

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
<b>Band:</b>	48 (1957)
<b>Heft:</b>	9
<b>Rubrik:</b>	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:** 17.02.2026

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

# Energie-Erzeugung und -Verteilung

## Die Seiten des VSE

### Die Energieversorgung der Schweiz in der Übergangsperiode zum Atomzeitalter

Von C. Aeschimann, Olten

Vortrag, gehalten anlässlich der Generalversammlung des Schweizerischen Energie-Konsumenten-Verbandes, vom 28. März 1957 in Zürich

621.311(494) : 621.311.25 : 621.039.4

#### Einleitung

Das Problem der Energieversorgung unseres Landes in den kommenden Jahren beschäftigt alle Kreise unserer Bevölkerung. Die nachfolgenden Ausführungen mögen deshalb als eine Wiederholung erscheinen, eine Wiederholung indessen, die im einen oder andern Punkt von dem abweichen kann, was schon vorgetragen oder geschrieben wurde, da die statistischen Unterlagen oft wesentlich voneinander abweichen und wichtige Faktoren des Problems reine Ermessensfragen bleiben.

Damit der Leser leichter eine eigene Meinung bilden und die entsprechenden Schlussfolgerungen selber ziehen kann, ist es sicher nicht überflüssig, die Grundlagen, auf welche sich Überlegungen hinsichtlich der Entwicklung unseres Energiebedarfes und seiner Deckung stützen können, übersichtlich zusammenzustellen und zusammenzufassen. Es soll aber auf die Angabe von vielen genauen Zahlen und aller benützten Informationsquellen verzichtet werden. Die Grössenordnungen dürften meistens genügen, und was die Quellen betrifft, so sind sie in der reichlich vorhandenen Fachliteratur zu suchen, auf die hier nur global hingewiesen sei.

Mit wenigen Worten umfasst dieses Exposé drei schwerwiegende Fragen, aus welchen sich natürlicherweise die Hauptabschnitte ergeben:

#### Erste Frage:

Wie wird sich der zu deckende Energiebedarf entwickeln? — Nebenfrage: Lässt er sich gegebenenfalls spürbar beeinflussen?

#### Zweite Frage:

In welchem Masse können wir hoffen, die einzelnen klassischen Energiequellen einzusetzen und zu koordinieren, um diesen Bedarf während der kommenden Jahre zu decken?

#### Dritte Frage:

Wie lange dürfte diese Übergangszeit bis zum Beginn eines Atomzeitalters dauern, das sich der Mensch heute mit fast unbegrenzten Hoffnungen und vielleicht mit etwas zu wenig Ehrfurcht vorstellt?

Die Zergliederung des Problems in drei Hauptfragen ist für die Klarheit unserer Darlegungen sicherlich bequem, aber die drei Unbekannten des Problems: Höhe des Energiebedarfes, mögliche Deckung desselben durch die bisher verfügbaren Mittel und Dauer der Übergangsperiode sind kaum voneinander zu trennen. Die Entwicklung der Ener-

giennachfrage wird durch die *Verkaufspreise der Energie* im allgemeinen beeinflusst. Die verfügbaren Mengen an Energie klassischen Ursprungs hängen ihrerseits teilweise von den *zulässigen Gestehungskosten* ab; und schliesslich nähert oder entfernt sich der Zeitpunkt, zu welchem man erwartet, dass die Kernenergie wirtschaftlich und massgebend eingesetzt werden kann, je nach dem Niveau der zulässigen Energiegestehungskosten, welches eben durch das Zusammenspiel von Nachfrage und Angebot bestimmt wird. Diese Bemerkungen zeigen schon, dass rein mathematisch das Gleichgewicht, das wir suchen, sich nicht ganz einfach berechnen und darstellen lässt. Und dies um so mehr, als eine massgebende Funktion, nämlich die *Elastizität der Energienachfrage*, d. h. die Empfindlichkeit der letzteren gegenüber Preisvariationen, sehr unbestimmt ist. Sie hängt nicht nur von der allgemeinen Wirtschaftslage ab, sondern sie unterliegt noch irrationalen Einflüssen, wie z. B. massenpsychologischen Reaktionen, die nicht einmal statistisch eindeutig erfasst werden können. Dabei haben wir uns dieses Zusammenspiel in einem stabilen politischen Klima vorgestellt.

#### Die Entwicklung des Energiebedarfes

Die meisten Industrielle und Kaufleute haben sich fast täglich mit ähnlichen Fragen zu befassen. Aber auf dem Gebiet der Energieversorgung und im besonderen auf dem der Versorgung mit elektrischer Energie wirken sich einige Umstände erschwerend aus, an welche kurz erinnert sei. Der Verbraucher bedient sich in weitgehenden Grenzen wie und wann es ihm passt. Bei vorübergehender Knappheit kann sich also das Elektrizitätswerk nicht wie ein Fabrikant mit einer gewissen Streckung der Lieferfristen behelfen. Auch hat es die Energie meistens auf Grund von festen, nur selten und langsam revidierbaren Tarifen oder Verträgen zu liefern, so dass es nicht in der Lage ist, mit einer bestimmten Offerten- und Preispolitik die Nachfrage innert nützlicher Frist zu beeinflussen; endlich bedingt eine Erhöhung der Produktionskapazität eine viele Jahre beanspruchende Vorbereitung, wobei es sich bei seinen Dispositionen für mehrere Jahrzehnte festlegen muss. Kurz gesagt, ist die Energieversorgung und besonders diejenige, die auf der Wasserkraft beruht, *verhältnismässig wenig elastisch*. Dies natürlich in bezug auf relativ langsame und umfangreiche Bewegungen, während die Wasserkraftwerke in bezug auf momentane

Schwankungen von einer idealen technischen Anpassungsfähigkeit sind.

Es ist klar, dass die angeführten Schwierigkeiten auch durch andere Betriebe gemeistert werden. Man könnte zum Beispiel mit Recht darauf hinweisen, dass eine *Fluggesellschaft* es mit ihren Zukunftsdispositionen nicht leichter hat, wenn sie die Entwicklung des Verkehrs im Hinblick auf die Bestellung von teuren neuen Flugzeugtypen vier oder fünf Jahre im voraus berechnen muss. Wir wollen uns also nicht einbilden, dass die Probleme der Elektrizitätswirtschaft einzigartig seien, aber alle vorausgegangenen Bemerkungen waren immerhin nötig, um die Problematik einer einigermassen genauen Voraussage über die künftige Energienachfrage und deren Deckung zu ermessen. Dies vorausgeschickt, wollen wir nun versuchen, die *mutmassliche Entwicklung dieser Nachfrage* zu berechnen, einerseits an Hand der bisherigen Zunahme, also durch reine Extrapolierung, und andererseits indem wir dieses Ergebnis einer kritischen Prüfung hinsichtlich der Möglichkeit eines weiteren exponentiellen Zuwachs unterziehen.

Die Statistiken über den Brennstoff- und Elektrizitätsverbrauch stehen im allgemeinen mit genügender Genauigkeit zur Verfügung. Weniger klar ist die Frage *ihrer Umrechnung in eine gemeinsame Einheit*, da es grundsätzlich ebensowenig einwandfrei ist, die Kalorien eines Haufens Steinkohle und die potentielle Arbeit eines gefüllten Stautees auf den gleichen Nenner zu bringen als Birnen und Äpfel miteinander zu addieren. Man muss deshalb die in kWh, Tonnen Kohle oder Kalorien angegebenen Gesamtzahlen vorsichtig auslegen. Der Rohenergiewert aller verbrauchten Energieträger lässt sich immerhin eindeutig berechnen, indem alle verbrauchten Brennstoff- und Elektrizitätsmengen einfach auf Grund ihrer spezifischen Heizwerte in Kalorien umgerechnet, und dann, von diesem letzteren Ergebnis ausgehend, die Werte in kWh oder kg Steinkohle ermittelt werden können. Leider entspricht die auf diese Weise ermittelte Zahl keinem konkreten, reellen Begriff. Sie stellt lediglich die Wärmemenge dar, die ohne Rücksicht auf die Verluste erzeugt werden könnte, wenn alle Energieträger für die Erzeugung von Wärme verwendet würden. Ebenso theoretisch wäre die Bedeutung einer Umrechnung, bei welcher man unter Berücksichtigung der erzielbaren Wirkungsgrade alle verbrauchten Energiemengen in der Menge elektrischer oder mechanischer Arbeit, die sie zu erzeugen vermöchten, ausdrücken würde. Noch willkürlicher ist der Versuch, einen sogenannten Nutzenergieverbrauch zu berechnen, was unter Berücksichtigung der einzelnen Wirkungsgrade für den Anteil jedes Energieträgers an der Erzeugung jeder auftretenden Nutzenergieform geschieht. Denn, was soll man unter «Nutzenergie» überhaupt verstehen? Ist es zum Beispiel im einfachen Falle eines Kochherdes die durch die Kochplatte, durch die Pfanne oder durch das Kochgut aufgenommene Wärmemenge? Die Grenzen zwischen Verlusten und Nutzeffekt sind im Falle der Raumheizung oder der Traktion noch schwieriger zu ziehen. Man sollte also Angaben über den spezifischen Nutzenergieverbrauch

pro Kopf und seine vermutliche Entwicklung vorsichtig betrachten. Der innere Widerspruch solcher Begriffe lässt sich z. B. durch die Überlegung veranschaulichen, dass kein Land so grosse Anstrengungen unternimmt wie Amerika, um spezifische Energieverbrauchszahlen und Wirkungsgrade zu verbessern, und zugleich so unglaubliche Energie Mengen mit dem Bau von immer grösseren und stärkeren Personenautos, überdimensionierten Klimaanlagen, usw. vergeudet.

Diese Bemerkungen waren nötig, um den Zahlen, mit welchen man operieren muss, keine zu absolute Bedeutung beizumessen. Wenn zum Beispiel festgestellt wird, dass in den USA 8mal so viel Energie pro Kopf als in der übrigen Welt oder 6mal so viel als in der Schweiz verbraucht wird, so ist das noch kein sicherer Maßstab für die Grenzen, denen unser künftiger Energiebedarf unbedingt zustrebt.

Das *Schweizerische Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz* hat vor wenigen Jahren auf Grund der Ende 1951 abgeschlossenen Statistiken den gesamten Energiebedarf der Schweiz und dessen zu erwartende Entwicklung bis zum Jahre 1960 eingehend untersucht. Darnach wurden 1951 verbraucht: rund 3 Millionen Tonnen Kohle, 1 Million Tonnen flüssiger Brennstoffe und 12 Milliarden kWh elektrischer Energie. Mit dem Brennholz und dem Torf zusammen bildete die damals fast ausschliesslich aus Wasserkraft erzeugte Elektrizität den inländischen Anteil von rund 32 % an unserer Energieversorgung, während wir für fast 70 % vom Ausland abhängig waren. Das nach der erstgenannten Formel berechnete Wärmeäquivalent dieser gesamten Rohenergiemenge betrug, in kWh umgerechnet, 53 Milliarden kWh. Die Umrechnung in erzeugbare mechanische Arbeit hätte ca. 24 Milliarden kWh ergeben; die entsprechende Nutzenergie wurde durch das Nationalkomitee auf 30 Milliarden kWh oder etwas mehr als 6000 kWh/Kopf ermittelt. Ich nenne diese Zahlen nur, um zu zeigen, wie sie je nach der Definition und dem Gesichtspunkt stark variieren können. Aber trotz den gemachten Vorbehalten werden wir in der Folge nur vom *Wärmeäquivalent* ausgehen. Der absolute Wert ist übrigens weniger wichtig als seine relative Entwicklung, der prozentuale Zuwachs. Dieser Zuwachs wurde sorgfältig auf Grund der Entwicklung während der vorangehenden Jahrzehnte für jeden Energieträger untersucht. Die Quoten sind natürlich verschieden; die flüssigen Brennstoffe und die Elektrizität weisen die rascheste Zunahme auf. Darauf gelangte das Nationalkomitee für den Fall einer andauernden, günstigen Konjunktur zur Annahme eines resultierenden jährlichen Zuwachses von 3,3 % für die Periode 1951 bis 1960, d. h. zu einer Erhöhung des Rohenergiebedarfes von 53 auf 70 Milliarden kWh. Wie Fig. 1 zeigt, stimmen die effektiven Zahlen für 1955 im ganzen genommen mit der Prognose nicht schlecht überein. In der Verteilung treten indessen Abweichungen zugunsten der flüssigen auf Kosten der festen Brennstoffe auf, während der Elektrizitätsverbrauch mit der Prognose Schritt hält.

Die bekannte *Kommission Hartley der OEEC*, die vor einem Jahr die voraussichtliche Entwicklung des gesamten Energiebedarfes in Westeuropa bis zum Jahre 1960 bzw. 1975 untersuchte, nimmt ebenfalls für die erste Periode von 1955 bis 1960 einen jährlichen Zuwachs von 3,5 % an, dies im

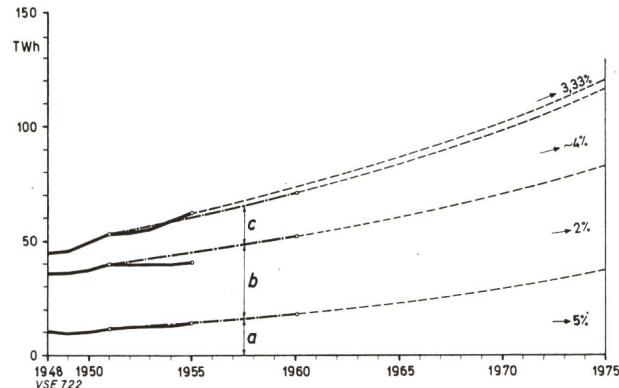


Fig. 1

Entwicklung des Jahres-Rohenergiebedarfes der Schweiz von 1948 bis 1975

- a elektrische Energie (mit Elektrokessel, ohne Export)
- b feste Brennstoffe
- c flüssige Brennstoffe

— tatsächliche Entwicklung bis 1955  
 - - - Prognose des National-Komitees der Weltkraftkonferenz für die Entwicklung 1951...1960  
 - - - Extrapolierung bis 1975. Rechts neben den Pfeilen sind die bei dieser Extrapolierung angenommenen mittleren jährlichen Zuwachsraten für die einzelnen Energieträger sowie für den Gesamtenergiebedarf angegeben

Die Energie ist in TWh ausgedrückt (1 TWh = 1 Milliarde kWh)

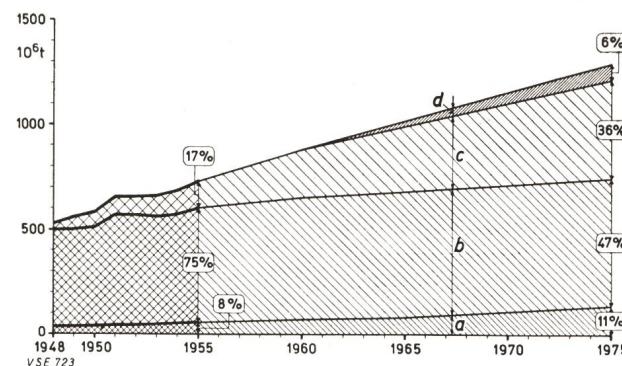
Falle einer anhaltend günstigen Wirtschaftslage<sup>1)</sup>. Nachdem die durch das Nationalkomitee und durch die Kommission Hartley vorausgesagten Entwicklungen bis 1960 parallel laufen, wäre es nahe liegend, den gesamten Rohenergiebedarf der Schweiz für das Jahr 1975 in Anlehnung an die Annahmen der Kommission Hartley, die ihre Prognose bis zu diesem Zeitpunkt ausdehnt, zu schätzen. Diese hat aber mit einer linearen und nicht mit einer exponentialen Entwicklung gerechnet, was dahin deutet, dass sie eine progressive Verlangsamung des jährlichen prozentualen Zuwachses für wahrscheinlich hält (Fig. 2). Bei einem ähnlichen Verlauf für die Schweiz würde man für 1975 einen Rohenergiebedarf von 110 Milliarden kWh erhalten, während bei Fortsetzung der exponentialen Entwicklung sich ein Gesamtbedarf von 120 Milliarden kWh ergeben würde, wovon 37 Milliarden kWh elektrischer Energie (Fig. 1). Dies gilt natürlich für den Fall, dass die gute Konjunktur anhält.

Das Nationalkomitee hatte auch Prognosen für den Fall einer Rückkehr zu einer normalen Wirtschaftslage und für den Fall einer zu überstehenden Wirtschaftskrise gemacht. Dies war vielleicht im Jahre 1954 eher begründet als heute, wo man bei der anhaltenden maximalen wirtschaftlichen Expansion geneigt ist, eine solche Entwicklung als Norm zu betrachten. Dass sie kaum wesentlich überschritten werden kann, dürfte ziemlich klar sein;

dass kleine und schwerste Rückschläge nicht ausgeschlossen sind, ebenfalls. Aber in diesem Falle sind alle Krisenstufen denkbar, und es hat keinen Sinn, bestimmte Hypothesen aufzustellen, die sich nicht charakterisieren lassen.

Ob auch bei günstigster Wirtschaftslage der künftige Verbrauchszuwachs an Energie mit dem bisherigen tatsächlich Schritt halten wird, ist eine andere Frage, die wir noch etwas eingehender untersuchen müssen.

Dabei werden wir hauptsächlich den *Elektrizitätsverbrauch* ins Auge fassen. Ob sich der Automobil- und Flugverkehr weiterhin immer rascher entwickeln, ob mehr Öl oder Kohle für die Zentralheizung verfeuert wird, dies sind wohl sehr wichtige Fragen für die Energiepolitik der Welt, aber im Maßstab der Schweiz bereiten sie uns einstweilen keine allzu grosse Sorge, solange unserem Land kein Devisenproblem erwächst und selbstverständlich von Störungen des internationalen Friedens abgesehen wird. Immerhin sei bei dieser Gelegenheit daran erinnert, dass die neuesten Schätzungen eine Erschöpfung aller Vorräte an fossilen Brennstoffen für die Jahre um 2030 im schlimmsten Falle, um 2100 im besten Falle, voraussagen. Da diese Brennstoffe nicht in allen Fällen untereinander austauschbar sind und sich bei vorzeitigem lokalem Erschöpfen schwierige Transportfragen stellen werden, ist mit der Möglichkeit zu rechnen, dass schon vor dem Jahre 2000 das Problem unserer Brennstoffversorgung nicht allein mit harten Devisen zu lösen sein wird.



Entwicklung des Jahres-Rohenergiebedarfes der Länder der OEEC von 1948 bis 1975

(Nach den Angaben des Hartley-Berichts)

- a elektrische Energie
  - b feste Brennstoffe
  - c flüssige Brennstoffe
  - d Kernenergie
- tatsächliche Entwicklung bis 1955  
 - - - Prognose des Hartley-Komitees.

Für die Jahre 1955 und 1975 wurde der Anteil der einzelnen Energieträger in Prozenten des gesamten Rohenergiebedarfs angeführt

Die Energie ist in Kohlenäquivalentzahlen (Einheit 10<sup>6</sup> t Stein Kohle) ausgedrückt

Die erwähnte Frist von der Größenordnung eines Jahrhunderts für die Erschöpfung der fossilen Brennstoffe dürfte überraschen, nachdem noch vor wenigen Jahren von kompetenter Seite festgestellt wurde, dass bei konstant bleibendem Bedarf diese Vorräte «nur noch rund 2000 Jahre» ausreichen

<sup>1)</sup> L'Europe face à ses besoins croissants en énergie. Paris: OEEC 1956.

würden<sup>2)</sup>). Der Widerspruch ist nicht so extrem wie er aussieht; er sei nur erwähnt, um zu zeigen, wie seriöse Schätzungen auf diesem Gebiete scheinbar voneinander stark abweichen können. Die Schätzung der Weltvorräte, von welcher Autoren wie Cockcroft und Parker ausgehen, sind nur zwei- bis viermal bescheidener als die erwähnte Aussage, die hauptsächlich in bezug auf Asien sich auf andere Angaben stützte. Dies sind Unterschiede, die auf diesem Gebiet ohne weiteres begreiflich sind. Bei einem jährlichen Verbrauchszuwachs von 3 %, entsprechend einer Verdoppelung innert 25 Jahren, würde übrigens eine Vermehrung der Vorräte um das zwei- oder gar vierfache lediglich eine Verschiebung des verhängnisvollen Termins um nur 25 bzw. 50 Jahre bedeuten. Es ist überhaupt die unterschiedliche Einschätzung des Zuwachses, die so verschiedene Fristen ergibt. Ohne die Gewissheit, dass die Atomenergie früher oder später in der Lage sein wird, diesen drohenden Bedarfszuwachs zu decken, wären tatsächlich die vorgenannten Zahlen in allen Fällen schon für die heute aufkommende, junge Generation beängstigend.

Kommen wir aber auf die schweizerische Energiebilanz zurück. In der Annahme, dass uns die Verknappung vor allem auf dem Elektrizitätssektor droht, wollen wir nun kurz prüfen, ob der Verbrauch von 37 Milliarden kWh, zu welchem die Extrapolierung der bisherigen Entwicklung für das Jahr 1975 führt, der Kritik standhält.

Vier Hauptkategorien von Anwendungen sind an dieser Entwicklung mit verschiedenen jährlichen Zuwachsfaktoren beteiligt: Licht, Wärme, mechanische Arbeit und chemisch gebundene Energie. Das grösste Gewicht haben die Wärmeanwendungen, die auch die ausgeprägteste Zuwachstendenz aufweisen. Man könnte denken, dass der Wärmebedarf von bestimmten Verbrauchergruppen immerhin einer gewissen Sättigung zustrebt. In der allgemeinen Industrie kann er aber wahrscheinlich noch lange rascher steigen als die industrielle Tätigkeit selbst, da neue, technisch vorteilhafte Anwendungen immer wieder gefunden werden. Hingegen möchten wir schon lange die Verbreitung der elektrischen Raumheizung aufhalten und das elektrische Kochen nicht besonders intensiv fördern. Eine wirksame Beeinflussung in diesem Sinne ist nur von der notwendigen Anpassung der Wärmetarife zu erwarten. Diese dürfen aber nicht wirklich prohibitiv werden, da es dem Begriff des technischen Fortschrittes widersprechen würde, wenn man Abnehmer, die der Elektrizität, ihrer Bequemlichkeit wegen, den Vorzug gegeben haben oder im Begriffe sind, es zu tun, zwingen würde, darauf zu verzichten. Was aber vermieden werden muss, ist die Abgabe von Wärmestrom unter dem Selbstkostenpreis, auf Kosten von anderen Anwendungen. Auf gewisse Tariffragen soll später zurückgekommen werden. Hier sei lediglich angedeutet, dass die voraussichtliche Preisentwicklung als ein Faktor anzusehen ist, der die Zunahme des Wärmestromverbrauchs im Haushalt etwas verlangsamen

dürfte. Man könnte einwenden, dass die fortschreitende Verteuerung der festen und flüssigen Brennstoffe eher das Gegenteil erwarten lassen sollte. Wenn wir in der Lage wären, wie vor 20 oder 30 Jahren, Wasserkraft im Überfluss zu erzeugen, so wäre es sicher eine sinnvolle Wirtschaftspolitik, den teuren Brennstoffimport durch einen vermehrten Einsatz der Elektrizität zu drosseln. Nachdem wir aber in den nächsten Jahren in zunehmendem Masse auf thermisch erzeugte elektrische Energie angewiesen sein werden, wäre es widersinnig, für Anwendungen, wie zum Beispiel die Raumheizung — Spezialfälle ausgenommen — den Brennstoff auf dem Umweg über die Elektrizität mit einem auf alle Fälle viel kleineren Wirkungsgrad als bei direkter Verfeuerung zu missbrauchen. Diese Tatsache muss sich auf die Dauer unfehlbar im Verhältnis der Preise widerspiegeln, d. h. die Tarife für Wärmestrom, die heute bei uns sicher zu tief sind, sollten wenigstens parallel zu den Brennstoffpreisen steigen.

Eine öffentliche Besprechung solcher Preisfragen ist immer etwas heikel und könnte leicht Missverständnisse aufkommen lassen. Es sei deshalb betont, dass es keinesfalls beabsichtigt ist, eine Gelegenheit zu benützen, um einfach höheren Einnahmen der Elektrizitätswerke das Wort zu reden. Die Rendite der Elektrizitätswerke steht hier gar nicht zur Diskussion, sondern die Deckung des Energiebedarfes des Landes. Da diese Deckung nicht unbedingt gesichert ist, haben wir zu untersuchen, wie und wo die verfügbare Energie am besten verwendet wird; um eine optimale Verteilung und Koordinierung der Energiedarlebungen zu erzielen, ist es jedenfalls notwendig, dass nicht durch ein falsches Preisgefüge Verzerrungen verursacht werden. Für unsere Volkswirtschaft zum Beispiel wäre es sicher schädlich, die elektrische Küche durch forcierte Propaganda und zu tiefe Kochstrompreise weiterhin intensiv verbreiten zu wollen, vom Zeitpunkt an, wo wir regelmässig einen guten Teil ihres Verbrauches durch thermisch erzeugte Energie aufbringen müssen. Wir würden den Gaswerken schaden, deren Erzeugung in der gesamten Energiebilanz des Landes auch eine nötige Rolle spielt; dies würde sich zum Nachteil unserer Industrie auswirken, für welche die Energie ein Element der Konkurrenzfähigkeit bildet, und schliesslich hätten später auch die bevorzugten Abnehmer die unangenehmen Folgen der Revision einer unhaltbar werdenden Preispolitik zu tragen.

Anders stellt sich die Elektrizitätspreisfrage auf dem Gebiet der Elektrochemie und der Elektrometallurgie. Man hat es hier mit besonderen Verfahren, wie zum Beispiel der Elektrolyse, zu tun, bei welchen der elektrische Strom durch keine andere Energiequelle ersetzt werden kann. Steht er einmal nicht mehr in genügender Menge und zu einem tragbaren Preis zur Verfügung, so wird die betreffende Industrie früher oder später in Schwierigkeiten geraten. Kann das Postulat der kostenrechten Verteilung der Energie bis zu einer solchen Konsequenz starr angewendet werden? Die allgemeine Theorie der Nationalökonomie antwortet

<sup>2)</sup> Siehe Winiger, A.: Über die Notwendigkeit des Ausbaues unserer Wasserkräfte. Schweiz. Energie-Konsum. Bd. 32(1952), Nr. 7, S. 207...214, und Nr. 8, S. 238...246.

ja, berücksichtigt dabei aber nicht die politischen Grenzen und die lokalen Sozialprobleme. Auf Grund der einst im Überfluss vorhanden gewesenen billigen Wasserkraft sind in unserem Lande Industrien gegründet worden, die heute grosse Geldinvestitionen darstellen und zur Existenzgrundlage eines Teiles der Bevölkerung der betreffenden Gebiete geworden sind. Mit dem Ausland bleiben sie auf die Dauer nur konkurrenzfähig, wenn sie die Nachteile des teureren Rohstofftransports durch die billigere Energie, die sie selbst erzeugen oder kaufen, weiterhin ausgleichen können. Den volkswirtschaftlichen Folgen einer untragbaren Erhöhung der Elektrizitätsgestehungskosten für solche spezielle Anwendungen ist besonders Rechnung zu tragen.

Wohl hat vor zwei Jahren Herr Armand, Präsident der *Société Nationale des Chemins de Fer Français*, in einem viel beachteten und besprochenen Bericht an die OEEC den folgenschweren Vorschlag gemacht, die sehr grosse Energiemengen verbrauchenden europäischen Industrien nach überseeischen Gebieten zu verlegen, wo reichliche und billige Wasserkräfte ihrer Entfernung wegen sonst noch lange keine Verwendung finden werden. Die französische Aluminiumindustrie leitet diese Politik bereits ein. Der Vorschlag Armand ist sicher ein verdankenswerter Beitrag zur Milderung der drohenden Energieverknappung in Europa; aber obwohl er mit der Schaffung von internationalen Freizeonen grosszügig darauf bedacht war, auch Länder ohne Kolonien an dieser Möglichkeit teilhaben zu lassen, bedeutet er für uns keine tröstliche Lösung. Wir müssen also weiterhin billige Energie für die Erhaltung der bestehenden Betriebe reservieren; dagegen wäre es sicher verfehlt, das gleiche Opfer zugunsten von neuen, ähnlichen Großstromverbrauchern zu bringen. Obwohl diskriminierende Tarife in strenger, volkswirtschaftlicher Theorie nicht gerechtfertigt sind, dürfte eher in dieser Beziehung eine Ausnahme geduldet werden, als durch eine Verallgemeinerung der tiefen Preise für die Elektrochemie und die Elektrometallurgie neuen Investitionen Vorschub zu leisten, die sich auf die Dauer nur auf Kosten der übrigen Energieverbraucher würden erhalten können.

Diese Abschweifungen über die Energiepreise waren notwendig, um die Tendenzen der Nachfrage auf lange Sicht zu beurteilen. Ich fasse sie zusammen:

Wo Elektrizität und Brennstoffe kompetitiv sind, sollen *kostenechte Tarife* die natürliche Entwicklung der beiden Energieträgerkategorien gestatten. Nachdem die Preise für Elektrowärme im allgemeinen zu niedrig geblieben sind, ist im Laufe der Zeit hauptsächlich auf diesem Sektor eine Erhöhung und infolgedessen eine gewisse Verlangsamung der Verbrauchszunahme ins Auge zu fassen. Wo die elektrische Energie nicht ersetzt werden kann, sollte im nationalen Interesse darnach getrachtet werden, die Konkurrenzfähigkeit der betreffenden bestehenden Industrie durch *tragbare Energiepreise* zu erhalten. Diese Politik soll aber nicht für grosse Betriebserweiterungen oder gar bei

Schaffung neuer Konkurrenzunternehmungen gelten, so dass auch auf dem Sektor der Elektrochemie und der Elektrometallurgie mit einem ermässigten Verbrauchszuwachs gerechnet werden dürfte. Für alle thermischen Anwendungen hingegen, wo die Elektrizität besondere Vorteile bietet, sowie für Licht und mechanische Arbeit, dürfte sich der Verbrauch in freier Weise weiter entwickeln.

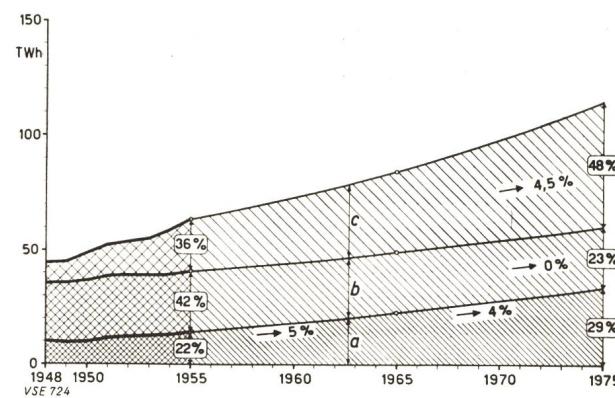


Fig. 3  
Voraussichtliche Entwicklung des Jahresbedarfs der Schweiz an Rohenergie bis 1975

a elektrische Energie, mit Elektrokessel

b feste Brennstoffe

c flüssige Brennstoffe

— tatsächliche Entwicklung bis 1955

— Prognose. Neben den Pfeilen sind die angenommenen mittleren jährlichen Zuwachsraten angegeben. Für die Jahre 1955 und 1975 wurde der Anteil der einzelnen Energieträger in Prozenten des gesamten Rohenergiebedarfes angeführt

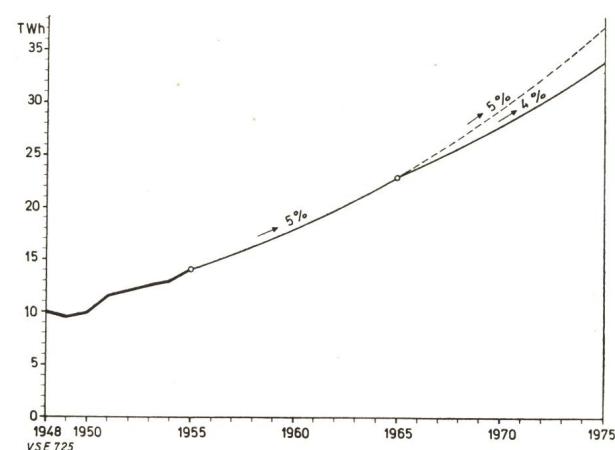


Fig. 4  
Voraussichtliche Entwicklung bis 1975 des Jahresverbrauches elektrischer Energie in der Schweiz

(Mit Elektrokessel, ohne Export)

Neben den Pfeilen sind die angenommenen mittleren jährlichen Zuwachsraten angegeben

Unter Berücksichtigung aller dieser Überlegungen, die sich jedoch schwer beziffern lassen, kann die Schätzung des Elektrizitätsverbrauches im Jahre 1975, den wir vorher auf 37 Milliarden kWh extrapoliert hatten, auf ca. 34 Milliarden kWh ermässigt werden (Fig. 3 und 4). Diese Zahl ist, wie gesagt, nicht als eine kühne Voraussage zu betrachten, sondern nur als eine notwendige Richtlinie, die unter der Voraussetzung einer günstigen allgemeinen Wirtschaftslage als vertretbar erscheint.

## Der Einsatz der klassischen Energiequellen zur Deckung des Bedarfes in den kommenden Jahren

In diesem Abschnitt soll nun die Frage erörtert werden, wie und in welchem Mass der steigende Energiebedarf der nächsten Jahre durch die klassischen Energiequellen, im Falle unseres Landes also *durch den weiteren Ausbau der Wasserkräfte*, gedeckt werden kann. Darüber hat bereits Dr.

noch nicht ganz abgeklärter Projekte auf rund 32 oder sogar auf 35 Milliarden kWh. Im hydrologischen Jahr 1955/56 wurden tatsächlich rund 14,7 Milliarden kWh in den Wasserkraftwerken unseres Landes erzeugt. Man wird aber besser mit der Energiedarbietung eines in hydrologischer Hinsicht durchschnittlichen Jahres rechnen und in diesem Fall hätte die Produktion 1955/56 15,8 Milliarden kWh erreicht. Im Bau befinden sich heute Kraftwerke, die bis etwa 1965 eine zusätzliche Er-

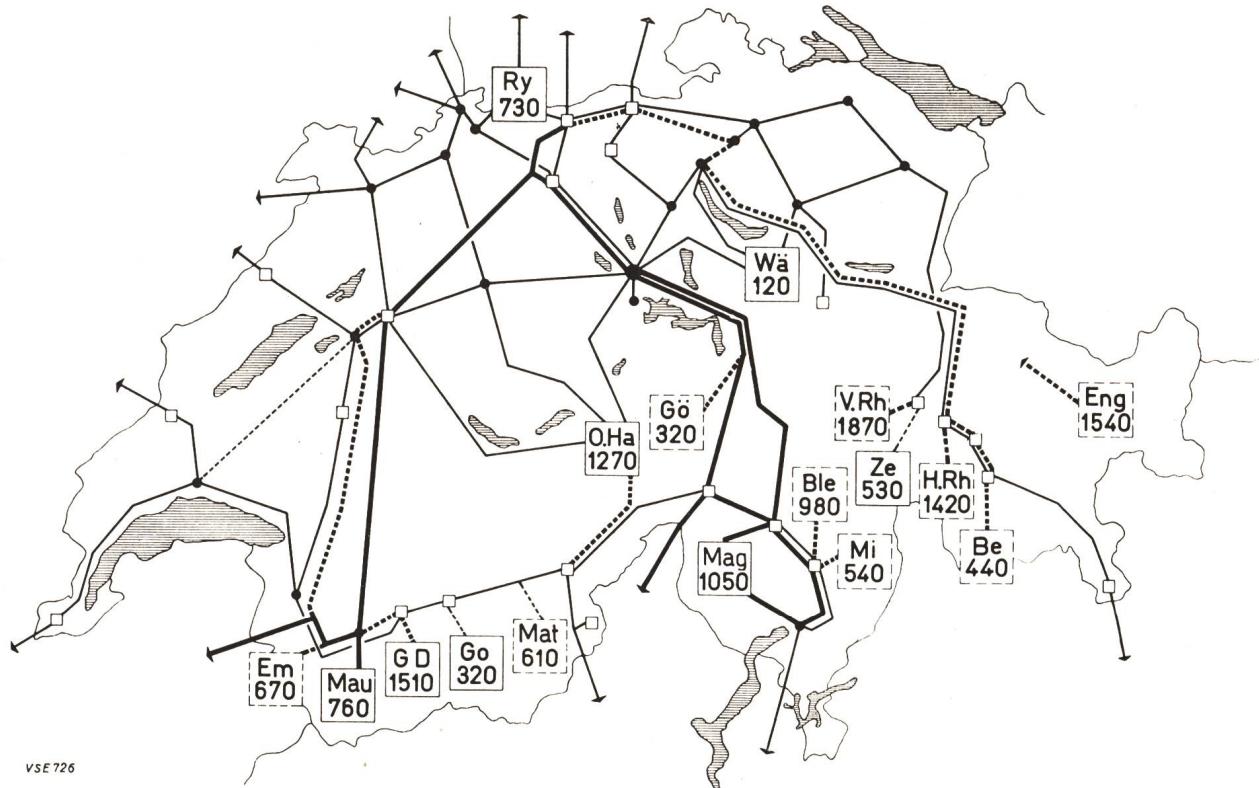


Fig. 5

Übersichtskarte der Wasserkraftwerke der Schweiz mit einer maximal möglichen Leistung von über 100 MW

Die sich in Betrieb oder in einem fortgeschrittenen Bau stadium befindenden Werke wurden durch volle Quadrate, die projektierten oder erst am Anfang der Bauarbeiten stehenden Werke durch gestrichelte Quadrate dargestellt. Die Zahlen in den Quadraten geben die mittlere jährliche Erzeugungsmöglichkeit der einzelnen Werke in TWh an.

Bedeutung der Abkürzungen:

Wallis (Total ca. 8000 GWh):

Em	Usines d'Emosson
Mau	Mauvoisin
GD	Grande Dixence
Go	Gougra
Mat	Mattmark

Tessin (Total ca. 3000 GWh):

Mag	Maggiawerke
Ble	Bleniowerke
Mi	Misoxerwerke

Graubünden (Total ca. 8000 GWh):

V.Rh	Vorderrheinwerke
Ze	Zervreilawerke
H. Rh	Hinterrheinwerke
Be	Bergeller Werke
Eng	Engadiner Werke

Andere Werke:

O.Ha	Oberhasliwerke
Gö	Göscheneralp-Göschenen
Wä	Wäggital
Ry	Ryburg-Schwörstadt

Grosse Hochspannungsleitungen:

—	220 kV
—	150 kV
····	220 kV projektiert
····	150 kV projektiert

*Oesterhaus* vor 2 Jahren berichtet<sup>3)</sup>). Er bezifferte damals die technisch und wirtschaftlich ausbaubaren Wasserkräfte der Schweiz auf 30 Milliarden kWh im Jahr. Seither haben sich in den Schätzungen, die übrigens auf konkreten Projekten und sehr genauen Studien beruhen, noch gewisse Verschiebungen ergeben. Die letzten veröffentlichten Werte lauten nach Einbeziehung einiger neuer, übrigens

zeugung von wenigstens 8 Milliarden kWh ergeben werden. Die wichtigsten dieser Werke sind:

*Mauvoisin* mit einer mittleren Produktionsmöglichkeit von 760 GWh pro Jahr, *Grande Dixence* mit 1510 GWh, *Gougra* mit 320 GWh, *Göscheneralp* mit 320 GWh, *Blenio* mit 980 GWh, *Zervreila* mit 530 GWh, *Bergeller Kraftwerke* mit 440 GWh, *Vorderrhein* mit 1870 GWh, *Hinterrhein* mit 1420 GWh.

An verbleibenden grösseren Projekten sind unter anderem zu erwähnen:

<sup>3)</sup> Siehe Schweiz. Energie-Konsum. Bd. 35(1955), Nr. 8, S. 243...258.

Als Werke mit grossen Speichermöglichkeiten *Mattmark* in der Grössenordnung von 600 GWh pro Jahr, *Emosson* mit 670 GWh, wovon nur die Hälfte auf die Schweiz entfällt, *Misox* mit 540 GWh, und die *Engadiner Kraftwerke*, die bis 1500 GWh erzeugen könnten,

sowie die reinen Laufkraftwerke *Säckingen* mit 380 GWh und *Koblenz-Kadelburg* mit 300 GWh, wobei bei diesen beiden den letzteren Werken 50 % der Schweiz anfallen.

Demnach konzentriert sich der grösste Teil der noch verbleibenden ausnützbaren Wasserkräfte auf die Kantone *Wallis* und *Graubünden*, die nach Vollausbau mit je rund 8 Milliarden kWh, d. h. mit je etwa einem Viertel der gesamten schweizerischen Wasserkräfte, an die Landesversorgung beitragen werden (Fig. 5).

Wie steht es mit dem voraussichtlichen Tempo dieses und des weiteren Ausbaus? So lautet die erste Frage, die uns in diesem Zusammenhang beschäftigt. Der früheste Termin wird durch *bautechnische Bedingungen*, allfällig durch *die Grenzen der Finanzierungsmöglichkeiten* bestimmt; der späteste Termin anscheinend durch den Bund für Naturschutz.

In *technischer Hinsicht* spielen folgende Faktoren eine entscheidende Rolle: Können die verschiedenen Projektierungsbureaux noch mehr Projekte als bisher gleichzeitig in Angriff nehmen und sie rascher abklären? Die meisten von ihnen sind gegenwärtig überbeschäftigt, und es dürfte nicht leicht sein, noch mehr Ingenieure, Techniker und Zeichner anzustellen, die über die notwendige Erfahrung verfügen. Man macht wohl heute Anstrengungen, um den technischen Nachwuchs zu vermehren, aber sie werden ihre Früchte bestenfalls erst in einigen Jahren tragen. Und in Anbetracht der kommenden Aufgaben, z. B. auf den Gebieten der Autostrasse, der Automation oder der Kernphysik müssen wir annehmen, dass auf allen Sektoren dieses technische Personal sehr begehrte bleiben wird.

Man hätte vor einigen Jahren nicht erwartet, dass die in Frage kommenden Baufirmen in der Lage seien, so viele grosse Baustellen gleichzeitig zu betreiben, wie es heute der Fall ist. Allein im Wallis befinden sich vier grosse Speicheranlagen im Bau, darunter die riesige Grande Dixence mit ihren zahlreichen einzelnen Baustellen. Im Tessin konnten die Bauarbeiten der Blenio-Kraftwerke in einem sehr grossen Maßstab in Angriff genommen werden, noch während an der Vollendung der Maggiaanlagen gearbeitet wird, und im Bündnerland wird die Ausführung der umfangreichen Projekte am Vorder- und am Hinterrhein praktisch in die gleiche Zeit fallen. Dennoch stellt man mit Befriedigung fest, dass jede neue Submissionseinladung auf das unverminderte Interesse der spezialisierten Baufirmen stösst und dass die Konkurrenz offen bleibt. Dies ist einmal darauf zurückzuführen, dass während einer Periode steigender Beschäftigung die Firmen ihr Bauinventar stets ergänzen konnten, ferner, dass die grossen Unternehmungen, durch die Bauherrschaft unterstützt, es gut verstanden haben, lokale Bauunternehmer in ihre Konsortien oder als Unterakkordanten aufzunehmen. Viele dieser einst sehr bescheidenen Firmen haben sich in den letzten Jahren zu recht bedeutenden Unternehmungen mit einem ansehnlichen Können entwickelt. Der

ausschlaggebende Faktor bleibt natürlich der Einsatz der Fremdarbeiter, die auf den grossen Baustellen, wenigstens im Sommer, über 70 % der Belegschaft ausmachen.

Mit der Vervollkommnung der Technik und der Installationen ist die Bauzeit, wenigstens für gewisse Anlageteile, wesentlich kürzer geworden. Zum Beispiel konnte beim Bau der Zervreila-Staumauer ein Jahr auf das vorgesehene Bauprogramm gewonnen werden. Bei der Staumauer von Moiry konnte gegenüber früheren Arbeitsmethoden mit 25 % bis 30 % kürzerer Bauzeit gerechnet werden und auch die riesige Mauer der Grande Dixence wird vermutlich rascher fertig gebaut, als zuerst angenommen wurde. Der endgültige Zeitgewinn fällt leider meistens nicht im gleichen Verhältnis aus, da bei den sehr langen Stollen, die die heutigen grossen Speicherwerkprojekte einschliessen, eine entsprechende Kürzung des Vortriebes nicht erreichbar ist. Wohl hat man seit dem letzten Kriege durch die modernen maschinellen Einrichtungen sehr grosse Fortschritte in bezug auf das Tempo des Stollenausbruches gemacht, die die besondere Konzeption der neuesten Projekte überhaupt ermöglichen. Es scheint aber, dass technische und wirtschaftliche Gegebenheiten einer weiteren wesentlichen Tempobeschleunigung gewisse Grenzen setzen.

Erst seit einigen Monaten ist man sich in der Schweiz — und übrigens schon früher im Ausland — eines Faktors besser bewusst geworden, der vielleicht für das künftige Tempo des Wasserkraftausbaus massgebend sein könnte: *der Grenzen der Finanzierungsmöglichkeiten*.

Im Jahre 1955 sind in der Schweiz für den Kraftwerkbau 430 Millionen Franken und für die Übertragungsanlagen 170 Millionen, d. h. total 600 Millionen Franken aufgewendet worden. Auf Grund der heutigen Preise kann man den Geldbedarf für den restlichen Ausbau unserer Wasserkräfte in der Grössenordnung von 8 Milliarden Franken annehmen. Dazu kommen die Kosten für den entsprechenden Ausbau der Übertragungs- und Verteil-Anlagen, die nach Massgabe des bisherigen Verhältnisses zwischen den Kosten der Netze und den Kosten der eigentlichen Erzeugungsanlagen auf 3 bis 4 Milliarden Franken zu schätzen sind. Also ergibt sich insgesamt ein Investitionsbetrag von 11 bis 12 Milliarden Franken.

Jemand hat kürzlich errechnet, dass diese 12 Milliarden Franken ziemlich genau den gegenwärtigen Gesamtschulden des Bundes und aller Kantone zusammen entsprechen. Das ist ein sehr eindrücklicher Vergleich. Man könnte aber auch anführen, dass dieser Betrag, z. B. auf eine Periode von 20 Jahren verteilt, 600 Millionen Franken pro Jahr, also nur 2 bis 3 % unseres Volkseinkommens oder etwa 15 % der jährlichen Ersparnisbildung in der Schweiz beanspruchen würde. Vergleiche, die vielleicht weniger Aufsehen verursachen. Ein Teil davon, schätzungsweise etwa 1/3, kann durch Selbstfinanzierung der Werke, d. h. durch Verwendung der nicht sofort benötigten Abschreibungs- und Erneuerungsrücklagen, aufgebracht werden.

Der Rest, also immerhin ca. 400 Millionen Franken, sollte durch Kapitalerhöhungen und Obligationenanleihen gedeckt werden. Der Präsident der *Schweizerischen Kreditanstalt* hat kürzlich festgestellt, dass die im vergangenen Jahre aufgenommenen Anleihen der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft einen Gesamtbetrag von 330 Millionen Franken erreicht haben und hält eine weitere Belastung des schweizerischen Geldmarktes in dieser Grössenordnung als volkswirtschaftlich durchaus tragbar. Tatsächlich hat ein durch einige Emissions-Misserfolge verursachter Pessimismus hinsichtlich der Finanzierung des Kraftwerkbaus einer etwas zuversichtlicheren Stimmung Platz gemacht, nachdem die anfangs dieses Jahres ausgegebenen Anleihen wieder reichlich überzeichnet worden sind. Es ist aber mit Rücksicht auf die Energiepreise zu hoffen, dass die offensichtlich notwendig gewordene Zinsverbesserung nicht über die jetzt geltenden Bedingungen hinausgeht. Es wurde auch die Anregung gemacht, die Finanzierung der grossen Partnerwerke durch die Anwendung neuer Formeln attraktiver zu gestalten, zum Beispiel durch die öffentliche Ausgabe von Prioritätsaktien. Solche Lösungen, die dahingehen, in der gleichen Gesellschaft für Jahrzehnte Aktionäre mit entgegengesetzten Interessen zu vereinigen, rufen aber ernsten Bedenken. Denn die klügsten Statutenbestimmungen können in solchen Fällen die Tatsache nicht aus der Welt schaffen, dass die eine Aktionärklasse eine Renditenverbesserung erhofft, während die andere die Pflicht hat, unter Wahrung der Vermögenssubstanz unser Land mit möglichst billiger Energie zu versorgen.

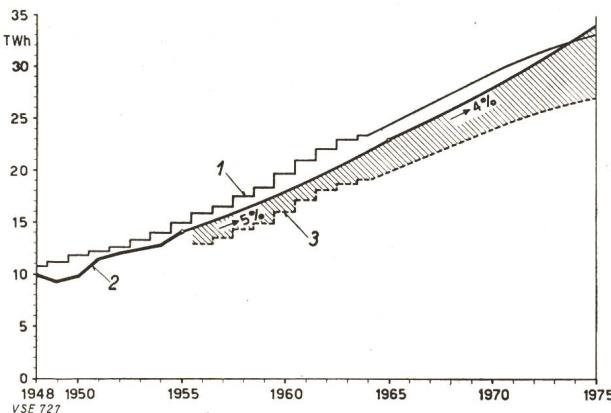


Fig. 6  
Jährliche Erzeugungsmöglichkeit der schweizerischen Kraftwerke im Vergleich mit dem voraussichtlichen Jahresenergiebedarf

- 1 Erzeugungsmöglichkeit im Durchschnittsjahr
  - 2 Energiebedarf (bis 1955: tatsächliche Entwicklung; von 1955 bis 1975: Prognose)
  - 3 Erzeugungsmöglichkeit im trockenen Jahr
- Schraffierte Fläche: Energiemanko im trockenen Jahr

Zu diesem Exkurs auf finanztechnische Probleme führte uns die Frage, in welchem Tempo die noch verfügbaren Wasserkräfte ausgebaut werden können. Dieses Tempo wird wahrscheinlich durch die zulässige Geldmarktbeanspruchung begrenzt, so dass wir schon aus diesem Grunde annehmen müssen, die Zunahme der installierten Leistung werde ungefähr gleich gross bleiben wie in den letzten

Jahren, um so mehr als die andern oben erwähnten Faktoren in der gleichen Richtung wirken. Diese Annahme führt zu einer möglichen Erzeugung von rund 33 Milliarden kWh für das Jahr 1975, bei mittleren Wasserverhältnissen (Fig. 4). Dies aber heisst, dass zu diesem Zeitpunkt der mögliche Ausbau der Wasserkräfte fast beendet sein wird; ferner, dass der berechnete Bedarf nur bis auf ein Manko von 1 Milliarde kWh im Falle eines normalen Jahres, von 7 Milliarden kWh im Falle eines trockenen Jahres durch Hydroenergie wird gedeckt werden können. Fig. 6 veranschaulicht diese mutmassliche Entwicklung für das hydrographische Jahr als Ganzes. In Fig. 7 ist die Entwicklung, je getrennt für das Winter- und für das Sommerhalbjahr, dargestellt.

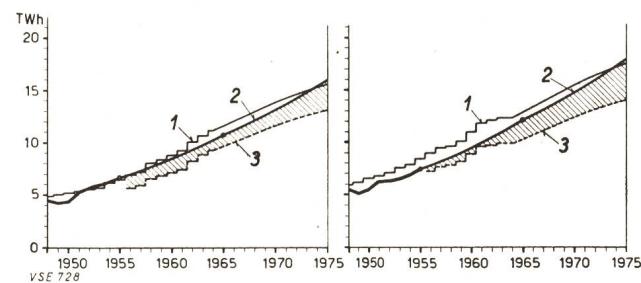


Fig. 7  
Erzeugungsmöglichkeit der schweizerischen Kraftwerke im Vergleich mit dem voraussichtlichen Energiebedarf im Winter und Sommer

links Winterhalbjahr  
rechts Sommerhalbjahr

Bedeutung der Zahlen und der schraffierten Fläche wie bei Fig. 6

Wie gedenken wir dieses allfällige Defizit auszugleichen, das ist wohl die Frage, die uns in erster Linie interessiert.

Es ist den Werken zuzutrauen, dass sie in bezug auf die Bestimmung der notwendigen Leistung, auf die Verteilung zwischen Sommer- und Winterproduktion und auf den Bau der nötigen Übertragungsanlagen die richtigen Massnahmen treffen. So kann zunächst an das Problem der Beschaffung der jährlichen Energiefehlmenge herangetreten werden.

Solange wir die Atomenergie nicht in Betracht ziehen, kommen nur die wenigen folgenden Mittel in Frage:

- Thermische Elektrizitätserzeugung im Inland mit Kohle oder Öl
- Bezug von hydraulischer oder thermischer Energie aus dem Ausland
- Energieaustausch

Wir wollen die mögliche Erzeugung der *bestehenden inländischen thermischen Werke* vernachlässigen, obwohl sie uns in den letzten Wintern wertvolle Dienste geleistet hat. Bei höchstem Einsatz der Gasturbinen von Beznau, der verschiedenen Dieselgruppen und der alten Dampfkraftwerke von Basel und Genf konnte im kritischen Monat Februar 1956 eine thermische Energiemenge von 38 Millionen kWh erzeugt werden. Auch bei vollem Betrieb während des ganzen Winters würden wir nur rund 240 Millionen kWh erhalten, eine Möglichkeit, die wir wohl für den Ausgleich des Pro-

duktionsausfalles in einem extrem trockenen Jahr berücksichtigen dürfen, die aber zur Deckung eines chronischen Defizites der Energiebilanz nicht ein zweites Mal mitgezählt werden darf und die zudem kaum ins Gewicht fallen würde.

Nein, wenn wir uns mit eigener thermischer Energie aushelfen möchten, so sollten wir in den kommenden Jahren sukzessive *zwei oder drei Werke, jedes mit wenigstens zwei modernen Turbo-Gruppen von je 100 000 oder 150 000 kW* bauen. So könnten wir die 2 bis 3 Milliarden kWh erzeugen, die uns zu fehlen drohen, zuerst in diesem Ausmass nur in wasserarmen Jahren, ab 1970 wahrscheinlich auch bei normalen Wasserverhältnissen. Dieser Gedanke wurde schon vor Jahren durch einige grössere Überlandwerke erwogen und dann wieder fallen gelassen. Das notwendige grosse Brennstofflager, der Platzbedarf, der Mangel an geschultem Personal für den Betrieb von grossen Dampfkraftwerken, der unsichere Einsatz in den ersten Betriebsjahren, je nach der Hydraulizität und der Nachfrage, dies sind Gründe, die neben den relativ hohen Energiegestehungskosten gegen einen positiven Beschluss sprachen. Man darf nicht vergessen, dass die Benützungsfrage sich hier ganz anders stellt als im Falle eines Wasserkraftwerkes. Bei einem Konjunkturückfall oder in einem sehr nassen Jahr haben wir immer noch Aussicht, einen Überschuss an Wasserkraft, wenn auch zu vorübergehend ungenügenden Preisen, zu exportieren. Diese Preise würden hingegen nicht einmal die mit dem weiteren Transport belasteten Brennstoffkosten einer schweizerischen Dampfzentrale decken. Diese müsste einfach monatelang stillstehen.

Ohne die Perspektive der Atomenergie wäre allerdings der Bau von thermischen Kraftwerken bald nicht mehr zu umgehen, wobei über die schwierige Wahl des Brennstoffes, Kohle oder Öl oder beides, zu entscheiden wäre. Auch die Verwendung des Erdgases in einer nahe der italienischen Grenze gelegenen Zentrale käme in Frage, später sogar — warum nicht — ein Anschluss an die neu entdeckten ergiebigen Erdgasvorkommen in Frankreich.

Obwohl wir heute noch einigen Wintern mit angespannter Versorgungslage entgegensehen, ist es wahrscheinlich berechtigt, den Verzicht auf grosse Dampfzentralen nicht so sehr zu bereuen. Uran ist eine Energiequelle, auf deren Ausnutzung zu nicht ungünstigeren Bedingungen als unsere Nachbarländer wir hoffen dürfen, während wir in bezug auf Kohle oder Öl immer benachteiligt sein werden. Wohl ist der wirtschaftliche Einsatz der Atomreaktoren noch nicht für morgen zu erwarten, aber wir hoffen, dass er in einer Frist möglich sein werde, die für die vollständige Abschreibung von neuen Dampfzentralen nicht ausreichen würde.

Die zweite genannte Übergangslösung, *die Strom-einfuhr*, erscheint insofern als etwas gewagt, als sie uns unmittelbar vom Ausland abhängig macht. Die Brennstofflager, die wir vernünftigerweise anlegen könnten, würden jedoch bei intensiver thermischer Erzeugung im Inland nicht so lange ausreichen, dass der Unterschied ausschlaggebend wäre.

*Elektrizität aus Wasserkraft* könnten wir im Prinzip aus *Österreich* oder *Jugoslawien* importieren. Dies sind die einzigen Länder, die auf lange Sicht hin über einen Überschuss verfügen könnten, wenn man ihnen helfen würde, den Ausbau ihrer Wasserkräfte zu finanzieren. Der kurz nach dem Kriege mit einer italienischen Gesellschaft abgeschlossene Vertrag, der die Fertigstellung der *Resiawerke* ermöglichte, ist bekannt. Die Formel hat sich als zweckmässig erwiesen, betraf aber nur ein verhältnismässig kurzfristiges Geschäft und eine bescheidene Leistung. Die Überbrückung, die wir aber heute nötig hätten, sollte länger dauern, etwa 10 bis 20 Jahre, und sich auf Leistungen von einigen 100 000 kW beziehen. Die entsprechenden Geldkredite sind auf alle Fälle viel schwerer erhältlich; besonders in der jetzigen Lage, in welcher die Finanzierung der eigenen Kraftwerke den schweizerischen Kapitalmarkt mehr als genug in Anspruch nimmt, wäre der Vorteil einer solchen Operation sehr zweifelhaft. Immerhin wird diese Möglichkeit weiter geprüft, besonders mit Österreich, aber die Aussichten sind gegenwärtig nicht besonders günstig.

Etwas anders stellt sich die Situation in bezug auf die *thermische Energie aus dem Ausland* dar. Erstens ist die nötige Geldinvestition relativ kleiner, besonders wenn es sich darum handelt, eine zusätzliche Gruppe in einer bestehenden Dampfzentrale aufzustellen und wenn man auf alle Fälle von vorhandenen Nebenanlagen wie Kohlenpark, Kühlwasserversorgung usw. profitieren kann. Zweitens sind die Länder, die in erster Linie in Frage kommen — *Deutschland* und *Belgien* — vielleicht etwas weniger auf eine langfristige Finanzierung angewiesen und schliesslich wird nicht verlangt, dass wir Jahr für Jahr die gleiche Energiemenge unbedingt beziehen. Erschwerend ist momentan die allgemeine Brennstoffknappheit — zum Teil im Zusammenhang mit dem Suezkanalkonflikt, zum Teil als drohende Dauererscheinung für Europa. Die Verwendung amerikanischer Kohle wirkt sich aber auf die Energiepreise aus, während die Versorgung an sich nicht als gefährdet erscheint.

Im vergangenen Winter hat uns besonders Deutschland mit sehr bedeutenden Lieferungen ausgeholfen, zum grössten Teil aus Braunkohlekraftwerken. Auch haben einige schweizerische Werke sich im letzten Sommer einen ansehnlichen Stock amerikanischer Kohle verschafft, der teilweise in einer französischen Dampfzentrale für Rechnung der Schweiz verbrannt wurde. Schliesslich kann hier der Vertrag erwähnt werden, den die ATEL für eine Dauer von 20 Jahren mit belgischen Kohlenbergwerken abgeschlossen hat. Er sichert unserem Lande eine jederzeit verfügbare Leistung, die innert dreier Jahre von 20 000 auf 70 000 kW steigen wird, und eine jährliche Bezugsmöglichkeit, die 300 bis 400 Millionen kWh erreichen könnte.

Solche Lösungen, wenn sie sich weiter ausbauen lassen, hätten den Vorteil, die Zukunft besonders im Hinblick auf die Atomenergie nicht zu präjudizieren.

Mehr theoretisch wäre die zuletzt erwähnte Möglichkeit des *reinen Stromtausches* mit dem Ausland. Wenn wir in die Lage kommen, einen Teil der wertvollen Energie der im Bau sich befindenden Speicheranlagen zu entbehren, so könnten wir sie mit der entsprechenden Leistung während der Höchstlastzeit nach dem Ausland liefern und dafür eine grössere Energiemenge während der übrigen Zeit zurückbeziehen. Einen sehr grossen Beitrag zum Ausgleich unserer Energiebilanz dürfen wir aber von solchen Austauschgeschäften nicht erhoffen.

Sehr sicher, sehr ergiebig sind also die erwähnten Lösungen keinesfalls. Sie entlasten uns nicht von der dringenden Pflicht:

- in erster Linie, ohne Nachlassen, unsere Wasserkräfte möglichst rasch auszubauen
- die erzeugbare Energie möglichst vollständig auszunützen
- die verfügbare Energie möglichst haushälterisch zu bewirtschaften, d.h. sie in erster Linie für diejenigen Anwendungen einzusetzen, die den besten Nutzeffekt versprechen.

Die einschlägige Politik bestimmen nicht die Elektrizitätswerke allein. Bei weitem nicht; vielmehr *die Konsumenten und die öffentliche Meinung*. Denn um Werke zu bauen, sind Konzessionen notwendig. Um die Energie im Verbundbetrieb restlos auszunützen — wie es im vergangenen Winter, wir dürfen dies sagen, mustergültig geschah — muss das Hochspannungsnetz entsprechend den steigenden Leistungen weiter ausgebaut werden können. Wollen wir schliesslich eine sinnvolle Verwendung der nunmehr bis zum Erscheinen der Atomkraft nur noch in beschränktem Masse verfügbaren elektrischen Energie erreichen, dann ist vor allem eine entsprechende Gestaltung der Tarife wirksam. Diesen Bedingungen sollte unbedingt ein besseres Verständnis entgegengebracht werden, als dies in letzter Zeit in verschiedenen Kreisen der Fall war.

### Der Übergang zum Atomzeitalter

Nun gehen wir zum letzten Punkt über. *Wann dürfen wir erwarten, dass die Atomenergie dem Engpass, in welchem sich sowohl die Brennstoffversorgung als die Elektrizitätserzeugung befinden, ein Ende bereitet?*

Wenn es am Anfang dieser Ausführungen nötig schien, zeigen zu müssen, dass die Energieverbrauchsstatistiken mit einiger Vorsicht zu handhaben sind, wie sehr sollte dann die gleiche Warnung auf dem Gebiete der Atomkraft unterstrichen werden, die mit jugendlicher Unbekümmertheit ihren Platz an der Sonne zu behaupten beginnt. Deswegen beruhen sicher die vielen Angaben, die man fast täglich hierüber zu lesen bekommt, zu einem guten Teil auf Antizipation und Zweckoptimismus. Von Projekten, deren Ausführung erst grundsätzlich beschlossen ist, bekommt man bald den Eindruck, sie ständen fast unmittelbar vor der Inbetriebnahme; Energiegestehungspreise, die für einen noch etwas entfernten regelmässigen Betrieb erhofft werden, werden als fertige Tatsachen ausgelegt. Als Beispiel sei nur die sich immer wieder-

holende Meldung genannt, wonach die Atomzentrale *Calder-Hall* in der Lage sei, die elektrische Energie für 0,6 Penny, also für 3 Rp. pro kWh, zu liefern. Eine sehr grosse deutsche Elektrizitätsunternehmung, die im Begriffe ist, auf Grund von vielen konkreten Offerten und eingehenden eigenen Studien den Bau eines ersten Atomkraftwerkes zu beschliessen, rechnet mit Gestehungskosten in der Grössenordnung von 15 Pf. pro kWh, und schweizerische Elektrizitätswerke, welche gemeinsam ebenfalls die Aufstellung einer ersten Atomzentrale, allerdings als Versuchskraftwerk bescheidener Leistung, planen, sind sich ebenfalls bewusst, dass sie einen kWh-Preis von rund 15 Rp. in Kauf nehmen müssen.

Wir können hier nicht auf eine Diskussion dieser Preise eintreten. Eine oberflächliche Analyse würde einen ganzen Vortrag ausfüllen. Zwei Zahlen zeigen an sich schon, wie unglaublich gross der Ungewissheitsbereich ist. Die «Neue Zürcher Zeitung» hat ganz kürzlich<sup>4)</sup> einige wenige Unterlagen über *die englischen Berechnungen* wiedergegeben. Auch wenn man trotz verschiedenen Vorbehalten von diesen Zahlen ausgeht, gelangt man zu einem Energiegestehungspreis von mindestens 5 statt 3 Rp. pro kWh, bei einer Benützungsdauer der installierten Leistung von ca. 7000 h pro Jahr, dies immer noch mit einer gewissen Dosis Optimismus und erst vom noch ziemlich entfernten Zeitpunkt an, zu welchem man nach Überwindung der Kinderkrankheiten der Anlage von einem regelmässig arbeitenden industriellen Betrieb wird sprechen können. Ich hatte Gelegenheit, vor einigen Monaten in einer internationalen Arbeitsgruppe eine solche Berechnung als Beispiel anzustellen. Sie löste keinen Widerspruch aus. Um eine gewisse Zurückhaltung zu rechtfertigen ist es aber besser, einige kurze Zitate aus einem Bericht anzuführen, der vor wenigen Monaten durch *den Studienausschuss des Westeuropäischen Kohlenbergbaus* abgefasst wurde und sich auf eine sehr gut ausgewiesene Dokumentation stützt. Man findet hier folgende Feststellungen:

«Zur Zeit sind nur zwei Anlagen in Aufstellung begriffen, die mit «Kraftwerk» bezeichnet werden können, und zwar Calder-Hall in England, mit einer vorgesehenen installierten Leistung von 4 mal 23 000 kW, und das Kraftwerk Shippingport der Atomic Energy Commission in den USA, mit einer Leistung von 60 000 kW im ersten Ausbau. Überdies ist in der Sowjetunion seit 1954 ein Kraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 5000 kW in Betrieb. Diese Kraftwerke sind als Versuchsanlagen zu bezeichnen.

... Erfahrungen im Bau von Kernenergie-Kraftwerken liegen also noch kaum vor; von Kenntnissen über die Betriebsführung kann noch keine Rede sein. Aus diesem Grunde ist davor zu warnen, Pläne und Hoffnungen mit der Wirklichkeit zu verwechseln, wie dies zur Zeit im Schrifttum an vielen Stellen und in zum Teil leichtfertiger Weise geschieht.»

Philip Sporn, der Präsident der *American Gas and Electric Service Corporation* in New York, dem man Mangel an Kühnheit und Sicherheit nicht vorwerfen kann, berichtete über die Genfer Konferenz unter anderem folgendes:

<sup>4)</sup> «Neue Zürcher Zeitung», Nr. 684, vom 11. 3. 57.

«Genf legte ein sichtbares Zeugnis dafür ab, mit welchem Eifer alle Länder hinter der Atomkraft her sind. Die Konferenz liess offenbar werden, dass vor allem die kleinen Nationen anzunehmen scheinen, die Atomkraft werde alle ihre Schwierigkeiten lösen. Aber sie werden grausam enttäuscht werden, wenn sie glauben, dass die Kernenergie ihre Lage bereits in wenigen Jahren ändern könne. ... Bei der Beschreibung einiger Entwicklungsaufgaben wurde es in Genf sorgsam vermieden, eine Vorstellung des zugehörigen zeitlichen Ablaufes zu geben.»

Auch *Rickover* von der *Atomic Energy Commission* stellte letztes Jahr fest:

«Die Voraussagen über die zukünftigen Kosten für Kernenergiiekraftwerke sind grösstenteils weitgehende Übertragungen oder sogar Vermutungen, hier und dort vermischt mit Wünschen und Hoffnungen, welche nicht auf genauen Einzelberechnungen beruhen und auch nicht beruhen können.»

Schliesslich noch die folgenden trefflichen Überlegungen von *Prof. Jaroschek*, Darmstadt, und *Hill*, England, in bezug auf die Anlagekosten:

«Falls man die Kosten der gesamten Kesselanlage des normalen Kraftwerkes den Kosten einer Wärmeaustauschanlage des Kernenergie-Kraftwerkes gleichsetzt, so liegen kostenmässig alle Anlageteile, mit Ausnahme des Reaktors, ungefähr gleich hoch. Die elektrische Nutzleistung des Atomkraftwerkes jedoch wird — bei gleicher thermischer Leistung — infolge der niedrigen Temperaturen und Drucke und des höheren Eigenbedarfes geringer sein; allein aus diesem letzteren Grund erklärt sich schon eine erhebliche Preiserhöhung pro kW Leistung. Das Atomkraftwerk umfasst ausserdem noch die gesamte eigentliche Reaktor-Anlage mit ihren teuren Materialien, mit den ebenfalls kostspieligen Überwachungs- und Regulierungs vorrichtungen sowie schliesslich mit den nicht weniger kostspieligen Brennstoff-Füllungen selbst.»

Ähnliche vorsichtige Überlegungen sind wegen der Lebensdauer und der wahrscheinlich rasch ein tretenden technischen Überalterung dieser Kraftwerke am Platze, und zudem bleiben die Spaltstoffkosten noch innert weiten Grenzen sehr un gewiss. Sie werden für Shippingport mit rund 3 cents pro kWh veranschlagt in der Hoffnung, dass sie einmal auf 0,7 cent oder 2 Rp. pro kWh herabgesetzt werden können. Vorläufig werden die gesamten Energiekosten für Shippingport in der Höhe von 15 Rp. pro kWh angegeben. Mit der Verwendung von angereichertem Uran bezweckt man, die Anlagekosten der Reaktoren zu ermässigen, aber die Anreicherung selbst erfordert ihrerseits erhebliche Kosten. Es stehen sich hier also zwei Bestrebungen in der Entwicklung entgegen.

Diese ziemlich zurückhaltende Stellungnahme erscheint vielleicht zu pessimistisch. Möglicherweise würden schon neue Erkenntnisse der letzten Monate uns berechtigen, die eine oder andere Zahl oder Ansicht leicht zu verbessern. Vergessen wir aber nicht, dass der erste Reaktor im Jahre 1943 in Betrieb kam. Eine Entwicklungsperiode von 14 Jahren liegt schon hinter uns, und wir stecken immer noch in den Anfängen der industriellen Erzeugung von Kernenergie. Wir werden uns also glücklich schätzen können, wenn wir im Jahre 1975, also in 18 Jahren, am wahrscheinlichen Ende des Ausbaues unserer Wasserkräfte, den weiteren Elektrizitätsbedarf zuwachs in relativ wirtschaftlichen Atomkraftwerken erzeugen können.

### Schlussfolgerungen

Es ist in jeder Hinsicht besser, wenn wir zu vorsichtig sind als zu optimistisch, da die sich aufzwingenden Schlussfolgerungen die folgenden sind:

1. *Unsere Wasserkräfte weiter ausbauen.* Dabei ist nicht zu befürchten, dass sie durch die neue Energiequelle ernsthaft entwertet werden, da sie kaum zu unterbietende Betriebs- und Unterhaltskosten aufweisen, während die Erstellungskosten einen volkswirtschaftlichen Wert darstellen, der zum Teil wahrscheinlich die Konzessionsdauer noch lange überleben wird und der der sinkenden Tendenz der Geldkaufkraft nicht unterstellt ist.

2. *Keine Anstrengung unterlassen, um uns auf dem Gebiete der etwas früher oder etwas später aufkommenden Atomkraft nicht weiter distanzieren zu lassen.* Dieses Vorhaben teilen wir glücklicherweise mit der tüchtigen schweizerischen Maschinenindustrie. Denn die nötigen Geldmittel und die erforderliche Forschungsarbeit sind für ein kleines Land so gewaltig, dass nur die vereinigten und gut koordinierten Anstrengungen aller interessierten Kreise eine genügende Erfolgsaussicht bieten.

Es dürfen keine unreifen Pläne vorzeitig verwirklicht werden, die unsere beschränkten finanziellen Mittel für längere Zeit erschöpfen würden; zugleich dürfen wir auch nicht zu lange zögern oder unsere Kredite zu kleinlich bemessen, wenn auch wir eine schöpferische Tätigkeit auf dem Gebiet der Atomenergie entfalten wollen. Man zitiert hier und da die Beträge, die in verschiedenen Ländern pro Kopf der Bevölkerung für die Forschung und die Entwicklung der Atomenergie ausgegeben werden. Sie waren bis jetzt bei uns mehr als bescheiden, 10- bis 20mal kleiner als in Ländern wie England, Amerika oder Frankreich. Nun werden wir bald vernehmen, dass der Bundesversammlung Kreditanträge für diesen Zweck unterbreitet werden, die, auf die nächsten fünf Jahre verteilt, den Betrag von 100 Millionen Franken wesentlich überschreiten sollen. Neben einer notwendigen Erweiterung des Programmes der Reaktor A.-G. in Würenlingen nehmen zwei weitere Vorhaben hoffentlich bald eine konkrete Form an:

— Der Bau eines Reaktors für die ETH in Zürich nach Plänen der Firma *Sulzer*, zum Teil für die Produktion von Wärme als Endzweck. Die letztere Anwendung ist aus Gründen, die vorher angedeutet wurden — nämlich die noch beschränkte Temperatur — eine sehr zweckmässige Benutzung der Atomkraft, die durch die Existenz des Fernheizkraftwerkes in Zürich ermöglicht wird.

— Ferner schliessen sich zur Zeit drei Überlandwerke zusammen, um den Bau eines Versuchs-Atomkraftwerkes mit einer elektrischen Leistung von 10 000 bis 15 000 kW gemeinsam zu studieren. Ihre erste Aufgabe wird die Wahl des Standortes der Zentrale und des zu bestellenden Reaktortyps sein, wofür die Firma *Brown Boveri* bereits in der Lage ist, eine Anzahl konkreter Offerten zu vermitteln. Es ist anzunehmen, dass der Kreis der Beteiligten sich später erweitern wird.

Auch in der Westschweiz hört man von einer Gruppierung der interessierten Kreise zum praktischen Studium der Atomenergie, und man darf

bestimmt hoffen, dass diese Bestrebungen sich mit denjenigen der deutschen Schweiz gut koordinieren lassen werden.

Dank ihren internationalen Abkommen, ihrer günstigen politischen Stellung und der Beziehungen ihrer Industrien und Banken hat die Schweiz gute Aussichten, den Kontakt mit den auf dem Gebiet der Kernenergie fortgeschrittenen Nationen zu festigen. Es ist zum Beispiel nicht von vorneherein ausgeschlossen, dass eines der internationalen Versuchs-Atomkraftwerke, um welche sich die OEEC bemüht, auf unserem Boden zur Aufstellung ge-

langt. Die erste Voraussetzung für spätere Erfolge ist die Ausbildung einer genügenden Anzahl spezialisierter Physiker sowie Konstruktions- und Betriebsingenieure. Dies ist der erste Zweck der Anlage in Würenlingen und der andern erwähnten Vorhaben. Die Energieerzeugung steht noch in weiter Sicht. Immerhin ist bestimmt zu hoffen, dass die Übergangsperiode zum Atomzeitalter, von welcher in diesem Exposé die Rede ist, nicht zu kurz bemessen sei.

**Adresse des Autors:**

C. Aeschimann, Direktionspräsident der Aare-Tessin Aktiengesellschaft für Elektrizität, Olten.

## Wirtschaftliche Mitteilungen

061.6(494) : 621.039.4

### Stand der Arbeiten der Reaktor A.-G. in Würenlingen

Dem soeben erschienenen «Reaktor-Bulletin» Nr. 2, herausgegeben von der Reaktor A.-G., ist zu entnehmen, dass die Arbeiten auf der Beznauer Wiese bei Würenlingen für die Inbetriebsetzung des *Swimming-Pool-Reaktors* ihrem Ende entgegengehen. Es handelt sich hierbei bekanntlich um den seinerzeit anlässlich der Genfer Konferenz über die friedliche Verwertung der Atomenergie ausgestellten amerikanischen Kernreaktor, der am Ende der Ausstellung durch

Bassins wurde bereits mit der Montage des Reaktors selbst begonnen; diese war Ende März ebenfalls beendet. Anfang April war die gesamte Anlage soweit fertiggestellt, dass die Testversuche eingeleitet werden konnten. Mit den eigentlichen Experimenten soll aber erst begonnen werden, wenn das fehlerlose Funktionieren jedes einzelnen Anlageteiles und das sichere Zusammenwirken derselben untereinander gewährleistet ist.

Nach langer vorbereitender Arbeit kann nun auch an die Verwirklichung des *Schwerwasser-Reaktors* geschritten werden. Auch dieser Reaktor wird noch nicht der Erzeugung elektrischer Energie dienen; sein Zweck besteht vielmehr

darin, Versuche an Uran-Spaltstoffelementen bei kontrollierbaren hohen Temperaturen im Hinblick auf die Entwicklung und den Bau von Kraftreaktoren durch die schweizerische Industrie durchzuführen. Der Reaktor hat als Spaltstoff natürliches Uran in Form von Stäben und schweres Wasser als Moderator.

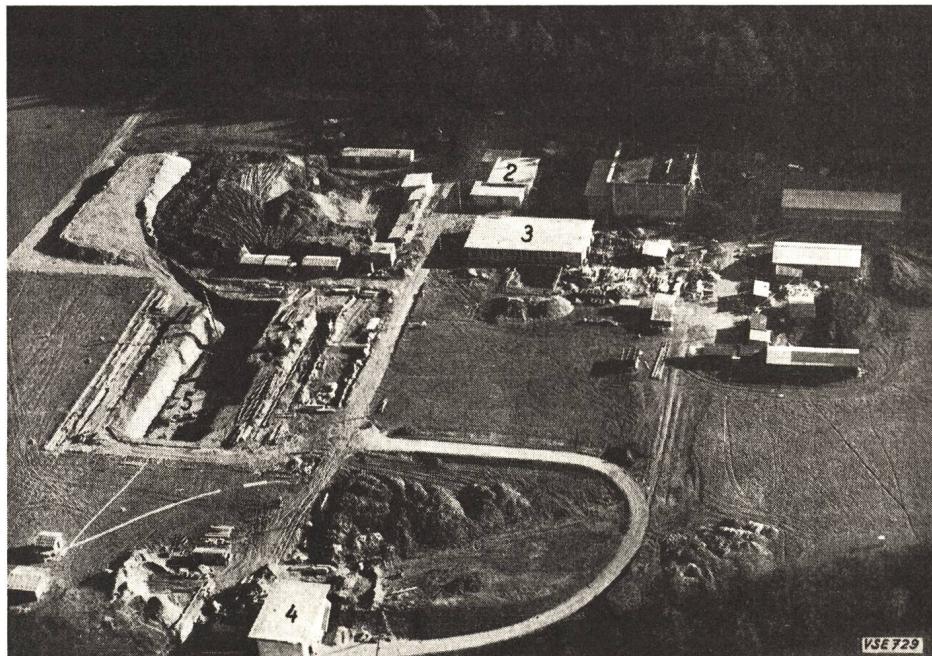


Fig. 1

Flugbild der Anlagen der Reaktor A.-G. in Würenlingen

Bauzustand Januar 1957

- 1 «Swimming-Pool»-Reaktor
- 2 Pförtnerhaus
- 3 Laboratorien
- 4 Pumpenhaus
- 5 Baugrube für den Schwerwasser-Reaktor

Vermittlung der eidgenössischen Behörden durch die Reaktor A.-G. käuflich erworben wurde; er wurde nach Abschluss der Konferenz in Genf ausser Betrieb gesetzt und ist nun in Würenlingen neu aufgebaut worden. Der Reaktor, dessen Wärmeleistung auf 1 MW erhöht wurde und der mit angereichertem Uran und gewöhnlichem Wasser als Moderator und Kühlmittel arbeitet, stellt ein ideales Experimentiergerät dar. Der *Swimming-Pool-Reaktor* wird in Zukunft den Namen *«Saphir»* tragen, als Sinnbild für das blau-grüne Leuchten, das beim Betrieb dieses Reaktor-Typs zu sehen ist.

Die Bauarbeiten am Gebäude, das den *Swimming-Pool-Reaktor* aufnehmen wird, konnten Ende März abgeschlossen werden. Das Bassin des Reaktors wurde gegenüber der Ausstellung in Genf vergrössert. Während der Fertigstellung des

Die Bauarbeiten für das Gebäude, das diesen Reaktor aufnehmen soll, befinden sich schon in einem fortgeschrittenen Stadium. Da die tiefsten Bauteile über 10 Meter unter der Erdoberfläche liegen und ins Grundwasser reichen werden, mussten Spundwände geschlagen und Pumpen installiert werden. Im Frühling dieses Jahres wurde mit der Betonierung der Wanne, die einerseits den Keller vor dem Grundwasser und andererseits das Grundwasser vor einer allfälligen radioaktiven Kontamination schützen soll, begonnen. Der Auftrag für die Lieferung des schweren Wassers wurde der *«Atomic Energy Commission»* der Vereinigten Staaten übertragen, während die *«Union Carbide International Company, New York»*, die Graphitblöcke liefern wird, die den Reaktorkern als Neutronenreflektor umgeben werden. Die zwischen

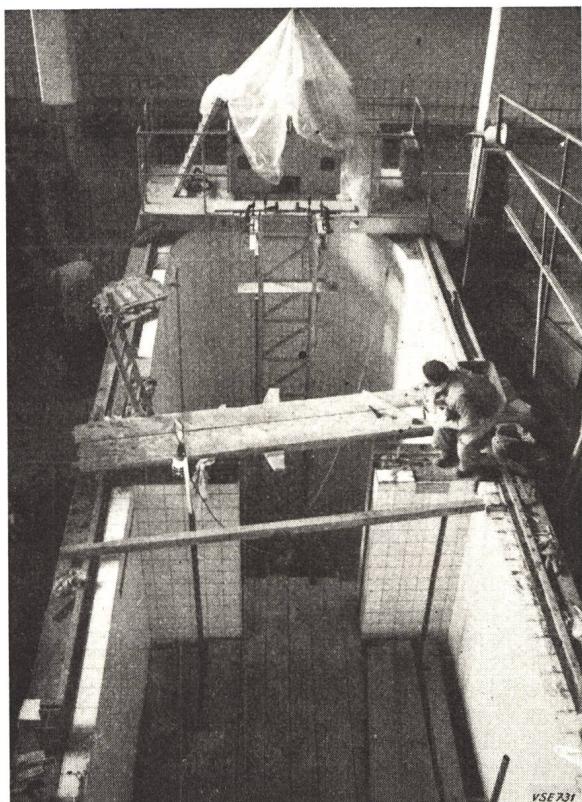


Fig. 2

**Das Bassin des «Saphir» kurz vor seiner Vollendung**

Das 8 Meter tiefe Bassin ist mit keramischen Platten ausgekleidet. Der Reaktor wird sich wenig über der Bassin-Sohle befinden. Für den Betrieb werden 200 m<sup>3</sup> demineralisiertes Wasser eingefüllt

Graphit und Reaktortank liegende Abschirmung gegen Neutronen und Gammastrahlen besteht aus Gusseisen, da dort eine beträchtliche Wärmemenge abgeführt werden muss. Die ersten der 15 bis 20 Tonnen schweren Teilstücke dieser Eisenabschirmung sind bei der Firma Escher Wyss A.-G. bereits gegossen worden.

Für die an der Erstellung der Reaktoranlagen beschäftigten Firmen bedeutete dieser Bau etwas absolut Neues; dass die Arbeiten trotzdem in relativ kurzer Zeit beendet werden

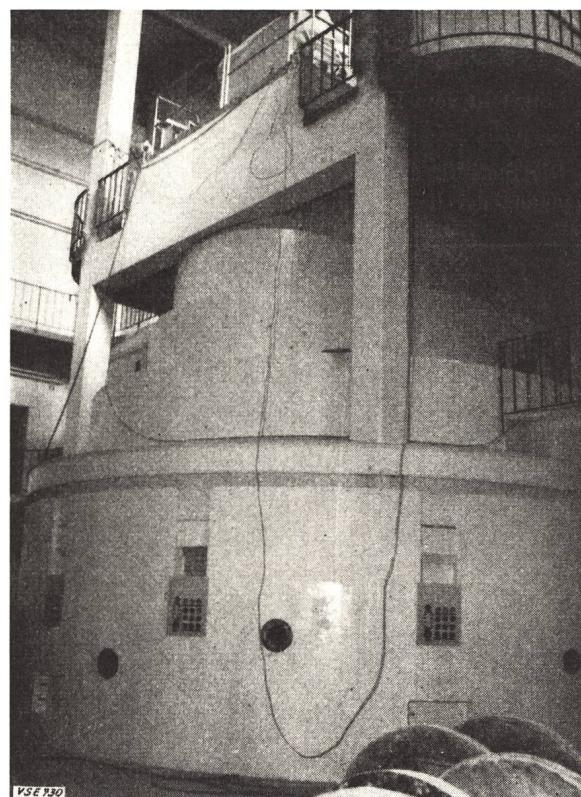


Fig. 3

**Ansicht des «Saphir» von vorne**

Das Bild zeigt den biologischen Strahlenschutz aus Baryt-Beton mit einer Dichte von 3,5 g/cm<sup>3</sup>. Unten die Öffnungen der Bestrahlungskanäle; auf deren Höhe ist der Beton rund 2,5 m dick.

konnten, stellt diesen Unternehmungen ein gutes Zeugnis aus. Die in Würenlingen gesammelten Erfahrungen werden den beteiligten Baufirmen ohne Zweifel bei der Erstellung von weiteren Versuchsreaktoren und später beim Bau von Atomkraftwerken sehr zustatten kommen.

Wie wir vernehmen, soll der Swimming-Pool-Reaktor bereits Mitte Mai dieses Jahres offiziell dem Betrieb übergeben werden. Die Fertigstellung des Schwerwasser-Reaktors ist auf Anfang 1959 zu erwarten. *Wi.*

## Aus dem Kraftwerkbau

### Inbetriebnahme der Zentrale Croix und Vollendung der Staumauer von Zeuzier der «Electricité de la Lienne S. A.»

Nach der vollständigen Inbetriebnahme der Zentrale Saint-Léonard, anfangs des Winterhalbjahres 1956/57 [siehe Bull. SEV Bd. 47 (1956), Nr. 23, S. 1067] ist nun auch die Zentrale Croix der oberen Kraftwerkstufe der Lienne mit der ersten Maschinengruppe am 24. Januar 1957 in Betrieb gekommen. Die zweite Gruppe dieser Zentrale wurde inzwischen ebenfalls betriebsbereit erstellt, womit die volle Leistung der Zentrale von 54,2 MW installiert ist. Die mittlere jährliche Energieerzeugungsmöglichkeit der Zentrale Croix beträgt 115 GWh, wovon ca. 100 GWh im Winter.

Die Staumauer von Zeuzier ist noch vor Ende des Jahres, mit Ausnahme der Krone, fertig betoniert worden, und es konnte bereits für das Winterhalbjahr ein Teil der Zuflüsse gespeichert und in beiden Zentralen verarbeitet werden. Da der Vollaufstau des Speichers schon im Sommer 1957 erfolgen kann, d. h. mit einem Jahr Vorsprung auf das ursprüngliche Bauprogramm, wird bereits im nächsten Winterhal-

jahr praktisch die volle Winterenergieproduktion der Lienne-Kraftwerke (ca. 150 GWh) — etwas reduziert infolge einer noch nicht ausgeführten Zuleitung — verfügbar sein.

### Erweiterung des Kraftwerk Hagneck durch Einbau der 5. Maschinengruppe

Dieser Tage konnten in der Zentrale Hagneck der Bernischen Kraftwerke A.-G. die Bauarbeiten für die Installation der 5. Maschinengruppe beendet und die neue Einheit in Betrieb gesetzt werden.

Die Maschinengruppe hat eine maximal mögliche Leistung von 2900 kW, was gegenüber den vier bereits vorhandenen Maschinen einer Leistungserhöhung von ca. 20 % entspricht. Die mittlere jährliche Erzeugungsmöglichkeit des Kraftwerkes Hagneck wird sich nach der Inbetriebnahme der neuen Maschinengruppe um 13 GWh auf ca. 80 GWh erhöhen. Die Erweiterung des Kraftwerkes Hagneck wird natürlich im Sommer eine bessere Ausnutzung des zufließenden Wassers ermöglichen, aber auch im Winter einen wertvollen Beitrag an die Spitzendeckung leisten.

**Erzeugung und Abgabe elektrischer Energie  
durch die schweizerischen Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung**

Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Elektrizitätswirtschaft und vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Die Statistik umfasst die Erzeugung der Elektrizitätswerke für Stromabgabe an Dritte. Nicht inbegriffen ist also die Erzeugung der bahn- und industrieigenen Kraftwerke für den eigenen Bedarf.

Monat	Energieerzeugung und Bezug												Speicherung			Energie- ausfuhr	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Bezug aus Bahn- und Industrie- Kraftwerken		Energie- Einfuhr		Total Erzeugung und Bezug		Ver- änder- ung gegen Vor- jahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende	Änderung im Berichts- monat — Entnahme + Auffüllung				
	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57		1955/56	1956/57	1955/56	1956/57		
	in Millionen kWh												%	in Millionen kWh			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober ...	966	1112	20	6	28	41	101	89	1115	1248	+ 11,9	1553	1887	— 197	— 110	107	142
November ..	865	988	26	19	21	15	197	154	1109	1176	+ 6,0	1206	1590	— 347	— 297	76	76
Dezember ..	812	908	32	21	20	17	243	212	1107	1158	+ 4,6	970	1241	— 236	— 349	81	69
Januar ....	801	904	14	34	22	20	249	253	1086	1211	+ 11,5	793	813	— 177	— 428	70	75
Februar ...	857	808	30	15	20	19	216	222	1123	1064	— 5,3	376	624	— 417	— 189	62	69
März .....	714	28			24		188		954			241		— 135			45
April .....	858	15			21		98		992			171		— 70			52
Mai .....	1083	6			37		44		1170			502		+ 331			162
Juni .....	1209	0			39		25		1273			882		+ 380			206
Juli .....	1272	1			40		21		1334			1493		+ 611			252
August ....	1342	1			38		7		1388			1952		+ 459			268
September ..	1270	2			37		7		1316			1997 <sup>4)</sup>		+ 37			260
Jahr .....	12049	175			347		1396		13967								1641
Okt.-Februar	4301	4720	122	95	111	112	1006	930	5540	5857	+ 5,7			- 1374	- 1373	396	431

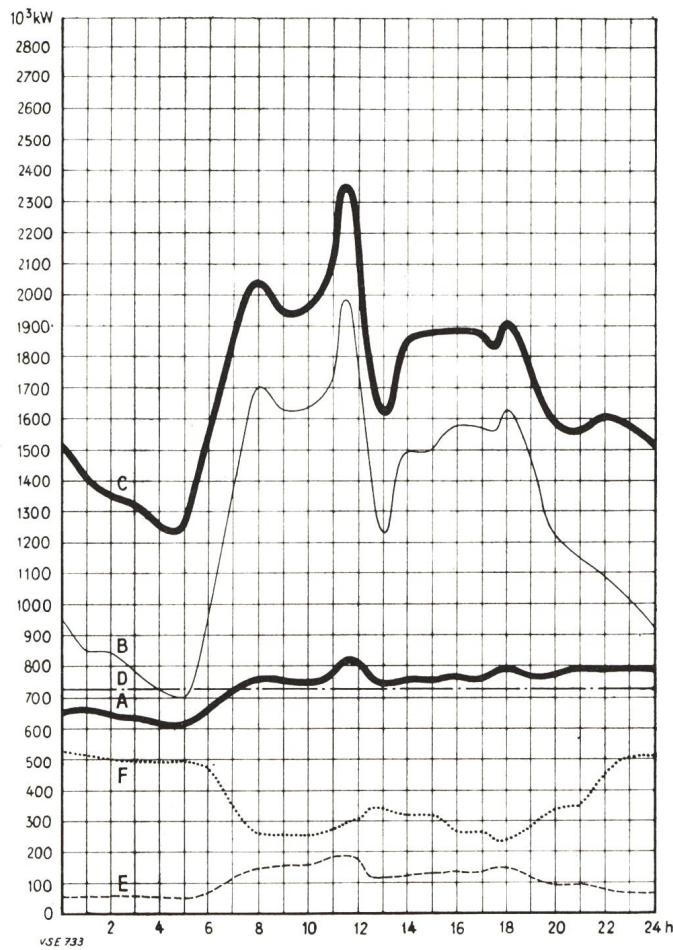
Monat	Verwendung der Energie im Inland																Inlandverbrauch inkl. Verluste ohne Elektrokessel und Speicherpump. Veränderung gegen Vor- jahr %	Inlandverbrauch inkl. Verluste mit Elektrokessel und Speicherpump. 1955/56 1956/57		
	Haushalt und Gewerbe		Industrie		Chemische, metallurg. u. thermische Anwen- dungen		Elektro- kessel <sup>1)</sup>		Bahnen		Verluste und Verbrauch der Speicher- pumpen <sup>2)</sup>									
	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57				
	in Millionen kWh																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
Oktober ...	457	501	190	202	146	173	26	17	57	73	132	140	978	1083	+ 10,7	1008	1106			
November ..	487	521	199	204	137	155	9	5	68	71	133	144	1020	1091	+ 7,0	1033	1100			
Dezember ..	500	538	189	193	116	136	5	4	75	74	141	144	1011	1080	+ 6,8	1026	1089			
Januar ....	492	565	186	212	115	133	5	4	72	68	146	154	997	1128	+ 13,1	1016	1136			
Februar ...	534	479	193	191	115	128	5	5	73	63	141	129	1052	983	— 6,6	1061	995			
März .....	445	160			113		3		66		122		896				909			
April .....	426	170			159		7		62		116		926				940			
Mai .....	433	172			159		42		57		145		939				1008			
Juni .....	423	178			157		90		54		165		939				1067			
Juli .....	419	169			160		104		58		172		940				1082			
August ....	433	172			160		128		62		165		964				1120			
September ..	434	177			158		84		59		144		960				1056			
Jahr .....	5483	2155			1695		508		763		1722		11622				12326			
Okt.-Februar	2470	2604	957	1002	629	725	50	35	345	349	693	711	5058	5365	+ 6,1	5144	5426			

<sup>1)</sup> D. h. Kessel mit Elektrodenheizung.

<sup>2)</sup> Die in Klammern gesetzten Zahlen geben den Verbrauch für den Antrieb von Speicherpumpen an.

<sup>3)</sup> Kolonne 15 gegenüber Kolonne 14.

<sup>4)</sup> Energieinhalt bei vollem Speicherbecken. Sept. 1956 =  $2057 \cdot 10^6$  kWh.



### Tagesdiagramme der beanspruchten Leistungen

(Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung)

Mittwoch, den 13. Februar 1957

#### Legende:

1. Mögliche Leistungen:	$10^3$ kW
Laufwerke auf Grund der Zuflüsse (0—D)	728
Saisonspeicherwerke bei voller Leistungsabgabe (bei maximaler Seehöhe)	1820
Total mögliche hydraulische Leistungen	2548
Reserve in thermischen Anlagen	155

#### 2. Wirklich aufgetretene Leistungen

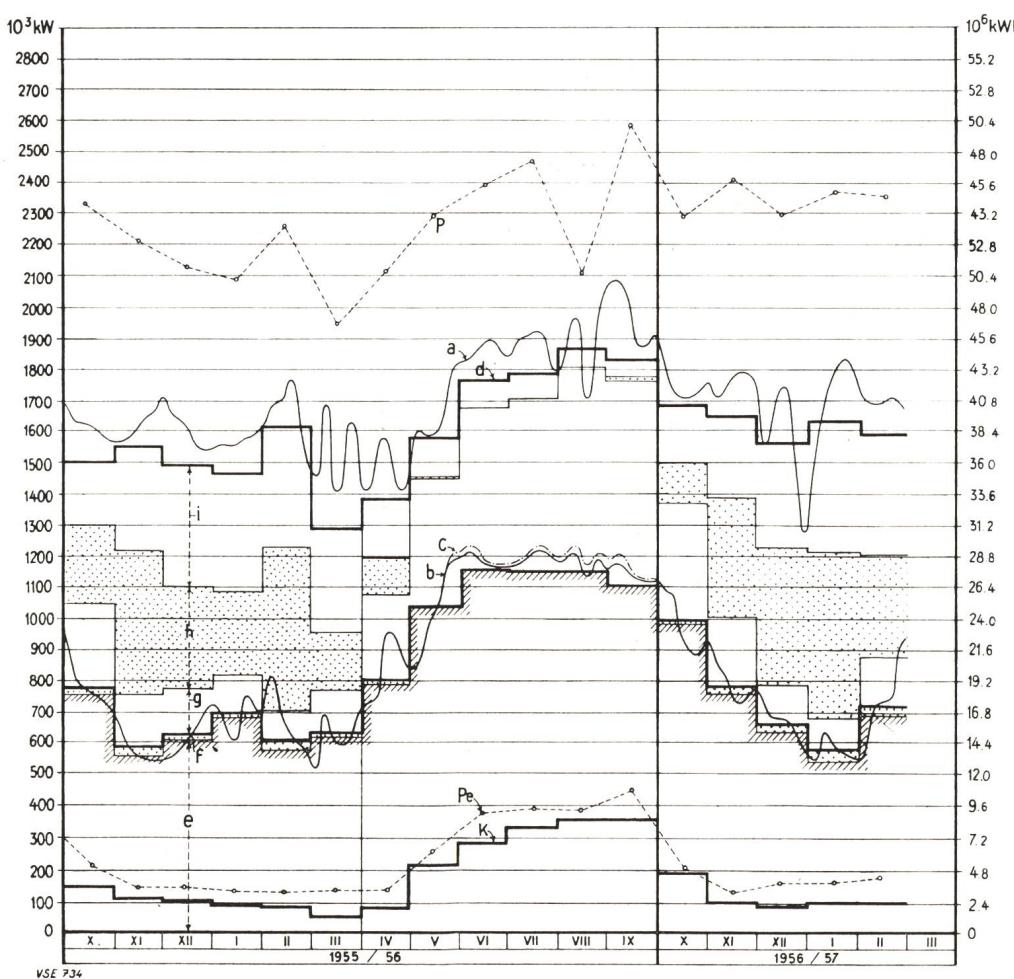
0—A Laufwerke (inkl. Werke mit Tages- und Wochenspeicher).	
A—B Saisonspeicherwerke.	
B—C Thermische Werke, Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken und Einfuhr.	
0—E Energieausfuhr.	
0—F Energieeinfuhr.	

#### 3. Energieerzeugung $10^6$ kWh

Laufwerke	17,4
Saisonspeicherwerke	13,2
Thermische Werke	0,8
Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken	0,4
Einfuhr	8,9
Total, Mittwoch, 13. Februar 1957	40,7
Total, Samstag, 16. Februar 1957	36,9
Total, Sonntag, 17. Februar 1957	27,8

#### 4. Energieabgabe

Inlandverbrauch	38,1
Energieausfuhr	2,6



### Mittwoch- und Monatserzeugung der Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung

#### Legende:

1. Höchstleistungen:	(je am mittleren Mittwoch jedes Monates)
P	des Gesamtbetriebes
P <sub>e</sub>	der Energieausfuhr.
2. Mittwocherzeugung:	(Durchschnittsleistung bzw. Energiemenge)
a	insgesamt;
b	in Laufwerken wirklich;
c	in Laufwerken möglich gewesen.
3. Monatserzeugung:	(Durchschnittsmonatsleistung bzw. durchschnittliche tägliche Energiemenge)
d	insgesamt;
e	in Laufwerken aus natürl. Zuflüssen;
f	in Laufwerken aus Speicherwasser;
g	in Speicherwerken aus Zuflüssen;
h	in Speicherwerken aus Speicherwasser;
i	in thermischen Kraftwerken und Bezug aus Bahn- und Industriekraftwerken und Einfuhr;
k	Energieausfuhr;
d-k	Inlandverbrauch

## Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz

Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Elektrizitätswirtschaft

Die nachstehenden Angaben beziehen sich sowohl auf die Erzeugung der Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung wie der bahn- und industrieigenen Kraftwerke.

Monat	Energieerzeugung und Einfuhr										Speicherung			Energie- Ausfuhr		Gesamter Landes- verbrauch	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Energie- Einfuhr		Total Erzeugung und Einfuhr		Ver- änder- ung gegen Vor- jahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende		Änderung im Berichts- monat — Entnahmen + Auffüllung					
	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	
	in Millionen kWh										%						in Millionen kWh
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober ...	1188	1358	25	11	101	89	1314	1458	+ 11,0	1746	2110	- 225	- 110	107	149	1207	1309
November ...	1019	1158	33	27	197	154	1249	1339	+ 7,2	1368	1786	- 378	- 324	76	76	1173	1263
Dezember ...	949	1063	41	29	244	213	1234	1305	+ 5,8	1101	1398	- 267	- 388	81	69	1153	1236
Januar ....	928	1044	22	43	250	254	1200	1341	+ 11,8	897	924	- 204	- 474	70	75	1130	1266
Februar ...	974	936	38	23	217	223	1229	1182	- 3,8	437	700	- 460	- 224	62	69	1167	1113
März .....	841		39		188		1068			268		- 169		45		1023	
April .....	1014		20		98		1132			177		- 91		52		1080	
Mai .....	1353		8		44		1405			545		+ 368		175		1230	
Juni .....	1530		2		25		1557			962		+ 417		242		1315	
Juli .....	1605		2		21		1628			1637		+ 675		290		1338	
August ....	1674		2		7		1683			2153		+ 516		304		1379	
September ..	1585		3		7		1595			2220 <sup>2)</sup>		+ 59		293		1302	
Jahr .....	14660		235		1399		16294							1797		14497	
Okt.-Februar	5058	5559	159	133	1009	933	6226	6625	+ 6,4			- 1534	- 1520	396	438	5830	6187

Monat	Verteilung des gesamten Landesverbrauches														Landes- verbrauch ohne Elektrokessel und Speicher- pumpen	Verän- derung gegen Vor- jahr	
	Haushalt und Gewerbe		Industrie		Chemische, metallurg. u. thermische Anwen- dungen		Elektro- kessel <sup>1)</sup>		Bahnen		Verluste		Verbrauch der Speicher- pumpen				
	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	
	in Millionen kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober ...	467	512	209	225	247	284	30	21	105	109	144	151	5	7	1172	1281	+ 9,3
November ...	497	532	215	227	196	229	11	8	105	107	144	155	5	5	1157	1250	+ 8,0
Dezember ...	514	549	209	214	159	192	7	6	109	114	145	155	10	6	1136	1224	+ 7,8
Januar ....	502	576	207	231	152	173	7	6	103	110	145	166	14	4	1109	1256	+ 13,3
Februar ...	544	488	210	213	140	162	6	7	110	101	152	135	5	7	1156	1099	- 4,9
März .....	454		181		143		5		103		127		10		1008		
April .....	434		191		213		11		100		123		8		1061		
Mai .....	442		193		284		49		98		134		30		1151		
Juni .....	432		200		300		98		100		145		40		1177		
Juli .....	429		190		306		112		107		154		40		1186		
August ....	444		193		308		136		109		157		32		1211		
September ..	444		201		298		90		103		150		16		1196		
Jahr .....	5603		2399		2746		562		1252		1720		215		13720		
Okt.-Februar	2524	2657	1050	1110	894	1040	61	48	532	541	730	762	39	29	5730	6110	+ 6,6

<sup>1)</sup> d. h. Kessel mit Elektrodenheizung.

<sup>2)</sup> Energieinhalt bei vollen Speicherbecken: Sept. 1956 =  $2300 \cdot 10^6$  kWh.