rolle. Ebenso ist es nicht angezeigt, sich mit den Destillationsprodukten oder der Raffination der festen Brennstoffe und der Erdölprodukte zu befassen, die der Konsument nicht zu energetischen, sondern zu technischen Zwecken verwendet. Das gleiche gilt für Nutz- und Papierholz.

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 Energiearten in die gleiche Einheit umge-

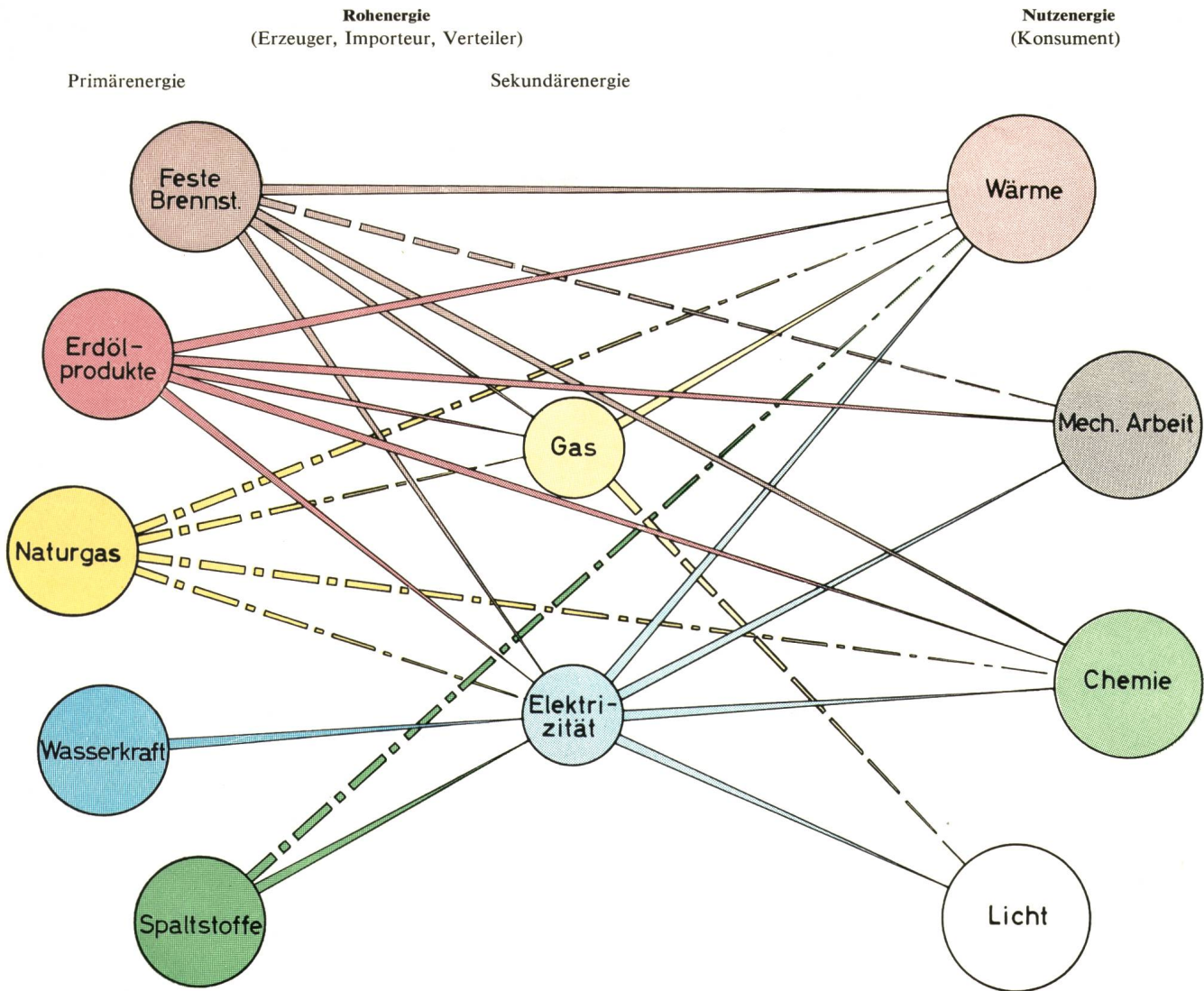


Fig. 1

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

- gegenwärtige Anwendungen
- im Laufe der Zeit aufgegebenen Anwendungen
- · - · - · in naher Zukunft mögliche Anwendungen

### I. Rohenergie

#### 1. Primärenergie

von der Natur gegebene Energiequelle

#### Energieträger:

Feste Brennstoffe: Kohle, Braunkohle, Brennholz.

Erdölprodukte: nur solche, die zu energetischen Zwecken verwendet werden.

Naturgas: wie es bei der Gewinnung anfällt.

Wasserkraft: nutzbare Wassermenge mal Fallhöhe.

Spaltstoffe: Natururan bzw. angereichertes Uran (in dieser Studie wurde der Energieaufwand für die Anreicherung nicht berücksichtigt).

#### 2. Sekundärenergie

durch Umwandlung erzeugte Energie (weil sie durch Netze verteilt wird, auch als «Netzenergie» bezeichnet).

#### Energieträger:

Gas

Elektrizität

### II. Nutzenergie

Wärme: Wärme- und Dampferzeugung für Fabrikationsprozesse in Industrie und Gewerbe; Raumheizung und Warmwasserbereitung; Übrige Wärmeanwendungen im Haushalt.

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

Chemie: Chemische Reaktionsprozesse wie Elektrolyse, Reduktionsprozesse, petrochemische Verfahren usw.

Licht: Beleuchtung ganz allgemein.

rechnet und dann zusammengezählt werden können. Sie stösst jedoch auf Schwierigkeiten, sobald es sich um Primär-Energieträger handelt, die erst nach der Umformung in Sekundär-Energieträger in den Substitutionswettbewerb treten. So erzeugt z. B. ein kg Kohle von 7000 kcal in einem Dampfkessel mit einem Wirkungsgrad von 80 % eine Nutzenergie-menge von 5600 kcal, während in einem Wärmekraftwerk die gleiche Menge Kohle 2,5...3,1 kWh ergibt, wobei, physikalisch gesehen, eine kWh nur 860 kcal entspricht. Nach Abzug der Transport- und Verteilverluste in der Grös-senordnung von 10 % erzeugt also ein kg Kohle, umgewan-delt in Elektrizität, nur noch 2000...2500 kcal Nutzenergie. Andererseits ersetzt eine aus Wasserkraft erzeugte kWh für die elektrische Zugförderung gegenüber der Dampftraktion rund ein kg Kohle. Darum sind Rohenergiebilanzen, welche die festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe sowie die Wasserkraft und die Spaltstoffe einschliessen, nicht in der Lage, Verfälschungen zu vermeiden und jedem Energieträ-ger seine wirkliche Bedeutung beizumessen.

Entgegen gewissen Usanzen wird hier für den Gesamt-vergleich die Nutzenergie betrachtet. Die daraus resultieren-den Darstellungen geben ein befriedigendes Bild, während bei den Rohenergiebilanzen die Bedeutung der Wasserkraft und der Spaltstoffe in ungebührlicher Weise herabgesetzt wird<sup>1)</sup>. Wenn auch bei der Nutzenergie die einzelnen Ener-gieträger sich auf einen gemeinsamen Nenner bringen las-sen, so wirft ihre Definition doch viele Probleme auf. Ins-besondere sind die gesamten Verluste zu erfassen, die bei Er-zeugung, Transport, Verteilung und Verwendung entstehen. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, sei hervorgehoben, dass die Nutzenergie, von der hier die Rede ist, am Austritt der Verbrauchsapparate geschätzt wird. Verluste zwischen die-sen und der in Wirklichkeit erwarteten Dienstleistung wer-den hier nicht in Betracht gezogen. Die Wirkungsgrade der verschiedenen Umwandlungen zwischen Roh- und Nutzener-gie beruhen auf Angaben von Erzeugern und Grossabneh-mern sowie auf Analysen, die sich auf Stichproben beziehen. Es handelt sich um durchschnittliche Erfahrungswerte, wel-che für schweizerische Verhältnisse ermittelt worden sind<sup>2)</sup>.

Beim Rohenergiebedarf ist zu berücksichtigen, dass der Inlandverbrauch an Erdölprodukten sich nicht ohne weiteres aus der Zollstatistik mit ihren Import- bzw. Verzollungszah-len bestimmen lässt, weil beachtliche Mengen gelagert und also nicht verbraucht werden. Einen besseren Maßstab für den Inlandverbrauch bilden die auf der Stufe des Importes ermittelten Absatzzahlen. Auch diese Ergebnisse sind nicht identisch mit dem tatsächlichen Verbrauch, weil sie die Schwankungen in der Vielzahl von Verbrauchertanks nicht erfassen. Die Absatzzahlen geben aber doch ein dem Ver-brauch besser angepasstes Bild als die Importzahlen. Diese Bemerkung gilt zum Teil auch für die festen Brennstoffe.

<sup>1)</sup> Um dies zu vermeiden, messen z. B. die UNO-Statistiken für Län-der mit vorwiegend thermischer Erzeugung der Wasserkraft ein Koh-lenequivalent bei, das den im Durchschnitt benötigten Kalorien zur Erzeugung einer kWh in einem Wärmekraftwerk entspricht (4200 kcal/kWh im Jahre 1950, 2800 kcal/kWh im Jahre 1960).

<sup>2)</sup> Zur Ermittlung der Umrechnungsfaktoren und Wirkungsgrade der verschiedenen Umwandlungen sei auf Anhang 1 und 2 des dritten Berichtes des Komitees für Energiefragen des Schweizerischen Natio-nalkomitees der Welt-Energie-Konferenz, «Wasser- und Energiewirt-schaft» Nr. 11 und 12, 1953, Nr. 1 und 2, 1954, verwiesen.

Als Energieeinheit wird, um Vergleiche zu erleichtern, für alle Energieträger die GWh (Gigawattstunde) verwendet. Die Verhältnisse zu den üblichen Einheiten lauten

$$1 \text{ GWh} = 1 \text{ Million kWh}$$

$$1 \text{ GWh} = 860 \text{ Millionen kcal}$$

### III. Bisherige Entwicklung des Nutzenergiebedarfes und dessen Deckung durch Rohenergie

#### III.1 Allgemeine Betrachtungen

Die Entwicklung des Nutzenergiebedarfes und dessen Deckung durch Rohenergie von 1910 bis 1967 geht aus Fig. 2, bzw. Tabelle I hervor. Diese wurden für das ganze Land auf Grund der statistischen Untersuchungen aufge-stellt, die seit langen Jahren für das Schweizerische National-komitee der Welt-Energie-Konferenz durchgeführt werden. Wenn man von unruhigen Zeiten, Wirtschaftskrisen und Weltkriegen absieht, fällt auf den ersten Blick die tiefgehende Veränderung im Rhythmus des Bedarfszuwachses im Laufe der letzten Jahre auf. Bis gegen 1950 erreichte die gesamte jährliche Zuwachsrate 2,5 % bei der Nutzenergie, bzw. 1,9 % bei der Rohenergie. Von diesem Zeitpunkt an erhöhte sich die Zuwachsrate auf 8 % für die Nutzenergie und auf 7,5 % für die Rohenergie; dies entspricht einer Steigerung um das Drei- bis Vierfache. Seit kurzem beginnt die Zu-wachsrate etwas abzusinken. Auf die sehr starke Expans-ion in den letzten zwei Jahrzehnten wird im folgenden noch näher eingegangen, ist sie doch ausschlaggebend für jede Voraussage, so ungenau diese auch sein mag.

Bei der Betrachtung des gesamten Nutzenergiebedarfes springt der stark überwiegende Anteil der Wärme ins Auge. Die Wärmeerzeugung stellte schon seit jeher den Hauptbe-darf dar. Der Energieverbrauch für die Erzeugung von me-chanischer Arbeit steht an zweiter Stelle und weist in den letzten Jahren eine starke Steigerung der jährlichen Zu-wachsrate auf. Die Nachfrage an Nutzenergie für chemische Zwecke und für Licht fällt dagegen im Verhältnis zu den beiden andern mengenmässig kaum ins Gewicht, und es wird deshalb in der Folge nicht mehr darauf eingegangen. Bei den chemischen Anwendungen ist im weiteren die Konkur-renz zwischen den einzelnen benötigten Primär- oder Sekun-där-Energieträgern weniger ausgeprägt, werden diese doch als Reaktionsmittel eingesetzt, sodass sie nicht untereinander ausgetauscht werden können, ohne den Fabrikationsprozess grundlegend zu ändern. Zur Lichtenergie ist zu bemerken, dass Gas und Leuchtpetrol, welche zu Beginn des Jahrhun-derts noch vorherrschten, fast vollständig durch die Elek-trizität verdrängt wurden.

Im Verlauf der Zeit hat sich die Verteilung des Nutzener-giebedarfes — ausgenommen den Anteil mechanischer Ar-beit — nicht stark verändert, wie dies aus der Tabelle I her-vorgeht.

Die benötigte Rohenergie hat sich im Verlaufe der letzten 50 Jahre um mehr als das Vierfache auf rund 140 000 GWh erhöht. Diese Bedarfszunahme wurde, abgesehen von der Wasserkraft als wichtigster einheimischer Rohenergiequelle, fast vollständig durch die Erdölprodukte gedeckt, die von 200 GWh im Jahre 1910 auf 2800 GWh im Jahre 1930, 11 900 GWh im Jahre 1950, 42 000 GWh im Jahre 1960 und 94 800 GWh im Jahre 1967 anstiegen. Die Erdölprodukte

Nutzenergie- bedarf nach Anwendung	1910		1920		1930		1940		1950		1960		1967	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Wärme	10 116	89,6	9 728	85,2	16 898	87,0	17 324	84,3	22 062	81,8	38 993	79,5	63 352	80,1
Mech. Arbeit	778	6,9	1 017	8,9	1 670	8,6	1 949	9,5	3 445	12,8	7 733	15,8	12 830	16,2
Chemie	388	3,5	649	5,7	824	4,2	1 240	6,0	1 397	5,2	2 205	4,5	2 750	3,5
Licht	6	—	20	0,2	29	0,2	36	0,2	58	0,2	115	0,2	165	0,2
<b>Total</b>	<b>11 288</b>	<b>100,0</b>	<b>11 414</b>	<b>100,0</b>	<b>19 421</b>	<b>100,0</b>	<b>20 549</b>	<b>100,0</b>	<b>26 962</b>	<b>100,0</b>	<b>49 046</b>	<b>100,0</b>	<b>79 097</b>	<b>100,0</b>
<b>Rohenergie- bedarf</b>														
Kohle	22 889	77,9	19 235	69,1	25 642	64,7	22 236	55,5	21 041	40,6	21 508	23,9	10 914	7,8
Holz	4 773	16,2	4 855	17,4	5 364	13,5	6 422	16,0	5 677	11,0	4 420	4,9	4 176	3,0
Erdölprodukte	208	0,7	518	1,9	2 780	7,0	3 024	7,6	11 867	22,9	42 052	46,6	94 811	67,5
Rohwasser	1 534	5,2	3 229	11,6	5 884	14,8	8 394	20,9	13 221	25,5	22 194	24,6	30 548	21,7
<b>Total</b>	<b>29 404</b>	<b>100,0</b>	<b>27 837</b>	<b>100,0</b>	<b>39 670</b>	<b>100,0</b>	<b>40 076</b>	<b>100,0</b>	<b>51 806</b>	<b>100,0</b>	<b>90 174</b>	<b>100,0</b>	<b>140 449</b>	<b>100,0</b>

deckten 1967 68 % des Rohenergieverbrauchs 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 22 900 GWh 78 % des Gesamtbedarfes. 1967 betrug ihr Anteil nur noch 10 900 GWh; das sind weniger als 8 %. 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.

Die technischen Verbesserungen der Einrichtungen zur Umwandlung der Rohenergie 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 Rohenergiebedarf hervor. Der Gesamtwirkungsgrad der Energieversorgung hat sich im Verlauf der Zeit sehr langsam von etwa 40 % im Jahre 1910 auf 56 % heute 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.

### III.2 Wärme

Fig. 3 zeigt die Aufteilung des Nutzenergiebedarfes für die Erzeugung von Wärme (Nutzwärme) nach Primär- und Sekundär-Energieträgern und deren Bedarfsdeckung durch Rohenergie. Wie für den Gesamtbedarf, stellt man auch hier seit Ende des zweiten Weltkrieges ein viel schnelleres Ansteigen des Bedarfes fest. Ferner ist ersichtlich, dass die bedeutende Steigerung praktisch allein von den Erdölprodukten aufgenommen wurde, welche im Jahre 1935 weniger als 8 %, 1967 aber 77 % des Bedarfes 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 gegenseitig konkurrenzieren, was zu wichtigen Substitutionen führen kann. Wie bereits erwähnt, haben sich die Erdölpro-

dukte im Laufe der letzten 20 Jahre vor allem zum Nachteil der festen Brennstoffe durchgesetzt und praktisch die ganze Bedarfszunahme übernommen.

Die Verteilung des Wärmebedarfes 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 Nutzenergieanwendungen selbst ist ein gewisser Zuwachs des Bedarfes 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.

### III.3 Mechanische Arbeit

Die Verteilung der Nutzenergienachfrage für die Erzeugung von mechanischer Arbeit nach Primär- und Sekundär-Energieträgern geht aus Fig. 4 hervor. Es 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. Dagegen stellt man im Sektor der Zugförderung den Einfluss der Elektrifizierung der Eisenbahnen fest, welche die Kohle nach und nach aus diesem Verwendungsgebiet verdrängt.

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

## IV. Analyse und Vorausschau des zukünftigen Nutzenergiebedarfes

### IV.1 Wärme

Der seit dem zweiten Weltkrieg viel stärkere Zuwachs bei der Wärme lässt es nicht zu, diesen einfach zu extrapolieren, ohne die Einflüsse näher zu untersuchen.

Gründliche Studien ergaben eine befriedigende Korrelation zwischen der gesamten Wärmenachfrage, dem Brutto-Sozialprodukt und der mittleren Jahrestemperatur; diese

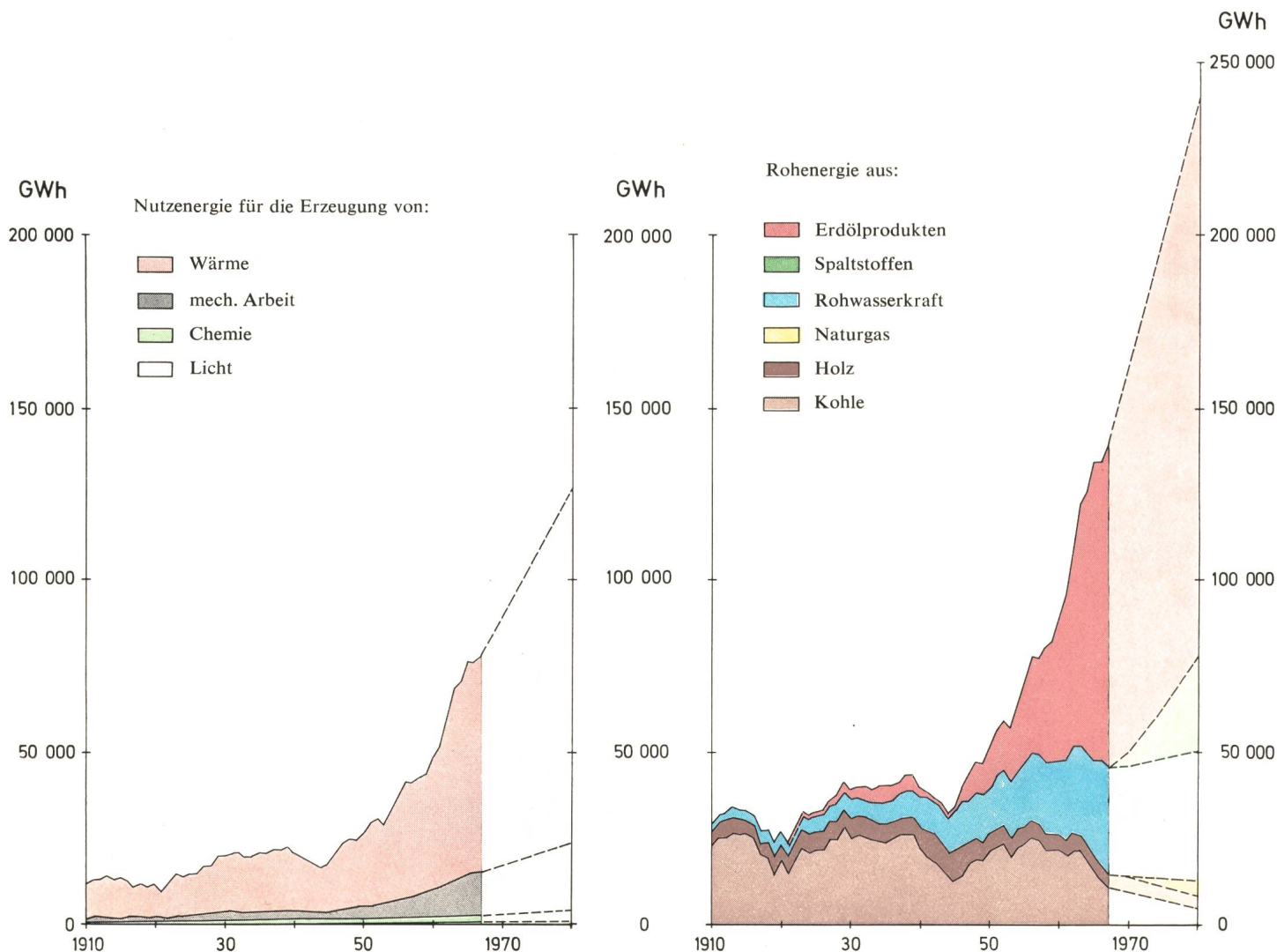


Fig. 2  
Nutz- und Rohenergiebedarf

Korrelation bildet daher die Grundlage der heutigen Prognose des Schweizerischen Nationalkomitees der Welt-Energie-Konferenz. Daraus lässt sich feststellen, dass die mittlere Jahrestemperatur eine Normalabweichung gegenüber dem vorhergehenden Jahre von  $\pm 0,9^{\circ}\text{C}$  aufweist, welche eine Normalabweichung des Nutzwärmebedarfes von  $\pm 5,2\%$  nach sich zieht. Dieser Wert zeigt deutlich die starken Veränderungen, denen die Energieversorgung infolge der Temperaturschwankungen von einem Jahr zum anderen ausgesetzt ist. In analoger Weise lässt sich auch die aussergewöhnliche Erhöhung des Energiebedarfes in den Jahren 1962 und 1963 erklären, während denen die Temperaturabweichungen gegenüber dem vorangegangenen Jahr  $-1,6^{\circ}\text{C}$ , bzw.  $-0,5^{\circ}\text{C}$  erreichte.

Die mittlere jährliche Erhöhung des realen Brutto-Sozialproduktes, das auch ein Bild des Zuwachses der Bevölkerung in sich schliesst, erreichte nahezu  $5\%$ , während die Zuwachsrates der Nachfrage an Nutzwärme nach Beseitigung der Temperaturschwankungen ungefähr  $7\%$  betrug. Die Nachfrage, bezogen auf die Einheit des realen Brutto-Sozialproduktes, stieg also im Mittel um  $2\%$ , während man in den meisten stark industrialisierten europäischen Ländern und in den USA eine Verminderung des Energieverbrauches pro

Einheit des Sozialproduktes beobachtet. Wie die seit 1965 registrierten Werte zeigen, dauert dieser Ausnahmestand an. Er steht wohl im Zusammenhang mit dem Bedarf an Bequemlichkeit der Mehrheit der Bevölkerung, die bereit ist, dafür einen wesentlichen Anteil ihres Einkommens auf Kosten anderer Verbesserungen ihres Lebensstandards zu bezahlen.

Eine einfache Extrapolation der Gesamtwärme auf der besprochenen Basis würde zu unververtretbaren Ergebnissen führen. Um eine vernünftige Voraussage für die zukünftige Entwicklung zu erzielen ist anzunehmen, dass sich die wirtschaftliche Entwicklung normalisieren und der Rhythmus der Wärmezunahme wieder auf Werte zurückgehen wird, die von der gleichen Grössenordnung oder sogar kleiner sind als die Zuwachsrates des Sozialproduktes, wie dies der Tendenz in mehreren industrialisierten Ländern entspricht.

Auf Grund dieser Erwägungen dürfte der Verbrauch an Nutzwärme, der 1967 63 000 GWh betrug, in den kommenden Jahren folgende Werte erreichen:

1970:	72 000 GWh
1975:	87 000 GWh
1980:	102 000 GWh

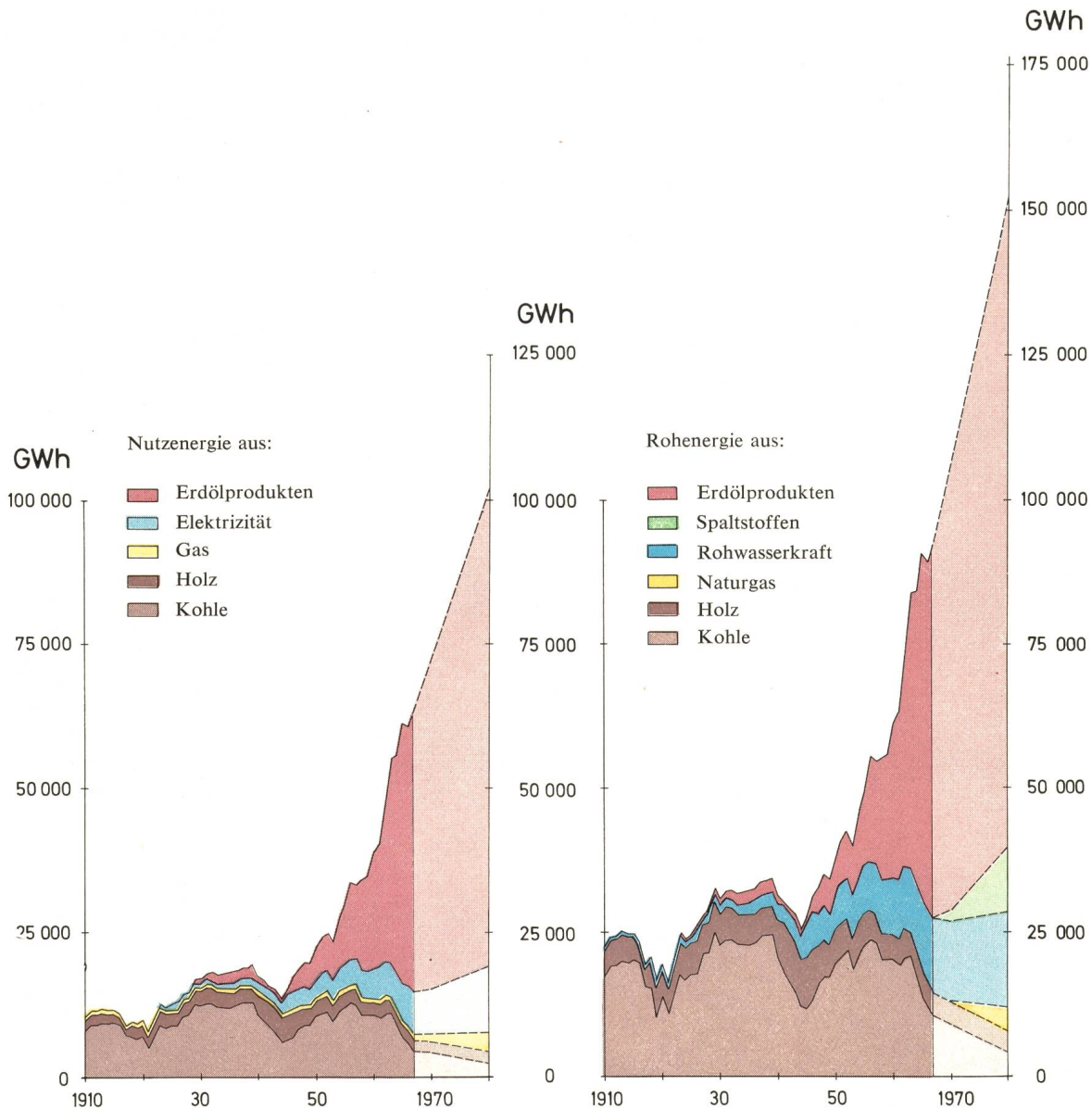


Fig. 3  
Wärme

Nutzenergiebedarf für die Erzeugung von Wärme und Deckung durch Rohenergie  
Verteilung nach Primär- und Sekundär-Energieträgern

#### IV.2 Mechanische Arbeit

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

Um die mutmassliche Entwicklung des Verbrauches an flüssigen Treibstoffen (den Flugverkehr ausgenommen) vor auszusehen, hat sich der Motorisierungsgrad (Anzahl Fahrzeuge auf 100 Einwohner) als brauchbarer Schlüssel erwiesen. In den letzten Jahren wies die Schweiz eine sehr konstante Entwicklung der Motorisierung auf: eine gleichmässige jährliche Zunahme von ungefähr 11 %, die sich bis in das letzte Jahr fortsetzte. Dieser Zuwachs ist als sehr hoch zu bezeichnen, umso mehr als die Motorisierung 1967 19,8 Fahrzeuge pro 100 Einwohner erreichte. Es zeichnet sich bereits eine gewisse Sättigung ab, die sich für die nächsten Jahre

noch verstärken dürfte. Dies entspricht übrigens den in anderen europäischen Ländern und in den USA gemachten Feststellungen. Unter der Voraussetzung, dass die gegenwärtige Wirtschaftskonjunktur weiter anhält, dürfte der Motorisierungsgrad in der Schweiz auf 25 im Jahr 1975 und auf 28 im Jahre 1980 ansteigen. Um den Verbrauch 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, wie Fig. 4 zeigt, 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 1967 wie folgt auf die verschiedenen Anwendungsgebiete:

Zugförderung	18 %
Haushalt, Gewerbe, Landwirtschaft	20 %
Industrie	62 %

Die Analyse der gegenwärtigen Tendenz zeigt, dass der Energieverbrauch für die Zugförderung sich nahe der Sättigung befindet und sich daher verhältnismässig zu Gunsten der anderen Sektoren vermindern könnte, sofern sich im Bahnbetrieb nicht neue Gesichtspunkte durchsetzen. Wird für die anderen Sektoren ein etwas geringerer Zuwachs als in den letzten Jahren angenommen — aber doch ein verhältnismässig starker mit Rücksicht auf die zunehmende Rationalisierung und Automatisierung — 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 1967 12 800 GWh erreichte, dürfte sich folgende Entwicklung ergeben:

1970:	15 000 GWh
1975:	18 000 GWh
1980:	21 000 GWh

Der Anteil der mit elektrischer Energie erzeugten mechanischen Arbeit, der im Jahre 1949 noch 72 % betrug, ist bis heute auf 49 % 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 ansteigt, 1970 auf ungefähr 17 % der totalen Nutzenergie stabilisieren.

#### IV.3 Gesamter Nutzenergiebedarf

Aufgrund der Betrachtungen in den Unterabschnitten IV.1 und 2 und ähnlicher Analysen auf dem Sektor der chemischen Energie und der Beleuchtung dürfte sich die totale Nachfrage an Nutzenergie, welche 1967 79 000 GWh betrug, wie folgt entwickeln:

1970:	90 000 GWh
1975:	109 000 GWh
1980:	127 000 GWh

Dies entspricht einer mittleren jährlichen Zuwachsrate von 3,8 % für die Periode 1970...1975 und von 3,2 % für 1975...1980.

#### V. Entwicklungstendenz des Rohenergiebedarfes

Ausgehend von der im vorangegangenen Abschnitt geschätzten Nutzenergienachfrage ist es nun möglich, den Rohenergiebedarf zu bestimmen, indem für jeden Energieträger der mittlere Wirkungsgrad der Umwandlung und dessen mögliche Entwicklung in jedem Sektor berücksichtigt wird. Für die Elektrizität wird z. B. die Wasserkraft mit einem Umwandlungsfaktor von 80 % und der Bedarf an Spaltstoffen mit einem solchen von 30 % ermittelt, indem als Brutto-Kernenergie die durch den Spaltstoff im Reaktor erzeugte Wärme bezeichnet wird.

Auf diese Weise ergeben sich die nachfolgenden Werte für den jährlichen Rohenergiebedarf, der 1967 140 000 GWh betrug:

1970:	165 000 GWh
1975:	200 000 GWh
1980:	239 000 GWh

Der Vergleich dieser Werte mit denjenigen für die Nutzenergie zeigt, dass der Gesamtwirkungsgrad sich als Folge des allmählichen Übergangs auf andere Energieträger mit verschiedenen Umwandlungswirkungsgraden und auch der strukturellen Veränderungen gewisser Nutzenergieverbraucher ändert. Das Ergebnis und die Erfahrung bestätigen immerhin, dass die Prognose von der Nutzenergie ausgehen sollte, auch wenn einer derartigen Prognose gewisse Ungenauigkeiten anhaften, da die mittleren Umwandlungswirkungsgrade nicht sehr genau bekannt sind. Aber dieser scheinbare Nachteil wird reichlich kompensiert durch die Möglichkeit, die Struktur des Energieverbrauches und die Auswirkung der Substitutionen von Energieträgern im einzelnen zu erfassen.

Die relative Bedeutung der verschiedenen Energieträger für die Deckung des Rohenergiebedarfes 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 nach 1970 erreichen wird und dass der Anteil der Spaltstoffe sehr rasch zunehmen und 1980 rund 11 % des Gesamtbedarfes decken wird. Die relative Bedeutung der Spaltstoffe würde allerdings auf Kosten der Erdölprodukte noch rascher zunehmen, falls ihre Energie für die Wärmeanwendungen auf wirtschaftliche Weise direkt verteilt und verwendet werden könnte.

#### VI. Vorausschau der einzelnen Zweige der schweizerischen Energiewirtschaft

Diese Vorausschau stammt aus den Berichten der einzelnen Fachverbände.

##### VI.1 Das Erdöl

##### VI.1.1 Weltvorräte und Bezugssicherheit

Bei einer Erdölförderung der Welt von 1,8 Milliarden Tonnen im Jahre 1967 entsprechend ca. 20 Millionen GWh liegen die wahrscheinlichen Reserven an Erdöl nach den Schätzungen der Geologen in der Grössenordnung zwischen 600 und 800 Milliarden Tonnen. Die erwiesenen Erdölreserven, welche nur das mit erprobten Methoden förderbare Rohöl erbohrter Quellen erfassen, betragen 1967 rund 57 Milliarden Tonnen. Aus Kostengründen beschränkt sich die internationale Erdölindustrie darauf, die erwiesenen Erdölreserven im Rahmen des steigenden Bedarfes einer Verbrauchergeneration zu halten. Selbst wenn der Weltbedarf an Erdöl weiterhin jährlich im bisherigen Rahmen von 5...7 % ansteigen würde — was wenig wahrscheinlich ist — droht auf lange Zeit hinaus keine Verknappung des Rohstoffes. Im anvisierten Zeitraum darf man eher damit rechnen, dass der bis anhin chronische Rohölüberhang weiter bestehen bleibt.

Aus dieser Sachlage zu schliessen, dass weltweit, europaweit und insbesondere in der Schweiz die Erdölprodukte so preisgünstig bleiben wie in den letzten zehn Jahren, geht nicht ohne weiteres an. Preisauftreibend wirken die höheren Kosten der Erdölforschung, die steigenden Abgaben an die Förderländer und die sich ebenfalls vertuernden Vertriebskosten einschliesslich die Auswirkungen der sich verschärfenden Sicherheitsvorschriften zum Schutze der Wasser-

und Lufthygiene. Andererseits stachelt der zwischen den Lieferanten herrschende Wettbewerb zu weiteren noch möglichen Rationalisierungsmassnahmen im Transport, in der Verarbeitung, in der Lagerung und im Vertrieb an, die eine Verbilligung in sich schliessen. Insbesondere hat auch der Durchschnittskonsument noch die Möglichkeit, durch erhöhte eigene Lagerkapazität der kostenintensiveren und daher teureren Belieferung in kleinen Mengen auszuweichen. Insgesamt darf daher angenommen werden, dass die Preisauftriebstendenzen, gemessen am Durchschnittspreis 1967 einer Tonne Erdölprodukte, sich im anvisierten Zeitraum in begrenztem Rahmen halten und keineswegs prohibitiv wirken werden. Weil es sich um Koppelprodukte handelt, wird die Verteuerung der weniger in Substitutionswettbewerb stehenden etwas stärker, die der anderen aber weniger gross sein.

Die schweizerische Erdölforschung ist bisher erfolglos geblieben. Unser Land ist daher auf den Import von Erdöl oder Erdölprodukten angewiesen. Man bezieht sie, wenn immer möglich, aus den nächstgelegenen Quellen oder Raffinerien, um Frachtkosten zu sparen. Die Bezüge lassen sich aber auf andere, ferner gelegene Provenienzen umstellen. Die Produktionsländer mit den grössten Erdölreserven und den grössten Überschüssen in der Förderung (im Vergleich zum Inlandverbrauch) liegen im mittleren Osten und in Afrika (insbesondere Nordafrika). Ebenso bedeutende Produktionsgebiete mit Exportmöglichkeiten finden sich in Mittelamerika, in Nordamerika, in der UdSSR und in geringerem Masse in Indonesien.

Die Versorgung mit Erdölprodukten ist also nicht gefährdet. Die Ölindustrie hat, nur gestützt auf ihre eigenen vorsorglichen Massnahmen, verschiedene «Versorgungskrisen» (Mittelost-Wirren 1967, französische Wirren 1968) für den Konsumenten, abgesehen von vorübergehenden Preissteigerungen, praktisch unmerklich überwinden können. Die aussereuropäische Ölversorgung könnte sich auch als Stärke erweisen, weil sie ermöglicht, Erdöl nicht nur aus ein bis zwei Produzentländern, sondern aus wenigstens fünf Kontinenten oder Subkontinenten mit mindestens 30 ausgesprochenen Exportländern zu beziehen, wobei diese reiche Ausweichmöglichkeiten zulassen. Zudem ist für die sichere Versorgung weniger die Länge des Transportweges als die Vielfalt der Wege und der einsetzbaren Transportmittel entscheidend. Diese Vielfalt ist bei der Beförderung von Erdöl und seinen Produkten von der Quelle bis zum Konsumenten sehr gross.

Im übrigen ist die Sicherstellung von Importgütern für Notzeiten im Kriegsvorsorgegesetz geregelt, das auch für die Erdölprodukte gilt. Die Versorger aus Import und ab Inland-Raffinerien sind gehalten, Pflichtlager für flüssige Treib- und Brennstoffe im Ausmass eines Halbjahresbedarfes, stets gemessen am steigenden Jahreskonsum, anzulegen. Dabei wird die Dezentralisation der Inlandlager gefördert. Zu den Pflichtlagern kommen die betrieblich bedingten Lager der Inlandraffinerien, die dezentralisierten Manövriertlager der Importeure, Grossisten und Detaillisten und schliesslich die Vielzahl der Konsumentenlager hinzu. Alle zusammen bieten selbst im Falle einer kürzeren völligen Abgeschnittenheit von weiteren Zufuhren eine beachtliche Versorgungssicherheit. Sie geht weiter als jede im Ausland getroffene oder zur Diskussion stehende Vorratshaltung. Im übrigen bilden die einzelnen Gesellschaften der internationalen Ölindustrie

jede für sich und im Sektor der gemeinsam betriebenen Rohrleitungen und Raffinerien ein «Verbundsystem» eigener Art, das sie aus eigenem Interesse zwingt, dafür zu sorgen, dass die getätigten hohen Investitionen nirgends brachliegen. Diese Gruppen sorgen deshalb von sich aus dafür, die weltweit gestreuten Quellen und Transportmöglichkeiten in den Dienst des quantitativen und preislichen Ausgleichs zu stellen, wenn irgendwo Versorgungsschwierigkeiten auftreten. Dieser Ausgleich ist erprobt und funktioniert.

#### VI.1.2 Forschungsprobleme und ihre tendenziellen Auswirkungen

Die Forschung im Ölsektor beschränkt sich nicht auf die Erschliessung neuer Lagerstätten. Sie wendet sich auch der Verbesserung der Produkte und der Schaffung neuer Ölderivate zu. Von Allgemeininteresse sind die Bemühungen, den Schwefelgehalt der Produkte herabzusetzen und damit zur Verbesserung der Lufthygiene beizutragen. Im Bereich der Hausbrandheizöle ist das von den Lufthygienikern gesteckte Ziel bald einmal erreicht. Im Bereich der flüssigen Treibstoffe wird in Verbindung mit den Motorenherstellern danach getrachtet, den Ausstoss schädlicher Auspuffgase quantitativ zu vermindern, bzw. auszuschalten. Vermehrte Aufmerksamkeit wird auch den Problemen der Wasserhygiene gewidmet und den diesbezüglichen behördlichen Bestrebungen alle Unterstützung geliehen.

In der Raffinationstechnik geht der Trend in Richtung auf die technisch perfekte Grossraffinerie. Sie gestattet, den Ausstoss an einzelnen Erdölprodukten noch flexibler und marktkonformer zu halten. Sie zielt darauf ab, durch Umformung und insbesondere Kracken den Anteil der wertvolleren hellen Produkte zu Lasten der schweren Heizöle zu erhöhen. Auf schweizerische Verhältnisse projiziert lässt sich vermuten, dass mit steigendem Konsum zunächst die bestehenden Raffinerien erweitert und ausgebaut werden, bevor zum Neubau einer dritten, später einer vierten Raffinerie geschritten wird. Immer aber wird aus technischen Gründen die Schweiz auf den Import von fertigen Erdölprodukten angewiesen bleiben, vermutlich im Ausmass von mindestens  $\frac{1}{3}$  des Gesamtverbrauchs an Erdölprodukten. Damit bleibt auch die Verbindung zum sogenannten «freien Ölmarkt» Europas und der Welt bestehen. Dieser wird aus den Überschüssen der Raffinerien der internationalen Ölgruppen, von unabhängigen Raffinerien sowie aus den Oststaaten gespeist; er wird von schweizerischen Grossisten-Importeuren beansprucht und ist für das Wettbewerbsgeschehen bedeutsam.

Im Sektor des Transportes stellt die absehbare Zukunft unter schweizerischem Blickwinkel keine besonderen Probleme. Für die Rohölversorgung ist das europäische Pipeline-netz im Verbundnetz so gut wie fertig erstellt und auf den steigenden Bedarf ausgerichtet. Für die Schweiz stellt sich lediglich die Frage von Anschluss-Pipelines, sofern eine oder zwei weitere Raffinerien erstellt werden müssen. Im Bereich der Binnenschifffahrt, des Eisenbahn- und Strassennetzes zur Versorgung mit Erdölprodukten sind alle Anlagen vorhanden oder aus Gründen des steigenden Allgemeinverkehrs eingeplant, welche die Erdölbranche benötigt.

Die Substituierung von energetischen Erdölprodukten durch andere Energiearten hängt davon ab, wann Erdgas oder Elektrizität aus Kernkraftwerken zu konkurrenzfähigen Preisen zur Verfügung steht.

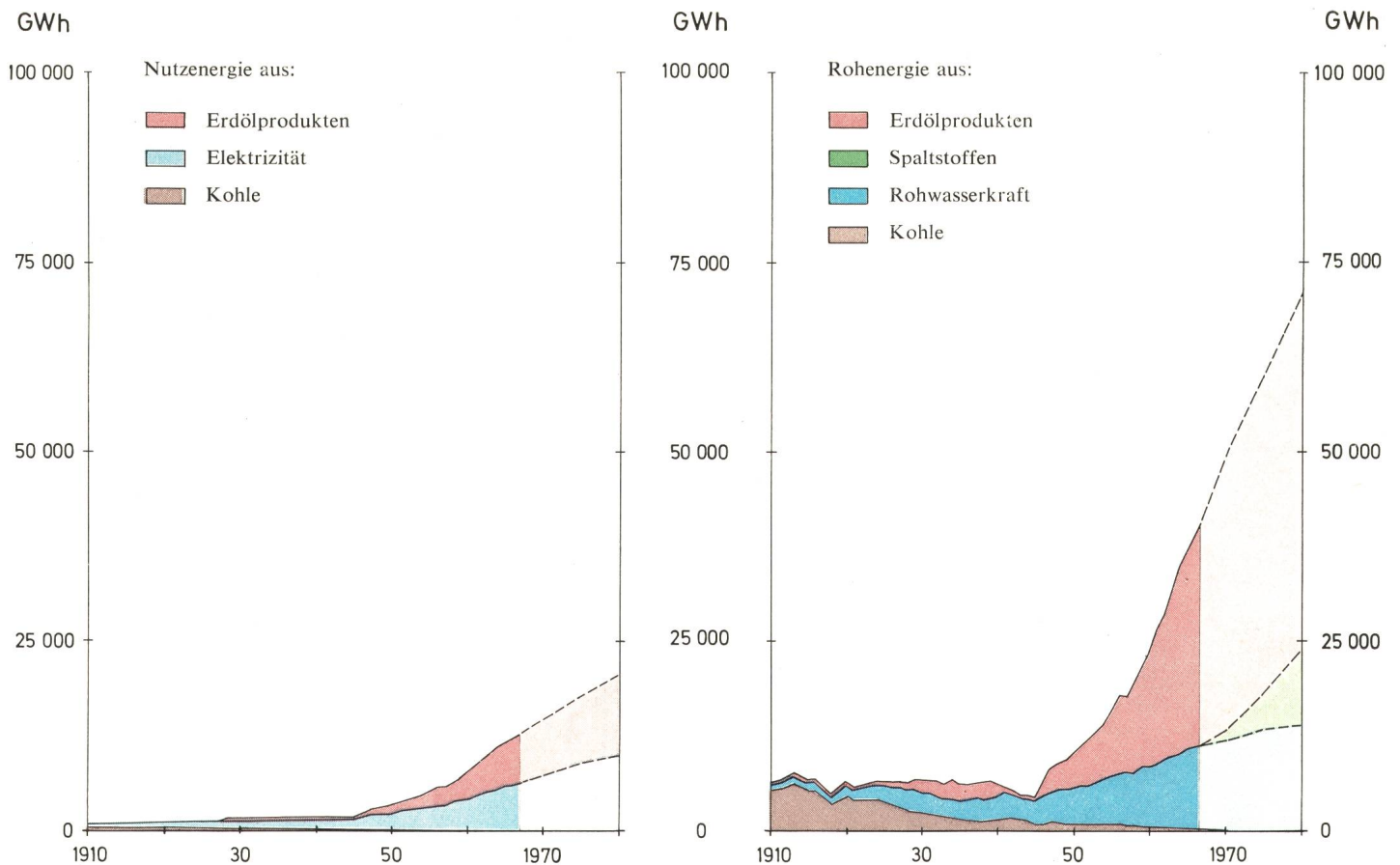


Fig. 4

**Mechanische Arbeit**  
**Nutzenergiebedarf für die Erzeugung von mechanischer Arbeit und Deckung durch Rohenergie**  
**Verteilung nach Primär- und Sekundär-Energieträgern**

### VI.1.3 Voraussichtliche quantitative Entwicklung

Die Ölbranche rechnet für die nächsten Jahre mit steigenden Absätzen an Erdölprodukten. Die Zuwachsraten werden allerdings geringer als im zurückliegenden Jahrzehnt sein, aber doch leicht höher als die Zuwachsraten des realen Brutto-Sozialproduktes. Wie lange diese Steigerung noch andauert, hängt von der Entwicklung der Bevölkerung und von den obenerwähnten Substitutionsmöglichkeiten ab. Nach der Vorausschau der Branche werden diese aber kaum vor Mitte des nächsten Jahrzehnts ins Gewicht fallen. Darüber hinaus möchte aber die Ölbranche die quantitative Entwicklung nicht vorausschätzen. Für die beiden nächsten Stichjahre wird der Gesamtabsatz an Erdölprodukten (einschliesslich Eigenverbrauch der Inlandraffinerien), welcher 1967 9,2 Millionen Tonnen erreichte, mindestens betragen:

1970	1975
10,5 Mio t	12,6 Mio t

In der Zusammensetzung der Erdölprodukte nach energetischen einerseits und technischen andererseits wird sich eine leichte Verschiebung zugunsten der technisch verwendeten Produkte ergeben, weil Ölprodukte als petrochemische Rohstoffe an Bedeutung gewinnen werden.

Nach Abzug der technischen Erdölprodukte entsprechen die obenerwähnten Absatzschätzungen jährlichen Rohenergiemengen von

1970	1975
ca. 115 000 GWh	ca. 136 000 GWh

### VI.2 Die festen Brennstoffe

#### VI.2.1 Die einheimischen Brennstoffe

In normalen Zeiten ist das Brennholz der einzige praktisch verwendete einheimische Brennstoff der Schweiz. Es wies seit langer Zeit regelmässig einen jährlichen Verbrauch von rund 1,2 Millionen Tonnen auf, was einer Bruttoenergiemenge von rund 5000 GWh entspricht. Aus Bequemlichkeitsgründen sowie der verhältnismässig hohen Brennholzpreise wegen wird es immer weniger verwendet. Dadurch weist der Brennholzverbrauch eine leicht fallende Tendenz auf, was nicht ohne Folgen für die Nutzung unserer Wälder sein dürfte.

In Krisenzeiten kann die Brennholzproduktion allenfalls gesteigert werden. So wurde sie z. B. im zweiten Weltkrieg auf 2,0...2,2 Millionen Tonnen erhöht, was einer Bruttoenergie von 8000...9000 GWh entspricht. Es ist aber immerhin zu bemerken, dass eine Steigerung mehrjährige Vorbereitungen benötigt und beachtliche zusätzliche Arbeitskräfte und andere Hilfsmittel, insbesondere Transportmittel, beansprucht.

Während der zwei Weltkriege wurden in der Schweiz einige Lager von Torf, Braunkohle und Anthrazit ausgebeutet, die aber nicht rentabel waren. Die Förderung dieser Energieträger erreichte im Jahre 1945 ein Maximum von

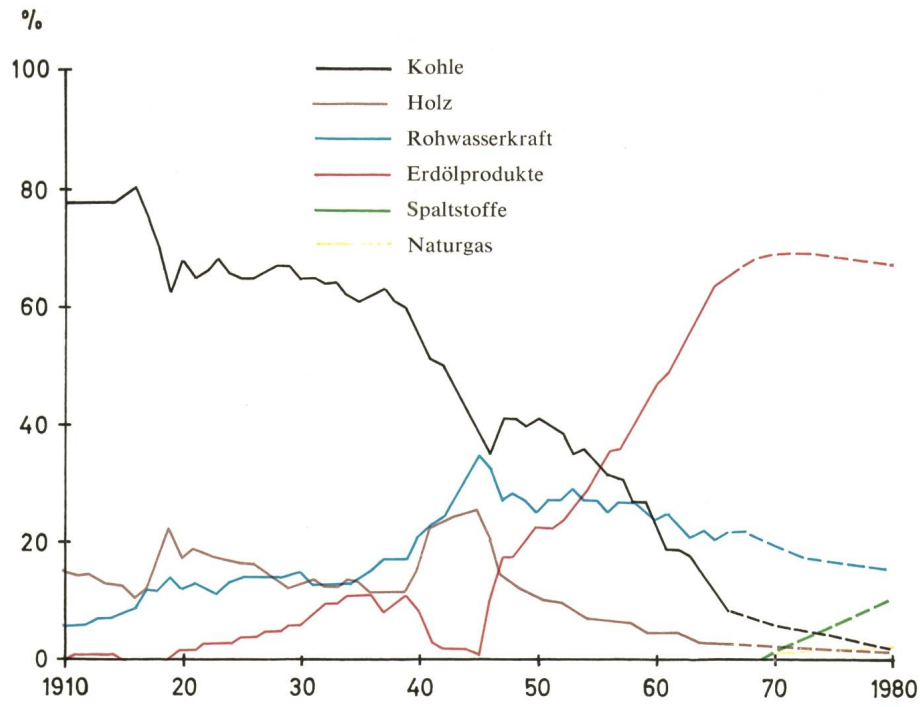


Fig. 5  
 Prozentualer Anteil der einzelnen Energieträger am gesamten Rohenergieverbrauch der Schweiz

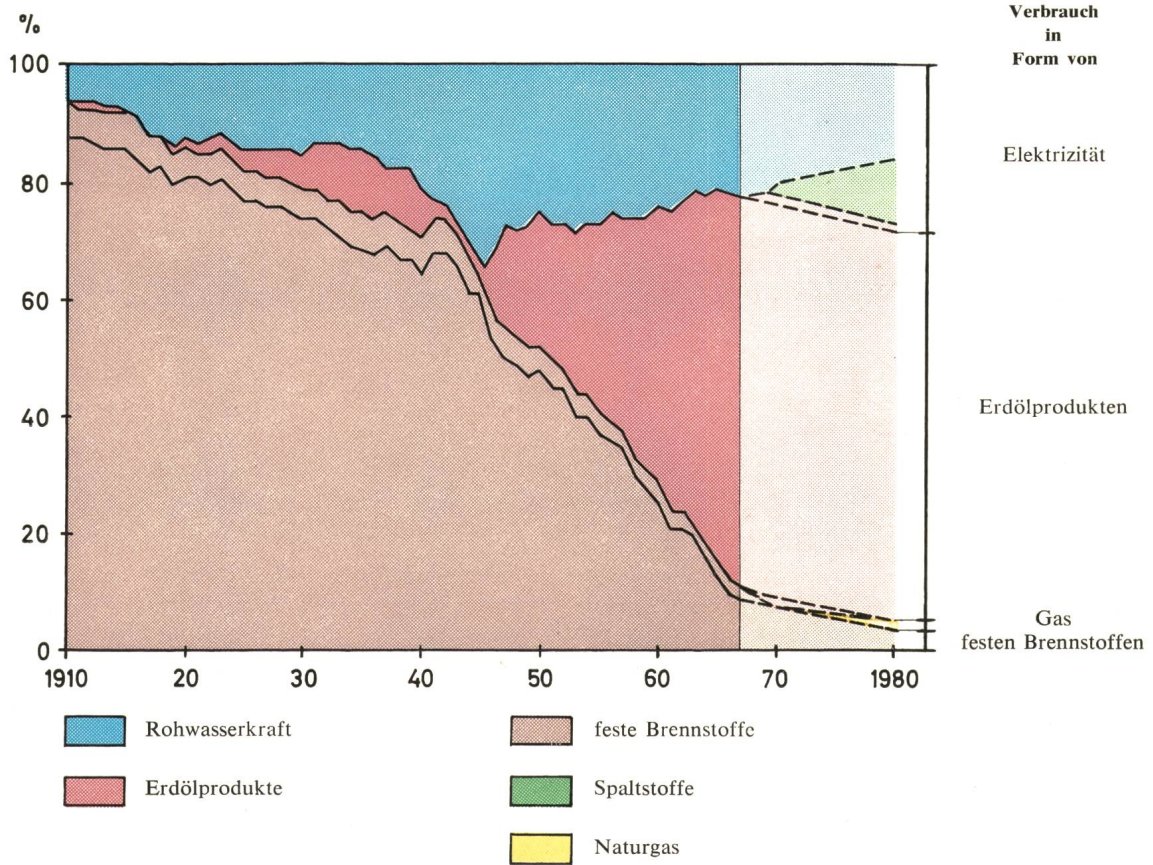


Fig. 6  
 Prozentuale Aufteilung zwischen den einzelnen Rohenergieträgern

rund 0,8 Millionen Tonnen entsprechend 3000 GWh. Es ist aber wenig wahrscheinlich, dass bei einer neuen Krise diese Werte nochmals erreicht würden, da diese Lager heute zum grössten Teil erschöpft sind.

#### VI.2.2 Weltvorräte und Bezugssicherheit der Kohle

Der Anteil der Kohle an den geologisch festgestellten Gesamtvorkommen aller fossilen Brennstoffe ist überwältigend. Die erforschten Steinkohlevorkommen werden mit 7500...14 000 Milliarden Tonnen angegeben, wovon 600...2400 Milliarden Tonnen entsprechend 5...20 Milliarden GWh als nachgewiesen gelten. Hierzu kommen die Braunkohlevorkommen von etwa 2000 Milliarden Tonnen.

Die geographische Verteilung der nachgewiesenen Kohle- und Braunkohlevorkommen ist in der folgenden Tabelle gegeben:

	%
Europa ohne UdSSR	8,2
UdSSR	28,5
Nordamerika	51,5
Südamerika	0,5
Asien ohne UdSSR	9,8
Afrika	1,0
Australien	0,5
	100,0

Die Kohle ist für die Schweiz eine verhältnismässig sichere ausländische Energiequelle, da sie in Europa gewonnen wird. Die kurzen Zufuhrwege könnten sich im Kriegsfall als vorteilhaft erweisen.

Andererseits werden für Krisenzeiten Kohlevorräte geschaffen. Es sei in diesem Zusammenhang erwähnt, dass die Lagerkosten für Kohle verhältnismässig geringer sind als für die übrigen fossilen Brennstoffe. Ein Anteil der für das Öl gesetzlich vorgeschriebenen Lagerung wird deswegen von Industriellen in Kohle angelegt.

#### VI.2.3 Die Kohlenkrise

In den Produzentenländern des EWG- und EFTA-Raumes ist seit einigen Jahren eine eigentliche Kohlenkrise eingetreten. So ging z. B. allein in der Bundesrepublik Deutschland die Kohleförderung von 150 Millionen t im Jahre 1957 auf knapp 120 Millionen t entsprechend 980 000 GWh im Jahre 1967 zurück. Im selben Zeitraum sank die Zahl der Beschäftigten im Steinkohlenbergbau von 604 000 auf 250 000 Personen. Ähnlich, wenn auch weniger ausgeprägt, verlief die Entwicklung in Belgien, Holland, Frankreich und England.

Auch in der Schweiz ist der Kohlenmarkt durch eine rapide Regression gekennzeichnet. Die Entwicklung der Verbrauchsanteile in den letzten Jahren lässt erkennen, dass der Rückgang in der Industrie sprunghaft erfolgte, während die Regressionskurve im Hausbrand eher langsam verläuft.

Die Gewichtsverschiebung von der Kohle zum Heizöl hat ihren Ursprung einerseits darin, dass sich die Preise des Heizöls relativ zu denjenigen der Kohle immer mehr nach unten verschoben haben. Andererseits aber, und dieser Punkt fällt wohl ebenso stark ins Gewicht, weisen Wärmeaggregate für Heizöl Vorteile auf, die von der Kohlenfeuerungstechnik relativ spät und nur mit teilweisem Erfolg nachgeholt wurden.

Im Hausbrand dürfte der «strukturelle Rückgang» des Kohleverbrauchs mit der Anteilverschiebung der Neubauten (Zentralheizung) gegenüber den Altbauten Schritt halten. Im Einzelofensektor hingegen hat sich gezeigt, dass die festen Brennstoffe gegenüber dem Heizöl durchaus konkurrenzfähig bleiben können.

Bei den schweizerischen Gaswerken hat der Rückgang des Kohleverbrauchs wirtschaftlich bedingte technologische Wandlungen zur Ursache und muss demnach als irreversibel betrachtet werden.

Weniger einheitlich wird die Entwicklung in der Industrie verlaufen. Zwar hat in den jüngsten Jahren gerade hier eine umfassende Ablösungstendenz von der Kohle zugunsten des Heizöls stattgefunden. Es wird dennoch für möglich gehalten, dass in diesem Bereich — unter dem Eindruck der weiteren weltenergiewirtschaftlichen Entwicklung — ein gewisses Umdenken Platz greifen wird; doch wäre es müssig, darüber konkrete Prognosen anzustellen.

### VI.3 Das Gas

#### VI.3.1 Technische und strukturelle Entwicklung der schweizerischen Gaswirtschaft

Traditionell beruhte die schweizerische Gaswirtschaft auf der Gewinnung von Stadtgas in zahlreichen Ortsgaswerken durch das Verfahren der Steinkohlendestillation und deren Verteilung in Ortsgasnetzen.

Neue Gaserzeugungsverfahren auf der Basis von Erdöl-derivaten (Spaltanlagen für die Verarbeitung von Leichtbenzin, Flüssiggas oder Naturgas zu Stadtgas, sowie Anlagen für die Produktion von Propan/Luftgemisch) wurden in den letzten Jahren eingesetzt. Ferner wurde die Gasproduktion soweit möglich in Grossbetrieben konzentriert und entsprechende Fernversorgungssysteme aufgebaut. So wurden z. B. der Gasverbund Ostschweiz (GVO) mit Produktionsstätte in Zürich und der Gasverbund Mittelland (GVM) mit Produktionsstätte in Basel geschaffen.

Steigende Kosten haben aber die erhofften Rationalisierungsgewinne weitgehend absorbiert. Grosse Hoffnungen werden nun auf eine Verbesserung der Wettbewerbslage der Gaswirtschaft durch Beschaffung von Naturgas gesetzt.

#### VI.3.2 Vorräte und Versorgungssicherheit des Naturgases

Bis heute sind in der Schweiz keine Naturgaslager gefunden worden. Ab 1970 wird Naturgas zunächst in kleineren Mengen eingeführt. Ferner sind bedeutende Entwicklungsprojekte im Studium. Daher ist es angezeigt, auch die Disponibilitäten und die Importmöglichkeiten zu untersuchen.

Ansehnliche Naturgasreserven sind heute in der Welt bekannt. Ausserdem wurden in den vergangenen Jahren neue Naturgaslagerstätten in raschem Rhythmus entdeckt. Indessen sind die Naturgasfelder geographisch sehr unregelmässig verteilt. Die zum Teil grossen Entfernungen zwischen Fundstätten und Konsumzentren verlangen den Aufbau recht grosser Transportsysteme.

Die westeuropäischen Naturgasreserven wurden Ende 1967 auf rund 3700 Milliarden m<sup>3</sup> entsprechend 39 Millionen GWh geschätzt, wobei der Hauptteil auf das holländische Feld von Slochteren (Provinz Groningen) entfällt. Die unablässige Bohrtätigkeit im Nordseegebiet lässt ein weiteres Ansteigen der Reserven Westeuropas erwarten. Daneben bestehen auch Importmöglichkeiten für Naturgas aus Russland

und Nordafrika; die Naturgasreserven Nordafrikas betragen im Jahre 1967 rund 4400 Milliarden m<sup>3</sup>.

Die Lage der Schweiz im Herzen Europas versetzt sie theoretisch in eine sehr günstige Situation, da die drei Versorgungslinien aus Holland, Nordafrika und Russland konvergierend auf sie zustossen. In der Praxis aber wirkt sich die bescheidene Grösse des Inlandmarktes und die Länge der in der Schweiz endenden Transportleitungen eher nachteilig aus. Etwas anders würden die Dinge liegen, wenn eine grosskalibrige Transitleitung durch die Schweiz führen würde; in diesem Fall würden für die Schweiz nur anteilige Transportkosten anfallen.

Die Gasversorgungsunternehmen haben sich der kriegswirtschaftlichen Lagerhaltungspolitik bisher schon unterzogen. Mit dem Import von Naturgas wird zwar ein neuer Energieträger in der Schweiz erscheinen; im Hinblick auf die kriegswirtschaftliche Lagerhaltung wird aber nicht eine qualitativ neue Lage geschaffen.

Bei einer starken Expansion der Naturgasverwendung wird die Anlage von Aquiferspeichern <sup>3)</sup> in der Schweiz allein schon aus betrieblichen Gründen unerlässlich sein; die Lösung des kriegswirtschaftlichen Lagerhaltungsproblems wird sich damit verbinden lassen. Dabei ist zu beachten, dass nicht unbedingt der ganze Naturgaskonsum durch Gas-speicherung sichergestellt werden muss. Industrielle Feuerungsanlagen können relativ leicht von gasförmigen auf flüssige Brennstoffe umgestellt werden. Die beiden grossen Spaltanlagen der Produktionszentralen Basel und Zürich können für die Erzeugung eines naturgasähnlichen Ersatzgases aus Leichtbenzin umgestellt oder umgebaut werden. Somit könnte ein Teil der Lagerhaltung durch flüssige Brennstoffe erfüllt werden.

### VI.3.3 Lösungsmöglichkeit für Naturgasbeschaffung

Das Ausmass des Marktanteiles, den das Naturgas für sich gewinnen wird, hängt weitgehend von der Preispolitik ab, welche die Naturgaslieferanten betreiben. Daher legt die Gaswirtschaft ihre Ausbaupläne für zwei typische Lösungsvarianten aus; Mischformen sind durchaus denkbar.

#### «Kleine Naturgaslösung»

Die «kleine Naturgaslösung» beruht auf der gegenwärtigen gaswirtschaftlichen Infrastruktur und auf den Möglichkeiten, Naturgas an den Endpunkten benachbarter Versorgungssysteme in die Schweiz abzweigen zu können. Sie ist dadurch charakterisiert, dass Naturgas in kleineren Mengen und bei höheren Bezugspreisen primär zur Substitution oder Ergänzung der gegenwärtig im Rahmen der allgemeinen Gasversorgung verwendeten Rohstoffe eingesetzt wird.

Die Verwirklichung der «kleinen Lösung» hat bereits begonnen. Die Gasverbund Ostschweiz AG, Zürich, hat mit einer deutschen Gruppe einen Liefervertrag für den Bezug von jährlich 50 Millionen m<sup>3</sup> Naturgas entsprechend ca. 525 GWh während vorerst 10 Jahren abgeschlossen.

Die Gasverbund Mittelland AG, Basel/Bern, verfügt ebenfalls über Offerten für den Bezug von holländischem Naturgas; die Gaznat SA, Vevey, prüft einen Anschluss an die französische Naturgasversorgung.

<sup>3)</sup> Aquiferspeicher sind gewissermassen künstliche Gasfelder, die in der Regel mehrere 100 m tief unter der Erdoberfläche in geeigneten Schichten liegen und bis zu mehreren 100 Mio m<sup>3</sup> aufnehmen können.

#### «Grosse Naturgaslösung»

Die als «grosse Lösung» bezeichnete Beschaffungsvariante ist dadurch charakterisiert, dass Naturgas bei tiefen Bezugspreisen importiert und zur Substitution oder Ergänzung von flüssigen und festen Brennstoffen in der allgemeinen Wärmeversorgung verwendet wird. Es wird in reiner Form durch ein von einer schweizerischen Naturgasgesellschaft gebautes und betriebenes spezielles gesamtschweizerisches Naturgasnetz transportiert und verteilt, welches die bestehenden Netze der GVM und GVO ergänzt und überlagert. Die an dieser Naturgasgesellschaft beteiligte Gaswirtschaft würde für ihre Bedürfnisse Naturgas aus dem speziellen Naturgasnetz beziehen.

Die «grosse Lösung» bedingt hohe Investitionen für Transport- und Speicheranlagen sowie tiefe Grenzpreise für das Naturgas. Ihre Verwirklichung ist von Marktentwicklungen abhängig, die sich ausserhalb unseres Landes abspielen.

### VI.3.4 Erweiterung der Absatzmöglichkeiten

Vermehrte Absatzmöglichkeiten für Gas werden sich nur sehr beschränkt im bisherigen Rahmen der allgemeinen Versorgung und insbesondere des hergebrachten Haushaltskonsums finden lassen. Das Schwergewicht der neuen zu suchenden Anwendungsbereiche liegt in den beiden Sektoren Raumheizung sowie Gewerbe und Industrie.

### VI.3.5 Prognose zur Entwicklung der Gasverwendung

Die Entwicklung der Gasverwendung in der Schweiz zu prognostizieren ist in Anbetracht der jetzigen Umwandlung besonders schwierig.

Die Gasproduktion hat in den letzten Jahren um nicht ganz 1 % pro Jahr zugenommen. Inskünftig darf — wie aus der Entwicklung im Jahre 1968 hervorgeht — mit einer Steigerung gerechnet werden.

Für die Perioden 1968—1970, 1971—1975, 1976—1980 werden differenzierte jährliche Zuwachsraten angenommen, nämlich:

- für den Zeitraum 1968—1970: 4 %
- für den Zeitraum 1971—1975: 6 %
- für den Zeitraum 1976—1980: 10—15 %

Damit werden berücksichtigt für den Zeitraum 1968 bis 1970 der Verlauf im letzten Jahre, für den Zeitraum 1971 bis 1975 die Auswirkungen der ersten Naturgaslieferungen und für den Zeitraum 1976—1980 das Anlaufen der Naturgasversorgung mit neuen Verkaufsschwerpunkten Heizung, Gewerbe und Industrie. Die Entwicklung des Gasverbrauchs, die sich aus diesen Zuwachsraten ergibt, geht aus der Tabelle II hervor.

Tabelle II

	1970	1975	1980
Zuwachs	4 %	6 %	10...15 %
Gas aus übrigen Brennstoffen	1560 GWh	1440 GWh	600 GWh
Naturgas	490 GWh	1320 GWh	3800...4900 GWh
Total	2050 GWh	2760 GWh	4400...5500 GWh

Im Rahmen des gesamten schweizerischen Energiebedarfs entsprechen die Zahlen für die Gasverwendung im Jahre 1980 einem Anteil von 2...2,5 %. Diese Annahme ist für das Ende einer Anlauf- und Einführungsphase realistisch und

liegt in der gleichen Grössenordnung wie die entsprechenden deutschen Werte in einer analogen Phase zu Beginn der Naturgasverwendung.

#### VI.4 Die Elektrizität

##### VI.4.1 Die Bedarfsprognose

Es ist eine Eigenart der Elektrizität, und daher auch eine besondere Aufgabe der Elektrizitätsversorgungsunternehmen, dass die Erzeugung stets der momentanen Nachfrage angepasst werden muss, weil — im Gegensatz zu jeder anderen Energieform — die elektrische Energie nicht in grossen Mengen gespeichert werden kann. Die Elektrizitätsversorgungsunternehmen sind darauf angewiesen, sich bei ihren Überlegungen über die Verbrauchsdeckung auf mittelfristige Entwicklungsschätzungen zu stützen. Von der Inangriffnahme eines Kraftwerkprojektes bis zur Inbetriebnahme des Werkes verstreichen bei Wasserkraftwerken etwa sechs bis zehn Jahre und bei Wärmekraftwerken vier bis sechs Jahre. Auf so lange Zeit hinaus müssen die Elektrizitätswirtschaftler also die Bedarfsentwicklung auf nationaler wie auf regionaler Ebene schätzen.

Die geschätzte Bedarfsentwicklung wird, wie die meisten Prognosen, mehr oder weniger von der späteren Wirklichkeit abweichen, vor allem deswegen, weil die allgemeine wirtschaftliche Lage des Landes unvorausehbaren Änderungen unterworfen ist. Darum werden die Prognosen über den Verbrauchszuwachs laufend überprüft und allfällig veränderten Verhältnissen angepasst.

Die Zuwachsraten, welche in den Jahren 1965/66 und 1966/67 mit 2,4 und 3,9 % niedrig ausgefallen sind, dürften sich wieder etwas erhöhen, so dass für die nächsten 5 Jahre eine durchschnittliche Zuwachsrate in der Grössenordnung von 4,5 % entsprechend einer Verdoppelung des Verbrauchs innert rund 15 Jahren als wahrscheinlich erscheint, wobei der Anstieg im Winterhalbjahr auf 5 % und im Sommerhalbjahr auf 4 % geschätzt wird. Bei dieser eher bescheidenen Annahme soll derselbe Wert für die weitere Fünfjahresperiode angenommen werden.

Unter diesen Voraussetzungen ergibt sich die Bedarfsprognose der Tabelle III.

Tabelle III

Stichjahr	Inlandverbrauch (ohne Elektrokessel und Speicherpumpen)	Entsprechende maximale Belastung
1965/66	22 691 GWh	4060 MW
Schätzung für das Stichjahr 1970/71	28 300 GWh	5100 MW
Schätzung für das Stichjahr 1975/76	35 300 GWh	6500 MW

##### VI.4.2 Die Wasserkraft

Die schweizerische Wasserkraft ist die weitaus wichtigste nationale Energiequelle. Bis jetzt konnte die Deckung der Nachfrage an elektrischer Energie fast einzig und allein durch die Produktion der Wasserkraftwerke sichergestellt werden.

Diese erreichte im Jahre 1967/68 29 402 GWh. Dabei war die Wasserführung etwas überdurchschnittlich. Gemäss Schätzungen des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft hätte die

Produktion bei mittlerer Wasserführung 28 500 GWh ergeben.

Noch vor kurzem wurde die Erzeugung der wirtschaftlich ausbauwürdigen Wasserkräfte auf jährlich 35 000...36 000, ja sogar 38 000 GWh, d. h. auf etwa  $\frac{1}{4}$  des Wasserkraftpotentials der Schweiz von 145 000 GWh, geschätzt. Inzwischen hat sich die Grenze der Wirtschaftlichkeit merklich verschoben. Die erhebliche Verteuerung der Baukosten und die Erhöhung der Zinslasten, welche in Anbetracht der von den Wasserkraftanlagen benötigten grossen Investitionen besonders schwer wiegen, sowie die Forderungen seitens kommunaler und kantonalen Konzessionsbehörden nach höheren Wasserzinsen und Abgaben verursachten einen solchen Anstieg der Energiegestehungskosten, dass die Verwirklichung verschiedener bis jetzt als wirtschaftlich betrachteter Objekte zurückgestellt oder sogar fallen gelassen werden musste. Gleichzeitig ist es auch möglich geworden, Kernkraftwerke zu tragbaren Preisen zu bauen.

Auf Grund der neuesten Erhebungen der Elektrizitätswerke wird die Nettoproduktion aller bestehenden Wasserkraftwerke, einschliesslich derjenigen, die sich am 1. Januar 1968 im Bau befanden oder deren Baubeschluss bis zu diesem Datum gefasst worden war, bei mittlerer Wasserführung auf folgende Werte geschätzt:

1970/71: 29 700 GWh  
1975/76: 30 100 GWh

Diese Werte werden durch Erstellung von neuen Laufwerken im Zusammenhang mit Gewässerkorrekturen, durch natürliche Zuflüsse in Pumpspeicherwerke oder durch Modernisierung alter Anlagen nur noch gelegentlich zunehmen.

##### VI.4.3 Öl- und Kernkraftwerke

Um die Nachfrage stets befriedigen zu können und weil der Ausbau der schweizerischen Wasserkräfte bald zu Ende geht, müssen die schweizerischen Elektrizitätsunternehmen dazu übergehen, Wärmekraftwerke zu erstellen. Seit Oktober 1965 ist das Ölkraftwerk Chavalon (284 MW) etappenweise in Betrieb genommen worden, und folgende drei Kernkraftwerke sind gegenwärtig im Bau:

Beznau I 350 MW Betriebsaufnahme Dezember 1969  
Mühleberg 306 MW Betriebsaufnahme Oktober 1971  
Beznau II 350 MW Betriebsaufnahme Dezember 1969

Weitere Kernkraftwerke sind in Planung: Kaiseraugst und Leibstadt am Rhein, Gösigen an der Aare und Verbois an der Rhone bei Genf.

Für die ersten beiden wird eine installierte Leistung von 600...800 MW vorgesehen, entsprechend dem heutigen Stand der technischen Entwicklung. Sie lassen daher verhältnismässig niedrige Energiegestehungskosten voraussehen.

Der Bau dieser Werke wird nach Bedarf in Angriff genommen. Sie werden somit sukzessiv ab Mitte der siebziger Jahre in Betrieb gesetzt.

##### VI.4.4 Brenn- und Spaltstoffversorgung

Mit der Einführung der thermischen Erzeugung aus Brennstoff- und Kernkraftwerken wendet sich die schweizerische Elektrizitätswirtschaft neuen Primär-Energieträgern zu, den Erdölprodukten und den Spaltstoffen.

Die Brennstoffversorgung der bestehenden thermischen Kraftwerke — es geht vor allem um Schweröl — ist in den Betrachtungen und Zahlen des Abschnittes VI.1 mitberücksichtigt.

Die Spaltstoffversorgung wirft dagegen neue Fragen auf, die von den interessierten Kreisen eingehend untersucht werden. Inzwischen konnte die Versorgung der sich im Bau befindlichen Kernkraftwerke durch mittelfristige Verträge gesichert werden.

Die heutigen Reaktoren verwenden Uran als Spaltstoff, und zwar meistens angereichertes Uran. Mit diesen Reaktoren und den ins Auge gefassten Spaltstoffzyklen können aus 1 kg Natururan 0,2...0,3 GWh Rohwärme gewonnen werden, d. h. ca. 20 000 Mal die Energieausbeute aus einem kg Erdöl. Die Entwicklung der Brüterreaktoren wird zurzeit stark vorangetrieben. Solche Reaktoren werden sich auf andersartige Spaltstoffzyklen stützen. Sie werden unter anderem eine noch mindestens 10mal grössere Energieausbeute aus dem Uran gestatten. Der Einsatz der Brüterreaktoren wird aber in der Berichtsperiode noch nicht erwartet.

Die zu kostengünstigen Bedingungen abbaufähigen Welturanvorkommen (ohne UdSSR, China und Osteuropa) wurden von der Internationalen Atomenergieagentur (IAEO) auf 1,5 Millionen Tonnen geschätzt. Bei höheren Kosten könnte die mehrfache Menge gewonnen werden. Es kann gesagt werden, dass die mögliche Energieausbeute aus den geschätzten Welturanvorkommen von ähnlicher Grössenordnung wie jene aus der übrigen Weltenergievorkommen sein dürfte.

Die bekannten Uranvorkommen sind geographisch breit verteilt; die USA, Kanada und Südafrika, wo die bisherige Suche intensiver betrieben wurde, kommen an erster Stelle. Es ergab sich ein bisher relativ offener Uranmarkt. Die Umsätze werden sich als Folge des erst beginnenden Einsatzes der Kernkraftwerke vervielfachen.

Anders ist die Lage bei der Anreicherung. Mit Ausnahme kleinerer, zum Teil rein militärischer Anlagen in Frankreich und England, haben die USA mit ihren grossen Anreicherungsanlagen praktisch ein Monopol. Diese Lage hat zu verschiedenen Bemühungen um eine europäische Anreicherungsanlage geführt. Bisher konnten, vor allem aus wirtschaftlichen Gründen, noch keine konkreten Beschlüsse gefasst werden.

Die Uranforschung wird auch in der Schweiz betrieben. Bis jetzt können noch keine abschliessenden Aussagen über Vorkommen und Abbauwürdigkeit gemacht werden. Unter diesen Umständen und auch wegen dem Anreicherungsmonopol der USA bildet die Lagerung des Spaltstoffes die einzige Möglichkeit, die Versorgung der schweizerischen Kernkraftwerke auch in Krisenzeiten zu sichern. Dank der hohen Energiedichte des Spaltstoffes sind die eigentlichen Lagerkosten, abgesehen von den Zinsen auf dem Wert des gelagerten Spaltstoffes, vernachlässigbar.

#### VI.4.5 Deckung des zukünftigen Elektrizitätsbedarfes

Bei der Schätzung der Erzeugung genügt es nicht mehr, die unterschiedlichen Wasserverhältnisse (Trockenjahr, Mitteljahr, Nassjahr) zu berücksichtigen. Es muss zusätzlich der voraussichtliche Einsatz der Wärmekraftwerke geschätzt werden, indem für jedes thermische Kraftwerk eine angemessene Benützungsdauer angenommen wird (6500 Betriebsstunden für Kernkraftwerke, rund 4000 für Chavalon).

Unter der Voraussetzung, dass sich der Bedarf prognosegemäss entwickeln wird, lässt sich ein Budget über die künftige Bedarfsdeckung für das Winter- und Sommerhalbjahr aufstellen. Die grossen Abweichungen, denen die Erzeugung aus Wasserkraft bei Nieder-, bzw. Hochwasser gegenüber der mittleren Wasserführung ausgesetzt ist, verlangen besondere Massnahmen. Energieaustausch im Verbundbetrieb, Reserve in kleinen thermischen Anlagen sowie Reserve- und andere Einfuhrverträge mit Gesellschaften in Nachbarländern gewährleisten den allfällig notwendigen Ausgleich bei niedriger Wasserführung; Überschüsse dürften im Saisonaustausch mit Nachbarländern verwertet werden können.

Im Winterhalbjahr 1970/71 stehen aus hydraulischen und thermischen Kraftwerken insgesamt 15 900 GWh zur Verfügung. Bei einem geschätzten Bedarf von 14 800 GWh ergibt sich bei mittleren Wasserverhältnissen und angemessener Ausnützung der thermischen Kraftwerke ein Überschuss von 1100 GWh. Mit einer Einbusse von 2600 GWh bei Niederwasser sind 1500 GWh auszugleichen. Bei günstigen Wasserverhältnissen steigt der Überschuss auf 3100 GWh.

Im Winterhalbjahr 1975/76 werden bei mittleren Zuflussverhältnissen 13 300 GWh hydraulischer Energie zur Verfügung stehen. Hinzu kommen rund 5400 GWh aus thermischen Kraftwerken, wovon drei Viertel aus Kernkraftwerken, so dass zur Deckung des geschätzten Gesamtbedarfes von 18 900 GWh nur 200 GWh zu beschaffen sind. Der erforderliche Ausgleich bei Niederwasser beträgt 2700 GWh. Bei günstigen Wasserverhältnissen ergibt sich ein Überschuss von 1800 GWh.

In den Sommerhalbjahren wird bei mittleren Wasserverhältnissen und angemessener Ausnützung der thermischen Kraftwerke der Überschuss von bisher rund 3000 GWh nach Inbetriebnahme der Kernkraftwerke vorübergehend auf etwa 6000 GWh ansteigen. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass die Bedarfssteigerung im Inland die geschätzten 4 % nicht überschreitet. Bei niedriger Wasserführung vermindert sich der Überschuss um 3300 GWh; er erhöht sich dagegen um 2500 GWh bei günstiger Wasserführung.

Überschlägige Berechnungen zeigen, dass die schweizerischen Elektrizitätswerke für absehbare Zeit über ansehnliche Leistungsreserven verfügen.

Auf lange Sicht kann festgestellt werden, dass der Bedarf an Grundlastenergie immer mehr von den dazu besonders geeigneten thermischen Kraftwerken gedeckt werden muss. Da der Bau von weiteren ölthermischen Kraftwerken aus den bekannten Gründen einstweilen nicht in Frage kommt, wird diese Aufgabe vornehmlich durch die inzwischen wirtschaftlich gewordenen Kernkraftwerke übernommen.

Zur Anpassung der Gesamterzeugung an den Verbrauch werden in vermehrtem Masse Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke eingesetzt und solche auch neu erstellt werden.

## VII. Schlusswort

Die Energiewirtschaft ist ein zu komplexes und vielgestaltiges Gebiet, als dass es sich in einem Bericht von diesem Umfang restlos darstellen liess. Der vorliegende Bericht des Schweizerischen Nationalkomitees der Welt-Energie-Konferenz erhebt deshalb keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Manche Probleme der Standortbestimmung und der sich daraus abzeichnenden Entwicklungstendenz (wie z. B. die

Probleme der Energiepreise, der Abfall- und nicht zuletzt der Fernwärme) wären erwähnenswert gewesen, mussten aber im Interesse der Übersichtlichkeit und der primären Zielsetzung des Berichtes unberücksichtigt bleiben. Diese Zielsetzung bestand darin, eine frühere Arbeit fortsetzend die Bedeutung und die Wandlungen des schweizerischen Energiemarktes und seine voraussichtliche Entwicklung in knappen Zügen aufzuzeigen.

Die wesentlichen Schlussfolgerungen aus dem vorliegenden Bericht sind die folgenden:

1. Der Energieverbrauch unseres Landes ist in den erfassten Jahren stark angestiegen, stärker z. B. als das reale Bruttozivilprodukt. Der gesteigerten Nachfrage konnten die verschiedenen Energieträger stets gerecht werden. Nennenswerte Lücken in der Deckung des Bedarfes waren in den letzten zweieinhalb Jahrzehnten nicht zu verzeichnen; durch besondere Umstände bedingte Engpässe konnten rasch und ohne Folgen für die Wirtschaft behoben werden.
2. Bei allen aufgezeigten Wandlungen und Verlagerungen bei den einzelnen Energieträgern wiesen diese gesamthaft eine hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit auf. Diese Eigenschaften dürfen zu einem wesentlichen Teil als die Folge der marktwirtschaftlichen Verhältnisse im Energiesektor und der unternehmerischen Einstellung der Energielieferanten betrachtet werden. Dank der bisherigen Zurückhaltung der öffentlichen Hand bei energiepolitischen Eingriffen konnten sie im Wettbewerb untereinander grosse Leistungen zum Nutzen der Konsumenten erbringen. Die marktwirtschaftlichen Verhältnisse haben überdies der Schweiz gegenüber den Nachbarländern niedrige Energiepreise verschafft.
3. Die Eingriffe der öffentlichen Hand in die Energiewirtschaft haben sich bisher im wesentlichen auf den Erlass von Sicherheitsvorschriften zum Schutze der Menschen-, Tier- und Pflanzenwelt und von solchen für die Kriegsvorsorge, ferner auf Anordnungen zugunsten des Landschaftsschutzes beschränkt. Die Sicherheitsvorschriften sind unerlässlich, weil Produktion, Transport, Speicherung und Verbrauch jeder Energie mit ihren jeweiligen spezifischen Gefahren für die Umwelt verbunden sind. Die Energiewirtschaft anerkennt die Bedeutung solcher staatlicher Vorschriften und Anordnungen; sie ist bereit, an ihrer Vervollkommnung mitzuwirken. Sie wird aber ihre Aufgabe — die Deckung des steigenden Energiebedarfs zu niedrigen Preisen — nur dann erfüllen können, wenn diese Anforderungen nicht unverhältnismässig sind.

November 1969.

Weitere Eingriffe, insbesondere solche energiepolitischer Art, seitens der Gemeinden, der Kantone, des Bundes oder auch supranationaler Gemeinschaften haben sich immer als unnötig erwiesen und werden sich auch in Zukunft letzten Endes für den Konsumenten nachteilig auswirken. Es liegt aber im Interesse der Allgemeinheit, dass der Wettbewerb zwischen den einzelnen Energieträgern nicht durch künstliche Eingriffe verzerrt werde.

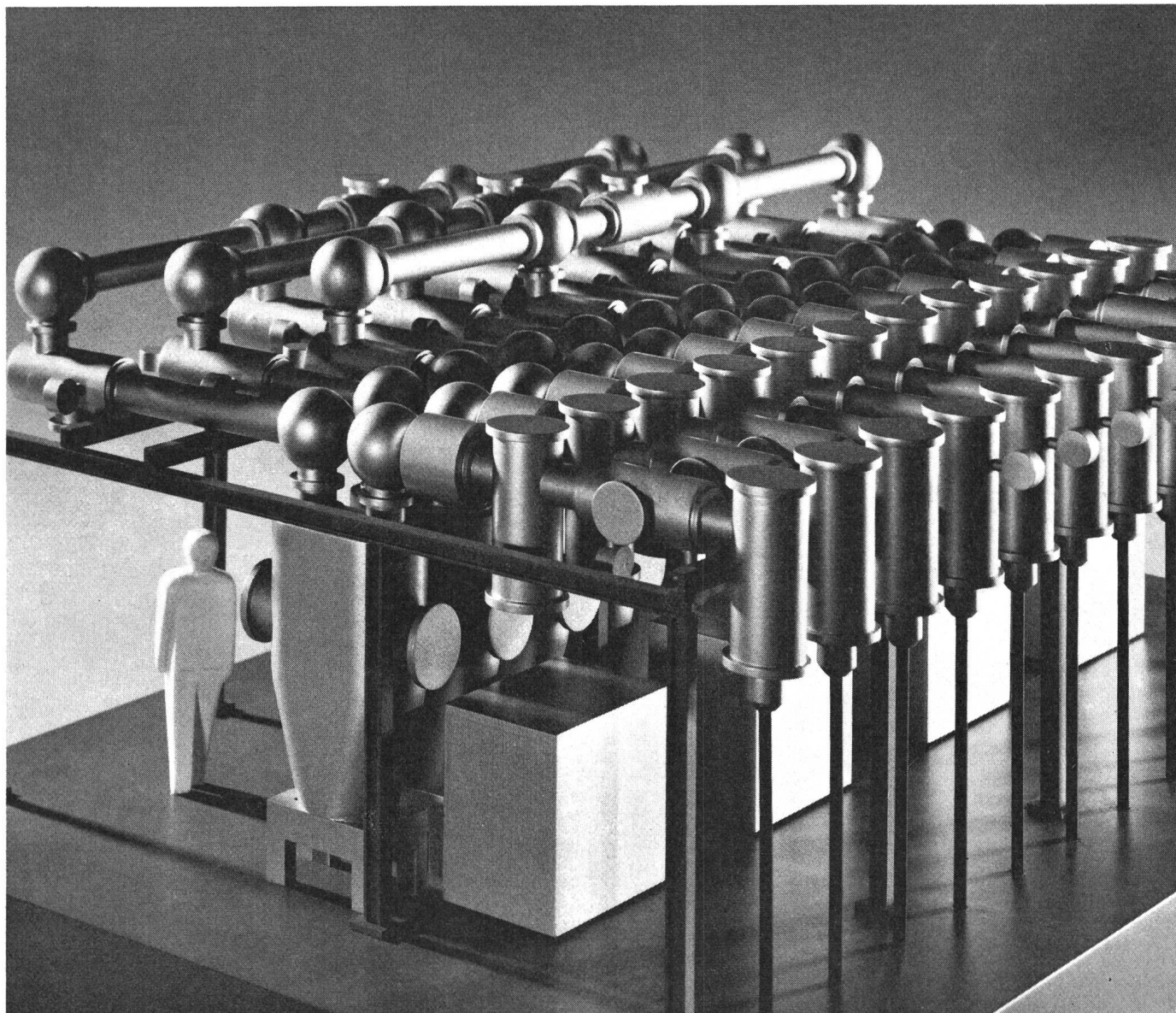
4. Die gestellten Prognosen über die Entwicklung des Energieverbrauchs in den nächsten Jahren und über die Anteile der einzelnen Energieträger sind mit den Mängeln behaftet, die jeder Vorausschätzung innewohnen. Eine solche ist im Bereich der Energiewirtschaft umso problematischer, weil der technische und wirtschaftliche Fortschritt in voller Bewegung und nicht genau einzukalkulieren ist. Die Verfasser haben bewusst keine überbordende, sondern eine vorsichtige, sich an der unteren Grenze bewegende Prognose des Energiebedarfs und seiner Deckung gestellt. Der Bericht beschränkt sich desgleichen auf eine mittelfristige Prognose, weil eine langfristige der wünschenswerten Zuverlässigkeit noch mehr entbehren würde.
5. Die Beschränkung auf eine vorsichtige und mittelfristige Prognose soll nicht den Eindruck erwecken, die Energielieferanten seien ausserstande, einen stärker steigenden oder den langfristigen Bedarf zu decken. Sie sind ohne weiteres dazu in der Lage, wenn ihnen keine Hindernisse in den Weg gelegt werden. Nach der Überzeugung des Schweizerischen Nationalkomitees wie der Welt-Energie-Konferenz zeichnet sich keine Energielücke ab. Langfristige Prognosen im Zeitalter der stets rascheren Fortschritte in Naturwissenschaft und Technik müssen mit besonders grossen Unbekannten rechnen. Als solche wären zu nennen: Zeitpunkt des Einsatzes schneller Brüter, die Möglichkeit, preisgünstiges Naturgas zu beziehen, Fortschritte in der Übertragung der Wärme auf grössere Entfernungen. Es ist klar, dass jede dieser Möglichkeiten derartige Umwälzungen in der Energiewirtschaft mit sich brächte, dass eine heutige Prognose dadurch in Frage gestellt würde. Wichtiger als eine langfristige ist eine kurz- und mittelfristige Prognose, und zwar in Verbindung mit der zu erhaltenden Anpassungsfähigkeit der einzelnen Energielieferanten. Diese beiden wichtigsten Voraussetzungen sind erfahrungsgemäss dann gewährleistet, wenn die Energieunternehmen unseres Landes — gleichgültig ob sie zu den öffentlichen oder privaten Unternehmungen zählen — nach kaufmännischen Grundsätzen geführt werden und dem marktwirtschaftlichen Geschehen weiterhin ausgesetzt bleiben.

---

**Redaktion der «Seiten des VSE»:** Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1; Postadresse: Postfach 8023 Zürich; Telephon (051) 27 51 91; Postcheckkonto 80-4355; Telegrammadresse: Electrunion Zürich.  
**Redaktor:** A. Ebener, Ingenieur.

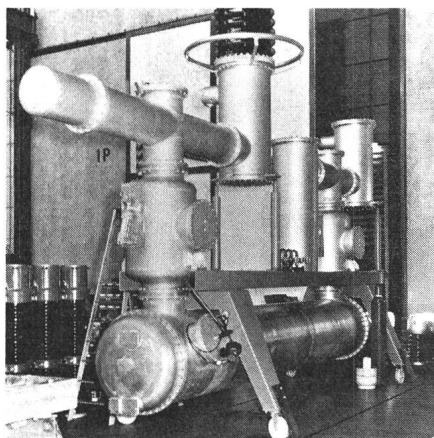
Sonderabdrucke dieser Seiten können beim Sekretariat des VSE einzeln und im Abonnement bezogen werden.

# Wir bauen nicht nur Modelle...



... aber heute haben wir dieses Modell einer 145-kV-Anlage gebaut. So können wir Ihnen die Vorteile der SF6-Technik anschaulich zeigen.

Bereits in den frühen 50er Jahren verfügte Sprecher & Schuh über realisationsreife Projekte für gekapselte Hochspannungsanlagen. Aber man kann in der Entwicklung auch zu weit voraus sein. Mehr als zehn Jahre vergingen, ehe ernsthaft über die Ausführung solcher Anlagen verhandelt wurde. Heute haben wir eine Anlage von 245 kV für die Tauernkraftwerke in Österreich in Auftrag.



Zusammen mit der ITE-Imperial bauen wir die ersten Anlagen der Welt im Höchstspannungsbereich für die Stadt New York. Auch für Ihr Problem sind unsere Ingenieure bereit.



Sprecher & Schuh AG  
Aarau/Schweiz

H03.541.9.69



## Das neue Kleinfunkgerät SE 19 von Autophon löst Kommunikationsprobleme

Bei öffentlichen Diensten, bei Bahnen, auf Baustellen, im Transportgewerbe, kurz: überall, wo schnelle und zuverlässige Verbindungen von Mensch zu Mensch notwendig sind, werden heute Kleinfunkgeräte eingesetzt. Das neue, volltransistorisierte, tragbare Kleinfunkgerät SE 19 von Autophon ist eine Weiterentwicklung der bekannten und erfolgreichen Serie SE 18. Wir haben es verbessert: es wurde noch kleiner, leichter und robuster. Trotzdem ist

es ebenso vielseitig verwendbar und zuverlässig wie sein Vorgänger. Es arbeitet im 4-m-, 2-m- oder 70-cm-Band. Bei jedem Wetter, bei Hitze und Kälte. Der Energiebedarf des SE 19 ist gering. Das ermöglicht eine lange Einsatzdauer. Die Stromversorgung lässt sich dem Verwendungszweck anpassen. Es wurde nach dem Baukastenprinzip konstruiert. Deshalb können Gerätevarianten für die verschiedensten Anforderungen geliefert werden.

Für Beratung, Projekte, Installation und Unterhalt **Autophon**

Autophon kennt sich aus in Telephon- und Direktsprechanlagen, Personenruf- und Suchanlagen, Lichtruf, Signal- und Datenanzeigeeinrichtungen, elektrischen Uhren und Rohrpost. Autophon-Sprechfunk in Fahrzeugen, tragbare Kleinfunkgeräte, drahtlose Telephonleitungen. Betriebsfernsehen, Musik zur Arbeit, Telephonrundspruch für Hotel und Spital.

#### Autophon AG

8059 Zürich Lessingstrasse 1-3 051 2744 55  
9001 St. Gallen Teufenerstrasse 11 071 2335 33  
4052 Basel Peter-Merian-Strasse 54 061 3485 85  
3000 Bern Belpstrasse 14 031 2544 44

2500 Biel Plänkestrasse 16 032 283 62  
6005 Luzern Unterlachenstrasse 5 041 44 84 55  
7013 Domat-Ems Via Calundis 23 081 36 18 45  
6962 Lugano Via Bottogno 2 091 51 37 51

Fabrik in Solothurn

#### Téléphonie SA

1000 Lausanne 50, avenue de la Gare 021 2386 86  
1951 Sion 54, rue de Lausanne 027 257 57  
1227 Genf 25, route des Acacias 022 4243 50