

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 54 (1963)

**Heft:** 12

**Artikel:** Die schweizerische Elektrizitätsversorgung im Rahmen der westeuropäischen Elektrizitätswirtschaft

**Autor:** Hochreutiner, R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-916493>

#### Nutzungsbedingungen

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

#### Conditions d'utilisation

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

#### Terms of use

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

**Download PDF:** 23.02.2026

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

# Energie-Erzeugung und -Verteilung

## Die Seiten des VSE

### Die schweizerische Elektrizitätsversorgung im Rahmen der westeuropäischen Elektrizitätswirtschaft

von R. Hochreutiner, Laufenburg

Vortrag, gehalten anlässlich der Generalversammlung des Schweizerischen Energie-Konsumenten-Verbandes am 27. März 1963  
in Zürich

Sehr geehrter Herr Präsident,  
meine Herren,

Der Geschäftsleiter Ihres Verbandes, Herr Gonzenbach, hat soeben in seiner Berichterstattung auf die bedeutende und anhaltende Zunahme des Verbrauches an elektrischer Energie in der Schweiz aufmerksam gemacht.

#### Deckung des Energiebedarfes mit Wasserkraftenergie

Wir wollen uns zunächst mit der Weiterentwicklung dieses Bedarfes befassen und auf Grund der vom Eidg. Amt für Energiewirtschaft gestellten Prognosen untersuchen, wie weit wir in der Lage sind, die Nachfrage nach elektrischer Energie mit der Produktion aus unseren Wasserkraftanlagen decken zu können. Die schweizerische Statistik zeigt, dass die jeweils im Sommerhalbjahr zu erwartende Energieerzeugung bei mittlerer Wasserführung bis 1970 die Deckung des Verbrauches und zusätzlich noch eine gewisse Ausfuhr erlauben dürfte. Hingegen ist die Bedarfsdeckung, insbesondere bei extremer Trockenheit im Winter, nicht sichergestellt. Unter extremer Trockenheit verstehen wir die Wasserverhältnisse, wie sie in den Winterhalbjahren 1920/21 und 1948/49 vorgekommen sind und nicht die im Winter 1962/63 zum ersten Mal in diesem Jahrhundert eingetretene katastrophale Wassermutter unserer Flüsse. Wir werden uns deshalb auf die Prüfung der Verhältnisse während der Winterhalbjahre beschränken. Um eine Prognose zu stellen, wollen wir für die kommenden Jahre von einem jährlichen Zuwachs des Stromverbrauches von rund 5,8 % ausgehen, wie er auch vom Eidg. Amt für Energiewirtschaft in seinem Jahresbericht 1960/61 angenommen wurde. Auf den ersten Blick scheint diese Ziffer verhältnismässig hoch; immerhin ist zu beachten, dass der Jahreszuwachs von 1950/51 bis 1960/61 im Mittel 6 % betragen hat und dass in den Nachbarländern mit einer Verdoppelung des Verbrauches in zehn Jahren gerechnet wird, entsprechend einer jährlichen Zunahme von 7,2 %.

Auf Grund dieser Annahme würde sich also der inländische Stromverbrauch von rund 9,7 Milliarden kWh im Winter 1961/62 auf 12 Milliarden kWh im Winterhalbjahr 1965/66 und auf 15 Milliarden kWh im Winterhalbjahr 1969/70 erhöhen.

Die Deckung dieses Bedarfes an elektrischer Energie wird, unter Berücksichtigung des heutigen Ausbauprogrammes der Wasserkraftwerke, bei mittleren Wasserverhältnissen im Winter 1966/67 noch möglich sein, während in den darauf folgenden Jahren ein immer grösser werdendes Defizit entstehen wird, das im Winter 1969/70 etwa 1,5 Milliarden kWh erreichen dürfte (siehe Fig. 1).

Betrachten wir diese Entwicklung bei anhaltender extremer Trockenheit, so stellen wir fest, dass im Winter 1965/66 bereits 1,4 Milliarden kWh zur Deckung des Bedarfes aus inländischen Wasserkräften fehlen würden und im Jahre 1969/70 sogar 3,5 Milliarden kWh. Es ergibt sich zwangsläufig, dass mit dem fortschreitenden Ausbau unserer Wasserkräfte die Erzeugungsunterschiede zwischen mittleren und ungünstigen Verhältnissen im Winter — in absoluten Zahlen — immer grösser werden und demzufolge die Versorgung mit elektrischer Energie in extrem trockenen Wintern immer prekärer wird (siehe Fig. 2).

Aus Fig. 3 ist ersichtlich, dass die Erzeugungsschwankungen zwischen einem trockenen und einem nassen Jahr im Winter 1967/68 rund 3,8 Milliarden kWh betragen werden und beim Ausbau aller wirtschaftlich nutzbaren Gefällsstufen sogar rund 5 Milliarden kWh erreichen dürften.

Diesen Verhältnissen Rechnung tragend, haben die schweizerischen Elektrizitätswerke nicht unterlassen, den Ausbau der von der Witterung weniger abhängigen Speicherwerke zu beschleunigen, so dass deren Anteil an der gesamten Erzeugungsmöglichkeit bei mittleren Wasserverhältnissen im Winterhalbjahr 1968/69 beinahe 48 % erreichen wird. Durch diesen Ausbau wird sich in den nächsten drei Jahren die mittlere Erzeugung jährlich um 1,3 Milliarden kWh erhöhen, davon 800 Millionen kWh im Winterhalbjahr (siehe Fig. 1). Zwar wird diese Zunahme schon im Jahre 1965/66 auf weniger als die Hälfte zurückgehen. Die erfreulichen Fortschritte dieses grosszügigen Ausbaues werden neuerdings durch das Herannahen des Vollausbaues aller wirtschaftlich nutzbaren Gefällsstufen überschattet. Wie aus den Ermittlungen des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft hervorgeht, beträgt die mittlere jährliche Erzeugungsmöglichkeit aller, einschliesslich der noch ausbauwürdigen Was-

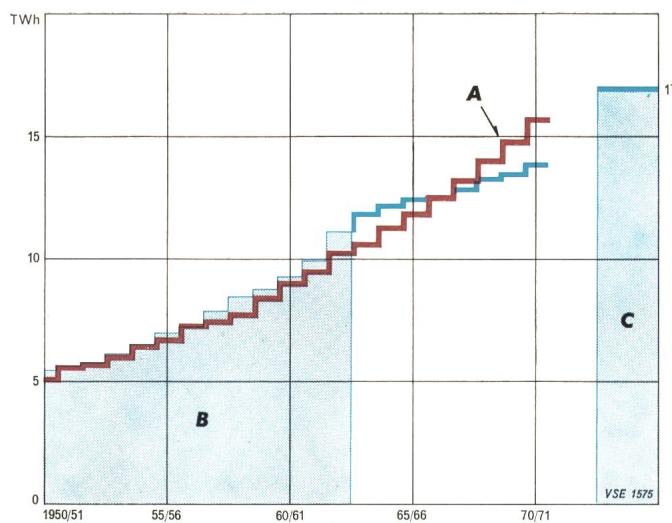


Fig. 1  
Deckung des Verbrauches durch die Wasserkrafterzeugung im Winterhalbjahr

- A Verbrauch
- B Mittlere Erzeugungsmöglichkeit
- C Mittlere Erzeugungsmöglichkeit bei Endausbau

serkräfte rund 37 Milliarden kWh, davon 17 Milliarden im Winterhalbjahr. Das entspricht etwa dem Verbrauch im Winter 1971/72. Bei einem extrem trockenen Winter jedoch ginge diese letztere Ziffer auf 14,5 Milliarden zurück. Mit anderen Worten: schon im Winter 1969/70 würde der Landesverbrauch bei jährlich 5,8 % Zuwachsrate die gesamte Erzeugung aus den ausbauwürdigen Wasserkräften im Falle extremer Trockenheit überschreiten.

Es ist verständlich, dass der Ausbau der letzten Stufen aus technischen und wirtschaftlichen Gründen noch mindestens zehn bis fünfzehn Jahre in Anspruch nehmen wird. Aus diesem Grunde dürfte die vom Eidg. Amt für Energiewirtschaft vorausgesehene Zunahme der mittleren Erzeugungsmöglichkeit der in Betrieb und Bau befindlichen schweizerischen Wasserkraftwerke bis im Jahre 1969 keine wesentliche Änderung erfahren, insbesondere wenn man auch die langen Bauzeiten berücksichtigt. Beispielsweise kann die Energieerzeugung der *Engadiner Kraftwerke*, deren erster Baubeschluss 1962 gefasst wurde, nicht vor dem Jahre 1969 einsetzen. Alle diese Darlegungen führen uns zur Feststellung, dass die schweizerische Elektrizitätswirtschaft nun an einem Wendepunkt angelangt ist. Wie es die graphischen Darstellungen 1 und 2 veranschaulichen, dürfte bei gleichbleibender Entwicklung der Einsatz neuer Energiequellen in vier bis fünf Jahren notwendig werden.

Von den einzelnen Möglichkeiten für die Ergänzung der schweizerischen Wasserkrafterzeugung steht die thermische Erzeugung in Dampfkraftwerken klassischer Bauart oder in Kernkraftwerken im Vordergrund. Es würde den Rahmen dieses Vortrages überschreiten, wenn wir hier die Frage der Verwertung der Atomenergie für die Erzeugung von elektrischer Energie behandeln würden. Ich möchte mich darauf beschränken, an die heute in unseren Kreisen herrschende Ansicht zu erinnern, welcher der Präsident des *Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke*, Herr Direktor Payot, anlässlich der Generalversammlung dieses Verbandes in sehr klarer Weise mit folgenden Worten Ausdruck verlieh: «Die Erzeugung in Kernkraftwerken ist, wenn auch ihre Kosten sinken, heute noch nicht wirtschaftlich. Die Wirtschaftlich-

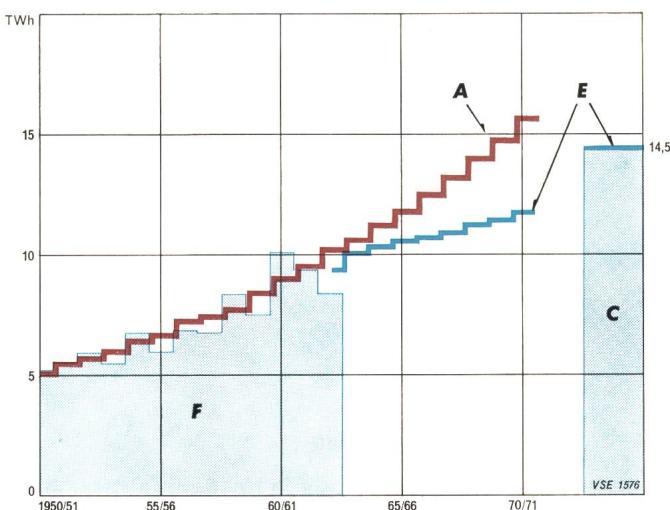


Fig. 2  
Deckung des Verbrauches durch die Wasserkrafterzeugung im Winterhalbjahr

- A Verbrauch
- C Endausbau: Erzeugungsmöglichkeit bei extremer Trockenheit
- E Erzeugungsmöglichkeit bei extremer Trockenheit
- F Tatsächliche Erzeugung

keit gegenüber der konventionellen thermischen Erzeugung wird von den Fachleuten kaum vor dem Jahre 1970 erwartet; dazu kommt, dass die Stromerzeugung in Kernkraftwerken heute noch viele technische Unbekannte enthält. Gerade dieser Umstand muss uns veranlassen, mit unseren Anstrengungen auf dem Gebiete der Kerntechnik fortzufahren, in Würenlingen und bei dem im Bau stehenden Versuchskraftwerk Lucens.» Es scheint deshalb unumgänglich, dass wir bis dahin zum Bau von thermischen Kraftwerken klassischer Bauart schreiten müssen.

In der welschen Schweiz ist bereits entschieden worden, eine 150 000 kW-Anlage zu bauen, deren Brennstoffversorgung sich auf die Ölraffinerie in *Aigle* stützt. Ein weiteres Projekt wurde durch die *Motor-Columbus* für die *Services Industriels de Genève* ausgearbeitet und sieht die Aufstellung von zwei Turbogeneratoren mit einer Einheitsleistung von 125 000 kW vor. In der deutschen Schweiz verfolgt die *Nordostschweizerische Kraftwerke AG* ein Projekt für ein thermisches Kraftwerk im St. Galler Rheintal. Die *Motor-Columbus* ihrerseits plant eine Anlage in Rietheim bei Zurzach und schliesslich projektiert die *Elektro-Watt* im Auftrag der *Bernischen Kraftwerke AG*, der *Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG* und der *Nordostschweizerischen Kraftwerke AG* eine Anlage im Raum Rheinfelden-Sisseln.

Zu Beginn dieser neuen Entwicklung stellt sich die Frage, ob es auch möglich wäre, das künftige Energiedefizit durch eine engere Zusammenarbeit mit ausländischen Elektrizitätswerken zu decken. Es ist deshalb zu begrüssen, dass Ihr Verband den heutigen Anlass gewählt hat, um einen Blick über die Grenzen zu werfen.

Betrachten wir zunächst den Aufbau des westeuropäischen Verbundnetzes.

#### Entwicklung des westeuropäischen Verbundnetzes

Aus technischen Gründen war die Elektrizitätsversorgung in den ersten Jahren ihrer Entwicklung ortsgebunden. Nur in den Städten und ländlichen Gebieten von begrenzter Ausdehnung wurden die Anlagen für die Energieerzeugung und -verteilung errichtet. Erst der Fortschritt in der Hoch-

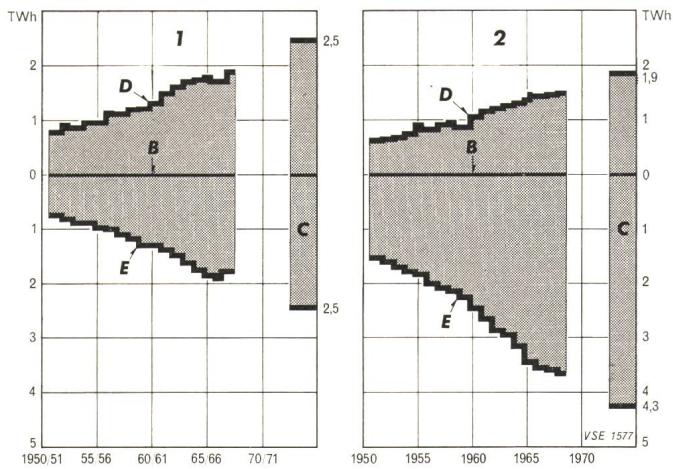


Fig. 3  
Einfluss der Hydraulizität auf die Erzeugungsmöglichkeit der Wasserkraftwerke

- 1 Winterhalbjahr
- 2 Sommerhalbjahr
- B Mittlere Erzeugungsmöglichkeit
- C Erzeugungsmöglichkeit bei Endausbau
- D Erzeugungsmöglichkeit bei aussergewöhnlich günstigen Wasserverhältnissen
- E Erzeugungsmöglichkeit bei extremer Trockenheit

spannungstechnik ermöglichte es, elektrische Energie mit einer höheren Spannung und damit über weitere Strecken zu transportieren.

In der Schweiz war die geographische Lage der im Alpengebiet ausgebauten Wasserkräfte und der im Mittelland verteilten Verbrauchszentren für den Bau von Verbindungsleitungen ausschlaggebend. Ein Parallelbetrieb zwischen den einzelnen Schweizer Netzen war jedoch aus verschiedenen technischen Gründen nicht durchführbar.

Auch der Stromaustausch mit dem Ausland wurde auf rein regionaler Ebene durchgeführt und beschränkte sich praktisch auf die Ausfuhr unserer überschüssigen Wasserkraftenergie, wobei entweder einzelne Generatoren schweizerischer Kraftwerke ihre Erzeugung unmittelbar in das Nachbarnetz einspeisten oder ein abgegrenztes und abgetrenntes Gebiet im Nachbarland von der Schweiz aus im Parallelbetrieb versorgt wurde. Dieses Verfahren leistete jahrelang grosse Dienste, barg jedoch wesentliche Nachteile in sich, in dem Moment wo der Energieaustausch nicht mehr ausschliesslich in einer Richtung floss, bzw. wo die schweizerische Stromeinfuhr, besonders in trockenen Wintern, gewährleistet werden musste.

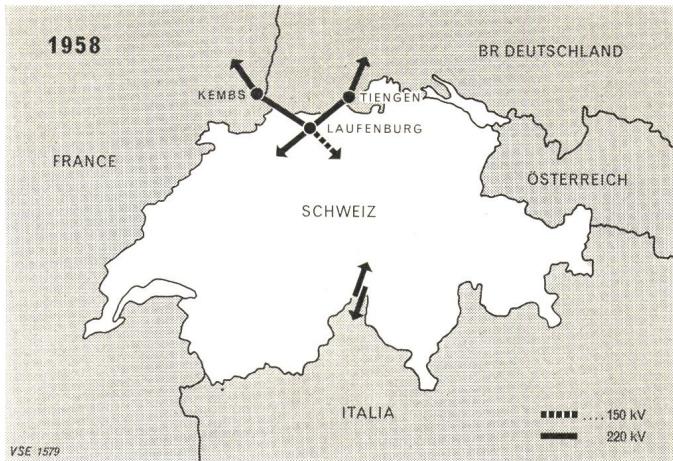


Fig. 5  
Der Parallelbetrieb des gesamten Schweizer Netzes mit Deutschland und Frankreich

Die Durchführung des Parallelbetriebes zwischen zwei benachbarten Netzen stellt verhältnismässig einfache Probleme.

Für die schweizerischen Elektrizitätsgesellschaften, die den Stromaustausch einerseits mit Frankreich, andererseits mit Deutschland durchführen wollten, wobei die bereits parallelgeschalteten EDF (Electricité de France) und RWE-Nette (Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerke AG) ihren Austausch über die Leitung Saint Avold-Koblenz aufgenommen hatten, stellte sich aber das vielfältige Problem eines Verbundbetriebes zwischen drei benachbarten Ländern, die jedes mit jedem parallelgeschaltet sein sollten. Um dieser Forderung gerecht zu werden, mussten die Schweizer Gesellschaften das schweizerische Netz so aufteilen, dass ein Teil mit Frankreich, der andere mit Deutschland parallelgeschaltet war, wie es in Fig. 4 schematisch dargestellt ist.

Der getrennte Betrieb von einzelnen Netzen war mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Er zwang die schweizerischen Elektrizitätsunternehmungen, die diesseits und jenseits der Trennungslinie zwischen beiden Netzteilen lagen, ihren gegenseitigen Stromaustausch mittels Richtmaschinen durchzuführen. Hierzu mussten des öfteren schwierige und gefährliche Schaltungen in den Umspannwerken vorgenommen werden.

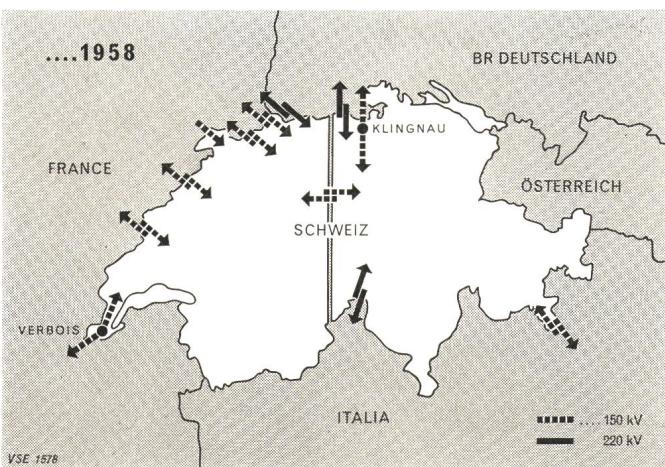


Fig. 4  
Das aufgetrennte Schweizer Netz im Parallelbetrieb einerseits mit Frankreich, andererseits mit Deutschland

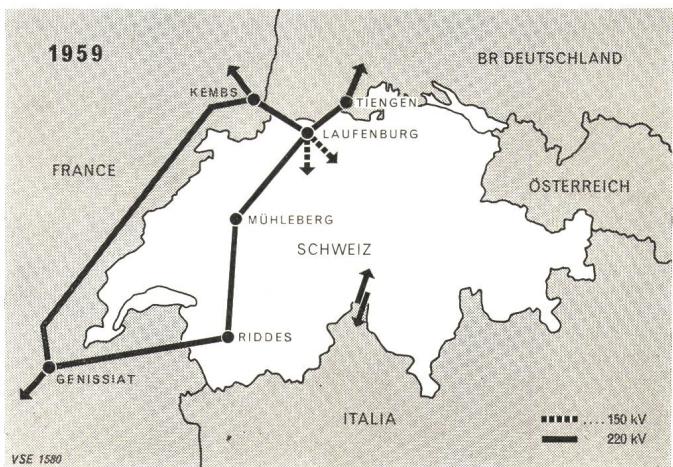


Fig. 6  
Der erste internationale Ringbetrieb

men werden. In Anbetracht dieser für unser Land schwerwiegenden Nachteile haben sich die EDF und das RWE nach eingehender Prüfung der Lage mit den in Betracht kommenden Schweizer Gesellschaften entschlossen, den für den deutsch-französischen Austausch massgebenden Übergabepunkt vorläufig von Saint-Avold nach Kembs zu verlegen und ihre Netze mit dem Schweizer Netz sternförmig im Umspannwerk Laufenburg zusammenzuschalten (siehe Fig. 5). Die technischen Voraussetzungen für die Durchführung eines solchen gleichzeitigen Austausches zwischen den drei Partnern waren im Jahre 1957 mit der Inbetriebnahme der 220 kV-Verbindungen zwischen Kembs-Laufenburg und Tingen geschaffen worden. Somit konnte die Aufteilung des Schweizer Netzes mit allen damit verbundenen Nachteilen vermieden und der Austausch zwischen den drei Partnern gleichzeitig durchgeführt werden.

Das ausserordentlich zufriedenstellende Ergebnis dieser Betriebsform veranlasste die beteiligten schweizerischen Gesellschaften und die EDF, einen weiteren Versuch durchzuführen, indem sie einen grossen Ring über die seit 1956 in Betrieb stehende 220 kV-Verbindung zwischen Riddes-Génissiat und Kembs schlossen (siehe Fig. 6). Um im Rahmen dieses Vortrages zu bleiben, soll hier auf die einzelnen Massnahmen, die die Schweizer Gesellschaften für die Verwirklichung dieses Ringbetriebes im Jahre 1959 treffen mussten, nicht näher eingegangen werden. Der Hinweis, dass die Regelung der Austauschleistung mit der EDF nicht mehr allein den Energiefluss zwischen Kembs und Laufenburg, sondern die algebraische Summe des in Kembs und Génissiat gemessenen Energieflusses umfasst, sollte ausreichen.

Der Erfolg dieser Massnahme bewirkte eine Art Kettenreaktion. Ende 1959 schliesst sich der italienisch-französisch-schweizerische Ring über Riddes-Génissiat-Malgovert-Avise. Anfangs 1962 entstehen weitere Ringe über Soazza-Mese,

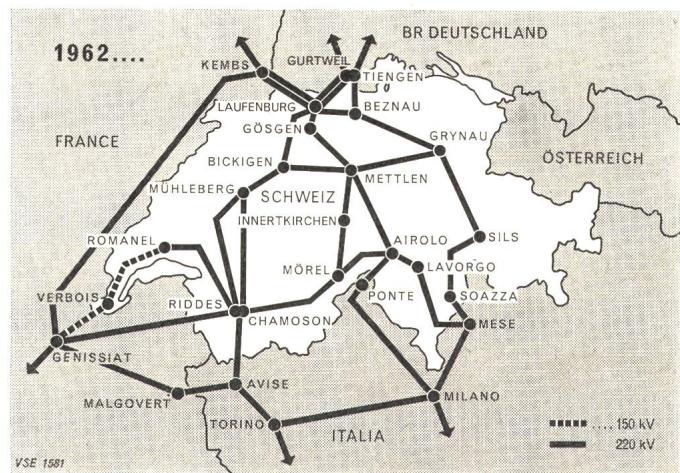


Fig. 7  
Das vermaschte 220-kV-Schweizer-Netz und seine Verbindungen mit dem Ausland

Lavorgo-Mese und Airolo-Ponte. Heute, wie es aus Fig. 7 ersichtlich ist, erstreckt sich ein vermaschtes 220 kV-Netz über unser ganzes Land.

Dieser neue Schritt in der Entwicklung des Verbundbetriebes ermöglichte eine wesentliche Erhöhung der Betriebssicherheit. Heutzutage verursacht der Ausfall einer der wichtigen Verbindungen zwischen den grossen Erzeugungsgebieten in Graubünden, im Tessin und Wallis keine schwerwiegende Störung in der Versorgung der Verbrauchszentren, wie dies noch vor einigen Jahren der Fall war. Die elektrische Energie, die über die eine aufgetrennte Masche des Netzes nicht mehr fliessen kann, verteilt sich auf die andern.

Dieser Parallelbetrieb der Schweizer Netze mit den Netzen Westeuropas erschloss aber auch neue Möglichkeiten für eine gegenseitige Hilfeleistung.

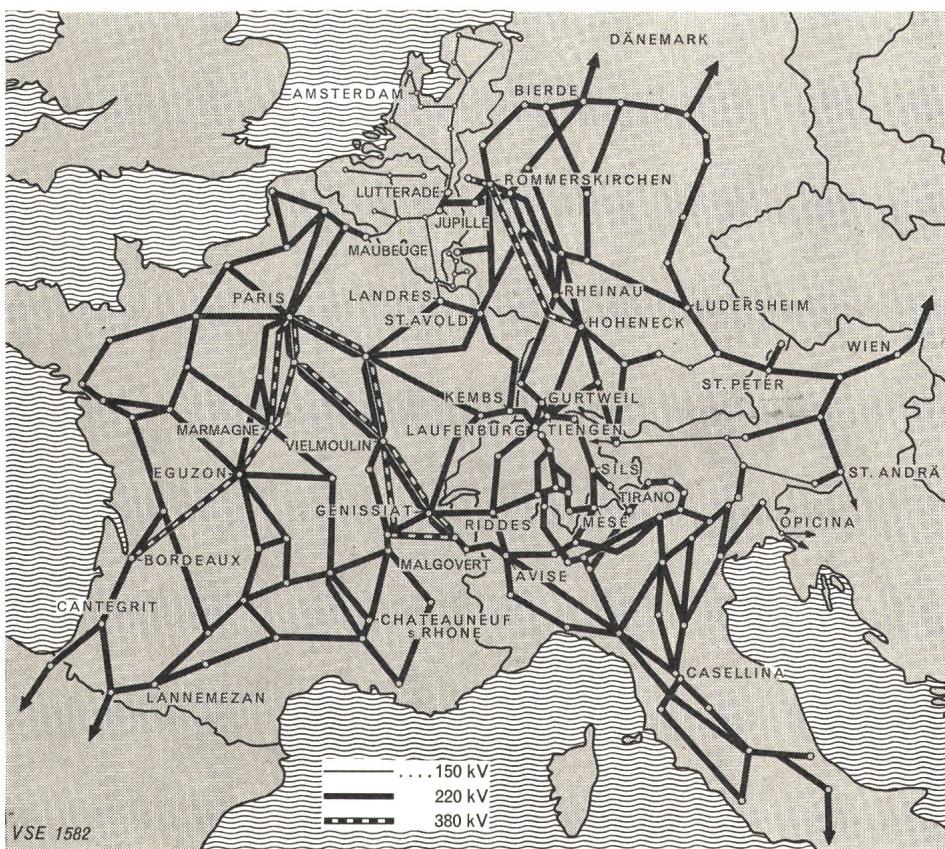


Fig. 8  
Das 220-kV-Netz der U.C.P.T.E.-Länder

Im Falle einer Störung steht eine Leistungshilfe zur Verfügung, ohne dass sie verlangt wird. Sie ist durch die Frequenzleistungsregel-Einrichtungen automatisch vorhanden. So vermochten solche Aushilfslieferungen von 400 000 kW schwerwiegende Betriebsunterbrechungen zu verhindern.

Zusammenfassend können wir feststellen, dass der internationale Stromtausch dadurch wesentlich erleichtert wird, dass er auf multilateraler Ebene stattfindet und nur durch die gesamte Transportfähigkeit der internationalen Verbundleitungen beschränkt ist.

Ein derartiger Fortschritt setzte allerdings die Lösung mancher technischer Probleme voraus, deren Aufzählung zu weit führen würde. Es mussten auch völlig neuartige Fernmessungs-, Fernregelungs- und Netzregelungs-Systeme eingebaut werden. Auf Fig. 8 ist das 220 kV-Netz dargestellt, das sich auf unserem Kontinent über die Bundesrepublik Deutschland, Belgien, Frankreich, Italien, Luxemburg, Österreich, die Niederlande und die Schweiz bis Dänemark, Spanien und Portugal erstreckt. Dabei fällt auf, dass die Landsgrenzen seine Entwicklung nicht behindert haben. Die gesamte parallelfahrende Maschinenleistung dieses ausgedehnten Gebietes gleicher Netzfrequenz beträgt bereits über 63 Millionen kW, wie es aus Fig. 9 ersichtlich ist.

Nun wollen wir betrachten, auf welche Weise diese Länder ihren Stromtausch organisiert und ihre Anstrengungen koordiniert haben.

### Organisation des Stromtauschs und dessen Koordination

Zunächst ist darauf hinzuweisen, dass der internationale Stromtausch von den Elektrizitätsversorgungsunternehmungen der vorgenannten Länder durchgeführt wird. Diese Unternehmungen schliessen die notwendigen Verträge ab, lassen durch ihre Lastverteilungsstellen die Austauschprogramme regelmässig ausarbeiten und treffen die für die Erweiterung der Verbundanlagen erforderlichen Massnahmen.

Folgende Unternehmungen sind für den Energieaustausch zwischen den westeuropäischen Ländern verantwortlich (Fig. 10):



Fig. 9

Das Gebiet gleicher Netzfrequenz am 19. 12. 1962 und die um 8 Uhr abgegebene Leistung der parallelgeschalteten Kraftwerke

in der *Bundesrepublik Deutschland*:

das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk (RWE), das eine führende Rolle spielt, mit seiner Lastverteilungsstelle in Brauweiler,

das Badenwerk mit Lastverteilung in Karlsruhe, die Energieversorgung Schwaben mit Lastverteilung in Wendlingen,

das Bayernwerk mit Lastverteilung in Karlsfeld;

in *Belgien*:

die Société pour la Coordination de la Production et du Transport de l'énergie électrique (CPTE) in Brüssel;

in *Frankreich*:

die Electricité de France (EDF) mit Zentrallastverteilungsstelle in Paris und den Schaltleitungen in Mülhausen, Nancy, Lyon und Toulouse;

in den *Niederlanden*:

die N. V. Samenwerkende Electriciteits-Productiebedrijven (SEP) in Arnhem;

in *Österreich*:

die Österreichische Verbundgesellschaft in Wien.

In *Italien* ist neuerdings die Ente Nazionale per l'Energia Elettrica (ENEL) für die Energieein- und -ausfuhr zuständig.

Schliesslich sind in der Schweiz zur Hauptsache fünf Unternehmungen am internationalen Energieverkehr beteiligt, und zwar, in alphabetischer Reihenfolge:

die Aare-Tessin AG für Elektrizität, Olten (ATEL),

die Bernische Kraftwerke AG, Bern (BKW),

die Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG, Laufenburg (EGL),

die S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse, Lausanne (EOS) und die Nordostschweizerische Kraftwerke AG, Baden (NOK), mit ihren Lastverteilungsstellen in Olten, Bern, Laufenburg, Lausanne und Baden. Eine Stelle wurde beauftragt, die Austauschprogramme der Schweiz mit dem Ausland zusammenzufassen und sie den entsprechenden Lastverteilungsstellen in den anderen Ländern zu übermitteln.

Zur Förderung der Zusammenarbeit zwischen diesen westeuropäischen Ländern auf wirtschaftlichem und technischem Gebiet wurde am 23. Mai 1951 auf Empfehlung des Rates der OECDE die «Union für die Koordinierung der Erzeugung und des Transportes elektrischer Energie UC.P.T.E.» gegründet. Sie strebt die bestmögliche Ausnutzung der bestehenden und noch zu schaffenden Kraftwerke und Höchstspannungsnetze auf dem Wege einer völlig freiwilligen Zusammenarbeit an. Dieser Vereinigung gehören führende Persönlichkeiten der Elektrizitätsversorgungsunternehmungen



Fig. 10

Die für den Verbundbetrieb des U.C.P.T.E.-Netzes verantwortlichen Lastverteilungen

aus der Bundesrepublik Deutschland, aus Belgien, Frankreich, Italien, Luxemburg, den Niederlanden, Österreich und der Schweiz sowie je ein Regierungsvertreter aus den genannten Ländern an. Auch Spanien und Portugal sind durch Delegierte vertreten. Sie ist also eine Vereinigung von Personen, deren Wahl derart getroffen ist, dass alle Elektrizitätsunternehmungen vertreten sind, die am internationalen Verbundbetrieb in den genannten Ländern teilnehmen.

Wir wollen davon absehen, die verschiedenen Organe und Arbeitsgruppen der UCPTE hier anzuführen. Für unsere Betrachtungen indessen ist es wesentlich, dass Sie einen Überblick über die Tätigkeit der Union erhalten, welche sich auf die drei folgenden Aufgaben erstreckt:

1. Gegenseitige Unterrichtung der Mitglieder über die energiewirtschaftliche Lage.
2. Schaffung technischer Grundlagen für die Erweiterung und Verbesserung des elektrischen Parallelbetriebes und des Stromtausches.
3. Enge Zusammenarbeit mit der OECD zur Anordnung von Verwaltungsmassnahmen, die den internationalen Stromtausch erleichtern sollen.

1. Den ersten Platz nimmt die gegenseitige Orientierung über zu erwartende Wasserverluste wegen Absatzmangel und über die gewünschte Ausdehnung der kurzzeitigen Ein- und Ausfuhrgeschäfte ein.

Neuerdings ist man in Bezug auf die Berichterstattung über die Energieversorgungsanlage noch weiter gegangen. So wie wir in der Schweiz vom Eidg. Amt für Energiewirtschaft bereits seit längerer Zeit eine Zusammenfassung für den gesamten Verbrauch und die gesamte Erzeugung erhalten, sind nun auch Zahlen für den gesamten UCPTE-Raum erhältlich. Dem letzten Quartalsbericht 1962 ist z. B. zu entnehmen, dass im Jahre 1961 der Gesamtverbrauch 287 Milliarden kWh erreicht hat. Das entspricht einem mittleren Zuwachs für alle UCPTE-Länder von 6,8 %. Sehr wertvoll für die Mitglieder sind ebenfalls die Angaben über die gesamten Energievorräte. Ende August 1962 enthielten die Speicher 14,8 Milliarden kWh, was einem Füllungsgrad von 83 % entspricht; die Brennstoffvorräte am genannten Tag hätten

die Erzeugung von 20,8 Milliarden kWh ermöglicht. Auf Grund dieser Zahlen bekommen die Mitglieder Anhaltpunkte über die Aushilfsmöglichkeiten, die im Bedarfsfalle noch vorhanden wären.

Um einen noch besseren Überblick über die zu erwartende Entwicklung der Energieversorgungslage zu erhalten, ist die *Arbeitsgruppe für Wärmekraftwerke* beauftragt worden, jeweils im Laufe des Sommers für das kommende Jahr die zu erwartende Erzeugung der Wärmekraftwerke der UCPTE-Länder zu schätzen.

Diese Arbeitsgruppe ist noch einen Schritt weiter gegangen, indem sie die Überholungsprogramme für die Wärmekraftwerke der Mitgliedsländer mit der möglichen Wasserkrafterzeugung koordiniert, damit immer genügend Reserveleistung zur Verfügung steht.

2. Die Erweiterung des Verbundbetriebes und die bestmögliche Ausnutzung der Stromerzeugungs- und Freileitungsanlagen setzt auch die Abklärung verschiedener technischer Fragen voraus. Mit diesen Problemen befasst sich die *Arbeitsgruppe für Betriebsfragen*.

3. Die technischen Voraussetzungen allein genügen jedoch nicht, um diese internationale Zusammenarbeit zu ermöglichen. Insbesondere in der Nachkriegszeit zeigte sich, wie einzelne Verwaltungsmassnahmen die Entwicklung des Energieaustausches hindern könnten, und nicht zuletzt die Devisenbewirtschaftung.

Die am 30. März 1953 durch den Rat der OECE auf Antrag der UCPTE beschlossene Liberalisierung der Gelegenheitsstromlieferungen ebnete den Weg zum freien Stromtausch. Am 6. Juni 1956 dehnte der Rat der OECE die Liberalisierung auf saisonbedingte Stromlieferungen aus, die eine sechsmonatige Dauer nicht überschreiten. Dieser Beschluss, der auch mit Zustimmung unseres Schweizer Vertreters im OECE-Rat gefasst wurde, ergänzt in wertvoller Weise die Verordnung des Schweizerischen Bundesrates über die Ausfuhr von elektrischer Energie vom Jahre 1924, die bereits im Art. 5 die Erteilung von vorübergehenden Bewilligungen in dringenden Fällen vorgesehen hatte. Diese Möglichkeit, kurzfristige Stromlieferungen ins Ausland ohne vorherige

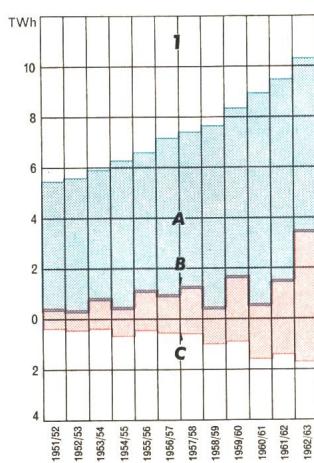


Fig. 11

#### Der Stromverbrauch und -austausch der Schweiz

- |                  |             |
|------------------|-------------|
| 1 Winterhalbjahr | A Verbrauch |
| 2 Sommerhalbjahr | B Einfuhr   |
|                  | C Ausfuhr   |

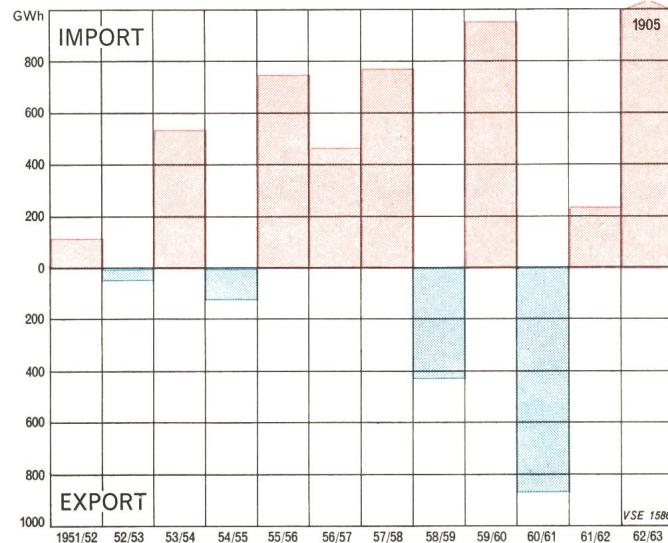


Fig. 12  
Der Austauschsaldo im Winterhalbjahr (Oktober bis März)

Genehmigung zu tätigen, die durch den Beschluss des OECE-Rates geschaffen wurde, war eine Voraussetzung für die Verwirklichung eines freien internationalen Verbundbetriebes.

Wie erfolgreich diese zielbewusste Koordinierung der Erzeugung und des Transportes elektrischer Energie im Schosse der UCPTE war, zeigt die Entwicklung des Energieverkehrs zwischen den Mitgliedsländern; innerhalb 10 Jahren stieg der Austausch auf das Dreifache und überschritt bereits 1961 11 Milliarden kWh.

Einige von Ihnen könnten sich mit Recht fragen, welche Bedeutung dieser Zusammenarbeit auf internationaler Ebene für die Schweiz zukommt, nachdem wir bisher mit unseren eigenen Wasserkräften in der Lage waren, den Inlandbedarf zu befriedigen.

Zur Beantwortung dieser Frage müssen wir uns jetzt näher mit dem Stromaustausch zwischen der Schweiz und ihren Nachbarländern befassen. Um Ihnen ein Bild über die jährliche Ein- und Ausfuhr bzw. über das Gesamtvolumen des Energieverkehrs zwischen der Schweiz und dem Ausland geben zu können, haben wir diese Werte für die letzten zehn Jahre graphisch dargestellt (siehe Fig. 11 und 12).

Die aus Fig. 11 ersichtliche Erhöhung der Energieausfuhr von etwa 1,4 Milliarden kWh im Jahre 1951/52 auf 4,2 Milliarden kWh im Jahre 1961/62 ergibt sich aus zweierlei Gründen. Einerseits ist infolge des grosszügigen Ausbaues unserer Wasserkräfte in den letzten Jahren die Energieerzeugung, die vor allem im Sommer nicht im Inlande verwendet werden konnte, stark angestiegen, andererseits hat sich der Austausch von Sommer- gegen Winterenergie oder auch von Spitzenenergie gegen Nachtenergie im Winter zur Sicherstellung unserer Inlandversorgung erweitert.

Die Energieeinfuhr, der noch bis zum Jahre 1948 keine Bedeutung zukam, ist in demselben Zeitraum auf das Fünf-fache angewachsen, und zwar von rund 500 Millionen kWh im Jahre 1951/52 auf 2,5 Milliarden kWh im Jahre 1961/62. Diese ausserordentliche Erhöhung kann nicht als eine vorübergehende Erscheinung betrachtet werden, wenn man auf Fig. 12 den Saldo des Energieaustausches im Winterhalbjahr für die letzten zehn Jahre betrachtet. Vor allem sind in den Wintern mit unterdurchschnittlicher Inlandsenergieerzeugung hohe Einfuhrssaldi zu verzeichnen, wie zum Beispiel im Winter 1957/58 mit 783 Millionen kWh und im Winter 1959/60 mit 959 Millionen kWh. Infolge dieses willkommenen Strombezuges aus dem Auslande war die Deckung unseres Inlandbedarfes gesichert. Ein wesentlicher Teil dieser Einfuhr erfolgte auf Grund von langjährigen Verträgen, die die schweizerischen Elektrizitätswerke im Hinblick auf die unzureichende Produktionsmöglichkeit der Wasserkraftwerke in extrem trockenen Wintern abgeschlossen haben.

Zu diesen Bezügen kommt der Energieaustausch hinzu, sei es als Rücklieferung mit einem bestimmten Schlüssel von in der vorangegangenen Sommerperiode aus der Schweiz ins Ausland gelieferter Energie, sei es durch tägliche Austauschgeschäfte von Tages- gegen Nachtenergie und von Spitzenenergie gegen solche ausserhalb der Spitzenzzeit. Überdies erfolgen kurzzeitige Aushilfslieferungen, die von Woche zu Woche, von Tag zu Tag und sogar stündlich vereinbart werden. Auf diese Weise werden im Bedarfsfall alle Bezugsmöglichkeiten aus dem Auslande genutzt. Neuerdings erweitert sich die Einfuhr auf einzelne Sommermonate, insbesondere auf den April bei unterdurchschnittlicher Erzeugung unserer

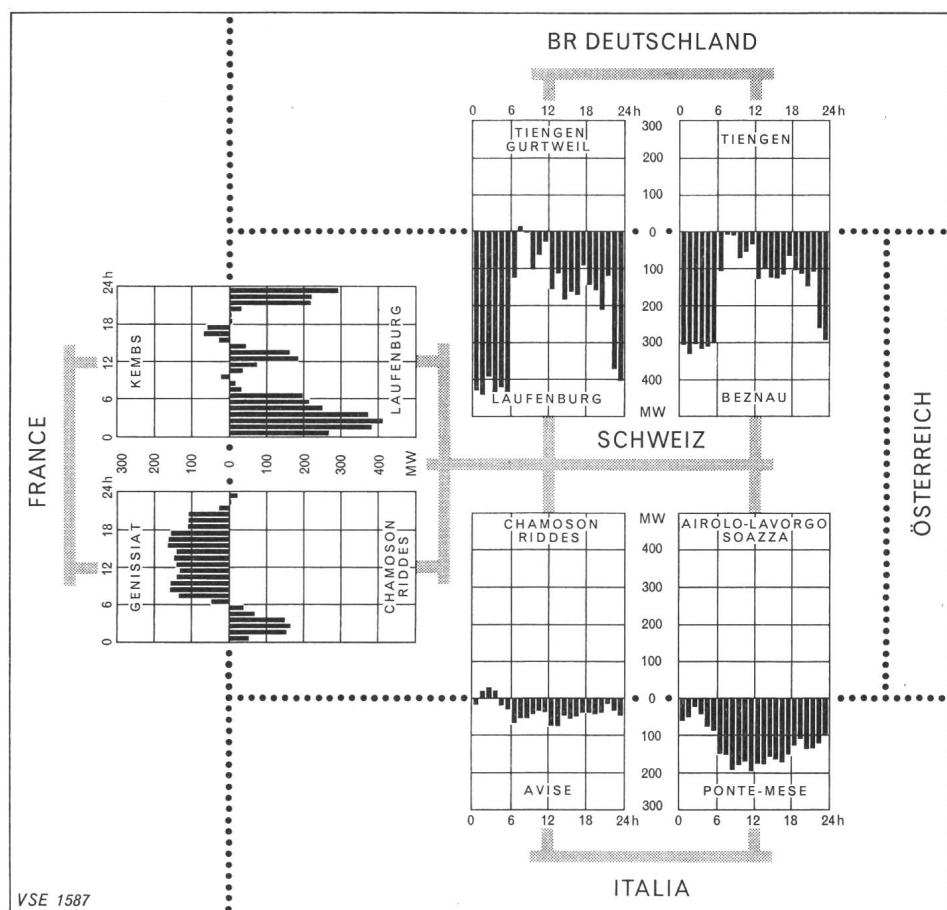


Fig. 13

Der stündliche Leistungs austausch zwischen der Schweiz und den Nachbar ländern am 28. November 1962

Laufwerke und auf den September zur Schonung unserer Reserven an Speicherenergie.

Diese Beispiele zeigen, welche Vorteile der Zusammenschluss der Landesnetze und ihre Parallelschaltung den Elektrizitätsunternehmungen bringt. Zu jeder Zeit sind die für den internationalen Verbundbetrieb verantwortlichen Elektrizitätsgesellschaften in der Lage, Energie wahlweise aus verschiedenen Quellen zu beziehen. Auf diese Weise ist auf der 220 kV-Ebene ein Konkurrenzmarkt für elektrische Energie entstanden. Je nach den Wasserverhältnissen, der Beanspruchung der thermischen Erzeugungsanlagen und der Jahreszeit ändern sich die Preise, wobei das Verhältnis von Nacht- zu Spitzenzzeit bis 1:3 betragen kann und zwischen Sommer und Winter sogar 1 : 6. Dieser wechselnde Wert der elektrischen Energie, der sich manchmal von Stunde zu Stunde ändern kann, beeinflusst in starkem Masse den Energieverkehr. Auf Fig. 13 haben wir die Leistung des Energieflusses aufgezeichnet, welche am 28. November 1962 während der einzelnen Tages- und Nachtstunden über die grenzüberschreitenden 220 kV-Leitungen geflossen ist. Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass Energie zur Deckung des Winterdefizites vor allem während der Nacht eingeführt wurde. Zu bestimmten Nachtstunden überschritt die gesamte in Anspruch genommene ausländische Leistung 1,2 Millionen kW; das ist mehr als 50 % der Nachtbelastung des Schweizer Netzes von ca. 2 Millionen kW.

Ich habe soeben Ausfuhrgeschäfte erwähnt, und es dürfte für Sie nicht ohne weiteres verständlich sein, dass wir an einem Tag, wo wir die Speicher wegen der ausserordentlichen Trockenheit stark in Anspruch nehmen müssen, gleichzeitig Energie ein- und ausführen. Einerseits handelt es sich um Vereinbarungen, die vor längerer Zeit abgeschlossen wurden und die zur Förderung des Ausbaues unserer Wasserkräfte beigetragen haben. Anderseits sind die schweizerischen Elektrizitätsunternehmungen, wenn sie mit ausländischen Abnehmern ins Geschäft kommen wollen, genötigt, Garantieverpflichtungen einzugehen, ansonst sie Gefahr laufen, dass diese Abnehmer sich anderswo eindecken. Hier spielt der Konkurrenzmarkt im entgegengesetzten Sinne wie vorher. Wenn aber die Inlanderzeugung infolge ungünstiger Wasser- verhältnisse stark zurückgeht, wird für Energieeinfuhr gesorgt, die die Ausfuhr weit übersteigen kann.

Unsachliche Kritiker könnten einwenden, dass gerade dieser Winter gezeigt habe, wie schlecht unsere Organisation funktioniere, mussten wir doch zu Spar-Appellen Zuflucht nehmen. Ursprünglich hatte ich nicht die Absicht, von aussergewöhnlichen Fällen zu sprechen; da aber die Ereignisse der letzten Monate viele unter Ihnen wohl auch beunruhigt haben, dürfte es angezeigt sein, mit ein paar Worten darauf einzugehen.

Unter der Voraussetzung einer mittleren Wasserführung und unter Berücksichtigung einer Verbrauchszunahme um 6 bis 7 % gegenüber dem Jahre 1961/62 hätten unsere Bedürfnisse im Winter 1962/63 durch die in der Schweiz mögliche Produktion, durch die Laufwerke und die Vorräte in den Staustufen, voll gedeckt werden können.

Wenn man die geringsten seit Jahrhundertbeginn gemessenen Wasserführungen, nämlich jene der Winter 1920/21 und 1948/49, als Berechnungsgrundlage annimmt, wäre mit einem durch Einfuhr zu deckenden Defizit von 1,5 Milliarden kWh zu rechnen gewesen. Dank den mit unsrern deut-

schen und französischen Partnern abgeschlossenen langfristigen Verträgen waren keine Schwierigkeiten zu befürchten. Wir hatten deshalb in jenem Zeitpunkt auch keine Ursache, uns über die Zukunft Sorgen zu machen.

Der Zufall wollte es nun aber, dass sich die Wasserführung unserer Flüsse und Bäche von anfangs Oktober 1962 bis in den März 1963 ununterbrochen auf niedrigstem Stand hielt — und dies nach einem Herbst von einer Trockenheit, wie man sie seit 150 Jahren nicht mehr erlebt hat. Darauf folgte unmittelbar ein so harter Winter, dass man bis aufs Jahr 1873 zurückgehen muss, um ähnliche Verhältnisse anzutreffen. Die Wasserführung des Rheins betrug während 14 Wochen weniger als 400 m<sup>3</sup>/s und überstieg während der übrigen Zeit kaum 500 m<sup>3</sup>/s. Die Abflussmenge dieses Gewässers hat für den Zeitraum vom Oktober 1962 bis März 1963 keine 50 % des langjährigen Jahresmittels betragen; demgegenüber betrug die Wasserführung in den bisher ungünstigsten Wintern stets um 60 % des langjährigen Jahresmittels. Es wäre ungerecht, die Elektrizitätswerke für eine nicht voraussehbare katastrophale Trockenperiode verantwortlich zu machen und von ihnen einen Ausbau der Erzeugungsanlagen zu fordern, der nur zwei- oder dreimal in einem Jahrhundert ausgenützt wäre. Die Auswirkungen eines solchen Ausbaus auf die Energiepreise wird man sich ohne weiteres vorstellen können.

Der verminderten Produktionsmöglichkeit stand eine abnormal starke Steigerung des Verbrauchs an elektrischer Energie gegenüber; der Mehrverbrauch, verursacht zur Hauptsache durch die elektrische Heizung und durch die Tatsache, dass viele industrie-eigene Werke schweizerischer Unternehmungen wegen der geringen Wasserführung eine ungenügende Energieproduktion aufwiesen, überstieg in einzelnen Gegenden 20 %. Die prekäre Lage auf dem Brennstoffmarkt, insbesondere dem der flüssigen Brennstoffe für den Hausbrand, wirkte sich sehr heftig auf den Elektrizitätssektor aus, und, wie schon so oft, waren es die Elektrizitätswerke, die wegen mangelnder Vorsorge der Heizölverbraucher einspringen mussten. Es liegt auf der Hand, dass solche aussergewöhnliche Umstände nicht ohne Rückwirkungen auf die Elektrizitätsversorgung bleiben konnten.

In Österreich, ebenfalls einem europäischen Wasserschloss, zwangen die gleichen Schwierigkeiten zu behördlichen Einschränkungen in der Industrie bereits ab 1. Februar im Ausmass von 10 %, obschon dieses Land über eine thermische Leistung von 1,2 Millionen kW verfügt. Seit anfangs Februar musste in Italien der Verbrauch gesenkt werden durch Verminderung der Spannung um 10 % und durch Herabsetzen der Frequenz von 50 auf 48,5 Perioden, obwohl dieses Land über Erdgas verfügt. In England wurde im Januar, um den Verbrauch in tragbaren Grenzen zu halten, die Spannung ebenfalls um 10 % gesenkt, und Stromunterbrechungen tauchten häufig ganze Landstriche in Dunkelheit; dies in einem Land, das bekanntlich in den letzten zehn Jahren die Erzeugung elektrischer Energie in Atomkraftwerken sehr gefördert hat.

Um die kritische Lage zu meistern, hat der VSE anfangs Februar Aufrufe erlassen, um auf freiwilligem Wege elektrische Energie zu sparen. Diese Aufrufe, die von einer laufenden Orientierung über die Verbrauchsentwicklung, die Speicherabnahme und Importe begleitet waren, begegneten allgemeinem Verständnis. Die Natur selbst dokumentierte

die Dringlichkeit. Wenn es in der Folge auch gelungen ist, den überbordenden Verbrauch in normale Grenzen zurückzuführen, so waren wir doch weit davon entfernt, das Defizit voll decken zu können.

Die Solidarität sowohl unserer deutschen wie französischen Kollegen war es in allererster Linie, die wirkungsvolle Hilfe brachte. Wir haben zusätzlich Hilfslieferungen erhalten, die Ende März 1,5 Milliarden kWh übersteigen werden, womit dann in diesem Winter, die vertraglichen Lieferungen inbegriffen, der Import gegen 3,6 Milliarden kWh erreicht haben wird, obwohl auch in unsren Nachbarländern die Lage überaus angespannt war. In diesem Zusammenhang drängen sich einige Feststellungen auf:

1. Unsere Anlagen für den Verbundbetrieb und den Energieaustausch waren in der Lage, bis zu 70 % des nächtlichen Gesamtverbrauchs der Schweiz durch Importe zu decken, deren Leistung 1,6 Millionen kW überstieg. Wenn Deutschland und Frankreich ihre Aushilfslieferungen am Tag nicht hätten beschränken müssen, hätte die Leistungsfähigkeit unserer Verbundinstallationen ausgereicht, um das gesamte Defizit zu decken.
2. Alle Energie, die im Ausland erhältlich war, wurde ohne jede Rücksicht auf den Preis importiert; die ganze finanzielle Last wird vollständig von den Elektrizitätswerken übernommen.
3. Unser System des internationalen Verbundes erlaubte es, auf Telephonanruf innert weniger Minuten im Ausland verfügbare kWh zu übernehmen, und, im Falle einer Störung, innert 1½ Minuten eine Reserveleistung von 300 000 kW aus den Zentralen der Grande Dixence, von Mauvoisin und Oberhasli zu mobilisieren, um so Stromunterbrechungen wie jene vom 16./17. Januar zu vermeiden.
4. Bemerkenswert ist auch, dass in dieser Katastrophenlage unsere deutschen und französischen Kollegen nicht zögerten, Risiken auf sich zu nehmen, um uns jede irgendwie verfügbare Hilfsenergie zu liefern, ohne die unsere Speicher am 15. Februar vollständig leer gewesen wären.

Ich möchte diesen kurzen Überblick über den Winter 1962/63, in dessen Verlauf das schwierigste der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft gestellte Problem gelöst wurde, nicht schliessen, ohne, auch im Namen meiner Schweizer Kollegen und aller Energiekonsumenten des Landes, unsren dankbaren Gefühlen gegenüber der Electricité de France und den deutschen Gesellschaften, nämlich der Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk AG, dem Badenwerk und der Energieversorgung Schwaben AG Ausdruck zu geben. Diese haben uns eine äusserst wertvolle Hilfe geleistet und uns einen Begriff davon vermittelt, was unter Solidarität und Zusammenarbeit in der europäischen Elektrizitätswirtschaft zu verstehen ist.

Jetzt kommen wir wieder auf unser Thema zurück.

Durch diese Erläuterungen über den Energieverkehr mit dem Auslande dürfte Ihnen dessen Bedeutung für die schweizerische Elektrizitätswirtschaft bewusst werden. Die schweizerischen Energiebezüger sind nicht zuletzt auch die Nutzniesser der wirtschaftlichen Vorteile dieser europäischen Verbundwirtschaft. Darüber hinaus hat diese enge Zusammenarbeit mit den Nachbarländern es unserer Elektrizitätswirtschaft ermöglicht, ihre Erzeugung auf Wasserkraftenergie aufzubauen, indem wir den Ausgleich, der in ausseror-

dentlich trockenen Wintern mit den Speicheranlagen nicht mehr möglich war, im Auslande finden konnten.

Der internationale Verbundbetrieb ist aber nicht nur von grosser wirtschaftlicher Bedeutung für die schweizerische Elektrizitätswirtschaft, sondern durch den Anschluss an das westeuropäische Netz ist auch die Sicherheit der Stromlieferungen wesentlich erhöht worden, indem im Störungsfalle eine sofortige Hilfe aus dem Auslande möglich ist und auf diese Weise in den meisten Fällen eine Rückwirkung auf die Stromabnehmer vermieden werden kann.

### Ausblick in die Zukunft

Es tritt nun die Frage an uns heran, wie sich diese internationale Zusammenarbeit in den kommenden Jahren weiter entwickeln wird. Zunächst ist eine Verstärkung des westeuropäischen Verbundnetzes zu erwarten, die vorgenommen werden muss, um den neuen Anforderungen Rechnung zu tragen. In dieser Hinsicht eröffnet die in jüngster Zeit angewendete Spannung von 380 kV bedeutungsvolle Entwicklungsmöglichkeiten. Im Jahre 1958 wurden in Deutschland zwischen Rommerskirchen und Hoheneck und ein Jahr später in Frankreich zwischen Paris und Génissiat die ersten 380 KV-Höchstspannungsverbindungen in Betrieb genommen. In Frankreich ist neuerdings die Leitung von Génissiat nach Malgovert verlängert und die 380 kV-Verbindung zwischen Paris und Bordeaux in Betrieb genommen worden. In Deutschland sind zur Zeit die Planungsarbeiten für die Verlängerung der Leitung von Hoheneck nach Tiengen im Gange, und in der Schweiz soll in den nächsten zwei Jahren die erste 380 kV-Verbindung zwischen Sils und dem Unterwerk Breite bei Winterthur in Betrieb genommen werden.

Es ist zu erwarten, dass diese einzelnen 380 kV-Landesnetze, wenn sie einmal ausgebaut sind, miteinander verbunden werden und dass in einer näheren Zukunft ein Höchstspannungsnetz das heutige 220 kV-Netz überlagern und die Verbindungen zwischen den UCPTE-Ländern wesentlich verstärken wird. Im Hinblick auf diesen kommenden Zusammenschluss sind mehrere der in der letzten Zeit erstellten 220 kV-Verbindungen mit dem Auslande bereits so ausgedehnt worden, dass sie später mit 380 kV betrieben werden können. Mit der Entwicklung der 380 kV-Netze, die zunächst den Bedürfnissen der einzelnen Länder und Gesellschaften entspringen, aber auch zur Verfügung des internationalen Energieaustausches stehen werden, wird die Energieübertragung leistungsfähiger, sicherer und wirtschaftlicher.

Es ist ebenfalls vorauszusehen, dass die für den Parallelbetrieb notwendigen Einrichtungen verbessert werden, wobei bei der Vervollkommenung der Netzregler für Frequenzleistungsregelungen noch wesentliche Vorteile zu erwarten sind. Fortschritte sollen auch erzielt werden in der Organisation des Verbundbetriebes und vor allem durch die Einführung von neuen Lastverteilungseinrichtungen. Schon heute sind mehrere schweizerische Elektrizitätswerke damit beschäftigt, die Verwendung von elektronischen Rechenmaschinen für die Aufstellung der Energieaustauschprogramme im Inland und mit dem Ausland zu prüfen. Wenn man berücksichtigt, dass täglich etwa 12 bis 14 000 Zahlen für die Festlegung der Programmwerte und deren Kontrolle zu verarbeiten sind, wird man begreifen, welche Vorteile die Mechanisierung und die Automatisierung dieser Arbeiten bringen können.

Diese Ausweitung des Verbundbetriebes wird auch der Schweiz neue Möglichkeiten eröffnen, die wir sowohl in Bezug auf die Ausfuhr, die Aushilfslieferungen, als auch die Einfuhr von elektrischer Energie näher betrachten wollen.

Für die Energieausfuhr dürfte indessen kaum eine wesentliche Steigerung des Energieverkehrs mit dem Auslande zu erwarten sein. Mit dem Herannahen des Vollausbau unserer Wasserkräfte und der ständigen Erhöhung des Inlandbedarfes an elektrischer Energie wird in einigen Jahren eine vermehrte Verwendung unserer eigenen Produktion im Inland möglich sein. Bekanntlich schrumpft das Hinterland eines Wasserkraftwerkes, je mehr der Bedarf in unmittelbarer Nähe der Erzeugung wächst. Immerhin dürfen Qualitätsunterschiede der Energie nicht ausser Acht gelassen werden. In dieser Hinsicht dürften wir nach Inbetriebnahme der noch in Bau befindlichen Speicherwerke einige Jahre über einen Überschuss an Spitzenenergie verfügen können, den wir gegebenenfalls im Umtausch gegen Nachtenergie im Auslande zu verwerten suchen werden. Diese kurzzeitig anfallenden grossen Leistungen werden unsere Verbundleitungen stark beanspruchen. Ferner wird bei günstigen Wasserverhältnissen im Sommer unsere Wasserkraftenergie nicht in vollem Umfange im Inland verbraucht. Infolgedessen werden für diese Energie Absatzmöglichkeiten im Ausland gesucht werden müssen, wobei sich ein Austausch gegen Winterenergie ergeben kann.

Die gegenseitige Hilfe in ausserordentlichen Fällen dürfte indessen immer mehr an Bedeutung gewinnen. Bei einem plötzlichen Maschinenausfall in einem Grosskraftwerk, bei einer Störung an einer wichtigen Verbundleitung oder bei unvorhergesehener momentaner Erhöhung des Energieverbrauches infolge ungewöhnlicher Kälte oder Trockenheit ist eine Unterstützung durch den Nachbarn von unschätzbarem Wert.

Bei der Energiedurchfuhr ist eine Erhöhung des bisherigen Energieverkehrs vorauszusehen. In der Einleitung haben wir bereits festgestellt, dass in den letzten 10 Jahren des öfters im Winter grössere Mengen elektrischer Energie zur Dekkung des Inlandbedarfes eingeführt werden mussten. Mit der Zunahme des Bedarfes und der fortschreitenden Erschöpfung unserer noch ausbauwürdigen Wasserkräfte dürfte sich diese Tendenz noch verstärken.

Soweit unsere Nachbarn über eine Leistungsreserve verfügen oder während der Schwachlastzeit ihre thermischen Anlagen nicht voll auslasten, dürften sie bereit sein, der Schweiz Leistung zur Verfügung zu stellen, die sie für sich selbst nicht beanspruchen. In einzelnen Fällen mögen sie sich auch bereit erklären, Lieferungen in begrenztem Umfange auf Grund von langjährigen Verträgen zu vereinbaren. Es kann jedoch den ausländischen Elektrizitätswerken nicht zugemutet werden, dass sie systematisch grössere Investitionen in Produktionsanlagen vornehmen, die ausschliesslich der schweizerischen Energieversorgung dienen würden. Grundsätzlich sollte jedes Land den Bedarf mit eigenen Mitteln zu befriedigen suchen. Wohl werden wir uns zum Ausgleich der Erzeugungsunterschiede unserer Wasserkraft bei mittleren und ungünstigen Verhältnissen im Winter auf eine Zusammenarbeit mit dem Auslande stützen können. Sollte aber Jahr für Jahr infolge Erhöhung unseres Bedarfes und der fortschreitenden Erschöpfung unserer ausbaufähigen

Wasserkräfte ein Energiedefizit eintreten, unabhängig von den durch die Jahreszeiten bedingten Schwankungen, dann werden wir uns nach neuen Energiequellen umsehen müssen. Nach den Prognosen, die wir zu Beginn unserer Ausführungen gestellt haben, werden diese Verhältnisse voraussichtlich schon in den Jahren 1968 bis 1970 eintreten.

Mit anderen Worten: wir werden schon im laufenden oder spätestens im nächsten Jahr über den Bau von thermischen Kraftwerken Beschluss fassen müssen, wollen wir bis in vier Jahren, d. h. bis 1968, über diese neue Energiequelle verfügen können. Aus diesem Grunde ist es auch die Absicht der BKW, der EGL und der NOK, das von der Elektro-Watt ausgearbeitete Projekt am Rhein nach Erhalt der behördlichen Bewilligungen baldmöglichst zu verwirklichen.

Auf der Schwelle zu dieser neuen Phase der Entwicklung ist es angebracht, sich kurz zu vergegenwärtigen, welches die charakteristischen Gegebenheiten für die Erzeugung elektrischer Energie in thermischen Kraftwerken sind.

Allgemein gesehen, zielen die Anstrengungen darauf hin, durch zunehmende Konzentration der Produktion in Kraftwerken mit Maschineneinheiten grösstmöglicher Leistung die Gestehungskosten der Energie auf ein Minimum herabzusetzen.

Die Verbesserung des Wirkungsgrades von Einheiten, die mit immer höheren Dampfdrücken und -temperaturen arbeiten, führt zu einer Senkung des spezifischen Wärmeverbrauchs.

Als Beispiel sei erwähnt, dass der spezifische Wärmeverbrauch bei den Einheiten von 100 000 kW, die von der EDF im Jahre 1950 installiert wurden, 2800 kcal/kWh überstieg, während er bei der 1961 in Betrieb genommenen Einheit von 250 000 kW kaum 2200 kcal/kWh erreichte; somit ergibt sich eine Einsparung an Wärmeverbrauch von mehr als 20 %.

Ebenso vermindern sich bei jeder Erhöhung der Einheitsleistung die Personalkosten. Herr *Boudrant*, Directeur de la Production et du Transport der EDF, erwähnte kürzlich, dass in einer Zentrale von 4 Einheiten zu je 500 000 kW der Personalbedarf pro Schicht nicht höher sei als in einem Kraftwerk von 4 Einheiten zu je 125 000 kW.

Das Bestreben, Einheiten mit immer grösseren Leistungen in Bau zu nehmen, um die Gestehungspreise der thermischen Energie herabzusetzen, macht sich in allen Ländern bemerkbar.

In Italien ist im Jahre 1962 die erste von zwei 300 000 kW-Einheiten in La Spezia in Betrieb genommen worden. In Deutschland hat das RWE soeben drei Einheiten von 300 000 kW bestellt. Die EDF ihrerseits hat schon seit bereits zwei Jahren die 250 000 kW-Einheit als Standard-Konstruktion eingeführt und ist zur Zeit mit der Projektierung von 600 000 kW-Einheiten beschäftigt. In England werden im Kraftwerk Fawley bei Southampton vier Einheiten von 500 000 kW aufgestellt, deren Inbetriebnahme für 1967 vorgesehen ist.

Diese Entwicklung rechtfertigt sich in den Ländern, deren Netzbelaufungsdiagramme Maximalwerte von 25 Millionen kW wie in Deutschland, von 24 Millionen kW wie in England und von 14 Millionen kW wie in Frankreich erreichen.

In der Schweiz hingegen wäre unter den heutigen Verhältnissen die Aufstellung einer Dampfturbineneinheit von

300 000 kW oder mehr aus betrieblichen Gründen nicht zu verantworten. Im Störungsfalle würde der Ausfall einer solchen Leistung von beinahe 10 % der Gesamtnetzbelastung von 3,3 Millionen kW unsere Energieversorgung in eine Notsituation bringen. Diese Überlegung gewinnt noch mehr an Gewicht, wenn eine solche thermische Anlage durch ein einzelnes Elektrizitätswerk errichtet würde, wobei beachtet werden muss, dass die Netzbelaistung der grössten Unternehmung in der Schweiz kaum 1 Million kW erreicht. Zwangsläufig wird man deshalb beim Übergang zur thermischen Energieerzeugung bestrebt sein, die Kräfte zu vereinen und Gemeinschaften zu bilden, die diese Aufgabe übernehmen. Die ersten Schritte hierzu sind bereits in der welschen Schweiz getan worden, wo sich fünf Gesellschaften, die EOS, die Raffineries du Rhône S.A., die Lonza AG, die AIAG und die Société Romande d'Electricité mit den SBB zusammengeschlossen haben, um das Kraftwerk Porte du Scex mit vorerst einer Einheit von 150 000 kW zu verwirklichen. Diese Einheitsleistung ist aber im Vergleich mit den bereits erwähnten Anlagen in Westeuropa verhältnismässig bescheiden. Nachdem die schweizerischen Verhältnisse es uns nicht erlauben, derartige Konzentrationen der Leistung in Grossanlagen zu erreichen, wird sich bald die Frage aufdrängen, ob uns nicht eine Zusammenarbeit mit ausländischen Elektrizitätswerken die Möglichkeit eröffnen würde, die aus der Erstellung von Grossanlagen sich ergebenden Vorteile auszunützen, entsprechend einer für uns tragbaren Risikoverteilung.

Die Überlegungen, die wir soeben in bezug auf die thermische Energieerzeugung in Kraftwerken klassischer Bauart angestellt haben, treffen in erhöhtem Masse auf die Energieerzeugung in Kernkraftwerken zu. Aus den letzten Berichten, die wir sowohl aus den Vereinigten Staaten wie aus England und Frankreich erhalten, geht deutlich hervor, dass erst mit einer elektrischen Leistung von etwa 500 000 kW die in Kernkraftwerken erzeugte Energie mit derjenigen aus thermischen Kraftwerken klassischer Bauart konkurrenzfähig wird. Eine Konzentration der Energieerzeugung in Grossanlagen wird zwangsläufig zu einer höheren Beanspruchung des internationalen Verbundnetzes führen und der Verbundwirtschaft zwischen den westeuropäischen Staaten neue Aufgaben bringen.

### Schlussbetrachtungen

Aus diesen Darlegungen geht hervor, dass die Verbundwirtschaft — die zunächst regional begrenzt war, sich dann innerhalb eines Staates ausdehnte und schliesslich zur Koordinierung zwischen den im Verbundbetrieb zusammengeschlossenen Ländern Westeuropas führte — sich noch weiter entwickeln wird.

Die für den internationalen Austausch verantwortlichen schweizerischen Unternehmungen haben es verstanden, durch gemeinsames Vorgehen — ohne Preisgabe ihrer Selbstständigkeit — diesen Verbundbetrieb mit den Nachbarländern zunehmend enger zu gestalten. Gleichzeitig bemühen sie sich, auf diese Weise die Sicherheit und die Wirtschaftlichkeit der Energieversorgung zu erhöhen.

Diese Zusammenarbeit kam zustande, ohne die Mitwirkung einer supranationalen Behörde zu beanspruchen, ohne eine zentrale Lastverteilung zu schaffen und sogar ohne langfristige Verpflichtungen einzugehen, die unsere Aktionsfreiheit eingeschränkt hätten. Einzig der Wille zu freier Zusammenarbeit hat eine europäische Gemeinschaft ins Leben gerufen, die nun auch die Verantwortung für den Verbundbetrieb zwischen den zusammengeschlossenen Netzen der UCPTE-Länder trägt.

Die bisherige Mitarbeit der Schweiz in dieser Gemeinschaft wird uns den Übergang zur thermischen Energieerzeugung wesentlich erleichtern und auch wirtschaftlicher gestalten in einer Zeit, da wir uns dem Endausbau unserer Wasserkräfte nähern; sie eröffnet gleichzeitig auch neue Möglichkeiten, gemeinsam mit unseren ausländischen Partnern leistungsfähige thermische Kraftwerke mit möglichst grossen Maschineneinheiten zu erstellen, zunächst zur Energieproduktion auf Kohlen- und Ölbasis und darnach unter Nutzung von Kernenergie.

Gerade im jetzigen Zeitpunkt, da unser Land eine Assoziation zum gemeinsamen Markt prüft, ist es wertvoll, zu sehen, dass auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaft die westeuropäischen Elektrizitätswerke sich schon sehr weitgehend aus eigener Initiative zusammengeschlossen haben, gemeinsam wirken und gemeinsam im Verbundbetrieb die Verantwortung tragen.

#### Adresse des Autors:

R. Hochreutiner, dipl. Ing. ETH, Direktor der Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg A.-G., Laufenburg (AG).