

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 59 (1967)
Heft: 4

Artikel: Stellungnahme und Thesen des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes zum Ausbau der Schweizer Wasserkräfte = Position et thèses de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux sur la mise en valeur des forces hydrauliques de la Suisse
Autor: Rohner, W. / Töndury, G.A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-920987>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

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

Stellungnahme und Thesen des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes zum Ausbau der Schweizer Wasserkräfte

INHALTSVERZEICHNIS

GELEITWORT SWV

SCHLUSSBERICHT DER SWV-KOMMISSION FÜR WASSERKRAFT:

1. Allgemeines und Rückblick
2. Charakteristiken und Deckung des Strombedarfes
 - 2.1 Bedarfsschwankungen
 - 2.2 Die bisherige Bedarfsdeckung
 - 2.3 Die zukünftige Bedarfsdeckung
3. Die künftige Rolle der Wasserkraft
 - 3.1 Grundsätzliches
 - 3.2 Flusskraftwerke
 - 3.3 Speicherkraftwerke
 - 3.4 Pumpspeicherwerke
4. Fiskalische und volkswirtschaftliche Bedeutung der Wasserkraftnutzung

5. Wasserkraftnutzung und Naturschutz
6. Wasserkraftnutzung und Kapitalmarkt
7. Zusammenfassung und Ausblick

Beilagen (Faltblatt):

- Text: Angaben über die volkswirtschaftlichen Auswirkungen des Kraftwerkbaues, erläutert am Beispiel der Kraftwerke Hinterrhein
- Fig. 1 Deckung des Elektrizitätsbedarfes im Winter 1965/66
- Fig. 2 Abflussmengen des Rheins bei Rheinfelden
- Fig. 3 Deckung des Elektrizitätsbedarfes im Winter 1975/76
- Fig. 4 Deckung des Elektrizitätsbedarfes im Sommer 1976
- Fig. 5 Energiegestehungskosten verschiedener Kraftwerksarten

GELEITWORT

Die schweizerische Elektrizitätswirtschaft befindet sich heute an einem Wendepunkt. Schon längst ist bekannt, dass die aus Wasserkraft erzeugte elektrische Energie zur Deckung der Nachfrage in einer näheren und weiteren Zukunft nicht mehr genügen wird. Zusätzliche Produktionsmöglichkeiten drängen sich auf. Mit Genugtuung kann festgestellt werden, dass die Erzeugung elektrischer Energie aus der Kernspaltung in thermischen Atomkraftwerken heute für bestimmte Energiequalitäten zu wirtschaftlichen Preisen möglich ist. Der Bau von Atomkraftwerken in der Schweiz hat nun aber zu Diskussionen über Wert und Unwert unserer Wasserkräfte geführt, die einer eigentlichen Diskriminierung unseres wichtigen Roh-

stoffes Wasser gleichkommen und die Nutzung dieses Rohstoffes auch in noch wirtschaftlich realisierbaren guten Wasserkraftanlagen in Frage stellen. Diese Entwicklung bewog den Ausschuss des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes (SWV), der darin auch einer Anregung des Rheinverbandes, einer Regionalgruppe des SWV, folgte, eine SWV-Kommission für Wasserkraft mit dem Studium der Frage zu beauftragen, welche Rolle, welchen Wert und welche Bedeutung der Wasserkraft im Atomzeitalter noch zukommt. Die im Frühjahr 1966 bestellte Kommission setzte sich folgendermassen zusammen:

R. LARDELLI (Chur), a. Regierungsrat, Präsident
 Dr. h. c. CH. AESCHIMANN (Olten), Verwaltungsratsdelegierter der Aare-Tessin AG für Elektrizität
 Dr. iur. CHR. BABAIANTZ (Lausanne), Direktionssekretär de S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse
 Ing. H. BERTSCHINGER (Rorschach), Rheinbauleiter
 Ing. S. J. BITTERLI (Langenthal), Direktor der Elektrizitätswerke Wynau
 Ing. J. DESMEULES (Lausanne), Direktor der Grande Dixence SA
 Ing. R. GONZENBACH (Zürich), Geschäftsleiter des Schweizerischen Energiekonsumenten-Verbandes
 Ing. R. HOCHREUTINER (Laufenburg), Direktor der Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg AG
 Ing. M. KOHN (Baden), Direktor der Motor-Columbus AG
 Dr. R. LANG (Zürich), Generaldirektor der Schweizerischen Kreditanstalt
 Ing. H. LÜTHI (Locarno), Direktor der Maggia- und Blenio-Kraftwerke AG
 P. OGUEY (Lausanne), a. Staatsrat, Verwaltungsratspräsident der Compagnie Vaudoise d'Electricité
 Ing. O. RAMBERT (Zürich), Direktor der Elektro-Watt Ingenieurunternehmung AG
 Ing. W. SCHAERTLIN (Bern), Direktor der Bernischen Kraftwerke AG
 Prof. G. SCHNITZER (Zürich), Lehrstuhl für Hydraulik, Wasserbau und Grundbau an der ETH
 Ing. M. THUT (Baden), Direktor der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG
 Ing. G. A. TÖNDURY (Baden), Direktor des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes
 Dr. h. c. A. WINIGER (Cologny/Genève), Verwaltungsratsdelegierter der Centralschweizerischen Kraftwerke
 Ing. E. ZEHNDER (Basel), Vizedirektor der CIBA AG

Dieser Kommission wurde der Auftrag erteilt, die Stellung der einheimischen Wasserkraft in der heutigen schweizerischen Elektrizitätswirtschaft abzuklären und zweckmässige Eingliederungsmöglichkeiten der noch ausbauwürdigen Wasserkräfte, im Zusammenwirken mit thermischen — vor allem nuklearen — Kraftwerken, aufzuzeigen. Zu diesem Zwecke hat die

Kommission als Basis eine energiewirtschaftliche Gesamtkonzeption erarbeitet und die Rolle der Wasserkraft im Rahmen dieser Konzeption unter Wahrung der legitimen Interessen des Natur- und Gewässerschutzes gewürdigt. Dabei hat sie bewusst Detailprobleme, wie insbesondere die Frage des Einsatzes von Konsumentenkraftwerken — vor allem thermi-

scher Natur (Industrie, Spitäler u. a. m.) — nicht eingehender behandelt, da diese das Schlussergebnis nicht geändert hätten.

Die SWV-Kommission für Wasserkraft und drei aus ihren Mitgliedern gebildete Arbeitsgruppen haben vom Juni 1966 an in intensiver Tätigkeit die ihnen gestellten Fragen geprüft und die Ergebnisse ihrer Beratungen und Studien in ihrem vom 14. Februar 1967 datierten *Schlussbericht* festgehalten.

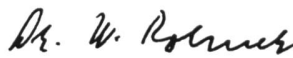
Der Ausschuss SWV behandelte am 14. März 1967 diesen Schlussbericht, mit dem er sich in

allen Feststellungen solidarisch erklärte, womit der Schlussbericht und die darin aufgeführten Thesen als solche des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes gelten.

Wir hoffen, dass es uns gelungen ist, mit diesem an die breite Öffentlichkeit gerichteten Bericht im Interesse unseres Landes die Bedeutung und den Wert unserer einheimischen Wasserkräfte in der heutigen und in der zukünftigen Elektrizitätsversorgung überzeugend darzulegen.

SCHWEIZERISCHER WASSERWIRTSCHAFTSVERBAND

DER PRÄSIDENT:



Dr. W. Rohner
Ständeratspräsident

DER DIREKTOR:



G. A. Töndury,
dipl. Ing. ETH

SCHLUSSBERICHT VOM 14. FEBRUAR 1967 DER SWV-KOMMISSION FÜR WASSERKRAFT

1. Allgemeines und Rückblick

Die schweizerische Elektrizitätsversorgung stützt sich heute praktisch auf die Wasserkraft. Hunderte von kleinen, mittleren und grossen Fluss- und Speicherkraftwerken liefern dem schweizerischen Energiekonsumenten elektrischen Strom und zwar zu Tarifen, die zu den niedrigsten Europas gehören. Die Elektrizitätsversorgung der Schweiz, getragen von leistungsfähigen Elektrizitätsunternehmen und gekennzeichnet durch Sicherheit und Zuverlässigkeit des Betriebes, hat entscheidend zur Industrialisierung unseres Landes und zu seinem wirtschaftlichen Aufschwung beigetragen. Ein gut ausgebautes schweizerisches Netz von Uebertragungsleitungen verbindet Produktionsgebiete mit nahen und entfernten Versorgungszentren; es ermöglicht durch den Anschluss an das internationale Verbundnetz einen intensiven Energieaustausch mit dem Ausland. Dank der Nutzbarmachung unserer Wasserkräfte ist es gelungen, unseren einzigen namhaften Rohstoff, die «weisse Kohle», in den Dienst unserer Wirtschaft zu stellen und unsere Landesversorgung mit elektrischer Energie weitgehend vom Ausland unabhängig zu machen. Grosse Kraftwerkbauten, die als Pionierleistungen die Anerkennung des In- und Auslandes gefunden haben, sind Zeugen einer Epoche, in der die Wasserkraft entscheidend zur Förderung des wirtschaftlichen Aufbaues beigetragen hat.

Der Ausbau unserer Wasserkräfte ermöglichte nicht nur, Industrie, Haushalt, Gewerbe, Bahnen und Landwirtschaft mit preisgünstiger Energie zu versorgen und unsere Handelsbilanz zu entlasten, sondern trug auch wesentlich zur wirtschaftlichen Erschliessung unserer Berggegenden bei. Die Auswirkungen der hervorragenden technischen und volkswirtschaftlichen Leistungen, die mit der Ära des Kraftwerk-

baues verbunden waren, dokumentieren sich in den verschiedensten Formen und Sparten, nicht zuletzt auch in der Entlastung des Finanzhaushaltes der öffentlichen Hand. Die von den Kraftwerken als Gegenwert für die Ausnützung der Wasserkraft zugunsten der Kantone und Gemeinden — vor allem der Berggemeinden — zu erbringenden jährlichen Leistungen erleichtern fühlbar deren finanzielle Last. Ferner trugen die hydraulischen, allen voran die Speicherkraftwerke, wesentlich zum Hochwasserschutz und zur Verbesserung der Wasserführung im Winter bei. Auch unsere Industrie und unser Baugewerbe haben aus der Verwirklichung der Wasserkraftwerke Nutzen gezogen, sind doch in den bestehenden Produktionsanlagen bis heute schätzungsweise 8 Milliarden Franken investiert worden. Ein fast ebenso grosser Aufwand war nötig, um die Anlagen für die Uebertragung, Transformierung und Verteilung der elektrischen Energie zu erstellen. Die in den Elektrizitäts- und Wasserkraftwerken investierten Mittel stellen deshalb ein Kapital und einen Sachwert von nationaler Bedeutung dar.

Der intensive Ausbau unserer Wasserkräfte hat den Kulminationspunkt überschritten. Der von Jahr zu Jahr steigende Elektrizitätsbedarf der Schweiz wird sich nicht mit dem weiteren Ausbau unserer Wasserkräfte decken lassen. Durch die rasche Entwicklung auf dem Gebiete der Kerntechnik hat die Atomenergie ihre wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit erreicht und die ersten Proben ihrer Betriebssicherheit bestanden. Da Atomkraftwerke vor allem dann wirtschaftlich produzieren, wenn sie kontinuierlich und mit langer Benützungsdauer eingesetzt werden, eignen sie sich besonders für die Produktion von Bandenergie (Energie mit einigermaßen konstanter Leistung). Durch die Abgabe von grossen

Mengen billiger Bandenergie werden sie immer mehr zum beherrschenden Element unserer Elektrizitätsversorgung, doch wird mit der allgemeinen Zunahme des Verbrauches auch der Bedarf an konsumangepasster Spitzenenergie weiter steigen. Damit werden aber die bereits bestehenden, im Bau befindlichen und in Planung begriffenen Speicherkraftwerke eine noch grössere Bedeutung erlangen. Als Produzenten dieser im Vergleich zu Bandenergie wesentlich wertvolleren Spitzenenergie haben die Akkumulierwerke im Rahmen der Elektrizitätsversorgung unseres Landes eine Aufgabe zu erfüllen, die nicht auf die Atomkraftwerke abgewälzt werden kann. (Siehe Kapitel 3.3)

2. Charakteristiken und Deckung des Strombedarfes

2.1 BEDARFSSCHWANKUNGEN

Der Bedarf an elektrischer Energie ist zeitlichen Schwankungen unterworfen. Im Haushalt werden der Kochherd, das Bügeleisen, die Waschmaschine, der Boiler und das Licht zu ganz verschiedenen Zeiten ein- und ausgeschaltet. Die Industrie und das Gewerbe benötigen Motorenstrom, Wärme und Licht vornehmlich während den Arbeitsstunden. Abends kommt der Bedarf für die allgemeine Beleuchtung hinzu. Der Wechsel im Arbeitsrhythmus zwischen Werktag und Feiertag, Sommer und Winter, Tag und Nacht, bewirkt einen zeitlich veränderlichen Leistungsbedarf. Der Konsument verlangt, dass sich der Energielieferant stets und ohne Zeitverlust seinen Wünschen und Bedürfnissen anpasst. Ein Belastungsdiagramm der ganzen Schweiz (als Beispiel wurde Mittwoch, der 15. Dezember 1965 gewählt) zeigt Figur 1. Es weist kurz vor Mittag unter dem Einfluss der Kochbelastung und der noch im Betrieb befindlichen Fabrikanlagen eine ausgesprochene Spitze auf, der in der Mittagspause ein starker Rückgang der beanspruchten Leistung folgt. Die Wiederaufnahme der Arbeit verursacht den ansteigenden Leistungsbedarf am Nachmittag, der dann am Abend durch den Lichtbedarf, den zusätzlichen Bahn-, Tram- und Trolleybusverkehr sowie die Bedürfnisse der Haushalte für die Zubereitung des Abendessens eine neue Spitze erreicht. Gegen 22 Uhr führt die Einschaltung der Boiler zur letzten Belebung dieses starken Schwankungen unterworfenen Belastungsdiagrammes.

Das Diagramm zeigt, dass an diesem Tag 60 % der Maximalbelastung immer erreicht waren. Der Vergleich aller Belastungsdiagramme des Jahres ergibt, dass diese 60 % während rund 7000 Stunden pro Jahr ¹⁾ auftreten und dass dabei rund 80 % der Gesamtenergie benötigt werden. Die restlichen 20 % der elektrischen Energie entfallen dagegen auf die oberhalb der Grundlast stets schwankenden Leistungen, welche 40 % der Maximalbelastung entsprechen.

Zur Deckung des totalen Energiebedarfes ergibt sich also die Notwendigkeit, einerseits über die nötigen Produktionsmittel zur Deckung der Grundlast in Form von Bandenergie, d. h. Energie mit einigermaßen konstanter Leistung, zu verfügen; andererseits sind Werke nötig, die kurzzeitig Energie mit grosser Leistung, d. h. Spitzenenergie, abgeben können und die innert kürzester Frist rasch regulierbar den schwankenden Leistungsbedarf zu decken vermögen.

2.2 DIE BISHERIGE BEDARFSDECKUNG

Bis zum Jahre 1965 wurde, wie Figur 1 zeigt, der Gesamtbedarf an elektrischer Energie je nach Niederschlagsmengen und Wasserführung der Flüsse, unter Verwertung der Austauschmöglichkeiten mit dem Ausland, zu 98 bis 99 %

Der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband hat es sich im Hinblick auf die Umbruch- und Uebergangssituation der schweizerischen Energiewirtschaft zur Pflicht und Aufgabe gemacht, aus einer energiewirtschaftlichen Gesamtkonzeption heraus die Funktion der ausgebauten und noch auszubauenden Wasserkräfte einer Würdigung zu unterziehen. Er will durch eine objektive Konfrontation der in der Wasser- und Atomkraftnutzung liegenden Möglichkeiten dazu beitragen, die komplementäre Bedeutung der beiden Energiequellen zu illustrieren und die öffentliche Diskussion, die oftmals durch Uebertreibungen und Einseitigkeiten gekennzeichnet ist, auf sachlichen Boden zu stellen.

aus unseren Wasserkraftwerken gedeckt. Nur 1 bis 2 % war der Beitrag aus einheimischen thermischen Anlagen.

Zur Befriedigung des Konsums sind drei verschiedenartige Produktionsquellen nötig:

a) Grundlastwerke

Sie sind an unseren Flüssen gebaut und nützen das Gefälle einer bestimmten Flussstrecke aus. Die Flusskraftwerke (Figur 1, Fläche 3) liefern die Grundlast entsprechend der jeweiligen Wasserführung, die nicht beeinflusst werden kann. Diese ändert sich im Verlaufe von 24 Stunden nur unwesentlich, ist aber starken Schwankungen im Laufe des Jahres (Sommer, Winter) unterworfen und von den sehr variablen Niederschlägen in nassen und trockenen Jahren abhängig. Wie stark die Wasserführung unserer Flüsse zwischen niederschlagsreichen und -armen Jahren schwanken kann und wie anpassungsfähig die Elektrizitätswirtschaft sein muss, zeigt Figur 2 (Abflussmengen des Rheins bei Rheinfelden).

Die Flusskraftwerke stehen dauernd, das heisst während 8760 Stunden des Jahres, in Betrieb. Sie sind zur Deckung des wechselnden Bedarfes an konsumangepasster Energie nicht geeignet.

b) Spitzenkraftwerke

Diese geben die Energie konsumangepasst, das heisst mit wechselnder Leistung, auch mit kurzfristig hohen Leistungsspitzen, ab. Dazu eignen sich unsere Speicherwerke mit ihren Stauseen in den Bergen besonders gut (Figur 1, Fläche 5). Mittels einer Talsperre wird in einem hochgelegenen Tal das natürlich zufließende und zugeleitete Wasser in einem Stausee oder Akkumulierbecken gesammelt und bis zum Zeitpunkt des Bedarfes aufgespeichert. Durch Stollen und Druckleitung wird es den Turbinen zugeführt. Durch rasches Öffnen und Schliessen der Regulierorgane lassen sich die Generatoren in kürzester Zeit belasten und entlasten, wobei nur soviel Wasser aus dem Stausee entnommen wird, als dem momentanen Leistungsbedarf entspricht. Saisonspeicherwerke sammeln das im Sommer reichlich zufließende Wasser und verwenden es zur Energieproduktion im wesentlichen erst im folgenden Winter zur Deckung des Spitzenbedarfes. Die Speicherkraftwerke stehen mit ihrer vollen Leistung zur Abarbeitung des Stauseeinhaltes pro Jahr theoretisch nur 1000 bis 2500 Stunden in Betrieb, und zwar vorwiegend im Winter und mit intermittierendem Charakter.

c) Einfuhr und Ausfuhr

Abgesehen von den landeseigenen Grundlast- und Spitzenkraftwerken stützt sich unsere Stromversorgung auch auf den Import elektrischer Energie, teilweise im Austausch gegen Export. Der Grund dafür liegt in der naturgegebenen Tatsache, dass das klimatisch bedingte Dargebot unserer Flüsse und Bäche saisonalen Fluktuationen unterworfen ist, die sich mit denen des Stromkonsums nicht decken. Die entstehenden Produktionschwankungen können nicht nur durch den Energiebezug aus

¹⁾ Das Jahr hat 8760 Stunden

eigenen Speicheranlagen, sondern müssen auch durch Einfuhren ausgeglichen werden. Da das Import-/Export-Volumen in einer angemessenen Relation zur Eigenproduktion bleiben sollte, ist bei steigendem Bedarf die Bereitstellung von weiteren Speicherwerken und Grundlastwerken notwendig.

2.3 DIE ZUKÜNFTIGE BEDARFSDECKUNG

Als neues Element tritt nun die Atomenergie hinzu: die jüngste Entwicklung auf dem Gebiete des Baues von Atomkraftwerken hat gezeigt, dass diese einen Grad von Konkurrenzfähigkeit erreicht haben, die es erlaubt, sie für die kommerzielle Energieerzeugung einzusetzen. Aus wirtschaftlichen Gründen müssen solche Werke heute mit annähernd konstanter Leistung über das ganze Jahr hindurch arbeiten; sie eignen sich deshalb für den Einsatz als Grundlastwerke und produzieren sogenannte Bandenergie.

Eine ähnliche Funktion hätten auch die konventionell thermischen Kraftwerke auszuüben vermögen. Nach Auffassung der schweizerischen Elektrizitätswerke wäre es zweckmässig gewesen, zum Produktionsausgleich zwischen nassen und trockenen Jahren und zur Erzeugung von Winterenergie einige wenige thermische Werke konventioneller Art zu erstellen. Ein solches ist seit 1965 in Vouvry in Betrieb. Doch zeigte es sich, dass die Baubewilligung für solche Werke schwer erhältlich und mit stark verteuerten Auflagen verbunden gewesen wäre. Deshalb sind die Kernkraftwerke gegenüber den konventionell thermischen Kraftwerken zur Bandenergieproduktion in den Vordergrund gerückt.

Die Belastungsdiagramme in den Figuren 3 und 4 geben den angenommenen Verlauf des Bedarfes in ca. 10 Jahren wieder und skizzieren die Mittel und Methoden, um diesen zu decken. Die Diagramme sind dem Bericht der zehn Elektrizitätsunternehmen, inklusive die SBB, ²⁾ vom April 1965 entnommen, an den sich auch der Bericht des Bundesrates vom 23. Dezember 1966 über den Ausbau der schweizerischen Elektrizitätsversorgung angelehnt hat. Die Figuren 3 und 4 stellen den geschätzten Leistungsbedarf der Schweiz im Winter 1975/76 resp. Sommer 1976 dar und stützen sich, in Anlehnung an langjährige Erfahrungen, auf mittlere jährliche Zuwachsraten von 5 bis 5,5 %.³⁾ Sollten aber diese Raten in einzelnen Jahren unterschritten und der Minderkonsum nicht in anderen Jahren kompensiert werden, so wird der geschätzte Leistungsbedarf einige Jahre später erreicht. An den grundsätzlichen Überlegungen und prakti-

schen Schlussfolgerungen dieses Berichtes ändert sich dadurch nichts.

In den Diagrammen 3 und 4 sind unter Berücksichtigung der Produktionsmöglichkeiten in einem Jahr durchschnittlicher Wasserführung eingetragen:

unten (Fläche 3) das Band unregulierbarer Laufenergie aus Flusskraftwerken,

darüber (Fläche 4) das Band mit konventioneller thermischer und vor allem nuklearer Energie,

zuoberst (Fläche 5) die regulierbare Speicherenergie.

Da die Flusskraftwerke (Fläche 3) im Sommer (Figur 4) infolge erhöhter Wasserführung mehr produzieren als im Winter, vermindert sich dementsprechend der Produktionsanteil der Atom- und Speicherkraftwerke (vergl. Figuren 3 und 4).

Aus diesen Diagrammen, die den optimalen Einsatz und das Zusammenwirken der verschiedenen Kraftwerksarten schildern wollen, geht hervor, dass der Mehrbedarf an Grundlast in Zukunft vornehmlich durch thermische, vor allem atomthermische Kraftwerke gedeckt werden wird. Laufkraftwerke einerseits und thermische bzw. nukleare Kraftwerke andererseits werden sich in die Funktion der Grundlastwerke teilen. Die konsumangepasste, regulierbare Energie muss hingegen weiterhin von den hydraulischen Speicherkraftwerken produziert werden. Mit dem wachsenden Verbrauch elektrischer Energie wird nicht nur der Bedarf an Bandenergie, sondern in ebenso zwingendem Masse der Konsum an Spitzenenergie wachsen. Die bestehenden und im Bau befindlichen Speicherkraftwerke behalten trotz fortschreitender Erstellung von Kernkraftwerken ihre gewichtige Funktion; ja es werden weitere Speicherkraftwerke nötig sein.

In der zukünftigen Elektrizitätsversorgung werden auch die Pumpspeicherkwerke vermehrte Bedeutung erlangen, sei es in Verbindung mit bestehenden oder neuen Speicheranlagen, sei es als selbständige Werke. Nachts und über das Wochenende wird mit nichtbenötigter Bandenergie aus Atom- und Laufkraftwerken Wasser in günstig gelegene Speicherbecken gepumpt und so zu wertvoller Tages- oder Spitzenenergie veredelt. Der Bau hydraulischer Kraftwerke hat auch hier noch eine wichtige Funktion zu erfüllen.

3. Die künftige Rolle der Wasserkraft

Auf Grund der Tatsache, dass die zukünftige Bedarfsdeckung einen optimalen Einsatz von Atom- und Wasserkraft verlangt und in Übereinstimmung mit den Erfahrungen des Auslandes, können folgende Überlegungen zum weiteren Ausbau der Wasserkräfte angeführt werden:

3.1 GRUNDSÄTZLICHES

Die Atomkraftwerke werden in der Elektrizitätsversorgung ein graduell zunehmendes Gewicht erhalten; sie werden die bestehenden Wasserkraftwerke aber nicht verdrängen. Der Bau von Kernkraftwerken wird auch den Bau weiterer Wasserkraftwerke, insbesondere von Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken, nach sich ziehen. Atom- und Wasserkraft schliessen sich nicht aus, sondern ergänzen sich. Der Ausbau der wirtschaftlich nutzungswürdigen Wasserkräfte muss im übrigen auch aus Gründen der Unabhängigkeit unserer Elektrizitätsversorgung, unter Wahrung der berechtigten

Interessen des Natur- und Gewässerschutzes, weitergeführt und vollendet werden. Ende 1966 waren in der Schweiz Wasserkraftwerke mit einer Gesamtproduktion von rund 30 Milliarden kWh in Betrieb oder im Bau. Die hydraulische

²⁾ Sechs Ueberlandwerke: ATEL, BKW, CKW, EGL, EOS, NOK; drei Städtewerke: Basel, Bern, Zürich und die Schweizerischen Bundesbahnen.

³⁾ Siehe «Bericht der Zehn» betreffend «Ausbau der schweizerischen Elektrizitätsversorgung», erschienen im Bulletin SEV Nr. 10/1965, Seiten des VSE.

Zuwachsraten:

Periode	Winter- halbjahr	Sommer- halbjahr	Jahr
1964/65—1969/70	6,0 %	5,0 %	somit ca. 5,5 %
1970/71—1975/76	5,5 %	4,5 %	somit ca. 5,0 %

Produktion wird sich auch im nuklearen Zeitalter, parallel mit dem Bau der Kernkraftwerke, um 10 bis 20 % vermehren lassen.

3.2 FLUSSKRAFTWERKE

Da Atomkraftwerke aus wirtschaftlichen und betrieblichen Gründen als Grundlastwerke zur Abgabe von Bandenergie eingesetzt werden, erfüllen sie eine ähnliche Funktion wie die Flusskraftwerke. Die bestehenden Flusskraftwerke behalten aber ihren vollen Wert, weil sie unter günstigen preislichen Voraussetzungen gebaut wurden und mit niedrigen Betriebskosten arbeiten können. Sie sind deshalb in der Lage, in Wettbewerb mit der Kernenergie zu treten.

Die projektierten, aber noch nicht in Angriff genommenen Flusskraftwerke haben durch die Konkurrenz der Atomenergie und wegen der Teuerung auf dem Bau- und Kapitalmarkt unter den heutigen Verhältnissen an Ausbauwürdigkeit eingebüsst. Doch müssen für jedes einzelne Projekt die wirtschaftlichen Voraussetzungen, unter Berücksichtigung lokal- und regionalpolitischer Gesichtspunkte, des allgemeinen Nutzens und der Postulate des Natur- und Gewässerschutzes, laufend überprüft werden. Flusskraftwerke, die im Zentrum von Konsumgebieten liegen und prädestiniert sind, integrierende Bestandteile einer Fluss- oder Gewässerkorrektur zu sein, rechtfertigen dank ihrem Beitrag zur Schadenverhütung bei Ueberschwemmungen und zur Melioration des Landes die Unterstützung aller Volkskreise.

3.3 SPEICHERKRAFTWERKE

Zur Deckung des Bedarfes an konsumangepasster Spitzenenergie werden auch nach der Eingliederung der Kernkraftwerke hydraulische Speicherkraftwerke nötig sein. Da die Speicherung elektrischer Energie wirtschaftlich unmöglich ist, wird durch die Akkumulation von Wasser im Speichersee ein Instrument geschaffen, das ständig aktionsbereit ist und ein ideales Produktionselement bildet, um den Laständerungen des Konsums folgen zu können. Belastungsschwankungen von Null bis zur Vollast können in kürzester Zeit vorgenommen werden. Diese ausserordentlich wertvolle Eigenschaft ist nicht zuletzt bei Störungsfällen (Leistungsunterbrüchen, Ausfall von Kraftwerken, etc.) und zur Reservehaltung für unvorhergesehene plötzliche Bedarfsschwankungen von eminenter Bedeutung. Da sich eine Wasserturbine in ein bis zwei Minuten aus dem Stillstand an- und hochfahren lässt, erhalten die Speicherkraftwerke eine Elastizität und Regulierfähigkeit, die von Kernkraftwerken wegen der Trägheit ihres konventionell thermischen Systems nicht erreicht wird. Der Grund liegt darin, dass die dem Reaktor nachgeschaltete herkömmliche Dampfturbine bei normaler Konstruktion ihre Leistung aus wärmetechnischen Gründen nur relativ langsam, gemessen an der raschen Leistungssteigerung einer Wasserturbine, verändern kann. So beträgt z. B. die Anfahrzeit einer thermischen Anlage aus kaltem Zustand bis zur Vollastabgabe einige Stunden. Zwar gibt es spezielle Dampfturbinen mit kürzerer Anfahrzeit; sie sind im Betrieb jedoch unwirtschaftlicher. Auch im warmen Zustand werden bei der Dampfturbine nur Laständerungen toleriert, die sich mit der Anpassungsfähigkeit der Wasserturbine nicht vergleichen lassen. Während beispielsweise ein grosses hydraulisches Speicherkraftwerk von 200 oder 300 MW installierter Leistung in wenigen Minuten seine volle Kapazität erreichen kann, braucht ein Kernkraftwerk mit entsprechender Leistung dazu wesentlich länger.

Es sind aber nicht nur technisch-betriebliche, sondern vor allem wirtschaftliche Gründe, die zum Schlusse führen,

dass sich die Speicherkraftwerke in ihrer angestammten Rolle behaupten werden. Figur 5 zeigt die Abhängigkeit des Energiegestehungspreises in Rappen pro Kilowattstunde von der jährlichen Benützungsdauer und zwar für Speicherkraftwerke einerseits (blaue Punkte) und für thermische und nukleare Kraftwerkanlagen andererseits. (Die eingetragenen Kurven wurden auf Preisbasis 1966 gerechnet.) Läuft beispielsweise ein Atomkraftwerk von 300 000 kW (300 MW) durchgehend ca. 10 Monate oder 7000 Stunden, so ergibt sich ein Energiegestehungspreis, der unter 3 Rp./kWh liegen wird. Wäre es betrieblich sinnvoll, es z. B. für Regulierzwecke nur während 1500 oder 2000 Stunden einzusetzen, so ergäben sich Gestehungspreise, die von den Speicherkraftwerken deutlich unterboten würden. Im Bereich der niedrigen Benützungsdauern sind deshalb die Speicherkraftwerke nach wie vor konkurrenzfähig. Voreilige Schlüsse über die Sinnlosigkeit der weiteren Wasserkraftnutzung, die aus Preisvergleichen zwischen der teureren Speicherenergie und der billigeren Atomenergie gezogen werden, sind deshalb unstatthaft, weil sie in flagranter Weise übersehen, dass es sich bei der einen um hochwertige Spitzenenergie handelt, bei der anderen hingegen um eine Energie, die das tiefe Preisniveau nur durch einen durchgehenden Dauerbetrieb mit Volleistung über 6000—7000 Jahresstunden erreicht.

Die graphische Darstellung der Energiegestehungspreise für verschiedene Kraftwerkstypen (Figur 5) zeigt deutlich, dass frühere wie auch kürzlich erstellte Wasserkraftwerke ihren vollen wirtschaftlichen Wert beibehalten haben und dass vor allem Werke mit weiter zurückliegendem Erstellungsdatum infolge der seither fortgeschrittenen Teuerung und Geldentwertung preisgünstig produzieren. Bei Vergleichen zwischen Gestehungskosten hydraulischer und nuklearer Energie ist neben dem Qualitätsunterschied auch die verschiedene Lebensdauer zu berücksichtigen: Wasserkraftwerke können mindestens während der Konzessionszeit von zumeist 80 Jahren betrieben werden. Während dieser Zeit bleibt der Strompreis insofern praktisch konstant, als eine weitere Bauteuerung diese Anlagen kaum merklich zu beeinflussen vermag. Bei Kernkraftwerken rechnet man hingegen heute mit einer Lebensdauer von 20—25 Jahren. Nach dieser Zeitspanne müssen Teile der Anlagen ersetzt oder neue Kernkraftwerke errichtet werden. Wie sich deren Energiegestehungskosten im Vergleich zum heutigen Preisniveau verhalten werden, hängt einmal vom Ausmass der Teuerung und andererseits von der offenen Frage ab, ob und wie weit der Fortschritt auf dem Gebiete der Kerntechnik diese Teuerung auch zu kompensieren vermag.

Dank dem starken Ausbau unserer Alpenwasserkraft besteht in der Schweiz im Augenblick eine Leistungsreserve, die durch den weiter zunehmenden Energiebedarf und mit dem Bau der Grundlastwerke (Atomkraftwerke) langsam aufgebraucht wird. Es ist vor auszusehen, dass verschiedene zurückgestellte Speicherkraftwerkprojekte — unter Berücksichtigung der Ausbauwürdigkeit — noch realisiert werden. Es ist nicht statthaft, von einem Endausbau der Wasserkraft bis zu einem im voraus festgesetzten Zeitpunkt zu sprechen, weil die Erstellung von Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken parallel mit der Erstellung von Kernkraftwerken weitergehen wird. Die Auswahl der ausbauwürdigen Projekte wird, nicht zuletzt wegen der Entwicklungen auf dem schweizerischen Bau- und Kapitalmarkt, nach strengeren wirtschaftlichen Massstäben erfolgen; doch wird man durch eine laufende Ueberprüfung und Anpassung der Projekte feststellen müssen, ob die wirtschaftlichen und betrieblichen Voraussetzungen zur Inangriffnahme gegeben sind. Verschiedene Projekte werden durch den Einbau einer Pumpspeicherung neue Aktualität gewinnen.

3.4 PUMPSPEICHERWERKE

Auf die Bedeutung der Pumpspeicherwerke zur Spitzendeckung ist bereits hingewiesen worden. Bei Pumpspeicheranlagen mit täglichem Umwälzbetrieb wird Ueberschussenergie in hochwertige Energie veredelt, indem während der Nacht und am Wochenende Wasser in ein hochgelegenes Becken gepumpt wird, um während des Tages Spitzenenergie zu erzeugen. Daraus ergibt sich, dass reine Pumpspeicheranlagen nicht genau die gleiche Rolle wie Jahres-speicherwerke spielen. Während die ersteren nur zum Ausgleich der im Laufe des Tages veränderlichen Verbrauchsbelastung dienen, vermögen die letzteren die jahreszeitlichen Schwankungen der Laufkraftwerke und des Strombedarfes auszugleichen. Reine Pumpanlagen können auch natürliche Zuflüsse in den Wasserhaushalt miteinbeziehen, womit der

Wert solcher Anlagen erhöht werden kann. Verschiedene klassische Speicherkraftwerkprojekte werden heute hinsichtlich der Umgestaltung in kombinierte Speicher-/Pumpspeicherwerke studiert. Ein Pumpspeicherbetrieb kann auch durch Ergänzung und Erweiterung in bestehenden Anlagen eingeführt werden. Die Nutzung der Wasserkräfte behält somit auch in der Ära der Kernenergie im Zusammenhang mit der Pumpspeicherung ihre volle Existenzberechtigung.

Die Energiegestehungskosten der Pumpspeicheranlagen hängen wesentlich davon ab, wie die in Schwachlastzeiten von den Kernkraftwerken übernommene Pumpenergie bewertet werden wird. Verschiedene Kraftwerksunternehmen, wie auch das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, sind dabei, eine Bestandaufnahme der in unserem Lande geeigneten Standortmöglichkeiten für solche Pumpspeicheranlagen durchzuführen.

4. Fiskalische und volkswirtschaftliche Bedeutung der Wasserkraftnutzung

Wasserkraftwerke sind dankbare Steuerobjekte; während der Konzessionsdauer gehen jährlich etwa 6 bis 10 % der Jahreskosten, entsprechend 0,4 bis 0,7 % der Anlagekosten, eines Kraftwerkes an den Fiskus; bei Anlagekosten von beispielsweise 600 Mio Franken erreicht die Steuerabgabe 3 bis 4 Mio Franken pro Jahr. Auch die Wasserzinsen und Wasserwerkssteuern bringen den konzessionserteilenden Gemeinwesen und Kantonen willkommene Zuschüsse; sie belaufen sich auf 2 bis 6 % der Jahreskosten, entsprechend 0,15 bis 0,5 % der Anlagekosten und erreichen 1 bis 2,5 Mio Franken pro Jahr bei einer Werkanlage von 600 Mio Franken. Zudem kommen die Konzessionsgemeinden oft in den Genuss von Gratis- und Vorzugsenergie. Die gesamte direkte Fiskalleistung der Kraftwerke, inkl. Wasserzinsen, beträgt jährlich mehrere Dutzend Millionen Franken und ist zu einem gewichtigen Faktor der Finanzierung staatlicher und kommunaler Aufgaben geworden. Beim Heimfall gehen schliesslich — zum Unterschied von den thermischen Kraftwerken — wesentliche Teile der Wasserkraftanlagen, die einen eminenten volkswirtschaftlichen Wert darstellen, an die Allgemeinheit.

Auch in der Erstellungsphase profitiert die öffentliche Hand von Leistungen und Beiträgen, die den Bauherrschaften bei der Erteilung der Konzessionen und Baubewilligungen auferlegt werden: Strassen, Wege, Kanalisations, etc., werden neu erstellt oder verbessert. Manch öffentliche Einrichtung ist dank der tatkräftigen Mithilfe der Kraftwerke entstanden. Dazu kommen die indirekten Fiskalabgaben: beträchtliche Arbeitsaufträge an Industrie und Gewerbe auf kantonaler und gesamtschweizerischer Ebene, die Entlohnung der am Bau Beteiligten und die Entschädigungen für den Erwerb von Grund und Rechten sind dazu angetan, sich günstig auf das Steuersubstrat natürlicher und juristischer Personen auszuwirken und dem Gemeinwesen weitere Einnahmen zuzuführen. Bei der Würdigung der Rolle der Wasser-

kraftwerke muss deshalb auch die Tatsache berücksichtigt werden, dass die mit der Erstellung der Anlagen, vor allem Speichieranlagen — verbundenen Investitionen in direkter und indirekter Weise den weniger bemittelten Talschaften zugutekommen. Die im Anhang als Beispiel wiedergegebene Zusammenstellung über die volkswirtschaftliche Bedeutung der Kraftwerke Hinterrhein⁴⁾ fördert die Einsicht, dass bei der Beurteilung und Würdigung der Wasserkraftwerke die gesamtwirtschaftliche und regionalpolitische Komponente nicht ausser acht gelassen werden darf.

Im Hinblick darauf, dass verschiedene Wasserkraftprojekte infolge der massiven Teuerung die Wirtschaftlichkeitsgrenze schon überschritten haben, sollte im Interesse des Energiekonsumenten und abgelegener, wirtschaftlich stagnierender Talschaften vermieden werden, dass die Realisierung neuer Anlagen durch Erhöhung von Steuern und Wasserzinsen erschwert oder durch Geltendmachung von werksfremden Begehren verunmöglicht wird. Bei aller Anerkennung der Tatsache, dass die Zurverfügungstellung der Wasserkraft durch das Gemeinwesen eine angemessene Gegenleistung erfordert, sollte nicht ausser acht gelassen werden, dass der durch die Sistierung eines Bauprojektes entstehende volkswirtschaftliche Schaden für die gesamte Region weit grösser ist, als der sehr relative Gewinn, den man aus der Anmeldung von unbegründeten Forderungen zu ziehen glaubt. In manchen Fällen wird zu erwägen sein, ob nicht durch eine Milderung von Sonderwünschen die Realisierung eines Bauvorhabens ermöglicht und vorangetrieben werden kann. Auch Konzessionen zur Nutzung der Wasserkraft und die damit verknüpften Auflagen unterliegen dem Gesetz von Angebot und Nachfrage; letztere ist im Atomzeitalter nicht gestiegen. Daher leisten die neuesten Tendenzen zur Erhöhung von Werksteuern und Wasserzinsen dem hydraulischen Kraftwerkbau einen schlechten Dienst.

5. Wasserkraftnutzung und Naturschutz

Die Elektrizitätswerke waren beim Ausbau der Wasserkräfte stets bestrebt, die Pflicht zur lückenlosen Versorgung unseres Landes mit elektrischer Energie mit dem Wunsch nach bestmöglicher Schonung der Naturschönheiten in Einklang zu bringen. Aus jenen seltenen Fällen, in denen ein Landschaftsbild als entscheidend tangiert bezeichnet werden könnte, sind die Konsequenzen dadurch gezogen worden, dass anstelle starrer Gegensätzlichkeiten ein klärendes Gespräch zwischen dem Naturschutz und den Werken ge-

treten ist. Die Elektrizitätswirtschaft bringt der Besorgnis um die Wahrung der kulturellen und ästhetischen Werte im technischen Zeitalter volles Verständnis entgegen. Beim

⁴⁾ Vergleiche hiezu auch die Dissertation von lic. rer. pol. H. Wisler über «Die Auswirkungen der Wasserkraftnutzung auf den Kanton Graubünden, insbesondere auf die Konzessionsgemeinden der Kraftwerke Hinterrhein» (1966)

weiteren Ausbau der Wasserkräfte müssen deshalb die energiewirtschaftlichen Notwendigkeiten und Wünschbarkeiten in noch verstärktem Masse mit den legitimen Belangen des Gewässerschutzes und des Natur- und Heimatschutzes konfrontiert werden.

Andererseits erwarten auch die Kraftwerksgesellschaften, dass die ihnen im Interesse der Gesamtbevölkerung übertragene Aufgabe nicht unnötig erschwert oder gar verunmöglicht wird und dass in der Diskussion vor dem Forum der Öffentlichkeit die konstruktiven Gespräche mit dem Naturschutz nicht durch eine extrem unsachliche Argumentation der prinzipiellen Gegner der Wasserkraftnutzung ge-

trübt werden. Verglichen mit dem theoretischen Gesamtpotential (Vollnutzung) aller schweizerischen Gewässer von rund 140 Milliarden kWh sind mit dem heute erreichten Ausbau von ca. 30 Milliarden kWh rund 21% genützt. Es ist also bei weitem nicht das «letzte Wässerlein» gefasst worden. Auch die Diskussion um die Wasserkräfte muss auf dem Boden objektiver Realitäten geführt werden. Denn letztlich geht es darum, Nutzungsformen der Naturkräfte zu finden, welche die Bedürfnisse und Lebensgewohnheiten unseres Zeitalters, auf die wir alle nicht verzichten können und wollen, in Einklang zu bringen mit der Erhaltung des vertrauten Bildes unserer Heimat.

6. Wasserkraftnutzung und Kapitalmarkt

Wasserkraftwerke sind kapitalintensiv. Schon seit jeher sahen sich die Elektrizitätsunternehmen unseres Landes veranlasst, für den Ausbau der bestehenden Produktions- und Verteilanlagen wie auch für die sukzessive Verwirklichung neuer Wasserkraftanlagen Fremdgelder aufzunehmen. Bei Stromtarifen, die mit der wachsenden Teuerung bei weitem nicht Schritt gehalten haben, sind die Verdienstmargen so klein geworden, dass neben der Selbstfinanzierung in vermehrtem Masse eine Finanzierung über den Kapitalmarkt gesucht werden musste. Von diesem und seinen Schwankungen unabhängiger vermöchte die Elektrizitätswirtschaft erst dann wieder zu werden, wenn auch ihr in vermehrtem Masse jene Möglichkeiten der Kostenüberwälzung auf die Konsumenten zugestanden würden, von denen andere Wirtschaftszweige schon längst Gebrauch machen. Solange dies nicht der Fall ist, wird die Elektrizitätswirtschaft — soll sie ihrer Aufgabe der Befriedigung des Energiekonsums genügen — mit ungebrochener Intensität auf dem Kapitalmarkt erscheinen müssen. Als Folge der durch die gesamtwirtschaftliche Situation bedingten Verknappungstendenzen auf dem Kapitalmarkt und die damit zusammenhängenden Massnahmen auf dem Kreditsektor ist die Elektrizitätswirtschaft empfindlich getroffen worden.

Die Bereitstellung neuer Energiemengen durch den Bau weiterer hydraulischer Produktionsanlagen sowie die Verstärkung und der Ausbau des Verteilapparates stellen die Werke angesichts der Entwicklungen auf dem Kapitalmarkt vor schwierige Probleme. Diese werden noch dadurch verschärft, dass im Zusammenhang mit dem Aufkommen der Atomenergie der Stromerzeugung aus Reaktoranlagen zu Unrecht exklusive Bedeutung beigemessen wird. Statt aus der Existenz verschiedener Energiequellen zu folgern, dass die Deckung des schweizerischen Energiebedarfes fortan durch ein optimales Zusammenwirken von Atom- und Wasserkraft erfolgen

muss, wurden die noch ausbauwürdigen Wasserkräfte allzu sehr diskreditiert. Durch unstatthafte Preisvergleiche zwischen verschiedenen Energiequalitäten und durch die tendenziöse Diskussion im Zusammenhang mit der Sistierung und dem Weiterbau von Flusskraftwerken, ist die hervorragende volkswirtschaftliche Bedeutung unseres einzigen, greifbaren Rohstoffes für die Zukunft in Frage gestellt worden. Diese Einstellung hat zeitweise zu einer wachsenden Zurückhaltung gewisser Anlegerkreise gegenüber Wasserkraftwerks-Anleihen geführt, obwohl die Bonität der Schuldner und die Notwendigkeit dieser Bauten ausser jedem Zweifel stehen. Unbestritten ist, dass mit der Erstellung der Wasserkraftwerke produktive Anlagen sowie wertvolle und wertbeständige Einrichtungen geschaffen werden, die individuell dem Konsumenten und der Volkswirtschaft als Ganzem dienen. Es wäre deshalb bedauerlich, wenn durch eine defaitistische Einstellung gegenüber der Wasserkraftnutzung und durch eine fatale Verkennung ihrer Möglichkeiten die Kapitalbedürfnisse der Werke für den weiteren Ausbau der Wasserkräfte, vor allem für die Bereitstellung der notwendigen Speicherenergie, bei den institutionellen Anlegern und Sparern kein genügendes Echo fänden. Auch der unerlässliche Ausbau der Transport- und Verteilanlagen würde dadurch in Mitleidenschaft gezogen. In Tat und Wahrheit verbleiben der Wasserkraft Aufgaben, die ihr die Atomkraftwerke nicht abnehmen können. Es liegt im Interesse der Werke wie auch der Abnehmer, dass sich unsere Elektrizitätsversorgung auf eine abgewogene Kombination der alten und neuen Energieträger stützen kann; somit sollte die Wasserkraft auf dem Kapitalmarkt mit günstigen Bedingungen rechnen und auf die Anerkennung des Publikums zählen dürfen. Die Tatsache, dass die Wasser- und Kernkraftwerke von den selben Elektrizitätsunternehmen konzipiert, geplant, gebaut und betrieben werden, gibt eine zusätzliche Gewähr dafür, dass jeder Energieträger die ihm adäquate Rolle zugeteilt erhält.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Die Industrialisierung und der wirtschaftliche Aufschwung unseres Landes sind mit unserer betriebssicheren, zuverlässigen und preisgünstigen Elektrizitätsversorgung eng und untrennbar verknüpft. Diese hat sich bis heute fast ausschliesslich auf die Wasserkraft gestützt. Durch die Nutzung unserer Wasserkräfte ist es gelungen, unseren einzigen namhaften Energieträger in den Dienst unserer Volkswirtschaft zu stellen. Die öffentliche Hand, insbesondere unsere wirtschaftlich weniger begünstigten Bergkantone sowie die Industrie und das Gewerbe haben aus den beträchtlichen

Investitionen, die mit der Erstellung der Wasserkraftwerke und ihrer Zufahrtswege verbunden waren, dauernden Nutzen gezogen.

Der durch den Verbraucher diktierte Bedarf an elektrischer Energie ist starken zeitlichen Schwankungen unterworfen. Die Vielgestaltigkeit der Bedürfnisse und Wünsche, bedingt durch den Wechsel im Arbeitsrhythmus zwischen Werktag und Feiertag, Sommer und Winter, Tag und Nacht, kommt im zeitlich veränderlichen Leistungsbedarf zum Ausdruck. Das bekannte Tagesbelastungs-Diagramm mit seinem

Auf und Ab ist Ausdruck unserer Lebens- und Arbeitsgewohnheiten im industrialisierten Zeitalter. Um den gesamten Energiebedarf decken zu können, ist es aus technischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Gründen notwendig, einerseits über Grundlast in Form von Bandenergie zu verfügen und andererseits Anlagen zu besitzen, die imstande sind, Spitzenenergie abzugeben, um innert kürzester Zeit den Schwankungen des Leistungsbedarfes folgen zu können. Die Bandenergie ist bis anhin praktisch von den Flusskraftwerken geliefert worden, während die konsumangepasste Energie von den Speicherkraftwerken mit ihren Stauseen erzeugt wurde.

Dank der in rascher Entwicklung begriffenen Kerntechnik tritt nun auch die Atomenergie in der schweizerischen Elektrizitätsversorgung in Erscheinung. Das Aufkommen dieses neuen Energieträgers fällt in eine Zeit, in welcher der Ausbau der schweizerischen Wasserkräfte seinen Kulminationspunkt überschritten hat. Da der Energiekonsum ständig zunimmt, begannen sich die Elektrizitätswerke schon seit geraumer Zeit in ihren langfristigen Planungen vermehrt in Richtung thermischer Energie zu orientieren, ohne jedoch von den wohlüberlegten Absichten im Zusammenhang mit dem Ausbau weiterer nutzungswürdiger Wasserkräfte, vor allem zur Schaffung von Speicherkraftwerken, Abstand zu nehmen.

Der Eintritt der Schweiz ins Atomzeitalter ist begreiflicher Weise auch in der Öffentlichkeit und in der Presse zu einem oft diskutierten Thema geworden. Hier und dort sind jedoch durch unstatthafte Preisvergleiche zwischen hochwertiger Spitzenenergie aus Speicherkraftwerken und Bandenergie aus Atomkraftwerken die Wasserkraftwerke zu Unrecht diskreditiert worden. Der Atomenergie, welcher in der Zukunft unserer Elektrizitätswirtschaft zweifellos eine wachsende Bedeutung zukommen wird, ist eine Universalität zugesprochen worden, die sie nicht besitzt. Da Atomkraftwerke vor allem dann wirtschaftlich arbeiten, wenn sie kontinuierlich und mit langer Benützungsdauer eingesetzt werden, eignen sie sich besonders für die Produktion von Bandenergie.

Zur Deckung des Bedarfes an konsumangepasster, regulierbarer Spitzenenergie benötigen wir aber weiterhin Akkumulierwerke. Diese erfüllen im Rahmen der Elektrizitätsversorgung unseres Landes eine Aufgabe, die auch mit dem Bau von Atomkraftwerken nicht dahinfällt, sondern an Bedeutung zunehmen wird. Statt die Atomenergie als eine willkommene neue Energiequelle zu betrachten, die zum optimalen Aufbau einer Elektrizitätsversorgung mit den vorhandenen bewährten Energieträgern kombiniert werden muss, wurde irrtümlicherweise der Schluss gezogen, dass die Wasserkräfte ausgespielt, ja sogar die bestehenden Werke ihre Bedeutung verloren hätten.

Um nun die Rolle der Wasserkraft einer sachlichen Würdigung zu unterziehen, hat sich der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband entschlossen, durch seine Stellungnahme einen Beitrag zur öffentlichen Diskussion zu leisten und die komplementäre Bedeutung der Wasser- und Atomkraftnutzung zu illustrieren. Mit der vorliegenden Studie sieht sich der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband in erfreulicher Übereinstimmung mit den im Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung vom 23. Dezember 1966 gemachten Feststellungen hinsichtlich der Bedeutung der Wasserkraftwerke; diese werden ergänzt und bekräftigt durch die nachfolgenden

THESEN :

Die schweizerischen Wasserkräfte bilden heute das Rückgrat unserer Elektrizitätsversorgung. Sie werden auch nach dem Bau von Kernkraftwerken ihre Rolle behaupten.

Zur Deckung des Bedarfes an elektrischer Leistung müssen weiterhin Grundlastwerke (zur Erzeugung von Bandenergie) und Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke (zur Erzeugung von Spitzenenergie) eingesetzt werden:

- Als Grundlastwerke dienten bisher die Flusskraftwerke, die ihren vollen Wert behalten, weil sie unter günstigen preislichen Voraussetzungen gebaut wurden und einer allfälligen weiteren Teuerung nur in bescheidenem Masse ausgesetzt sind. Sie werden von den Atomkraftwerken nicht verdrängt werden.

Die im Projektstadium befindlichen Flusskraftwerke haben jedoch durch die Konkurrenz der Atomenergie unter den heutigen Verhältnissen an Ausbaumöglichkeit eingebüsst. Der zusätzliche Bedarf an Bandenergie wird vornehmlich von den dazu prädestinierten Kernkraftwerken gedeckt werden müssen. Flusskraftwerke, die im Rahmen von Mehrzweckprojekten Bestandteile einer Fluss- oder Gewässerkorrektur sein werden oder andere besondere Vorteile bieten, haben — unter Berücksichtigung legitimer Postulate des Natur- und Gewässerschutzes — weiterhin Aussichten auf Verwirklichung.

- Die aus bestehenden und zukünftigen Speicherkraftwerken gewonnene rasch regulierbare, konsumangepasste Spitzenenergie wird als Ergänzung zur Bandenergie betrieblich und wirtschaftlich eine vermehrte Bedeutung erhalten. Als Anlagen, die ständig einsatzbereit sind, um den Laständerungen des Konsums folgen zu können, werden sie dank ihrer Anpassungsfähigkeit und Elastizität auch nach der Eingliederung der Kernkraftwerke nötig sein. Da die Kernkraftwerke vor allem dann preisgünstig produzieren, wenn sie mit langer Benützungsdauer eingesetzt werden, bleiben die Speicherkraftwerke im Bereich der niedrigen Benützungsdauern nach wie vor konkurrenzfähig. Zur Ergänzung der Kernkraftwerke werden deshalb noch weitere Speicherkraftwerke gebaut werden müssen.

Eine ähnliche Funktion wie die Speicherkraftwerke werden die Pumpspeicherkraftwerke ausüben. Pumpenanlagen können auch natürliche Zuflüsse in den Wasserhaushalt miteinbeziehen; der Wert von solchen kombinierten Speicher- und Pumpspeichereinrichtungen kann dadurch erhöht werden.

Der Uebergang unserer Elektrizitätsversorgung von der Ausschliesslichkeit der Wasserkraft zur Kombination mit der Atomenergie ist eine volkswirtschaftliche Aufgabe, die mit Verständnis und Umsicht gelöst werden muss; zu ihrer Bewältigung ist die Unterstützung aller Volkskreise notwendig.

Zusammenfassend darf deshalb gesagt werden, dass man nach sachlicher Prüfung unserer energiewirtschaftlichen Bedürfnisse und nach Konfrontation der verschiedenen Produktionsmittel zur Einsicht gelangen muss, dass die nächste Phase der schweizerischen Elektrizitätsversorgung durch eine Verbindung von alten und neuen Energieträgern, d. h. durch eine Synthese von Wasser- und Atomkraft gekennzeichnet sein wird. Die Ära der Wasserkraftwerke ist deshalb aus technischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Überlegungen, die durch die Erfahrungen des Auslandes untermauert sind, nicht als abgeschlossen zu betrachten; sie setzt sich auch im Atomzeitalter fort.

Beilage

ANGABEN ÜBER DIE VOLKSWIRTSCHAFTLICHEN AUSWIRKUNGEN DER KRAFTWERKE HINTERRHEIN (KHR) (Nur auf Schweizer Gebiet erstellte Anlagen)

Von gesamtschweizerischem Interesse:

Einmalig:	Gesamte Baukosten enthaltend:	403 Mio Fr.
	Elektromechanisches Material	145 Mio Fr.
	Zementverbrauch	220 000 t
	Stahlverbrauch (Armierungseisen, Stolleneinbau, Panzerbleche)	15 000 t
	Sprengstoffverbrauch	2 300 t
	Elektrischer Energiekonsum für Bau	95 Mio kWh
Jährlich:	Energieerzeugung (schweizerischer Anteil)	1 100 Mio kWh

Von bündnerischem Interesse:

Einmalig:	Sachwerte:	
	58,6 km Strassenaus- und -neubauten (Anteil KHR)	34,2 Mio Fr.
	Kläranlagen für 7 Ortschaften	1,7 Mio Fr.
	Elektrische Talversorgungsanlagen	8,1 Mio Fr.
	Trinkwasserversorgungsanlagen	0,9 Mio Fr.
	Beitrag an Spital Thusis	0,2 Mio Fr.
	Heimfallwert der Anlagen	238,0 Mio Fr.
	Ferner pro memoria:	
	Verbesserung der Energieversorgung der Rhätischen Bahn	
	Dem Kanton zur Verfügung stehende Beteiligungenergie	
	Gelder:	
	Konzessionsgebühren und Wartegelder vor Konzessionserteilung	4,2 Mio Fr.
	Arbeitsvergebungen an Unternehmungen mit Steuerdomizil Graubünden	240,0 Mio Fr.
	Besteuertes Einkommen der Baubelegschaft	60,0 Mio Fr.
Jährlich:	Wasserzinsen und Steuern	6,0 Mio Fr.
	Gratis- und Vorzugsenergie inkl. Unterhalt der Talversorgungsanlagen	1,3 Mio Fr.
	Einkommenssteuer des Betriebspersonals (worunter 45 Einheimische)	0,1 Mio Fr.
	Unterhaltsarbeiten durch Unternehmungen mit Steuerdomizil Graubünden	0,4 Mio Fr.

Annexe

INDICATIONS SUR LES REPERCUSSIONS ECONOMIQUES DES FORCES MOTRICES DU RHIN POSTERIEUR (FMRP) (Ouvrages construits sur territoire suisse uniquement)

Présentant un intérêt pour l'ensemble de la Suisse:

En une fois:	Coût total de construction comprenant:	403 Mio frs.
	Matériel électromécanique	145 Mio frs.
	ciment	220 000 t
	acier (fers d'armature, soutènements de galeries, blindages)	15 000 t
	explosifs	2 300 t
	énergie électrique de chantier	95 Mio kWh
Par année:	Production d'énergie (part suisse)	1 100 Mio kWh

Présentant un intérêt pour le Canton des Grisons:

En une fois:	Prestations en nature:	
	58,6 km part FMRP à la construction et à l'amélioration des routes	34,2 Mio frs.
	stations d'épurations pour 7 villages	1,7 Mio frs.
	installations pour l'approvisionnement en énergie électrique	8,1 Mio frs.
	installations d'alimentation en eau potable	0,9 Mio frs.
	versement à l'hôpital de Thusis	0,2 Mio frs.
	valeur de retour des ouvrages	238,0 Mio frs.
	De plus, pour mémoire:	
	Amélioration de l'amenée de courant aux chemins de fer rhétiques	
	énergie à disposition du Canton	
	Prestations en espèces:	
	prix d'achat des concessions et indemnités d'attente avant l'octroi des concessions	4,2 Mio frs.
	adjudications de travaux à des entreprises ayant leur domicile fiscal aux Grisons	240,0 Mio frs.
	revenu imposable du personnel participant à la construction	60,0 Mio frs.
Annuel:	Droits d'eau et impôts	6,0 Mio frs.
	énergie gratuite ou à prix réduit, y compris l'entretien des installations	1,3 Mio frs.
	pour l'approvisionnement en énergie électrique	0,1 Mio frs.
	impôt sur le revenu du personnel d'exploitation (dont 45 indigènes)	0,1 Mio frs.
	travaux d'entretien exécutés par des entreprises ayant leur domicile fiscal aux Grisons	0,4 Mio frs.

Fig. 1

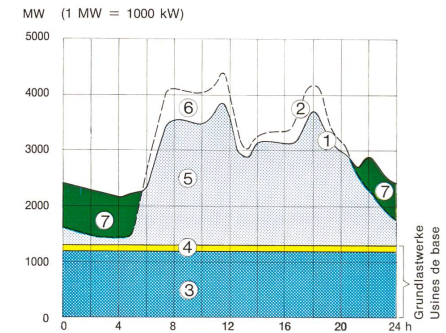
Heutige Deckung des Elektrizitätsbedarfes
Winter 1965/66 (Stichtag 15. Dezember 1965)

Couverture actuelle des besoins en énergie électrique
Hiver 1965/66 (Date de référence: 15 décembre 1965)

TAGESBELASTUNGSDIAGRAMM PROGRAMME DE CHARGE JOURNALIERE

(stilisiert)

—1— Belastungskurve des schweizerischen Netzes	—1— Diagramme de charge du réseau suisse
--2-- Gesamte Erzeugung der Schweiz	--2-- Production totale de la Suisse
3 Laufenergie	3 Energie au fil de l'eau
4 Konventionelle thermische Energie	4 Energie thermique classique
5 Speicherenergie	5 Energie accumulée
6 Ausfuhr	6 Exportation
7 Einfuhr	7 Importation



Zukünftige Deckung des Elektrizitätsbedarfes (bei mittleren Wasserverhältnissen)

Prévision pour la couverture des besoins en énergie électrique (conditions hydrologiques moyennes)

Fig. 3

Winter 1975/76 Hiver 1975/76

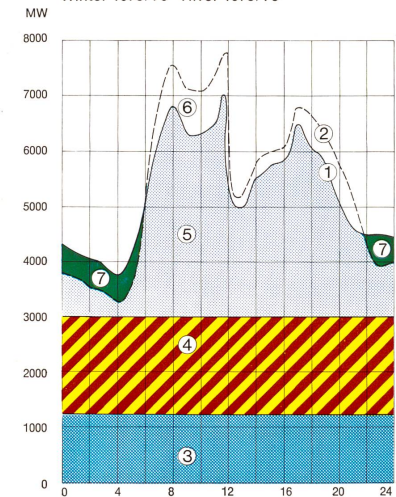
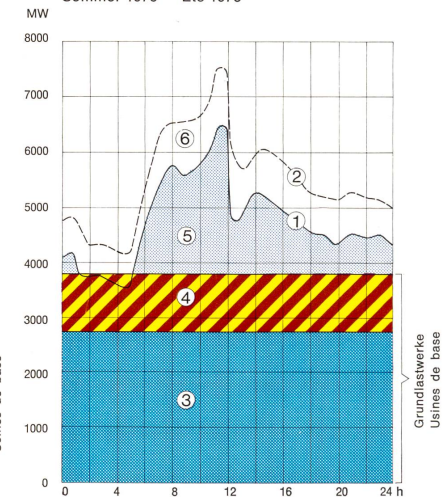


Fig. 4

Sommer 1976 Été 1976



TAGESBELASTUNGSDIAGRAMM

(Werktag)

—1— Belastungskurve des schweizerischen Netzes	—1— Diagramme de charge du réseau suisse
--2-- Gesamte Erzeugung der Schweiz	--2-- Production totale de la Suisse
3 Laufenergie	3 Energie au fil de l'eau
4 Konventionelle thermische Energie und Atomenergie	4 Energie thermique classique et énergie atomique
5 Speicherenergie	5 Energie accumulée
6 Ausfuhr	6 Exportation
7 Einfuhr	7 Importation

DIAGRAMME DE CHARGE JOURNALIERE

(jour ouvrable)

—1— Diagramme de charge du réseau suisse	—1— Diagramme de charge du réseau suisse
--2-- Production totale de la Suisse	--2-- Production totale de la Suisse
3 Energie au fil de l'eau	3 Energie au fil de l'eau
4 Energie thermique classique et énergie atomique	4 Energie thermique classique et énergie atomique
5 Energie accumulée	5 Energie accumulée
6 Exportation	6 Exportation
7 Importation	7 Importation

Die Diagramme der Fig. 3 und 4 sind dem «Bericht der Zehn» vom April 1965 entnommen (siehe Bulletin SEV Nr. 10/1965, Seiten des VSE).

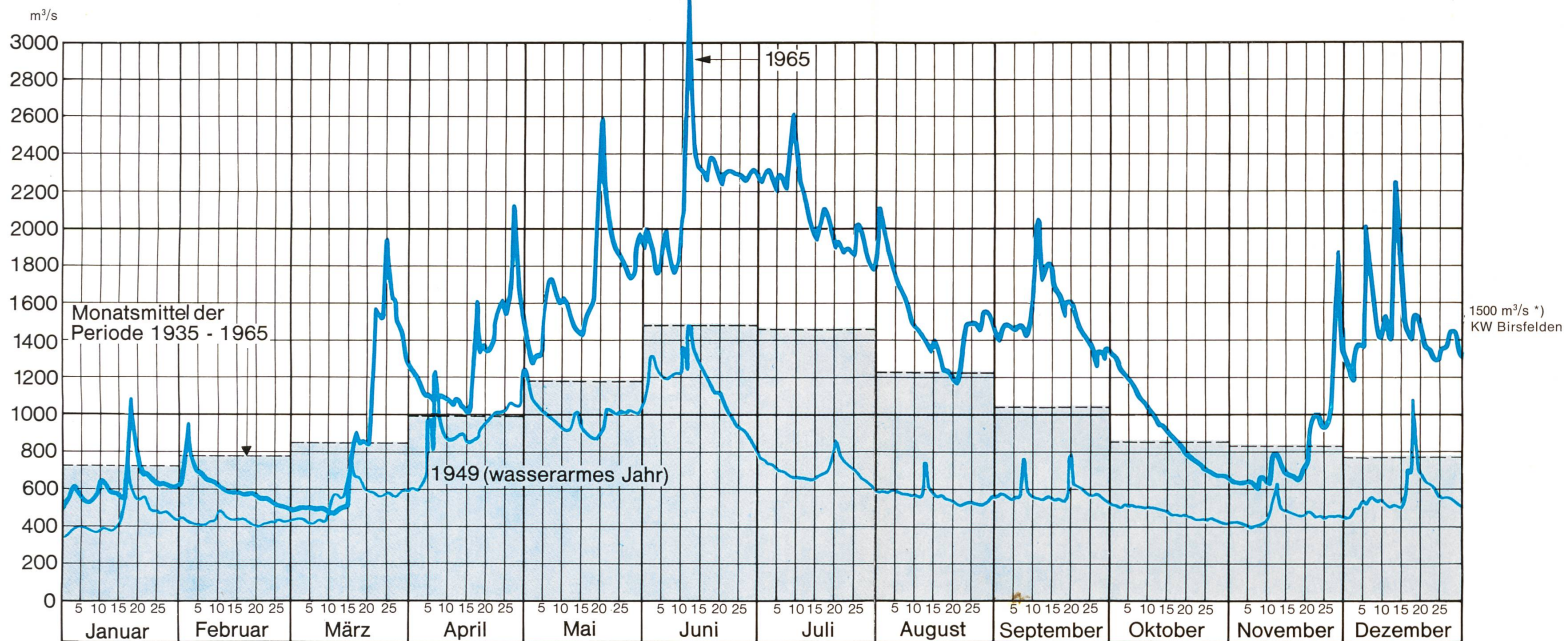
Les diagrammes des fig. 3 et 4 ont été empruntés au «Rapport des dix» d'avril 1965 (voir Bulletin de l'ASE No 10/1965, pages de l'UCS).

Fig. 2 Abflussmengen des Rheins bei Rheinfelden

Wasserreiches Jahr 1965, wasserarmes Jahr 1949, Monatsmittel der Periode 1935–1965

Débits du Rhin à Rheinfelden

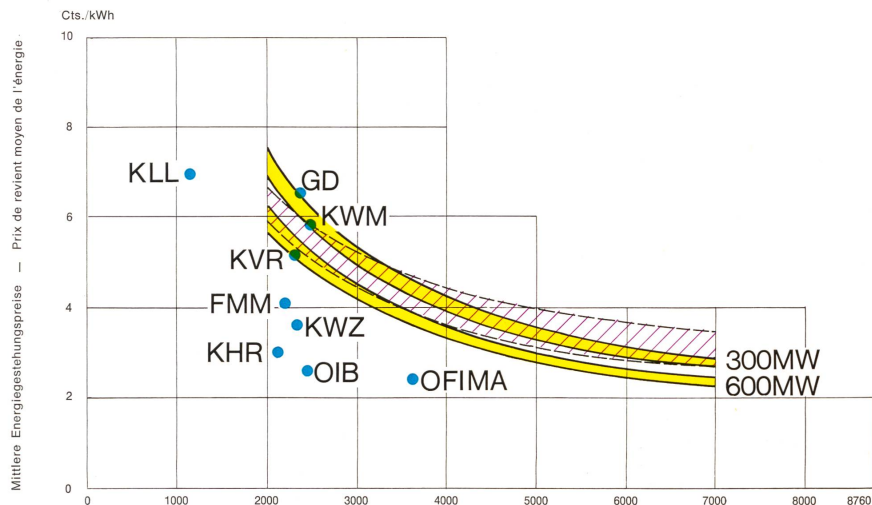
Année humide 1965, année sèche 1949, moyennes mensuelles de la période 1935–1965



* Ausbauwassermenge (fassbare Wassermenge)
Débit équipé (débit capté)

Fig. 5 Energiegestehungskosten verschiedener Kraftwerkstypen in Abhängigkeit der Benützungsdauer

Prix de revient de l'énergie de divers types d'usines en fonction de la durée d'exploitation



- LEGENDE:
- Ausgeführte Speicherkraftwerke (mit Jahr der Betriebsaufnahme)
Usines à accumulation réalisées (avec indication de l'année de la mise en service)
 - OIB Officine Idroelettrica di Blenio (1959/62)
 - GD Grande Dixence (1958/65)
 - OFIMA Officine Idroelettriche della Maggia (1953/55)
 - FMM Forces Motrices de Mauvoisin (1956)
 - KHR Kraftwerke Hinterrhein (1960/62)
 - KLL Kraftwerke Linth-Limmern (1963/65)
 - KVR Kraftwerke Vorderrhein (1962)
 - KWZ Kraftwerke Zervreila (1957/58)
 - KWM Kraftwerke Mattmark (1964/65)
 - Kernkraftwerke* (300 und 600 MW)
Centrales atomiques* (300 et 600 MW)
 - ▨ Konventionell thermische Kraftwerke* (300 bis 600 MW)
Centrales thermiques classiques* (300 à 600 MW)
 - * Preisbasis 1966
Prix de base 1966

BEMERKUNG:

Die eingetragenen Punkte stellen den mittleren Gestehungspreis der einzelnen Speicherkraftwerke für die Netto-Jahresproduktion zur Zeit der Inbetriebnahme dar; sie ergeben deshalb kein Bild über die verschiedenen Energiequalitäten (Sommer/Winter/Tag/Nacht). Ein Vergleich der respektiven Wirtschaftlichkeit der erwähnten Speicheranlagen (blaue Punkte) ist deshalb nicht möglich. Dagegen ist ersichtlich, dass die hydraulischen Speicherkraftwerke wirtschaftlich betrachtet, abgesehen von der besseren betrieblichen Elastizität, bei kurzer jährlicher Benützungsdauer günstiger liegen als thermische Anlagen oder Kernkraftwerke mit entsprechender Benützungsdauer.

REMARQUE:

Les points indiquent le prix de revient moyen de l'énergie de chacune des usines à accumulation (production annuelle nette) au moment de leur mise en service. Ils ne donnent donc pas une image des différentes qualités d'énergie (Été/Hiver/Jour/Nuit). Une comparaison de la rentabilité de chacune des usines à accumulation citées ci-dessus (points bleus) n'est ainsi pas possible. En revanche il est évident que les usines à accumulation, abstraction faite de leur exploitation plus souple, sont plus économiques pour de courtes durées d'utilisation annuelles que des usines thermiques ou des centrales atomiques ayant la même durée d'utilisation.

Position et thèses de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux sur la mise en valeur des forces hydrauliques de la Suisse

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS ASAE

RAPPORT FINAL DE LA COMMISSION ASAE DES FORCES HYDRAULIQUES:

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">1. Généralités et rétrospective2. Caractéristiques des besoins d'énergie électrique, leur couverture<ul style="list-style-type: none">2.1 Variations de la consommation2.2 La couverture des besoins d'énergie jusqu'à ce jour2.3 L'approvisionnement futur en énergie3. Fonctions à remplir à l'avenir par les forces hydrauliques<ul style="list-style-type: none">3.1 Généralités3.2 Usines au fil de l'eau3.3 Usines à accumulation3.4 Usines à accumulation par pompage4. Importance fiscale et économique de l'utilisation des forces hydrauliques5. Utilisation des forces hydrauliques et protection de la nature | <ul style="list-style-type: none">6. Utilisation des forces hydrauliques et marché des capitaux7. Résumé et perspectives <p>Annexes (dépliant):</p> <p>Texte: Indications sur les répercussions économiques des Forces Motrices du Rhin postérieur</p> <p>Figure No 1 Couverture actuelle des besoins en énergie électrique, hiver 1965/66</p> <p>Figure No 2 Débits du Rhin à Rheinfelden</p> <p>Figure No 3 Prévision pour la couverture des besoins en énergie électrique, hiver 1975/76</p> <p>Figure No 4 Prévision pour la couverture des besoins en énergie électrique, été 1976</p> <p>Figure No 5 Prix de revient de l'énergie de divers types d'usines</p> |
|--|--|

AVANT-PROPOS

L'économie électrique de notre pays se trouve actuellement à un tournant. On sait depuis longtemps déjà que l'énergie électrique produite par les forces hydrauliques ne suffira bientôt plus, ni dans un avenir proche, ni dans un avenir lointain, pour satisfaire la demande des consommateurs. De nouveaux moyens de production s'imposent. On peut constater avec satisfaction qu'il est possible de produire aujourd'hui de l'énergie électrique provenant de la fission de l'atome dans une centrale nucléaire à des prix concurrentiels pour certaines qualités d'énergie. La construction d'usines atomiques en Suisse a provoqué toutefois des discussions sur la valeur positive et négative de nos forces hydrauliques; ces discus-

sions ont eu pour effet de discréditer pratiquement notre matière première la plus importante: l'eau, et remettent en question également l'utilisation de cette matière première dans des aménagements hydro-électriques intéressants et d'une réalisation encore économique. Cette évolution a incité le comité de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux (ASAE) qui, en ce faisant, a suivi aussi la proposition d'une section régionale, de l'Association du Rhin, de confier à une commission des forces hydrauliques de l'ASAE l'étude du rôle, de la valeur et de l'importance des forces hydrauliques dans l'ère atomique. Cette commission désignée au printemps 1966 se compose comme suit:

MM.

R. LARDELLI (Coire), ancien conseiller d'Etat, président
CH. AESCHIMANN (Olten), administrateur délégué d'Aar et Tessin, Société Anonyme d'Electricité
CHR. BABAIANTZ (Lausanne), secrétaire de direction de la Société Anonyme l'Energie de l'Ouest-Suisse
H. BERTSCHINGER (Rorschach), directeur des travaux de correction du Rhin
S. J. BITTERLI (Langenthal), directeur de la Société des Forces Motrices de Wynau
J. DESMEULES (Lausanne), directeur de Grande Dixence SA
R. GONZENBACH (Zurich), directeur de l'Union suisse des Consommateurs d'Energie
R. HOCHREUTINER (Laufenbourg), directeur de l'Electricité de Laufenbourg SA
M. KOHN (Baden), directeur de Motor-Columbus SA
R. LANG (Zurich), directeur général du Crédit Suisse
H. LÜTHI (Locarno), directeur des Forces Motrices de la Maggia et de Blenio TSA
P. OQUEY (Lausanne), ancien conseiller d'Etat, président du Conseil d'Administration de la Cie. Voudoise d'Electricité
O. RAMBERT (Zurich), directeur d'Electro-Watt Ingénieurs-Conseils SA
W. SCHAERTLIN (Berne), directeur des Forces Motrices Bernoises
G. SCHNITZER, professeur à l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich
M. THUT (Baden), directeur des Forces Motrices du Nord-Est de la Suisse
G. A. TÖNDURY (Baden), directeur de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux
A. WINIGER (Cologny/Genève), administrateur-délégué des Forces Motrices de la Suisse Centrale
E. ZEHNDER (Bâle), sous-directeur de la CIBA SA

Cette commission a reçu le mandat de définir la situation actuelle de nos forces hydrauliques dans l'économie électrique de la Suisse; elle devait également déterminer les possibilités de coopération les meilleures des forces hydrauliques pouvant être en-

core équipées avec les usines thermiques, et avant tout avec les centrales nucléaires. A cet effet la commission a élaboré comme base de travail des principes généraux en matière d'économie énergétique et, dans ce cadre, a donné au rôle des forces

hydrauliques l'importance qui lui convient en tenant compte des intérêts légitimes de la protection de la nature et des eaux. Ce faisant, elle a consciemment laissé de côté certains problèmes de détail, comme par exemple la question de la mise en service de centrales appartenant aux consommateurs eux-mêmes — ce sont avant tout des centrales thermiques pour des industries, des hôpitaux, etc. — car la solution de ces problèmes n'aurait en rien changé le résultat final des études.

La commission de l'ASAE pour les forces hydrauliques et trois groupes de travail formés par ses membres ont examiné avec diligence depuis le mois de juin 1966 les questions qui leur ont été posées. Le

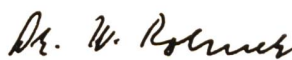
résultat de leurs études et de leurs discussions est contenu dans le rapport final, daté du 14 février 1967.

Le bureau du comité de l'ASAE a pris connaissance le 14 mars 1967 de ce rapport final et en a approuvé les conclusions sans réserve, faisant siennes les thèses qu'il contient.

Nous espérons avoir réussi avec ce rapport destiné au grand public, à démontrer de façon convaincante dans l'intérêt de notre pays, la signification et l'importance de nos forces hydrauliques dans l'approvisionnement actuel et futur de notre pays en énergie électrique.

ASSOCIATION SUISSE POUR L'AMENAGEMENT DES EAUX

LE PRESIDENT:



W. Rohner,
président du Conseil des Etats

LE DIRECTEUR:



G. A. Töndury,
ingénieur EPF

RAPPORT FINAL DU 14 FEVRIER 1967 DE LA COMMISSION ASAE DES FORCES HYDRAULIQUES

1. Généralités et rétrospective

L'approvisionnement de la Suisse en énergie électrique repose aujourd'hui essentiellement sur les forces hydrauliques. Qu'elles soient petites, moyennes ou grandes, c'est par centaines que des usines au fil de l'eau ou à accumulation livrent du courant aux consommateurs de notre pays, et cela à des tarifs qui comptent parmi les plus bas d'Europe. Cet approvisionnement en énergie, assuré par des entreprises électriques importantes, et caractérisé par la sûreté de leur exploitation, a contribué de façon décisive à l'industrialisation de notre pays et à son essor économique. Un réseau intérieur de lignes de transport, bien conçu et réalisé, relie les zones de production aux centres proches ou éloignés de consommation; par sa jonction au réseau international d'interconnexion il rend possible des échanges d'énergie importants avec l'étranger. Grâce à la mise en valeur de nos forces hydrauliques, nous avons pu mettre à disposition de notre économie la «houille blanche», seule matière première importante dont nous disposons, et rendre l'approvisionnement de la Suisse en énergie électrique en grande partie indépendant de l'étranger. De grands aménagements hydroélectriques, que notre pays et l'étranger ont reconnus comme des œuvres de pionniers, sont les témoins d'une époque au cours de laquelle les forces hydrauliques ont contribué de façon décisive au développement économique de la Suisse.

L'aménagement de nos forces hydrauliques n'a pas seulement permis d'alimenter de façon avantageuse l'industrie, les ménages, l'artisanat, les chemins de fer et l'agriculture en énergie, et d'améliorer notre balance commerciale, mais elle a aussi beaucoup contribué au développement économique de nos régions de montagne. L'effet des apports remarquables de la technique et de l'économie, liées à l'ère de la construction des aménagements hydroélectriques, apparaît sous les formes et dans les secteurs les plus variés. Citons d'abord l'allègement dont bénéficient les finances des pouvoirs pu-

blics: en contrepartie de l'utilisation des forces hydrauliques, les usines hydroélectriques améliorent de façon sensible par leurs versements annuels, la situation financière des cantons et des communes, surtout des communes de montagne. De plus les usines hydroélectriques — et spécialement les usines à accumulation — contribuent largement à la protection de certaines régions contre les crues et à l'amélioration des débits en hiver. La réalisation des usines hydroélectriques a aussi apporté des avantages pour l'industrie et le secteur de la construction, puisque l'on peut estimer à 8 milliards de frs. le montant qui a été investi jusqu'à aujourd'hui. Et les installations de transport, de transformation et de distribution de l'énergie électrique ont entraîné des dépenses presque aussi considérables. Les moyens financiers investis dans l'ensemble des installations hydroélectriques représentent donc bien un capital et une valeur réelle d'une importance nationale.

L'aménagement intensif de nos forces hydrauliques a dépassé le point culminant. Les besoins en électricité de la Suisse, qui augmentent d'année en année, ne peuvent plus être couverts par la construction de nouvelles usines hydrauliques. Grâce à des développements rapides dans le domaine de la technique nucléaire, l'énergie atomique a atteint le seuil de la compétitivité. Elle a déjà donné les premières preuves de la sécurité de son exploitation. Du fait que les usines atomiques ont une production économiquement rentable surtout lorsqu'elles peuvent travailler de façon continue, avec une longue durée d'utilisation, elles conviennent particulièrement bien à la production d'énergie de base en ruban (énergie sous une puissance pratiquement constante). En livrant en grande quantité de l'énergie de base à bon marché, elles deviendront toujours davantage un élément dominant de l'approvisionnement de notre pays en électricité; mais l'augmentation générale de la consommation d'énergie provoquera également un besoin accru

d'énergie de pointe, adaptée aux variations de la consommation. C'est ainsi que les usines à accumulation existantes, en construction ou à l'état de projet, acquièrent une importance encore plus grande. En tant que productrices d'énergie de pointe, dont la valeur est nettement plus grande que celle de l'énergie en ruban, les usines à accumulation ont une tâche à remplir dans le cadre de l'approvisionnement de notre pays en électricité qui ne peut être confiée aux usines atomiques (voir chapitre 3.3).

Tenant compte de la période de transition dans laquelle se trouve l'économie énergétique de notre pays, l'Association

suisse pour l'aménagement des eaux s'est donné pour tâche, à partir d'une conception générale dans ce domaine, de soumettre à un examen détaillé les attributions des aménagements hydrauliques existants ou à construire. En confrontant sans préjugés les possibilités offertes par l'utilisation des forces hydrauliques et de l'énergie atomique, elle désire contribuer à démontrer que ces deux formes d'énergie se complètent et à placer les débats publics sur un terrain objectif alors que des exagérations et des partis pris les ont souvent déformés.

2. Caractéristiques des besoins d'énergie électrique; leur couverture

2.1 VARIATIONS DE LA CONSOMMATION

La consommation d'énergie électrique subit des fluctuations dans le temps. Dans les ménages on enclenche la cuisinière électrique, le fer à repasser, la machine à laver, le chauffe-eau, on allume et éteint la lumière à des moments différents. L'industrie et l'artisanat ont besoin, avant tout pendant les heures de travail, d'énergie pour la force, la chaleur, et la lumière. Le soir, en plus, vient s'ajouter l'éclairage. Les variations du rythme de travail entre les jours ouvrables et les jours fériés, entre l'été et l'hiver, entre le jour et la nuit a pour effet des fluctuations continues dans la puissance demandée. Le consommateur veut que le fournisseur d'énergie s'adapte en tout temps et sans retard à ses désirs et à ses besoins. La figure No 1 montre comment se présente un diagramme de charge établi pour l'ensemble de la Suisse (le mercredi 15 décembre 1965 a été choisi à titre d'exemple). Il fait apparaître peu avant midi une pointe très marquée provoquée par l'influence de la charge due aux cuisinières électriques et aux usines encore en activité à ce moment, suivie d'une diminution sensible pendant l'arrêt de midi. La reprise du travail au début de l'après-midi provoque à nouveau un accroissement de la consommation qui se termine par une nouvelle pointe vers le soir, en raison de l'éclairage, de l'augmentation du trafic des chemins de fer, des trams et des trolleybus ainsi que de l'utilisation d'énergie pour la préparation du repas du soir. Vers 22 heures, l'enclenchement des chauffe-eau suscite une dernière pointe dans ce diagramme de charge caractérisé par de fortes variations.

Ce diagramme montre que ce jour-là une charge correspondant à 60 % du maximum a été constamment atteinte. Une comparaison de l'ensemble des diagrammes de l'année indique que ces 60 % se retrouvent pendant environ 7000 heures par an (l'année compte 8760 heures) ce qui représente environ le 80 % de toute l'énergie électrique utilisée. Le reste (20 %) correspond aux puissances constamment variables, qui dépassent la puissance de base et sont égales à 40 % de la pointe maximum. Il faut donc, pour satisfaire la demande totale d'énergie, disposer des moyens de production nécessaires pour fournir la puissance de base sous forme d'énergie en ruban — c'est à dire d'énergie à puissance à peu près constante —. D'autre part il faut des usines à même de livrer pour peu de temps de l'énergie sous une grande puissance, c'est à dire de l'énergie de pointe, et qui, grâce à leur rapidité d'adaptation, peuvent satisfaire dans les plus brefs délais une demande de puissance très variable.

2.2 LA COUVERTURE DES BESOINS D'ENERGIE JUSQU'A CE JOUR

Comme la figure No 1 l'indique, la demande d'énergie électrique de notre pays a été satisfaite jusqu'en 1965 par

nos usines hydroélectriques jusqu'à concurrence de 98 à 99 %, selon l'abondance des précipitations et le débit de nos rivières et grâce aux possibilités d'échanges avec l'étranger. Nos usines thermiques n'ont livré que 1 à 2 % de l'énergie demandée. Trois sources d'énergie de type différent sont nécessaires pour satisfaire la consommation:

a) Les usines de base (fournissant la charge de base)

Construites sur nos rivières, elles en utilisent la chute sur un tronçon déterminé. Les usines au fil de l'eau (figure No 1, partie 3) fournissent la charge de base correspondant aux débits instantanés, que l'on ne peut pas modifier. Cette charge ne varie que peu au cours de 24 heures; en revanche ses fluctuations sont fortes pendant une année (été, hiver) car elle dépend de l'abondance des précipitations, éminemment variables dans les années humides ou sèches. La figure No 2 (Débits du Rhin à Rheinfelden) montre clairement combien les débits de nos rivières peuvent varier d'une année riche en précipitations à une année pauvre et combien, en conséquence, les producteurs d'énergie électrique doivent être capables de s'adapter. Les usines au fil de l'eau sont continuellement en service, à savoir pendant les 8760 heures de l'année. Elles ne sont pas à même de fournir une énergie adaptée aux variations continues de la consommation.

b) Usines de pointe (fournissant l'énergie de pointe)

Elles livrent une énergie adaptée aux besoins, c'est à dire une énergie dont la puissance est variable, atteignant de fortes pointes momentanées. A cet effet nos usines à accumulation conviennent particulièrement bien grâce à leurs lacs artificiels situés en altitude (figure No 1, partie 5). En érigeant un barrage on retient l'eau du bassin versant naturel, ou celle d'autres bassins amenée par des adductions, dans un lac ou bassin d'accumulation et on la stocke jusqu'au moment où le besoin s'en fera sentir. Par une galerie et une conduite forcée on l'amène aux turbines. L'ouverture ou la fermeture rapide des organes de réglage permet de charger ou de décharger immédiatement les alternateurs et ainsi de ne prélever du lac d'accumulation que l'eau qui correspond à la demande de puissance instantanée. Les usines à accumulation saisonnière recueillent les apports d'eau abondants en été et les utilisent principalement l'hiver suivant pour couvrir les besoins d'énergie de pointe. En cette saison, elles sont en service de façon intermittente — en principe 1000 à 2500 heures par an — pour turbiner à pleine puissance le volume d'eau accumulée dans les bassins de retenue.

c) Importation et exportation

Abstraction faite de nos usines de base et de nos usines de pointe, l'approvisionnement de notre pays en énergie électrique dépend également des importations de courant, partiellement compensées par des exportations. Un phénomène naturel en est la cause: les débits de nos rivières et de nos torrents varient d'après les saisons mais ces fluctuations ne correspondent pas à celles de la consommation d'énergie. Les variations de production qui s'ensuivent ne peuvent pas être compensées uni-

quement par l'apport de nos usines à accumulation; elles doivent l'être par des importations. Comme la relation entre le volume des importations et des exportations et celui de la production indigène doit rester dans des limites raisonnables, il faudra construire de nouvelles usines à accumulation et des usines de base quand la demande d'énergie augmentera.

2.3 L'APPROVISIONNEMENT FUTUR EN ENERGIE

Un nouvel élément intervient à présent: l'énergie atomique. Les développements récents dans le domaine de la construction d'usines atomiques ont montré que ces dernières sont devenues compétitives et qu'il est possible de leur faire produire de l'énergie à des prix commerciaux. Pour des raisons économiques, de telles usines devraient rester en service tout au long de l'année et travailler à puissance à peu près constante. C'est pourquoi elles doivent intervenir comme usines fournissant la puissance de base et produire de l'énergie en ruban.

La même fonction aurait aussi pu être remplie par les usines thermiques classiques. De l'avis des producteurs suisses d'énergie électrique il aurait été opportun de construire quelques usines thermiques classiques pour égaliser la production des années pauvres et riches en eau et pour produire de l'énergie d'hiver. Une telle centrale est en service depuis 1965 à Vouvry. Toutefois il s'est avéré que l'autorisation de construire d'autres usines de ce type aurait été difficile à obtenir et qu'elle ne l'aurait été que moyennant de lourdes charges supplémentaires. C'est pourquoi les centrales atomiques ont passé au premier plan pour la production d'énergie en ruban, à la place des usines thermiques classiques.

Les diagrammes dessinés dans les figures No 3 et 4 indiquent les fluctuations journalières de charge prévues pour 1975/76 et esquissent la façon de procéder pour satisfaire la consommation. Ces diagrammes ont été repris du rapport des dix grandes entreprises d'électricité (CFF y compris)¹⁾ paru en avril 1965 et qui a servi de base au rapport du Conseil fédéral du 23 décembre 1966 sur les perspectives d'approvisionnement de la Suisse en énergie atomique. Les figures 3 et 4 indiquent à titre estimatif les besoins d'énergie de la Suisse durant l'hiver 1975/76 et l'été 1976 et se basent — d'après les expériences faites durant de nombreuses années — sur une augmentation annuelle moyenne de 5 à 5.5 %²⁾.

Si les taux effectifs d'accroissement devaient être moins forts une année ou l'autre que les taux admis et si des consommations plus faibles d'énergie n'étaient pas compensées par des consommations plus fortes durant ce laps de temps,

les quantités d'énergie estimées pour 1975/76 seraient atteintes quelques années plus tard que prévu. Les raisonnements sur lesquels se base ce rapport restent donc valables, et les conclusions pratiques qu'il contient n'ont pas à être modifiées.

On a reporté dans les diagrammes No. 3 et 4, en tenant compte des possibilités de production d'une année hydrologique moyenne:

en bas (3) la bande d'énergie non réglable et qui provient des usines au fil de l'eau,

au dessus (4) l'énergie produite par les usines thermiques classiques et surtout par les centrales atomiques,

tout en haut (5) l'énergie régularisée provenant des usines à accumulation.

Comme les débits sont plus forts en été, les usines au fil de l'eau produisent davantage en cette saison qu'en hiver et la part de production provenant des centrales atomiques et des usines à accumulation s'en trouve diminuée (voir figures No 3 et 4).

Ces diagrammes destinés à mettre en évidence l'utilisation la meilleure des différents types de centrales et leur coopération, montrent que les besoins supplémentaires en énergie de base seront couverts principalement à l'avenir par des centrales thermiques et dans cette catégorie avant tout par des centrales thermonucléaires. Les usines au fil de l'eau et les centrales thermiques classiques ou nucléaires se répartiront la tâche de livrer l'énergie de base. En revanche l'énergie régularisée, adaptée à la consommation, sera produite comme à présent par les usines à accumulation. L'augmentation de la consommation d'électricité créera des besoins accrus non seulement d'énergie en ruban, mais aussi d'énergie de pointe.

Les usines à accumulation existantes ou en construction garderont toute leur importance malgré la mise en service progressive d'usines atomiques; il faudra même en construire de nouvelles.

Les centrales à accumulation par pompage prendront une importance accrue dans l'approvisionnement futur en électricité, que ce soit en liaison avec des usines à accumulation existantes ou nouvelles, ou comme centrales indépendantes. L'énergie en ruban provenant de centrales atomiques ou au fil de l'eau non utilisée de nuit et en fin de semaine, permettra de pomper de l'eau dans les bassins d'accumulation favorablement situés. Elle sera ainsi transformée en énergie diurne ou de pointe de grande valeur. La construction d'usines hydrauliques a ici aussi, une tâche importante à remplir.

3. Fonctions à remplir à l'avenir par les forces hydrauliques

Si l'on se base sur le fait qu'à l'avenir l'approvisionnement en énergie exigera l'utilisation la plus rationnelle de l'énergie atomique et des forces hydrauliques, on peut, en accord avec les expériences faites à l'étranger, avancer les thèses suivantes sur l'aménagement futur de nos forces hydrauliques:

3.1 GENERALITES

Les centrales atomiques auront un rôle de plus en plus important dans l'approvisionnement de la Suisse en électricité, mais elles ne supplanteront pas les usines hydroélectriques existantes. La construction de centrales atomiques entraînera celle de nouvelles centrales hydroélectriques, spécialement d'usines à accumulation avec ou sans pompage. L'éner-

gie atomique et les forces hydrauliques ne s'excluent pas: elles se complètent. La réalisation des usines économiquement intéressantes doit d'ailleurs se poursuivre jusqu'à leur

¹⁾ Six grandes entreprises régionales (Ueberlandwerke): ATEL, BKW, CKW, EGL, EOS, NOK; trois entreprises communales: Bâle, Berne, Zurich, et les CFF

²⁾ voir le «rapport des dix» relatif aux perspectives d'approvisionnement de la Suisse en électricité, paru dans le bulletin de l'ASE No 10/1965, pages de l'UCS.

Taux d'accroissement:

Période	Semestre d'hiver	Semestre d'été	Année
1964/65—1969/70	6,0 %	5,0 %	5,5 % env.
1970/71—1975/76	5,5 %	4,5 %	5,0 % env.

achèvement complet, ne serait-ce que pour des motifs d'indépendance de notre approvisionnement en électricité; évidemment, il faut tenir compte des intérêts légitimes de la protection de la nature et de la protection des eaux. A fin 1966 la capacité totale de production des usines hydroélectriques suisses était d'environ 30 Milliards de kWh. Dans l'ère atomique il sera possible d'augmenter la production hydraulique de 10 à 20 %, parallèlement à la construction de centrales nucléaires.

3.2 USINES AU FIL DE L'EAU

Pour des motifs économiques et des raisons d'exploitation les centrales atomiques seront utilisées comme usines de base et livreront de l'énergie en ruban. Elles joueront ainsi le même rôle que les usines au fil de l'eau. Toutefois les usines au fil de l'eau existantes conservent toute leur valeur car elles ont été construites à des prix avantageux et leurs frais d'exploitation sont bas. Elles sont ainsi en mesure de faire de la concurrence à l'énergie électrique d'origine atomique. Les usines au fil de l'eau à l'état de projet, dont la construction n'a pas commencé, ont perdu de leur intérêt dans les circonstances actuelles en raison de la concurrence de l'énergie atomique et par suite du renchérissement du marché de la construction et de celui des capitaux. Pourtant il faut toujours examiner les données économiques de chaque projet en tenant compte des aspects de la politique locale et régionale. Il faut également voir si ces projets sont d'utilité publique et ne pas oublier les besoins de la protection de la nature et de la protection des eaux. Des usines au fil de l'eau qui sont situées à proximité des centres de consommation et dont la construction est prévue dans le cadre d'une correction de rivière et s'y adapte particulièrement bien doivent être soutenues par toute la population. Elles contribuent en effet à la lutte contre les inondations et leurs dégâts, et à l'amélioration foncière.

3.3 USINES A ACCUMULATION

Elles seront nécessaires pour couvrir les besoins d'énergie de pointe adaptée à la consommation même après la mise en exploitation des centrales atomiques. Accumuler de l'énergie électrique de façon économique est impossible. En retenant de l'eau dans un lac artificiel on crée une possibilité de produire du courant dans une centrale toujours prête à fonctionner. Ainsi on dispose d'un élément de production idéal pour suivre les variations de charge de la consommation puisqu'une telle centrale peut démarrer et travailler très rapidement à pleine charge. Cette propriété extrêmement avantageuse a une très grande importance aussi en cas d'incident (rupture de ligne, arrêt brusque d'une centrale, etc.), et pour constituer une réserve de puissance apte à pallier les variations de charge brusques et imprévues. Puisqu'une turbine hydraulique peut démarrer et atteindre en une à deux minutes sa pleine puissance, les usines à accumulation ont une souplesse et une capacité de régulation que ne peuvent pas atteindre les centrales atomiques à cause de l'inertie de leur système thermique conventionnel. La raison en est que la turbine à vapeur traditionnelle, qui fait suite au réacteur ne peut subir, dans le cas d'une construction normale, que des variations de puissance relativement lentes par rapport à celles d'une turbine hydraulique. Ainsi, lors d'un démarrage à froid la mise en marche d'une usine thermique dure plusieurs heures jusqu'au moment où elle est à même de marcher à pleine charge. Il existe bien des turbines à vapeur spéciales, dont le démarrage est plus rapide, mais elles sont moins écono-

miques en service. En marche également, les turbines à vapeur ne peuvent pas s'adapter aussi rapidement que des turbines hydrauliques à une même variation de charge. Si par exemple une importante usine hydroélectrique à accumulation, d'une puissance installée de 200 à 300 MW, peut atteindre sa pleine puissance en quelques minutes, une centrale atomique de même puissance exige pour ce faire beaucoup plus de temps.

Ce ne sont pas seulement des motifs techniques ou des raisons d'exploitation, mais surtout des considérations d'ordre économique qui permettent de conclure que les usines à accumulation conserveront le rôle qu'on leur a assigné. La figure No 5 montre la variation du prix de revient de l'énergie en cts/kWh en fonction de la durée annuelle d'utilisation et cela d'une part pour les usines à accumulation (points bleus), et d'autre part pour les centrales thermiques et atomiques. (Les courbes dessinées ont été calculées sur la base des prix de 1966). Si par exemple une centrale atomique de 300 000 kW (300 MW) est en service sans interruption pendant 10 mois environ ou 7000 heures, le prix de revient de l'énergie qui en résulte est inférieur à 3 cts/kWh. Si en revanche pour des raisons d'exploitation, cette centrale ne devait produire de l'énergie que pendant 1500 à 2000 heures par an — pour des réglages par exemple — les prix de revient que l'on obtiendrait seraient nettement supérieurs à ceux des usines à accumulation. C'est pourquoi ces dernières resteront compétitives si la durée annuelle d'exploitation est courte. Des conclusions hâtives que l'on pourrait tirer sur l'absurdité de continuer à utiliser les forces hydrauliques en comparant les prix élevés de l'énergie de pointe avec les prix bas de l'énergie atomique sont irrecevables. En effet elles négligent de façon flagrante le fait qu'il s'agit dans un cas d'énergie de pointe de grande valeur et dans l'autre d'une énergie qui ne peut être obtenue à bas prix que si la centrale est exploitée de façon continue à pleine charge, soit 6000 à 7000 heures par an.

Le diagramme du prix de revient de l'énergie de différents types d'usines (figure No 5) montre bien que des usines hydroélectriques construites depuis longtemps ou récemment ont conservé une valeur économique intacte et qu'avant tout des usines anciennes produisent de l'énergie à un prix avantageux par suite des renchérissements successifs intervenus depuis leur construction et de la dépréciation de la valeur de l'argent. En comparant les prix de revient de l'énergie hydraulique et de l'énergie nucléaire, il faut tenir compte non seulement de la différence de qualité, mais aussi de la durée de vie inégale des installations de production: les ouvrages hydroélectriques peuvent être exploités au moins pendant la durée des concessions qui est le plus souvent de 80 ans. Durant cette période, le prix de revient de l'énergie reste pratiquement constant, parce que ces installations ne peuvent plus guère subir l'influence d'un nouveau renchérissement dans le domaine de la construction. Pour les centrales nucléaires, en revanche, on compte aujourd'hui sur une durée de vie de 20 à 25 ans; passé ce délai, il faudra remplacer certaines parties des installations voire construire de nouvelles centrales. Quels seront les prix de revient par rapport à ceux d'aujourd'hui? La réponse à cette question dépend de l'ampleur du renchérissement et aussi du fait de savoir si — et dans quelle mesure — les progrès accomplis dans le domaine de la technique nucléaire pourront compenser les augmentations de prix.

On dispose en Suisse pour le moment, d'une réserve de puissance due à l'aménagement intensif des forces hydrauliques de nos Alpes. Toutefois elle va diminuer peu à peu en raison de l'augmentation de nos besoins en énergie et par suite de la construction de centrales de base (centrales

atomiques). On peut donc prévoir que certains projets d'usines à accumulation pour l'instant mis de côté, seront réalisés s'ils se justifient économiquement. Il n'est pas admissible de fixer d'avance un délai précis pour l'achèvement de la construction de nos aménagements hydroélectriques, car l'édification d'usines à accumulation avec ou sans pompage se poursuivra parallèlement à celle des centrales atomiques. Le choix des projets susceptibles d'être réalisés se fera selon des critères rigoureux, surtout du point de vue économique, en tenant compte de l'évolution des marchés de la construction et des capitaux. En réexaminant régulièrement les projets et en les adaptant, on pourra constater si les données économiques et les prévisions d'exploitation remplissent les conditions requises pour mettre en chantier ces aménagements. Certains projets offriront davantage d'intérêt si l'on prévoit l'adjonction d'une accumulation par pompage.

3.4 USINES A ACCUMULATION PAR POMPAGE

L'importance des usines à accumulation par pompage a déjà été mentionnée ci-dessus. S'il s'agit d'une installation à exploitation alternée avec bassin de compensation journalier, il est possible de transformer de l'énergie de déchet en énergie de pointe en pompant de nuit ou en fin de semaine de l'eau dans un bassin plus élevé pour l'utiliser pendant

les heures de pointe. On voit par là que des usines dont les bassins d'accumulation ne se remplissent que par pompage ne jouent pas le même rôle que des usines à accumulation saisonnière. Les premières ne font que compenser au cours de la journée les fluctuations de charge de la consommation, tandis que les dernières égalisent les variations saisonnières de production des usines au fil de l'eau. Des usines à accumulation par pompage peuvent aussi turbiner des apports naturels, ce qui augmente leur rendement. Plusieurs projets d'usines classiques à accumulation font actuellement l'objet d'études en vue de leur transformation en usines combinées (avec accumulation supplémentaire par pompage). Une installation existante peut être complétée ou agrandie par une installation d'accumulation par pompage. Ainsi l'accumulation par pompage montre également que l'utilisation des forces hydrauliques conserve entièrement sa raison d'être dans l'ère de l'énergie atomique.

Le prix de revient de l'énergie produite par une usine à accumulation par pompage dépend beaucoup de la valeur de l'énergie de pompage livrée pendant les heures creuses par des usines atomiques. Plusieurs entreprises électriques, comme d'ailleurs l'Office fédéral de l'économie hydraulique font actuellement un inventaire des possibilités de créer dans notre pays de telles usines.

4. Importance fiscale et économique de l'utilisation des forces hydrauliques

En matière d'impôts, les usines hydroélectriques sont intéressantes pour les autorités. 6 à 10 % des charges annuelles, représentant 0.4 à 0.7 % des frais de premier établissement d'un aménagement, sont versés chaque année au fisc pendant toute la durée de la concession. Par exemple, pour un coût d'installations de 600 Mio. frs., le montant des impôts sera de 3 à 4 Mio. frs. par an. Les droits d'eau et les impôts spéciaux sur les forces hydrauliques fournissent aux communautés concédantes et aux Cantons des apports bienvenus; ils se montent à 2—6 % des charges annuelles, soit 0.15 à 0.5 % des frais de premier établissement et atteignent pour un coût d'installations de 600 Mio. frs. un montant annuel de 1 à 2.5 Mio. frs. En plus, les communes concédantes obtiennent souvent de l'énergie gratuite ou à prix réduit. L'ensemble des impôts directs des usines hydroélectriques, droits d'eau compris, atteint chaque année plusieurs dizaines de millions de francs et est devenu un facteur important pour le financement des travaux des Cantons et des Communes. Enfin à l'expiration de la concession, par suite du droit de retour, des parties importantes des aménagements hydroélectriques, qui représentent une grande valeur économique, reviennent à la communauté, ce qui n'est pas le cas pour les usines thermiques.

Les pouvoirs publics profitent, pendant la construction également, de prestations et de contributions qui sont imposées aux maîtres d'œuvre lors de l'octroi des concessions et des autorisations de construire: des routes, des chemins, des canalisations, etc. sont créés ou améliorés. Bien des constructions d'utilité publique ont pu être réalisées grâce à l'aide considérable des sociétés d'électricité. A cela s'ajoutent les contributions indirectes: des commandes importantes passées à l'industrie et aux artisans sur le plan cantonal ou fédéral, les salaires versés à ceux qui participent à la construction, les indemnités pour les achats de terrain et l'acquisition de droits ont une influence favorable sur le revenu imposable des personnes physiques ou morales, ce qui procure des recettes supplémentaires aux communautés. Si l'on cherche à apprécier le rôle des usines

hydroélectriques, il ne faut donc pas oublier le fait que les investissements qui se rapportent à la construction de ces aménagements, et surtout des usines à accumulation, profitent directement et indirectement aux vallées pauvres. Les indications — données en annexe à titre d'exemple — sur les répercussions économiques des investissements faits par les Forces Motrices du Rhin postérieur³⁾ incitent à reconnaître que les composantes économiques et celles de politique régionale ne doivent pas être négligées lorsqu'on veut porter un jugement sur les usines hydroélectriques.

Certains projets d'aménagements ont déjà dépassé la limite de rentabilité par suite des renchérissements massifs; aussi faudrait-il, dans l'intérêt des consommateurs d'énergie et aussi des communautés habitant des vallées reculées et dont l'économie est stagnante, éviter de rendre la réalisation de nouvelles installations plus difficile encore en relevant les impôts et les droits d'eau, ou de l'empêcher en faisant valoir des prétentions qui n'ont rien à voir avec la construction. Tout en reconnaissant pleinement que la mise à disposition des forces hydrauliques par une communauté exige une contre-partie convenable il ne faut pas oublier que l'abandon d'un projet représente pour une région entière un préjudice économique bien plus grand que le gain tout relatif qu'on pense obtenir grâce à des exigences non fondées. Il faudra examiner si, dans certains cas, on ne pourra pas faciliter la réalisation d'un projet et même l'accélérer en atténuant l'effet de ces prétentions. Les concessions pour l'utilisation des forces hydrauliques et les charges qui s'y ajoutent subissent aussi la loi de l'offre et de la demande. Or, dans l'ère atomique, cette dernière n'a pas augmenté. C'est pourquoi la nouvelle tendance qui veut que l'on augmente les impôts et les droits d'eau nuit à la construction d'usines hydroélectriques.

³⁾ voir également la thèse de M. Wisler, lic. sc. pol. sur les répercussions de l'utilisation des forces hydrauliques sur le Canton des Grisons, et plus particulièrement sur les communes concédantes des Forces Motrices du Rhin postérieur (1966)

5. Utilisation des forces hydrauliques et protection de la nature

Les producteurs d'électricité se sont toujours efforcés, en équipant nos forces hydrauliques, de concilier leur devoir d'approvisionner complètement notre pays en énergie électrique avec leur désir d'épargner le mieux possible les beautés de la nature. On a tiré les conséquences de quelques cas — rares — où l'on pouvait estimer que le paysage avait été modifié de façon grave par la construction d'usines. C'est ainsi que les mandataires de la protection de la nature et ceux des producteurs se sont mis à discuter ouvertement au lieu de rester obstinément sur leur position. Dans l'ère de la technique les représentants de l'économie électrique comprennent fort bien que l'on soit préoccupé de protéger les biens culturels et les beautés de la nature. C'est pourquoi il faudra confronter davantage encore, lors de la réalisation des prochaines usines hydroélectriques, la solution idéale et les exigences imposées par leur construction, avec les droits légitimes de la protection des eaux et de la protection de la nature et des sites.

6. Utilisation des forces hydrauliques et marché des capitaux

Les usines hydroélectriques exigent de gros investissements. De tout temps les entreprises électriques de notre pays ont été obligées d'emprunter de l'argent pour agrandir les installations de production et de répartition existantes, et aussi pour réaliser graduellement de nouvelles usines hydroélectriques. Avec des tarifs d'énergie, qui n'ont pas du tout été de pair avec le renchérissement croissant, les marges de bénéfices sont devenues si faibles qu'en plus de l'autofinancement il a fallu chercher toujours plus à financer les installations en ayant recours au marché des capitaux. L'économie électrique ne pourrait se libérer de ce dernier et de ses fluctuations que si on lui accordait la possibilité de reporter davantage sur les consommateurs les coûts de production et de transport. D'autres secteurs économiques le font d'ailleurs depuis longtemps. Tant que ce ne sera pas le cas, l'économie électrique devra continuer à faire appel au marché des capitaux, pour être à même de remplir sa mission de couvrir les besoins d'énergie. Elle a été atteinte de façon sensible par le resserrement persistant sur le marché des capitaux dû à la situation économique générale, et par les mesures qui en ont découlé dans ce secteur.

La mise à disposition de nouvelles quantités d'énergie, grâce à la construction de nouvelles usines hydroélectriques, et le renforcement du réseau de transport et de distribution placent les entreprises électriques devant des problèmes difficiles à résoudre vu l'évolution du marché des capitaux. Ces problèmes sont encore aggravés parce qu'on attribue à tort une importance exclusive à l'énergie qui sera produite par des centrales atomiques. Au lieu de conclure de l'existence de plusieurs sources d'énergie que les besoins de la Suisse en électricité devaient être satisfaits désormais par une collaboration rationnelle de l'énergie nucléaire et des forces hydrauliques, on a trop discrédité les usines hydroélectriques qui peuvent encore être aménagées. L'im-

portance économique remarquable de notre seule matière première utilisable a été mise en question pour l'avenir par des comparaisons de prix incorrectes entre des énergies de qualités différentes et par une discussion tendancieuse sur l'arrêt ou la poursuite de la construction d'usines au fil de l'eau. Cette attitude a par moment amené certains cercles de souscripteurs à se montrer très réservés à l'égard des emprunts d'usines hydroélectriques, bien que la solvabilité des débiteurs et la nécessité de ces constructions soient hors de doute. Il est incontesté qu'avec la réalisation des usines hydroélectriques on crée des ouvrages productifs et des installations de valeur durable qui sont au service de chaque consommateur en particulier comme de notre économie en général. Il serait donc regrettable qu'en raison d'un état d'esprit défaitiste à l'égard de l'utilisation des forces hydrauliques et d'une méconnaissance fâcheuse de ses possibilités les besoins en capitaux des entreprises d'électricité pour le financement des prochaines usines hydroélectriques — prévues avant tout pour produire l'énergie de pointe nécessaire — ne suscitent pas un intérêt suffisant auprès des investisseurs institutionnels et des épargnants. L'extension indispensable des installations de transport et de distribution en subirait également les contre-coups. En réalité les forces hydrauliques ont à remplir des tâches que les centrales atomiques ne peuvent pas assumer. C'est dans l'intérêt des producteurs et des consommateurs que notre approvisionnement en électricité soit fondé sur une combinaison adéquate des anciens et nouveaux agents énergétiques; pour cette raison les forces hydrauliques devraient pouvoir obtenir des conditions favorables sur le marché des capitaux et compter sur la compréhension du public. Le fait que les usines hydrauliques et atomiques soient conçues, étudiées, construites et exploitées par les mêmes sociétés d'électricité donne une garantie de plus que chaque agent énergétique jouera le rôle qui lui convient.

7. Résumé et perspectives

L'industrialisation de notre pays et son essor économique sont intimement liés à notre approvisionnement en électricité qui est caractérisé par la sûreté de son exploitation et ses tarifs avantageux. Cet approvisionnement s'est appuyé jusqu'à maintenant presque exclusivement sur les forces hydrauliques. Grâce à leur utilisation on a réussi à mettre au service de notre économie le seul agent énergétique

important de notre pays. Les pouvoirs publics — et en particulier nos cantons de montagnes moins favorisés économiquement parlant — de même que l'industrie et l'artisanat ont retiré des avantages durables des investissements importants qu'ont nécessités la réalisation des usines hydroélectriques et celle de leurs voies d'accès.

Les consommateurs ont des besoins en énergie électrique

qui varient fortement dans le temps. La gamme de leurs désirs est étendue; elle dépend des fluctuations dans le rythme de travail entre les jours ouvrables et les jours fériés, l'été et l'hiver, le jour et la nuit, et s'exprime par des modifications constantes dans la demande d'énergie. Le diagramme de charge journalier est bien connu; ses variations évoquent notre façon de vivre et de travailler dans l'ère industrielle que nous vivons. Pour pouvoir couvrir tous nos besoins en énergie électrique, il est nécessaire d'avoir à disposition — pour des raisons techniques et économiques — des usines capables de livrer la puissance de base et donc de l'énergie en ruban, d'une part, et d'autre part des installations aptes à fournir de l'énergie de pointe pour être à même de suivre instantanément les variations de la consommation. Jusqu'à présent les usines au fil de l'eau ont pratiquement produit toute l'énergie en ruban nécessaire, tandis que l'énergie de pointe provenait des usines à accumulation.

Grâce au développement rapide de la technique nucléaire l'énergie atomique fait en ce moment son apparition dans l'approvisionnement de la Suisse en énergie électrique. Ce nouvel agent énergétique intervient à un moment où l'équipement des forces hydrauliques de la Suisse a dépassé le point culminant. La consommation d'énergie augmente constamment; aussi depuis longtemps les producteurs d'énergie se sont-ils orientés davantage, dans leur planification à longue échéance, du côté de l'énergie thermique. Après mûre réflexion, ils n'ont pas renoncé à leur intention de réaliser encore d'autres usines hydroélectriques intéressantes, avant tout des usines à accumulation.

L'entrée de la Suisse dans l'ère atomique a servi souvent de thème de discussion, et cela est bien compréhensible, également dans le public et dans la presse. Ici et là, des comparaisons inadéquates entre le prix de l'énergie de pointe de grande valeur livrée par des usines à accumulation et celui de l'énergie en ruban provenant des centrales atomiques ont discrédité à tort les usines hydroélectriques. On a conféré à l'énergie atomique qui, dans l'avenir, prendra sans aucun doute une importance accrue au sein de notre économie électrique, une universalité qu'elle n'a pas. Les centrales atomiques sont avant tout économiques si elles peuvent travailler de façon continue: elles ont donc surtout les qualités requises pour produire de l'énergie en ruban.

Nous aurons encore besoin d'usines à accumulation pour couvrir les besoins en énergie de pointe adaptée à la consommation. La tâche qu'elles remplissent dans le cadre de l'approvisionnement de notre pays en énergie électrique n'est pas supprimée par la construction de centrales atomiques; au contraire elle prend plus d'importance. Au lieu de considérer l'énergie atomique comme une nouvelle source d'énergie électrique bienvenue qui doit se combiner avec les agents énergétiques existants — qui ont fait leurs preuves — afin de parfaire notre approvisionnement en électricité, on a tiré bien à tort la conclusion que c'en était fait des forces hydrauliques et que même les usines existantes avaient perdu leur importance.

Pour déterminer maintenant de façon objective le rôle des forces hydrauliques, l'Association suisse pour l'aménagement des eaux a décidé de contribuer aux débats publics en faisant connaître la position qu'elle a prise, et de montrer que l'utilisation des forces hydrauliques et celle de l'énergie nucléaire sont complémentaires. Par cette étude-ci l'Association suisse pour l'aménagement des eaux remarque avec satisfaction qu'elle est en plein accord avec les constatations que fait le Rapport du Conseil fédéral à l'Assemblée fédérale du 23 décembre 1966 sur l'importance des usines hydroélectriques; ces constatations sont complétées et renforcées par les thèses suivantes:

THESES :

Les usines hydroélectriques de la Suisse forment aujourd'hui la base de notre approvisionnement en énergie électrique. Elles continueront à jouer ce rôle même après la construction de centrales atomiques.

A l'avenir il faudra mettre en service des usines fournissant la charge de base (pour la production d'énergie en ruban) et des usines à accumulation, avec ou sans pompage (pour la production d'énergie de pointe):

- Jusqu'à présent ce sont les usines au fil de l'eau qui ont fourni la charge de base. Elles conserveront toute leur valeur car elles ont été construites à des conditions avantageuses et ne peuvent guère subir l'influence d'un nouveau renchérissement éventuel. Elles ne seront pas supplantées par les centrales atomiques.

Les usines au fil de l'eau, qui sont encore à l'état de projet, ont toutefois perdu dans les circonstances actuelles une partie de leur intérêt à cause de la concurrence de l'énergie atomique. Il faudra couvrir les nouveaux besoins d'énergie en ruban principalement au moyen de centrales atomiques, qui sont prédestinées à ce travail. Les usines au fil de l'eau, qui dans le cadre d'un projet polyvalent font partie d'une correction de rivière ou qui offrent d'autres avantages particuliers, pourront être réalisées si les revendications légitimes de la protection de la nature et des eaux ont été prises en considération.

- L'énergie de pointe, provenant des usines à accumulation actuelles et futures, que l'on peut régler rapidement et adapter à la consommation, aura une importance plus grande comme complément de l'énergie en ruban sur le plan économique et pour des raisons d'exploitation. Vu leur souplesse et leurs possibilités d'adaptation, ces installations qui sont continuellement prêtes à entrer en service pour suivre les variations de charge de la consommation, seront encore nécessaires après l'introduction des centrales atomiques. Les centrales atomiques ne produisent de l'énergie à bon marché que si elles peuvent avoir une longue durée d'utilisation. C'est pourquoi les usines à accumulation resteront compétitives comme auparavant pour de courtes durées d'exploitation. Ainsi il faudra construire encore de nouvelles usines à accumulation pour compléter les usines atomiques.

Les usines à accumulation par pompage auront une tâche semblable à celle des usines à accumulation sans pompage. Les premières peuvent également turbiner des apports naturels, ce qui améliorera leur rendement.

Le passage de l'approvisionnement exclusif de notre pays en électricité par des usines hydroélectriques, à celui qui se fera par une combinaison des centrales hydrauliques et atomiques, est un devoir d'intérêt général et doit être résolu intelligemment et avec précaution. On ne pourra s'en rendre maître qu'avec concours de toute la population.

En résumé on peut dire qu'après avoir examiné de façon approfondie le problème de nos besoins en énergie électrique et comparé les différents moyens de production, on en arrive à réaliser que la prochaine phase de l'approvisionnement de la Suisse en électricité sera marquée par une combinaison des anciens et des nouveaux agents énergétiques, c'est à dire par une synthèse des forces hydrauliques et de l'énergie atomique. L'ère des usines hydroélectriques ne doit pas être considérée comme achevée; pour des raisons techniques et économiques que corroborent les expériences faites à l'étranger, elle se poursuivra également pendant l'âge atomique.