

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 58 (1967)
Heft: 9

Artikel: Betrachtungen und Zusammenfassung der Diskussion
Autor: Sevette, P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916251>

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: 06.02.2026

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

Der Verbund der osteuropäischen Staaten hat durch die Möglichkeit gegenseitiger Aushilfe einen positiven Einfluss auf die Deckung des Energiebedarfs.

Im Rahmen dieses gegenseitigen Beistandes wurden recht oft vorübergehende Energielieferungen bei Leistungen von ca. 200 MW ausgeführt.

Die bestehende Verschiebung der Spitzenzeiten der verschiedenen angeschlossenen Netze wurde ebenfalls ausgenützt. Bei den gemeinsam vereinbarten zwischenstaatlichen Leistungs- und Energieübertragungen gestatten die bestehenden Verbindungen die Deckung der Spitzenlasten jedes einzelnen Netzes. Die Differenz der gesamten, gleichzeitigen Spitzenlasten und der Summe der nicht simultanen Spitzenlasten wird auf ca. 500 MW geschätzt, was einem Gewinn von 2 % der gemeinsamen Spitzenlasten entspricht.

Die zur Erfüllung der gegenseitigen energiewirtschaftlichen Verpflichtungen erforderliche Koordinierung des Energieverkehrs der angeschlossenen Staatsnetze wird durch die Direktion der zentralen Lastverteilungsanlage in Prag durchgeführt, deren Zuständigkeit sich grundsätzlich auf folgende Belange erstreckt:

- Anpassung der spezifischen Eigenschaften der verschiedenen Netze und ihrer Betriebsverhältnisse an die Anforderungen des Verbundbetriebs;
- Massnahmen zur gegenseitigen Aushilfe zugunsten der angeschlossenen Netze, unter Ausnützung der zeitweilig verfügbaren Leistungsreserven;
- Anwendung geeigneter Massnahmen bei Betriebsausfällen, unter Berücksichtigung der von jeder Betriebsleitung dieser Netze genehmigten Vorschriften;

- Koordinierung der Schutzrelais, der Netzautomatik, der Kontrollanlagen, der Fernsteuerung und der Fernverbindungen der angeschlossenen Netze;
- Einschaltung geeigneter Messvorrichtungen zur Kontrolle des Parallelbetriebes der Verbundleitungen und zur Verrechnung der ausgetauschten Elektrizitätsmengen;
- Programmierung und Organisation der für den Parallelbetrieb der angeschlossenen Netze erforderlichen Versuche;
- Übermittlung von Empfehlungen an die Mitgliedstaaten zwecks Verbesserung des Parallelbetriebes der angeschlossenen Netze.

Diese grundsätzlichen Befugnisse der Direktion der zentralen Lastverteilungsanlage in Prag gestatten eine fruchtbare internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiete der Elektrizitätsverwertung.

Die industrielle Entwicklung der osteuropäischen Staaten wird durch ein rasches Wachstum gekennzeichnet, dem ein ebenso rascher Anstieg der Elektrizitätserzeugung und des Energieaustausches entspricht.

Obgleich die gegenseitigen Energielieferungen gegenüber der Elektrizitätserzeugung noch relativ gering blieben, haben sich die Verbundnetze mit ihren offensichtlichen Vorteilen bereits sehr gut bewährt.

Adresse des Autors:

Herr A. Georgescu, Vizeminister im Ministerium für Elektrische Energie der Sozialistischen Republik Rumänien, 33, Boulevard General Magheru, Bukarest.

Betrachtungen und Zusammenfassung der Diskussion

von P. Sevette, Genf

620.9 : 621.31(4)

Herr Direktor Van Mele hat Ihnen die Situation in Westeuropa beschrieben, und Herr Minister Georgescu hat seinerseits das Bild der entsprechenden Lage in den Oststaaten gezeichnet. Ich möchte nun einmal kurz die Tatsachen zusammenfassen, wie sie sich aus den beiden Vorträgen ergeben, dann untersuchen, warum es bisher keine leistungsfähige Verbindungsleitung zwischen den elektrischen Übertragungssystemen der beiden Ländergruppen gegeben hat, und schliesslich die sich bietenden Möglichkeiten auf diesem Gebiet herauschälen.

In bezug auf die *heutige Situation* kann man feststellen, dass im Westen eine Verbundleistung von 130 000 MW zur Verfügung steht, während die entsprechende Zahl für den Osten 40 000 MW beträgt. Betrachtet man aber nur die verfügbare jährliche Spitzenleistung, so fallen die Zahlen auf 120 000, beziehungsweise 30 000 MW. Aber diese etwas allgemeinen Angaben müssen näher untersucht werden.

— Es würde den Tatsachen nicht entsprechen, wollte man im Westen die in Grossbritannien, Spanien, Portugal, Jugoslawien und den skandinavischen Ländern verfügbaren Leistungen einfach zusammenzählen mit den in den UCPTE-Ländern verfügbaren Leistungen; obwohl diese etwelche Austauschlieferungen mit jenen vornehmen, begrenzt doch die Übertragungsfähigkeit der Leitungen und Kabel den Energieaustausch zwischen ihnen.

— Desgleichen trägt diese Leistungsangabe für den Osten nur der in der Ukraine verfügbaren Leistung Rechnung, also 840 MW, obwohl die installierte Leistung der Sowjetunion gegenwärtig 115 000 MW beträgt. Wenn auch die elektrischen Netze dieser Länder noch nicht vollständig zusammengeschlossen sind,

so wird dies doch in naher Zukunft der Fall sein, und man kann ungefähr voraussehen, dass es in kurzem in Europa sowohl im Osten wie im Westen zwei Ländergruppen geben wird, von denen jede über eine annähernd gleiche Verbundleistung in der Grössenordnung von 150 000 MW verfügen wird.

Man kann weiter feststellen, dass der Anteil der Ausfuhren oder Einfuhren im Verhältnis zur Gesamterzeugung im Mittel um 3 % herum schwankt. Die genauen Zahlen stellen sich wie folgt dar:

Ländergruppe	Prozentsatz der Ausfuhr	Prozentsatz der Einfuhr
UCPTE	4,1	3,9
UFIPTE	2,0	2,0
NORDEL	4,3	4,3
SUDEL	1,2	1,4
CAEM	3,0	3,0

In beiden Fällen auch erfolgt der grenzüberschreitende Energieverkehr aufgrund von im Allgemeinen zweiseitigen Verträgen zwischen den Werken der betreffenden Länder.

— Die Ausführung dieser Verträge wird überwacht durch regionale Organisationen, wie sie Ihnen beschrieben wurden, deren Struktur aber im Endeffekt nicht so verschieden ist, handle es sich nun um die Organisationen im Westen oder die zentrale Steuerung durch den Lastverteiler in Prag.

Schliesslich bestehen auf beiden Seiten 380 kV-Netze, die nach und nach ausgebaut werden.

Es drängt sich nun aber die Feststellung auf, dass zwischen Ost und West *keine Verbindung* besteht, welche den Austausch elektrischer Energie tatsächlich ermöglichen würde. Es besteht nur eine Verbindung, die 220 kV-Leitung zwischen Österreich und der Tschechoslowakei. Auch zwischen Jugoslawien und seinen Nachbarländern bestehen einige 110 kV-Leitungen, mit Ungarn, Rumänien, Bulgarien, Österreich und Italien, mit Griechenland in 150 kV, aber der gesamte Energieverkehr über all diese Leitungen hat 1965 nur 0,7 % der jugoslawischen Elektrizitätserzeugung ausgemacht. Der Bau einer 220 kV-Leitung zwischen Österreich und Ungarn ist für 1968 geplant. Man kann aber nicht von einem wirklichen Verbundbetrieb zwischen Ost und West reden, weil ja die genannten Leitungen im Separatbetrieb gefahren werden, indem einige Maschinengruppen des einen Landes mit einem isolierten Versorgungsgebiet des Nachbarlandes zusammengeschaltet sind.

Man kann sich fragen, welche *Gründe* zu dieser Lage geführt haben. Sicher liegt es nahe, die zwischen den Ländern von Ost- und Westeuropa während vieler Jahre bestehende Trennung auf politischem Gebiet anzuführen, der die Zeitungsschreiber als «Eiserner Vorhang» Gestalt und Namen gegeben haben. Trotzdem ist die Tatsache nicht abzustreiten, dass trotz dieses «Vorhanges» die Autobahnen stetsfort die Länder beider Gruppen verbunden haben. Ein Gleiches geschah mit den Eisenbahnen — trotz des Unterschiedes in der Spurweite, ein Unterschied, der unter Beachtung der Verhältnisse mit dem Spannungsunterschied zwischen elektrischen Netzen verglichen werden könnte, und der in diesem letzten Falle durch Einsatz der klassischen Transformatoren ausgeglichen werden kann. Man muss auch feststellen, dass die andern Energieträger durch den Vorhang nicht aufgehalten werden. Trotz ihren eigenen beträchtlichen Kohlenvorkommen führen die westeuropäischen Länder 5 % ihres Verbrauchs aus dem Osten ein. Sie beziehen von dort auch 4 % ihres Rohölverbrauchs. In diesen Mittelwerten verstecken sich allerdings für einzelne Länder bedeutend höhere Prozentsätze, bezieht doch zum Beispiel Italien 12 % seines Rohölverbrauchs aus der Sowjetunion. Ohne der Entwicklung vorgreifen zu wollen, kann man doch sagen, dass das Erdgas aus der Sowjetunion bald auch in den westlichen Ländern verbraucht werden wird, weil Italien, wenn die Verträge zum Abschluss kommen, über die gegenwärtig zwischen Italien und der Sowjetunion verhandelt wird, bis zu 60 % seines Haushalt-Gasverbrauchs durch eine Gasleitung aus der UdSSR beziehen wird, für deren Bau es die Rohre geliefert haben wird.

Es hat also bisher in der Tat nur die Elektrizität den «Eisernen Vorhang» nicht übersprungen, gewiss nicht aus Angst vor Kurzschlüssen, da ja die Isolation der Metalle seit geraumer Zeit schon beträchtliche Fortschritte gemacht hat . . .

Sicher könnte man auch an die mit dem Transport der elektrischen Energie verbundenen Hemmnisse denken. Dieser erfordert nämlich spezielle Einrichtungen, beträchtliche Investitionen, ist mit Verlusten behaftet; aber alle diese Schwierigkeiten waren kein Hindernis für die Entwicklung von Übertragungsnetzen, weder im Osten noch im Westen. Ein weiteres und wahrscheinlich grösseres Hemmnis liegt in der Schwierigkeit oder sogar Unmöglichkeit, grössere Distanzen zu überbrücken. Es ist ja bekannt, dass die Übertragung elektrischer Energie über Meer auf 150 km und über Land auf 1200 km beschränkt ist, wenn die höchste heute gebrauchte Spannung von 380 kV eingesetzt wird. Dies würde also Grossübertragungen von Sibirien nach Westeuropa ausschliessen, wenn sich daraus auch Vorteile ergeben könnten.

Der Gleichstrom würde es zwar erlauben, solche Grossübertragungen ins Auge zu fassen, weil die Einsparung eines Leiters bei Längen über 1000 km die Kosten der Endausrüstungen, Umformer und Gleichrichter, aufwiegen würde. So gibt es ein Projekt für den Transport nach dem Westen von elektrischer Energie aus Sibirien, unter einer Gleichspannung von 650 kV, von 5000 MW über 4000 km. Wenn solche Verbindungen zustande kämen, würden sie unter anderm die Ausnützung der Verschiebung zwischen den Belastungskurven der Regionen an beiden Leitungsenden infolge des Zeitunterschiedes gestatten.

Ich erwähne auch noch eine andere Form des Transportes elektrischer Energie über grosse Distanzen, sogar über die Meere

hinweg, nämlich den indirekten Transport. Gewisse Produkte, wie das metallische Aluminium, benötigen für die Fabrikation beträchtliche Mengen an Energie (15 000 kWh pro Tonne). Der Export von Produkten, zu deren Fabrikation das örtliche hydroelektrische Potential herangezogen wurde, erlaubt also die versteckte Übertragung elektrischer Energie in andere Länder.

Dies wäre in der Tat das einzige Mittel, das es Europa erlauben würde, die hydroelektrischen Schätze Afrikas auszunützen, die einen Drittel des Wasserkraftpotentials der Erde ausmachen.

Das Fehlen von Verbindungen zwischen dem Osten und dem Westen im Fall der elektrischen Energie ist letztlich darauf zurückzuführen, dass die Entwicklung des Verbundbetriebes zwischen den östlichen Ländern selbst jüngerem Datums ist. Es ist ja noch nicht so lange her, dass in diesem Raum ein 400 kV-Netz besteht. Übrigens würde der heute bestehende Unterschied in den verfügbaren Leistungen heikle Probleme in bezug auf die Stabilität der Netze und die Frequenzregelung aufwerfen. Diese Probleme wurden sowohl im Osten wie im Westen gelöst und könnten auch im Falle eines Verbundbetriebes zwischen den beiden Ländergruppen gelöst werden, allerdings nur bei schrittweisem Vorgehen.

Ich möchte hier an die Entwicklung des Verbundbetriebes in den französischen Netzen erinnern, woran ich seit 1940 Anteil hatte mit Herrn Bardon, der heute an der Spitze der UCPTE steht. Ich möchte auch die Erfahrung von Herrn Hochreutiner zu Rate ziehen, der seit geraumer Zeit bestrebt ist, ein ganzes Spinnennetz elektrischer Leitungen um sein Land aufzubauen. Es hat viele Jahre gedauert, bis die verschiedenen Zusammenschlüsse Tatsache geworden sind. Die erreichten Resultate werden nicht ohne Nutzen sein, wenn es darum geht, auf europäischer Ebene die zu überwindenden Schwierigkeiten einer raschern Lösung entgegenzuführen.

Welche *Aussichten* bieten sich nun heute für derartige Zusammenschlüsse und folglich für die Verstärkung des «Bindegliedes», welches die elektrische Energie zwischen Ost und West darstellt?

Meine Vorredner haben schon darauf hingewiesen, dass man unterscheiden müsse zwischen Energieverschiebungen «systematischer» Art von einem Land zum andern und «Austauschlieferungen» zwischen den Ländern — wenn man von den gelegentlichen Verschiebungen absehen will, die nur zur Hilfeleistung bei technischen Störungen in einem Land bestimmt sind.

Die *systematischen Verschiebungen* hängen wesentlich von langfristigen Verträgen ab und setzen daher den Bau von speziellen Leitungen voraus, um die Energiemengen zu übertragen; das ist zum Beispiel der Fall für jene Leitungen, welche die elektrische Energie aus dem Vorarlberg in die Bundesrepublik Deutschland übertragen. Sie können aus drei Gründen entstehen:

— Es kann sich vorerst einmal um einen Tausch handeln, wobei als Gegenleistung für elektrisches oder anderes Ausrüstungsmaterial elektrische Energie geliefert wird. Solche Verträge wurden unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg zwischen Frankreich einerseits, Italien und der Schweiz andererseits abgeschlossen. Ein ähnlicher Vertrag wurde letzthin zwischen der Tschechoslowakei und Rumänien abgeschlossen, für die Lieferung elektrischer Energie während Jahren durch das zweite Land. Obwohl solche Abmachungen im Endeffekt begrenzt sind, ist es nicht ausgeschlossen, dass sie sich in Zukunft weiter entwickeln. Sie sind übrigens jenen Verträgen ähnlich, die auf dem Gebiete des Rohöls und des Erdgases immer mehr zur Geltung kommen, indem diese Energieträger gegenwärtig als Zahlungsmittel für die Lieferung von Rohrleitungen durch die importierenden Länder angesehen werden.

— Obwohl es sich um einen Grenzfall handelt, erwähne ich als zweiten Grund für systematische Verschiebungen den gemeinsamen Bau von Kraftwerken durch zwei Länder. Dabei handelte es sich bisher meistens um den Bau von hydroelektrischen Kraftwerken an gemeinsamen Grenzflüssen. Obwohl das Kraftwerk tatsächlich auf dem Gebiet eines der beiden Länder stand, wurde ein Teil der erzeugten Energie systematisch dem andern zugeleitet, und zwar aufgrund dessen Eigentumsrechtes

am entsprechenden Teil des Flusswassers. Übrigens ist festzustellen, dass diese zur Tradition gewordene Regel vor kurzem durchbrochen wurde, indem das Projekt der Donaunutzung am Eisernen Tor den Bau je eines Kraftwerkes auf jugoslawischem und rumänischem Hoheitsgebiet vorsieht. Aber seitdem hat sich die Tendenz zum gemeinsamen Bau auch von Kernkraftwerken entwickelt, sei es im Rahmen der EURATOM zum Studium eines Reaktorprototyps, wie es in Chooz zwischen Frankreich und Belgien der Fall ist, sei es, um einen genügenden Markt zu schaffen für Kraftwerke sehr grosser Leistung — in der Grössenordnung von 500 bis 1000 MW pro Maschineneinheit — die wirtschaftlich lebensfähig und mit den konventionellen thermischen Kraftwerken konkurrenzfähig sind. Als Beispiel mag das in Spanien gemeinsam von diesem Land und von Frankreich gebaute Kraftwerk gelten, wobei das letztgenannte Land einen Teil der erzeugten Energie abnehmen soll.

— Die systematischen Verschiebungen beruhen aber vor allem auf Energieüberschüssen, über die eine Region oder ein Land im Augenblick noch verfügt, unter Berücksichtigung des eigenen Bedarfes und eines als normal betrachteten Zuwachses, der für die elektrische Energie einer Verdoppelung in zehn Jahren und für den Gesamtenergiebedarf einer Verdoppelung in zwanzig Jahren entspricht.

Wenn man nun aber zuerst einmal die brachliegenden Wasserkräfte betrachtet, muss man feststellen, dass diese in Europa begrenzt sind. Tatsächlich werden die Grosszahl der Länder, wie die Schweiz, Frankreich und Italien, deren hydro-elektrisches Potential während der letzten Jahrzehnte als beinahe unerschöpflich galt, den Ausbau ihrer wirtschaftlich nutzbaren Wasserkräfte in einigen Jahren vollendet haben. Es verbleiben höchstens noch Norwegen, die Türkei, Jugoslawien und natürlich die Sowjetunion, die auch heute noch über genügende Reserven verfügen, um langfristige systematische Ausfuhren zu ermöglichen.

Norwegen zieht es vor, seine Wasserkräfte im eigenen Land zu verwerten, um so der Industrie Energie zu günstigen Preisen anbieten zu können, da ja der Ausbau eines Anteils für den Export die Verteuerung des folgenden Anteils nach sich zieht. Das Potential der Türkei ist im Osten des Landes am Tigris und Euphrat konzentriert, und obwohl es sich dabei um eine noch nicht ausgebaute Energiemenge von 90 Milliarden kWh handelt, wird der Export nach Westeuropa eher an der grossen Distanz scheitern als am Fehlen eines genügend aufnahmefähigen Marktes. Was nun Jugoslawien betrifft, dessen Wasserkräfte vor einigen Jahren zu Projekten im Hinblick auf den Export Anlass gaben, so ist zu sagen, dass die Entwicklung des Verbrauchs in diesem Land derart schnell vor sich ging, dass er ohne weiteres die Erzeugung der verschiedenen projektierten Werke aufnehmen konnte, und es ist bezeichnend, dass er auch ohne Schwierigkeiten den Anteil an der Erzeugung des «Eisernen Tores» zu schlucken vermag, was immerhin 5 Milliarden kWh mit einer Leistung von 1000 MW entspricht.

Was die Kohle betrifft, so wird allgemein anerkannt, dass es wirtschaftlicher ist, sie in Zechenkraftwerken in elektrische Energie umzuwandeln und dann diese statt der Kohle zu transportieren, sofern es sich um Kohle mit einem Heizwert von weniger als 4000 kcal pro kg als Grenzwert handelt. Dies trifft umso mehr für die Braunkohle zu, welche wegen ihres hohen Wasser- und Aschengehaltes nicht ohne weiteres transportiert werden kann. Es gibt besonders in Polen sehr beträchtliche Braunkohlenlager, die auf etwa 40 Milliarden Tonnen geschätzt werden, und welche ohne Zweifel die Grundlage für den Export elektrischer Energie in Nachbarländer abgeben könnten; diese Möglichkeit war Gegenstand einer Voruntersuchung durch das Comité de l'Energie électrique der Commission Economique pour l'Europe (CEE) der Vereinten Nationen.

Die Möglichkeiten der Wasserkraft sind also begrenzt, und die Kohle kann auch nicht die Grundlage für bedeutende systematische Verschiebungen elektrischer Energie abgeben. Es ist noch beizufügen, dass die Wasserkraft und die Kohle mehr und mehr durch andere Energieträger ersetzt werden, so durch das Rohöl und das Erdgas, die leicht transportierbar sind und in Kraftwerken im Schwerpunkt der Verbrauchsgebiete verbrannt werden können. Diese Tendenz wird noch gesteigert durch die

Entwicklung grosser Kernkraftwerke, deren Standorte die Notwendigkeit von Energieverschiebungen von einem Land zum andern herabsetzen.

Was nun die *Austauschlieferungen* betrifft, so ist das Interesse daran offensichtlich und wurde auch bereits unterstrichen, handle es sich nun um Austauschlieferungen wegen den Unterschieden im Wasserdargebot verschiedener Regionen oder zwischen einem vorwiegend auf hydraulische und einem vorwiegend auf thermische Erzeugung angewiesenen Landesteil, um Austauschlieferungen auf Gegenseitigkeit infolge Unterhaltsarbeiten in einem Landesteil, der dann vom andern die den stillgesetzten Anlagen entsprechende Lieferung erhält, um tägliche Austauschlieferungen schliesslich zwischen Ländern mit unterschiedlichem Belastungsverlauf infolge des Unterschiedes in der Uhrzeit. Nun aber zeigt ein Vergleich der Belastungskurven und der Spitzen diesseits und jenseits der Grenze zwischen Ost- und Westeuropa, dass die Bedingungen für solche Ausgleichslieferungen erfüllt sind. Sie verlangen nicht den Bau von speziellen Leitungen über grosse Distanzen, sondern setzen nur eine Anzahl von Verbindungen voraus, die nach und nach verwirklicht werden können, damit anstelle der heute getrennten Netze allmählich immer grössere Netzverbände treten können. In dieser Richtung eher als in jener systematischer Verschiebungen muss die Verwirklichung des «Bindegliedes» gesucht werden, welches der heutigen Debatte das Thema gibt.

Bevor ich nun den Rednern, die an der Diskussion teilnehmen wollen, das Wort erteile, möchte ich noch einem Schreckgespenst zu Leibe rücken: jenem der «Versorgungssicherheit», die jedesmal aufs Tapet kommt, wenn vom Austausch zwischen Ost und West die Rede ist, ganz besonders auf dem für die Wirtschaft jedes Land lebenswichtigem Gebiete der Energie. Die Untersuchung der heutigen Lage hat ergeben, dass der Anteil der Einfuhr oder Ausfuhr elektrischer Energie an der Gesamterzeugung innerhalb der verschiedenen Ländergruppen ungefähr 3 % beträgt. Das Total der Ein- und Ausfuhren strebt mithin gegen Null, wie die nachfolgenden Zahlen beweisen.

Ländergruppe	Ausfuhr	Einfuhr (in Milliarden kWh)	Total
UCPTE	+ 17,9	— 17,0	+ 0,9
UFIPTE	+ 2,8	— 2,8	0
NORDEL	+ 5,2	— 5,2	0
SUDEL	+ 1,4	— 1,6	— 0,2
CAEM	+ 5,1	— 5,1	0

Gewiss, diese Globalzahlen zeigen für die einzelnen Länder merklich grössere Unterschiede. So betrug zum Beispiel 1965 die Bilanz für einige von ihnen:

Westukraine	+ 36 %
Österreich	+ 10 %
Schweiz	+ 10 %
Portugal	— 10 %
Ungarn	— 13 %
Dänemark	— 31 %

Es besteht anscheinend kein Grund, dass das heutige Ausmass der Austauschlieferungen in den verschiedenen Ländergruppen im Falle eines Verbundbetriebes zwischen Ost und West zunehmen sollte, so dass die Angst um die Versorgungssicherheit nicht aufkommen kann im Verhältnis zu den gegenseitigen Vorteilen aus diesen Austauschlieferungen.

Dabei wurden ja gerade im Namen dieser Versorgungssicherheit die Verwaltungsvorschriften in einer Anzahl europäischer Länder geschaffen, damit die Regierungen eine Kontrolle der verschiedenen Ein- und Ausfuhren durch die privaten oder staatlichen Betriebe ausüben können. Wenn auch solche Kontrollen angezeigt erscheinen, wo es sich um systematische Energieverschiebungen handelt, so verlieren sie doch jede Berechtigung gegenüber den Austauschlieferungen, und es ist unter anderm unserm Comité de l'Energie électrique zu verdanken, dass sie nach und nach ausser Kraft gesetzt wurden.

Übrigens hat die Vielfalt der Energieerzeugungsmittel diese Frage hinfällig werden lassen, weil ja die thermischen Kraftwerke je länger je mehr Energieträger verwenden, die in den meisten Fällen vom Ausland bezogen werden. Die Frage der Versorgungssicherheit stellt sich demnach auf einer andern Ebene, jener der Energie ganz allgemein, und es muss festgestellt werden, dass Westeuropa, dessen Energieverbrauch 1964 zum Beispiel 1004 Millionen Tonnen SKE betrug, deren nur 584 selbst erzeugte und demnach 43 % seines Verbrauches einfuhrte. Für die Schweiz lauten die entsprechenden Zahlen 14.6, 2.7 und 80 %. Es besteht keine Aussicht, dass sich diese Lage in Zukunft ändern werde, wenn man die geringen Ölreserven Europas in Betracht zieht. Gewiss, das Erdgas aus Holland und der Nordsee kann dieses Problem mildern, ebenso die Kernenergie. Die Lagerung des Urans insbesondere vermag die Sicherheit zu erhöhen, weil im Fall der Spaltung allein eine Tonne Uran 10 000 Tonnen Kohle entspricht, aber die Abhängigkeit der Länder ohne Uranvorkommen von den Erzeugerländern bleibt doch gross. Diese wird noch verstärkt durch den Umstand, dass der Verkauf von Uran, sei es auf dem Wege bilateraler Abkommen, sei es über eine internationale Organisation wie die EURATOM oder die IAEA, verbunden ist mit einer strikten Kontrolle, die Gewähr bieten soll, dass das Uran ausschliesslich zu friedlichen Zwecken verwendet wird.

Übrigens, wenn die Länder, welche die Kernenergie einsetzen wollen, nicht über eine Industrie verfügen, die fähig ist, Umhüllungen für das Uran herzustellen, den bestrahlten Brennstoff aufzubereiten oder Reaktoren zu bauen, so dürfte ihre Abhängigkeit vom Ausland weit stärker zunehmen als im Falle des einfachen Importes klassischer Brennstoffe.

Es obliegt jedem einzelnen Lande, seine Energiepolitik zu definieren, je nach seiner Auffassung von der Versorgungssicherheit. Die Verbraucher, die Lieferanten und die Staaten sehen sich

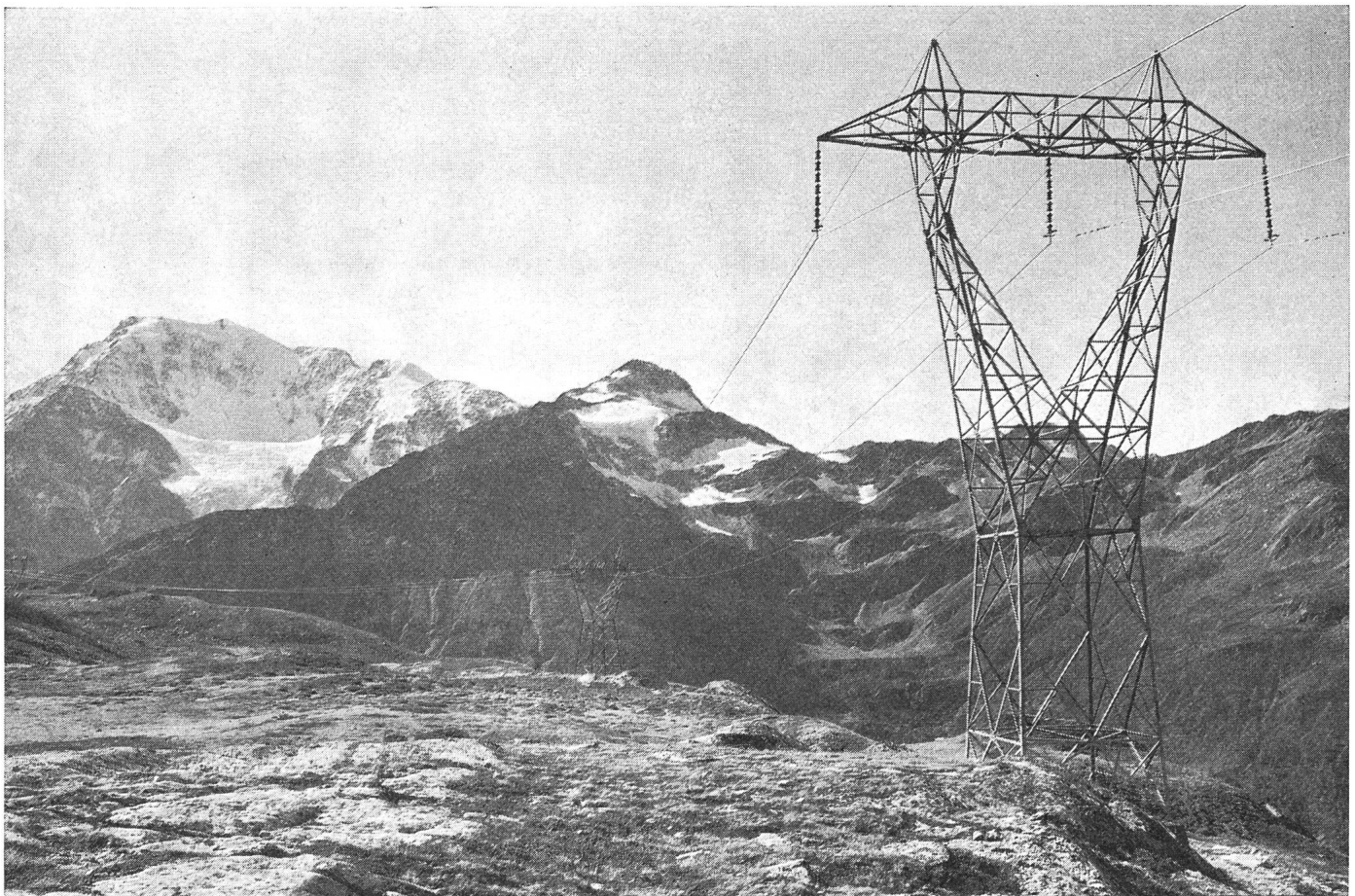
gezwungen, eine Anzahl Massnahmen zu ergreifen, die bestehen können entweder in einer Beschränkung der Einfuhren oder in einer gewissen Hilfe für die nationale Erzeugung, ferner in der Anlage von Vorräten, schliesslich noch in einer möglichst grossen Vielfalt der Bezugsquellen. Diese Massnahmen kosten meistens Geld, und die Antwort auf die Frage der Sicherheit erfordert eine Entscheidung: entweder erstrebt man eine vollkommene Sicherheit und dann muss man einen höheren Energiepreis in Kauf nehmen (in der Grössenordnung von 10 %, wenn man dem letzten französischen Fünfjahresplan Glauben schenken will), oder aber man verzichtet auf diese Sicherheit und kann dann auf einen niedrigeren Energiepreis zählen.

Nach diesen Bemerkungen eröffne ich die Diskussion ¹⁾.

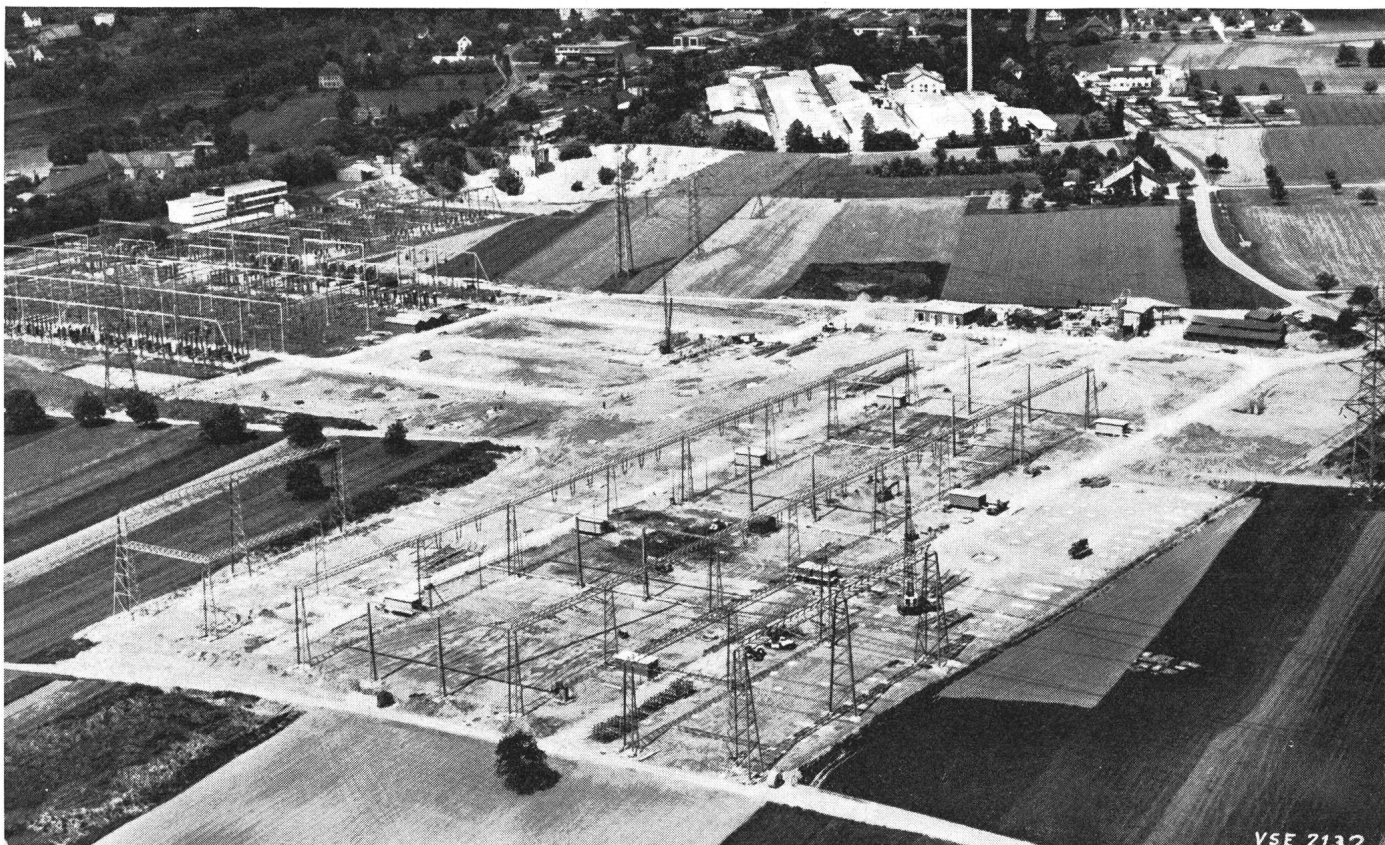
Herr R. Hochreutiner (Direktor des Kraftwerkes Laufenburg und der Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg, Schweiz) gibt der Meinung Ausdruck, dass die Schweiz infolge ihrer geographischen Lage ganz natürlicherweise so aktiven Anteil an den internationalen Austauschlieferungen genommen habe. Diese kamen zuerst nur in Form von regionalen Lieferungen an Deutschland, Frankreich und Italien vor. Nach dem Zweiten Weltkrieg hat der Bau grosser Speicherwerke und die Entstehung eines 220 kV-Netzes neue Möglichkeiten der internationalen Zusammenarbeit eröffnet. Die Parallelschaltung dieses Netzes mit denen der Nachbarländer, Folge des Verbundbetriebes, erlaubte eine bemerkenswerte Entwicklung des Energieverkehrs mit dem Ausland. Die Bedeutung der Schweiz kann durch folgende Zahlen belegt werden:

Im hydrographischen Jahr vom 1. Oktober 1965 bis zum 30. September 1966 erreichte die Energieausfuhr 6,2 Milliarden kWh, die Energieeinfuhr 1,8 Milliarden kWh, insgesamt also ein

¹⁾ Die folgende Zusammenfassung der Diskussion wurde von Herrn Sevette aufgrund der an der Sitzung gemachten Notizen erstellt, da kein Diskussionsteilnehmer einen Text eingereicht hat.



220 kV-Leitung über den Simplonpass
(vorläufig mit 150 kV betrieben)



Schaltanlage Laufenburg

(Photo COMET Zürich)

links oben: Anlagen für 150 und 220 kV; mitte unten: 380 kV-Anlage im Bau

Energieverkehr mit dem Ausland von 8 Milliarden kWh entsprechend 35 % des Landesverbrauchs.

Wie aus der Darstellung des Schweizernetzes ersichtlich ist, verfügt die Schweiz gegenwärtig über

- 3 Leitungen unter 220 kV nach Deutschland
- 5 Leitungen nach Frankreich, wovon 2 über Laufenburg-Kembs, 2 über Riddes-Génissiat und 1 über Verbois-Génissiat
- 5 Leitungen nach Italien, wovon 2 über Laufenburg-Grosser St. Bernhard, 3 Einzelleitungen über Airola-Ponte, Lavorgo-Mese und Soazza-Mese.

1966 wurde ein neuer Schritt getan durch die Inbetriebsetzung einer 380 kV-Leitung zwischen dem Unterwerk Breite bei Winterthur und Tiengen in Deutschland. Nächstens wird diese 380 kV-Verbindung noch verstärkt werden durch eine Leitung Laufenburg-Tiengen und eine Leitung Laufenburg-Kühmoos im Schwarzwald.

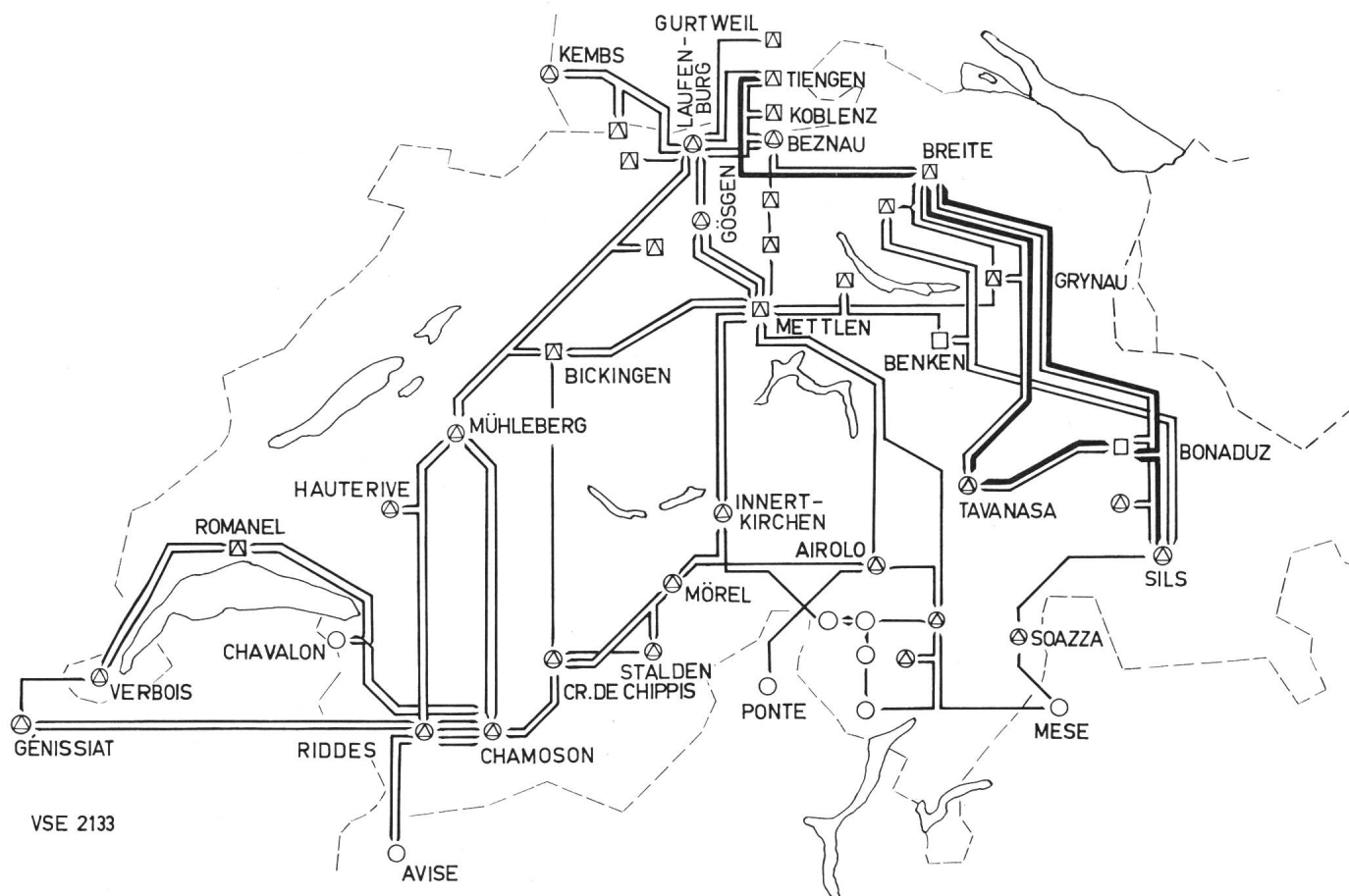
Auch in Richtung Frankreich sollen in den Jahren 1967 und 1968 Leitungen dieser Spannungsstufe in Betrieb genommen werden, eine von Laufenburg nach Kembs-Sierentz, die zweite von Laufenburg über Bassecourt-Sierentz. Besprechungen sind im Gange mit Italien, um die Aufnahme der Verbindung in 380 kV mit diesem Lande zu prüfen.

Diese Entwicklung zeigt, dass die Schweiz am internationalen Energieverkehr aktiv teilhat. Durch ihr Mitmachen bei der UCPTE seit ihrer Gründung wollte sie ihre Solidarität mit den westeuropäischen Kollegen bekunden. Diese Gemeinschaftsarbeit kann gar nicht genug unterstrichen werden. Die schweizerische Elektrizitätserzeugung, hauptsächlich aus Wasserkraft, konnte so auf sehr rationelle Art eingebaut werden in einen grossen Erzeugungsbezirk, vorwiegend aus Wärmekraft, wie es in Deutschland und Frankreich zum Beispiel der Fall ist.

Herr Bardon (Direktor der Electricité de France und gegenwärtiger Vorsitzender der UCPTE) gibt eingangs seiner Meinung Ausdruck, dass der Austausch elektrischer Energie zwischen Ost und West nicht nur den heutigen politischen Absichten gemäss ist, sondern auch den wirtschaftlichen Gegebenheiten der beiden bestehenden Systeme. Er stellt fest, dass sich die europäischen Landesnetze sowohl im Osten wie im Westen nach und nach zusammengeschlossen haben und er sieht keine Schwierigkeiten, dass sich diese Entwicklung nicht noch beschleunigen könnte.

Er möchte immerhin unterstreichen, dass einer der hauptsächlichsten Gründe des Austausches elektrischer Energie in den freundschaftlichen Beziehungen zu suchen ist, die sich zwischen den verantwortlichen Betriebsleitern der betreffenden Netze herausbilden. Solche Beziehungen haben zwischen Frankreich und der Schweiz, zum Beispiel zwischen Lyon und Genf, Mühlhausen und der Region Basel, zur Lösung der kleinen, täglich auftretenden Probleme geführt, welche ganz unabhängig sind von den grossen technischen Fragen, die in internationalen Gremien wie der Commission Economique pour l'Europe der Vereinten Nationen behandelt werden. Wenn die Betriebsleute gut bekannt sind miteinander, wenn sie gewohnt sind, häufig zusammenzukommen, so lösen sich erfahrungsgemäss die Probleme von selbst. Es gibt keinen Grund, dass solche Beziehungen nicht auch mit den Verantwortlichen der Oststaaten aufgenommen werden sollten, und es bestehen ohne Zweifel auf diesem Gebiet interessante Möglichkeiten zur Zusammenarbeit aus der natürlichen gegenseitigen Ergänzung.

Herr Bardon möchte einen kleinen Beitrag an diese Gespräche leisten in bezug auf die Technik des Verbundbetriebes. Die grossen Probleme scheinen zweifelsohne schon gelöst oder werden in Kurzem gelöst sein, was zum grössten Teil auf die Anstrengungen der Gelehrten, der Ingenieure und der Commission Electrotechnique Internationale (CEI) zurückzuführen ist, die in der Ver-



Schweizerisches Netz

- Schaltanlagen ohne Einspeisung und ohne Verbrauch
- Schaltanlagen mit Generatoreinspeisung
- ⊗ Schaltanlagen mit Kuppeltransformator

- ⊗ Schaltanlagen mit Kuppeltransformator und Generatoreinspeisungen
- Leitungen mit 380 kV
- Leitungen mit 220 kV

gangenheit die heute von allen angenommenen Normen geschaffen hat, hauptsächlich auf dem Gebiet des Drehstroms. Die Spannungen wurden gleichfalls genormt, so dass der Netzzusammenschluss keine kostspieligen Transformatoren bedingt, und die Regulierung der Wirkleistung scheint vorzüglich zu spielen. Ein Gleiches kann von der Regulierung der Blindleistung behauptet werden, was die Einhaltung genauer Spannungswerte erlaubt und unnütze Überlastungen der Transformatoren verunmöglicht. Schliesslich scheinen auch, was nicht zu vernachlässigen ist, die Fragen der Abrechnung gelöst zu sein, wenn man daran denkt, dass Leiter der Lastverteiler durch einfache Mitteilungen wirtschaftliche Austausche vornehmen und unmittelbar anschliessend den buchmässigen Abschluss tätigen können.

Wenn es nun auch scheinen mag, als gehe alles wie am Schnürchen, so denkt Herr Bardon doch, dass man in eine Lage gerät, die eine gewisse Vorsicht gebietet, da die Schaltungen immer komplizierter und die Ringleitungen immer zahlreicher werden. Der Verbundbetrieb ist wohl möglich, aber er verlangt eine spezielle Koordination der Anstrengungen der verantwortlichen Ingenieure der Lastverteiler, welche ihre gegenseitigen Kontakte vermehren und genau im Bild sein müssen über die Regeln des Leitungsschutzes im internationalen Betrieb. Dieses Problem muss demnach gemeinsam gründlich studiert werden, damit im Störfalle die Auswirkungen zum Voraus abgeschätzt werden in bezug auf Spannungsabsenkungen an bestimmten Orten und auf Leistungsverluste in Serie, die zur Unordnung führen.

Die jüngsten Erfahrungen einiger amerikanischer Netzverbände im November 1965 beweisen, dass das Aufstellen solcher Regeln die Störungen verhindert oder wenigstens vermindert hätte.

Herr D. Tonini (Professor an der Universität von Padua, Italien) möchte die Tätigkeit eines intergouvernementalen Syndikates in Erinnerung rufen, das vor mehreren Jahren mit Hilfe des Comité de l'Energie électrique gegründet wurde unter dem Namen JUGELEXPORT. Sein Programm bestand darin, auf jugoslawischem Gebiet hydro-elektrische Kraftwerke zu bauen, deren Erzeugung für Österreich, Italien und die Bundesrepublik Deutschland bestimmt gewesen wäre. Als eine der möglichen Lösungen wurde die Verlegung eines Unterwasserkabels zwischen Süd-Jugoslawien und Süditalien durch das adriatische Meer ins Auge gefasst. Er unterstreicht, dass die Technik der Unterwasserkabel während den letzten Jahren gewaltige Fortschritte gemacht hat, und er erwähnt in diesem Zusammenhang die Verbindung zwischen Korsika und der Toscana.

Herr E. Marciani (Direktor der ENEL, Italien) unterstreicht seinerseits, dass sein Land über die Zusammenarbeit zwischen den westeuropäischen Staaten auf dem Gebiete der elektrischen Energie sehr erfreut ist und daraus Vorteile für die Sicherheit seiner Versorgung gezogen hat. Obwohl die Austauschlieferungen Italiens mit seinen Nachbarn Frankreich, der Schweiz und Jugoslawien nur ein Randproblem darstellen, ist doch ihre Bedeutung sehr gross, vor allem wenn man das Problem der Leistung betrachtet.

Er glaubt, dass ein gewisser Optimismus in bezug auf die Entwicklung des Energieverkehrs zwischen Ost- und Westeuropa am Platze ist und erinnert an die Möglichkeit der Umwandlung in elektrische Energie der polnischen Braunkohle, die vom Comité de l'Energie électrique untersucht wurde.

Er unterstreicht schliesslich, dass eines der Ziele dieses Komitees gerade in der Unterstützung der Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedsländern besteht. Nun aber ist die Entwicklung des grenzüberschreitenden elektrischen Energieverkehrs durch die Aufhebung einer Reihe von Verwaltungsvorschriften, die ihm entgegenstehen, gerade ein Gebiet, wo diese Zusammenarbeit sich nützlich auswirken kann.

Herr H. Meitzner (Direktor im Bundesministerium für Wirtschaft, Deutschland) erinnert vorerst daran, dass der Energieverkehr zwischen seinem Land und den Nachbarländern etwa 10 Milliarden kWh im Jahr ausmacht, was 7 % der Jahreserzeugung entspricht. Er glaubt, dass solche Austauschlieferungen die Versorgungssicherheit seines Landes nicht gefährden und dass dem auch im Falle einer Verbindung mit den Oststaaten so wäre. Er meint aber, dass für die Gewährleistung der Stabilität des Verbundnetzes in Anbetracht der gewaltigen Leistungen in den Ländern des Ostens wie des Westens eine Doppelleitung von 380 kV ungenügend wäre. Bei den beträchtlichen Investitionen für ein derartiges Netz sollte man also vorerst abklären, ob die wirtschaftlichen Bedingungen solcher Austauschlieferungen erfüllt sind. Einer der Hauptgründe für den Energieverkehr zwischen den westlichen Ländern war ja gerade die Tatsache, dass es dort Länder mit vorwiegend hydraulischer und Länder mit vorwiegend thermischer Erzeugung gab. Die Situation zwischen Ost und West scheint nun aber sehr verschieden zu sein, da es sich eher um Verschiebungen zwischen Ländergruppen mit hauptsächlich thermischer Erzeugung handelt, die sich überdies in zunehmendem Masse auf die Kernenergie stützen muss.

Herr Meitzner möchte noch auf eine spezielle Schwierigkeit in seinem Land hinweisen, nämlich sein Überangebot an Kohle, was sein Interesse am Import anderer Energieträger vermindert. Er spricht sich aber für eine Studie aus, welche die Bedingungen herauschälen würde, unter denen ein derartiger Verbundbetrieb zwischen Ost und West ausführbar wäre.

Herr W. Kovats (Direktor im Ministerium für Verkehr und staatliche Betriebe, Österreich), ist auch der Meinung, dass ein Verbundnetz sehr hoher Spannung nötig wäre. Der Verbundbetrieb ist aber nur gerechtfertigt, wenn die zu übertragenden Leistungen gross sind.

Er glaubt, dass in den nächsten zehn Jahren die Grundlast immer mehr von im Schwerpunkt der Verbraucherzentren gebauten Kernkraftwerken übernommen wird, und dass Verbindungen vor allem mit Spitzenkraftwerken, speziell Pumpspeicherwerken hergestellt werden müssen. Tatsächlich muss man nur feststellen, dass solche Verbindungen eher in Nord-Süd-Richtung verlaufen werden, weil ja in den Alpen die günstigsten Bedingungen zum Bau grosser Pumpspeicherwerke zu finden sind.

Daneben ist er der Meinung, dass es auch vom politischen Standpunkt aus wünschbar wäre, dass sich Verbindungen zwischen Ost und West einstellen, aber es müssten zuerst die wirtschaftlichen Bedingungen hierfür erfüllt sein.

Herr G. Van Rhyn (Leiter der Abteilung Energie und Elektrizität der Commission Economique pour l'Europe) stellt fest, dass die Länder des Westens die Möglichkeit des Energieaustausches über die schon erwähnten Gebilde gefunden haben, ohne einen zentralen Lastverteiler zu schaffen, wogegen die Länder des Ostens, obwohl die Gesamtleistung ihrer im Verbund zusammengeschlossenen Werke kleiner ist, über einen zentralen Lastverteiler in Prag zur Koordinierung des gesamten Energieaustausches verfügen.

Er möchte die Ansichten der Herren Van Mele und Georgescu über die Gründe hören, die zu diesen verschiedenen Lösungen geführt haben.

Herr Van Mele meint, dass die Verbindungen zwischen den verschiedenen Landeslastverteilern bei weitem genügen, so dass die Notwendigkeit eines Organs, welches das heutige System nur schwerfälliger machen würde, sich nicht aufdrängt.

Herr Georgescu begründet den Bau eines Lastverteilers in Prag mit der historischen Entwicklung, indem zuerst ein Lieferungsvertrag zwischen der Sowjetunion und Ungarn bestand, dem sich dann ein Vertrag zwischen Rumänien und der Tschechoslowakei überlagerte. Die beiden Hauptrichtungen dieser Energielieferungen kreuzten sich in Mukatchevo, auf dem Gebiet der westlichen Ukraine. Es stellte sich damit die Frage nach der angemessensten Lösung des Problems dieser beiden Lieferungen in Verbindung mit der Ausnützung der Vorteile aus dem Vorhandensein der Netze, nämlich die gegenseitige Hilfeleistung bei Ausfällen und die Ausnützung des Unterschiedes in den Uhrzeiten.

Er unterstreicht aber, dass der Lastverteiler von Prag kein Organismus ist, welcher den nationalen Organisationen übergeordnet wäre, sondern dass sein Ziel die Überwachung der Ausführung der zwischen den Mitgliedstaaten abgeschlossenen Verträge ist. Er erlaubt aber die Erreichung einer genügenden Flexibilität, um im Rahmen der bestehenden Verträge zeitweilige Ausgleichslieferungen vorzunehmen.

Herr Sevette stellt fest, dass die Zeit schon weit vorgeschritten ist, und möchte der Société Générale pour l'Industrie nochmals danken für ihre Initiative, welche diesen fruchtbaren Gedankenaustausch über ein sehr aktuelles Thema erlaubte. Er dankt auch den Vortragenden für ihren Beitrag. Das Problem ist zu weit-schichtig, um in so kurzer Zeit behandelt zu werden, und seine Gegebenheiten befinden sich darüberhinaus in beständiger Entwicklung unter dem Einfluss der Entdeckung neuer Energiequellen und der für unsere Zeit bezeichnenden Beschleunigung des Fortschritts. Es ergibt sich aus der Besprechung, dass, wenn schon die Zukunft der systematischen Energieverschiebungen über längere Zeiträume sehr unsicher ist, die Möglichkeiten von Austauschlieferungen dagegen vielversprechend sind, und dass diese die Versorgungssicherheit der teilnehmenden Länder nicht gefährden. Es ist demnach wahrscheinlich, dass aufgrund von wirtschaftlichen Studien nach und nach Verbundleitungen über die Grenzen hinweg entstehen werden, und dass die Elektrizität ihrerseits zum «Bindeglied Europas» wird. D: AE

Sicherheit durch Sicherung

Unter obigem Titel veröffentlichte Herr Dr. med. M. Kletzändler in der Zeitschrift «Der neue Motor-Service», 13. Jahrgang, Nr. 13 vom 22. Juni 1966, einige Überlegungen zum Unfallproblem.

Es untersucht dabei das Verhältnis der Unfallhäufigkeit im Strassenverkehr, in der Gasversorgung und in der Elek-

trizitätsversorgung der Schweiz, wobei er die Anzahl tödlicher Unfälle auf je 10 Billionen Kilokalorien ausrechnet.

An den Anfang der Betrachtungen setzt der Autor die nachstehende Zusammenstellung über den Energieinhalt verschiedener Fahrzeugtypen bei bestimmten Geschwindigkeiten.

614.8 : 621.316.9