Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 50 (1959)

Heft: 22

Rubrik: Energie-Erzeugung und -Verteilung : die Seiten des VSE

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 08.08.2025

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

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Die Atomtechnik in der Bundesrepublik

621.039(43)

An der Generalversammlung der Schweizerischen Gesellschaft für chemische Industrie, die am 24./25. September 1959 in Schaffhausen stattfand, orientierte Prof. Dr. K. Wirtz (Karlsruhe) in einem sehr instruktiven Vortrag über die Entwicklung und den heutigen Stand der Atomtechnik in Westdeutschland. Wir bringen nachstehend eine Zusammenfassung dieses Referates. *Red.*

Lors de l'assemblée générale de la Société suisse des industries chimiques, qui s'est tenue les 24 et 25 septembre 1959 à Schaffhouse, le professeur K. Wirtz, de Karlsruhe, a prononcé une conférence très instructive sur le développement et la situation actuelle de l'industrie nucléaire en Allemagne occidentale. Nous donnons ci-après un résumé de cet exposé. *réd.*

Organisationen der Atomwirtschaft

Erst durch die im Mai 1955 abgeschlossenen Deutschlandverträge wurden die politischen Voraussetzungen für eine Betätigung der Bundesrepublik auf dem Gebiete der friedlichen Anwendung der Atomenergie geschaffen. Im Oktober 1955 errichtete die Bundesregierung ein *Bundesministerium für Atomfragen* mit dem Auftrag, alle mit der Forschung und Nutzung der Atomenergie für friedliche Zwecke zusammenhängenden Fragen zu bearbeiten, und zwar vor allem die Förderung der Forschung, den Strahlenschutz, den Aufbau einer friedlichen Atomwirtschaft und die internationale Zusammenarbeit. Zu Beginn des Jahres 1956 wurde sodann eine ehrenamtliche deutsche *Atomkommission,* deren Aufgabe die Beratung des Bundesatomministeriums in fachlichen und wirtschaftlichen Fragen ist, ins Leben gerufen. Schliesslich wurde anfangs 1959 beim Bundesministerium für Atomfragen eine aus unabhängigen Experten zusammengesetzte *Reaktorsicherheitskommission* gebildet. Sie begutachtet die ihr zugeleiteten Sicherheitsberichte von Kernreaktoren daraufhin, ob die gesetzlichen und nach dem Stand der Technik notwendigen Sicherheitsbedingungen erfüllt sind.

Neben diesen staatlichen Instanzen entstanden zahlreiche Vereinigungen mit wissenschaftlichem, wirtschaftlichem und politischem Hintergrund, die sich mit Atomenergie zu befassen wünschten. In jüngster Zeit schlossen sich vier der wichtigsten Institutionen zu einem *Atomforum* zusammen, nämlich die «Arbeitsgemeinschaft für Kerntechnik (AFK)», die sich Fragen der Normung, der Dokumentation, der Aufstellung von Richtlinien, Arbeitsblättern usw. zuwendet, die «Physikalische Studiengesellschaft Düsseldorf», die vor Jahren die ersten Vorbereitungen für das Reaktorzentrum Karlsruhe getroffen hatte und der Industrie nahesteht, die «Deutsche Gesellschaft für Atomenergie e. V.» und die Gesellschaft «Atome für den Frieden e. V.», die die Absicht hat, sich Ausstellungen und internationalen Kontakten zu widmen.

Internationale Verpflichtungen

Die Bundesrepublik beteiligt sich an der EURATOM, an der Europäischen Kernenergieagentur der OEEC und an der Internationalen Atomenergieagentur der UNO in Wien, sowie an verschiedenen von diesen Organisationen geschaffenen Institutionen, wie beispielsweise der Anlage der OEEC in Mol (Belgien) zur Aufbereitung von Kernbrennstoffen, an den Forschungsarbeiten in Halden (Norwegen und in Winfrith Heath (England). Schliesslich hat die Bundesrepublik Forschungs- und Kraftreaktorabkommen mit den USA und Grossbritannien sowie ein Atomabkommen mit Kanada abgeschlossen.

Rechtsgrundlagen

Zur Zeit gilt in der Bundesrepublik noch ein Gesetz der Alliierten Hohen Kommission vom Jahre 1950, das die militärische und friedliche Nutzung der Atomenergie verhindern sollte. Es soll nun durch ein Bundesatomgesetz abgelöst werden. Bezüglich der Haftung sieht der Gesetzesentwurf vor, dass der Bund die Haftpflichtigen von einer gewissen versicherbaren Summe an bis zum Betrag von 500 Millionen DM, für welchen Betrag der Bund die Schadenersatzleistung übernimmt, entlastet.

Der Strahlenschutz soll durch Rechtsverordnung geregelt werden, womit vermieden wird, dass Änderungen der Zahlenwerte dem Parlament vorgelegt werden müssen.

Bisher ist das Bundesatomgesetz nicht verabschiedet worden. Im Hinblick auf die verschiedenen Reaktorprojekte sahen sich deshalb die einzelnen Länder veranlasst, eigene Überbrückungsgesetze zu erlassen, so Bayern, Hessen, Hamburg, Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg, Schleswig-Holstein und Berlin.

Forschungsanlagen

Nach der ersten Genfer Konferenz im Jahre 1955 wurden mit Unterstützung durch das Bundesatomministerium von der Industrie und Bundesländern Forschungsreaktoren aus dem Ausland bestellt, so u. a. ein Swimming-Pool-Reaktor für die Technische Hochschule München und Water-Boiler-Reaktoren für die Universitäten Frankfurt/Main und Berlin. In Hamburg vereinigten sich die Interessen der Universität mit denen der Schiffswerften und führten zur Gründung der Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schiffahrt, die ein kleines

Forschungszentrum mit einem Swimming-Pool-Reaktor in Geesthacht bei Hamburg gründete. Ein weiteres Forschungszentrum wird in Jülich in Nordrhein-Westfalen aufgebaut; es wird ausgerüstet mit einem Swimming-Pool-Reaktor und einem grossen Materialversuchsrekator des DIDO-Typs, welche den Hochschulen Aachen, Bonn, Köln und Münster zur Verfügung stehen sollen. Die Reaktoren in München, Frankfurt, Berlin und Hamburg sind inzwischen kritisch geworden. Alle aufgeführten Anlagen dienen vor allem Ausbildungszwecken.

Als erste eigene Reaktorentwicklung wurde im Atomforschungszentrum in Karlsruhe ein Forschungsreaktor von 12 MW thermischer Leistung mit natürlichem Uran als Brennstoff und schwerem Wasser als Moderator und Kühlmittel gebaut; es handelt sich um einen dem kanadischen NRX-Reaktor und dem schweizerischen «Diorit» ähnlichen Typ. Er verdankt seine Entstehung dem Wunsch, grössere von Staat und Industrie gemeinsam betreute Forschungszentren zu gründen. Die Mittel für den Reaktor und für ein neutronenphysikalisches Institut samt Hilfseinrichtungen, von zusammen etwa 60 Millionen DM, stammen je zu 50 % von der öffentlichen Hand und von der Industrie. Eine zweite Ausbaustufe, die u. a. Forschungsinstitute für Radiochemie, Isotopentrennung, Strahlungsphysik, Biologie, Plutoniumfragen usw. betrifft, soll vollumfänglich von der öffentlichen Hand finanziert werden. Dass sich die Bundesrepublik entschlossen hat, in einem relativ späten Zeitpunkt einen eigenen Forschungsreaktor zu entwickeln, entsprang dem Wunsch, an einer einfachen Aufgabe einen Stamm von Fachkräften für die ungleich schwierigeren Aufgaben des Baues von Leistungsreaktoren heranzubilden. Zur Zeit sind in Karlsruhe etwa 700 Personen tätig, und für die nächsten Jahre wird mit einer Verdoppelung gerechnet.

Neben diesen Forschungseinrichtungen ist nach Auffassung von Prof. Wirtz die Leistungsfähigkeit der deutschen metallurgischen, chemischen, elektrotechnischen und maschinenbauenden Industrie das stärkste Unterpfand für eine eigene Atomenergieentwicklung. Diese Industrien haben bereits selbst grosse Mittel in die Errichtung von Produktionsanlagen investiert.

Atomprogramm

Das eigentliche Anliegen bildet die Entwicklung und Herstellung eigener Leistungsrekatoren zur Gewinnung von Atomenergie. Dabei steht weniger die Sicherstellung der Energieversorgung als vielmehr die Erkenntnis im Vordergrund, dass ein Industrieland sich die neue Technik zu eigen machen muss. Es konnte deshalb nicht das Ziel sein, lediglich Reaktoren, die im Ausland entwickelt worden waren, in Lizenz zu nehmen oder gar zu kaufen. Verschiedene deutsche Industrien haben deshalb Reaktorentwicklungsgruppen aufzubauen begonnen und sich der Entwicklung von Kernkraftwerken zugewandt. Diese Bestrebungen führten 1957 zur Aufstellung eines Atomenergieprogramms. Bei dessen Ausarbeitung war die besondere Lage der Bundesrepublik, der Stand der Kerntechnik im Ausland und die Möglichkeiten der Beschaffung von Kernbrennstoffen und speziellen Materialien zu berücksichtigen, sowie auch dem Umstand Rechnung zu tragen, dass die Reaktorentwicklung im Ausland bereits seit Jahren mit bedeutenden Mitteln in Angriff genommen worden war.

Das Programm (etwa auch als «500-MW-Programm» bezeichnet) schlägt die Entwicklung und den Bau der folgenden fünf Leistungsreaktortypen mit je ca. 100 MW elektrischer Leistung bis 1965 vor:

a) einen gasgekühlten, graphitmoderierten Reaktor mit Natururan vom Calder-Hall-Typ, der durch geringe Anreicherung des Brennstoffs eventuell auf eine Leistung von 200 MW gebracht werden kann. Bearbeitet wird dieses Projekt von der Deutschen Babcock und Wilcox, die heute über eine Reaktorentwicklungsgruppe von etwa 70 Leuten verfügen dürfte.

b) einen schwerwassermoderierten und -gekühlten Druckkessel-Natururan-Reaktor oder einen schwerwassermoderierten Druckröhren-Natururanreaktor, dessen Kühlmittel u. U. auch ein anderes als Wasser sein kann. Die Entwicklungstendenzen der beiden Reaktoren, die von Siemens-Schuckert in Lizenz-Verbindung mit der amerikanischen Westinghouse-Gesellschaft studiert werden, gehen in die Richtung des Übergangs zum Thorium-Uran-233-Brutzyklus. Die Siemens'sche Reaktorgruppe dürfte ca. 200 Mitarbeiter besitzen.

c) einen leichtwassermoderierten und -gekühlten Reaktor vom Siedewassertyp mit Entwicklungstendenz zu höherer Betriebstemperatur und der Möglichkeit der Plutoniumrückführung. Dieses Projekt wird von der AEG entwickelt, die in Lizenzbeziehungen mit der amerikanischen General Electric Company steht.

d) einen Hochtemperatur-Reaktor mit Gaskühlung und angereichertem Uran, bearbeitet von der Firmengruppe Brown, Boveri/Krupp, die eine Reaktorentwicklungsgruppe von etwa 100 Leuten besitzen dürfte.

e) einen mit organischer Substanz gekühlten Reaktor der Interatom, einer Tochtergesellschaft der Demag AG, und der amerikanischen Firma Atomics International. Die Firma dürfte eine Reaktorgruppe von etwa 100 Personen besitzen und ist in raschem Wachsen begriffen.

Das Programm lässt, soweit es sich um eigene Entwicklungen handelt, im weiteren die Einbeziehung von Sondertypen, etwa für Schiffe, Heizzwecke und Kleinkraftwerke zu. Zusätzlich können gegebenenfalls auch weitere Leistungsreaktoren über internationale Organisationen, insbesondere über die EURATOM erstellt werden, soweit dies im einzelnen wirtschaftlich sinnvoll erscheint und dadurch das 500-Megawatt-Programm nicht beeinträchtigt wird.

Reaktormaterial-Bedarf

Für den voraussichtlichen Bedarf an Reaktormaterialien bis 1965 gibt das Programm folgende Richtzahlen an:

240 t	natürliches Uran
100 t	schwach angereichertes Uran
500 kg	20prozentiges Uran
2500 t	Graphit
220 t	Schweres Wasser
60 t	Zirkon
20 t	Thorium

Bis auf das angereicherte Uran können alle diese Materialien im Inland hergestellt werden.

Finanzierung

Der Investitionsaufwand des Programms, einschliesslich die übrigen Betätigungen der Bundesrepublik auf dem Atomsektor (Beiträge an CERN, EURATOM etc.), wird bis 1965 auf etwa 2 Milliarden DM geschätzt, die Investitionen auf dem Gebiet der Zulieferindustrie inbegriffen. Ob die Atomkraftwerke gegenüber den herkömmlichen wettbewerbsfähig sein werden, ist fraglich. In den ersten Jahren muss jedenfalls mit Betriebsverlusten gerechnet werden. Auch die Möglichkeit eines völligen Fehlschlags lässt sich nicht ausschliessen. Nach Auffassung der deutschen Atomkommission und des Bundesatomministeriums kann das Finanzierungsproblem nur gelöst werden, wenn die öffentliche Hand zur Verminderung des Risikos helfend eingreift. Eine Hilfe durch die öffentliche Hand soll aber nur soweit gewährt werden, als die Kräfte der Privatindustrie nicht ausreichen.

Es wird zwischen Planung und Bau der Anlagen unterschieden. An den Kosten der Planung wird sich der Bund durch Gewährung bedingt rückzahlbarer Darlehen bis zur Hälfte beteiligen, während der Rest vom künftigen Bauherrn zu tragen sein wird. Erweist sich bei der Detailplanung, dass es unzweckmässig wäre, das Vorhaben durchzuführen, so kann auf die Rückzahlung des Darlehens verzichtet werden. Im weiteren rechnet man damit, dass sich die öffentliche Hand bis zu 50 % an den Kosten von Prototyp-Reaktoren mit elektrischen Leistungen von etwa 10 bis 20 Megawatt als Vorstufe für Neuentwicklungen beteiligen wird.

Der Bau selbst soll dann erfolgen, wenn erkennbar ist, dass die Errichtung der Kraftwerke technisch und wirtschaftlich wünschenswert erscheint. Es ist nicht vorgesehen, öffentliche Mittel zur Deckung des Investitionsaufwands bereitzustellen. Vielmehr ist geplant, durch teilweise Übernahme von Betriebsverlusten (bis zu 50 %) das auftretende Risiko für die beteiligten Unternehmen erträglich zu machen. Sollte ein Bauherr die Investitionsmittel nicht aufbringen, weil die nötigen Sicherheiten nicht gestellt werden, können Bundesbürgschaften gewährt werden. Kapitalsubventionen durch steuerliche Massnahmen und Zuschüsse der öffentlichen Hand sind nicht in Betracht gezogen worden.

Zusammenfassend rechnet also das Programm in hohem Mass mit der Initiative der Privatwirtschaft, d. h. vor allem der Energieversorgungsunternehmen. Dies wird gelegentlich als eine Schwäche angesehen. In der Tat stiess schon die Unterbringung der Projektaufträge anfänglich auf Schwierigkeiten, doch haben sich inzwischen Interessenten gefunden. Es gibt gewichtige Stimmen, die voraussagen, dass in einigen Jahren die Energieversorgungsunternehmen sich gezwungen sehen werden, vor den risikoreichen eigenen Entwicklungen bewährten ausländischen Reaktortypen den Vorzug zu geben.

Leistungsreaktorbau

Was geschieht nun in der Praxis?

Von Gruppen von Energieversorgungsunternehmungen sind den Firmen Siemens, AEG und Babcock Planungsaufträge auf jene Leistungsreaktortypen übertragen worden, für die sie sich im Rahmen des 500-Megawatt-Programmes interessiert haben. Ferner hat die Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor (AVR) GmbH Düsseldorf, in der eine grössere Anzahl von Energieversorgungsunternehmen zusammengeschlossen sind, die Firmengruppe Brown, Boveri/Krupp mit dem Bau eines Prototyps von 15 elektrischen Megawatt eines gasgekühlten Hochtemperatur-Reaktors beauftragt. Planungsaufträge für Schiffsreaktoren wurden erteilt von der Studiengesellschaft zur Förderung der Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schiffahrt in Hamburg (Auftrag an die Interatom), von der Deutschen Werft (AEG) und von den Howaldt-Werken (Siemens-Schuckert).

Eine weitere Versuchsanlage von 15 elektrischen Megawatt (Siedewasser-Reaktor) baut die amerikanische General Electric Company zusammen mit der Deutschen Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Kahl bei Frankfurt für das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk (Beteiligung: 80 %) und das Bayernwerk (20 %). Diese Anlage, die im nächsten Jahr fertiggestellt werden soll, wird völlig aus Mitteln der Wirtschaft finanziert und gehört nicht zum 500-Megawatt-Programm.

Sodann zeigt die Arbeitsgemeinschaft Baden-Württemberg zum Studium der Errichtung eines Kernkraftwerkes (AKS) Interesse daran, unter Mitwirkung des EURATOM einen grossen amerikanischen organisch-moderierten Reaktor der Firma Atomics International zu erwerben. Das Bundesministerium für Atomkernenergie ist bereit, sich an etwaigen Betriebsverlusten zu beteiligen.

Der Wunsch, der Privatwirtschaft die Initiative zu überlassen, und die möglichst grosse Breitenentwicklung müssen mit einem relativ langsamen Fortschritt der Entwicklung erkauft werden. Doch ist festzustellen, dass auch diejenigen Länder, in denen mit Hilfe des Staates wesentlich bedeutendere Mittel für die Kerntechnik investiert werden, nicht ohne Sorge sind. Es gibt deshalb neben Bedenken und Kritik in der Bundesrepublik auch Stimmen, die den langsamen Fortschritt weise nennen.

Probleme der Reaktorprojektierung

Die Schwierigkeiten des Planers liegen in der Grundkonzeption des Typs. Man hat die Wahl zwischen natürlichem und angereichertem Uran als Brennstoff, kann Graphit, Schweres oder Leichtes Wasser als Moderator wählen, mit Wasser, organischer Flüssigkeit, Natrium oder Gas kühlen und schliesslich wählen, ob der Reaktor mit langsamen oder schnellen Neutronen arbeiten soll. Wurde die Wahl ursprünglich in hohem Mass durch die Er-

fahrung und Übersicht über physikalische und technische Möglichkeiten bestimmt, so lassen sich heute die wichtigsten Daten rechnerisch, mit Hilfe der elektronischen Rechenmaschine, bestimmen. In nicht allzu ferner Zukunft wird die physikalische und wärmetechnische Auslegung eines neuen Typs von der elektronischen Rechenmaschine unter Variation der interessierenden Parameter kurzfristig zur Verfügung gestellt werden. Die Gewinnung der heute noch fehlenden Kerndaten beschäftigt die Reaktorforschungsstationen in allen Ländern.

Obwohl die physikalische Grundkonzeption die technische Durchführbarkeit impliziert, muss diese in einem konstruktiven Vorentwurf geklärt werden. Dieser betrifft vor allem die Brennstoffelemente, entscheidet aber auch über die Wirtschaftlichkeit. Der Vorentwurf erfordert etwa 10 bis 20 Mannjahre erfahrener Wissenschaftler und Ingenieure. Die Detailplanung des Forschungsreaktors in Karlsruhe bis zur Bestellreife (ohne Vorentwurf) dürfte etwa 300 Mannjahre erfordert haben.

Weitere Entwicklung

In der näheren Zukunft wird die Entwicklung weitgehend von den schon genannten Kraftreaktortypen bestimmt werden; sie hängt von Faktoren ab, die sich in zwei Gruppen zusammenfassen lassen. Die erste betrifft die jährliche Betriebsstundenzahl und den Ausbrand der Brennelemente in Megawatt-Tagen pro Tonne Brennstoff, wodurch der Kilowattstundenpreis beeinflusst wird; die zweite Gruppe den maximal anzunehmenden Unfall, auf den die Sicherheitseinrichtugen abgestellt sein müssen und der für die Standortwahl massgebend ist. Hinzu kommen Fragen des radioaktiven Abfalls und seiner Beseitigung.

Eine gewisse Unsicherheit besteht bei Kunde und Hersteller bezüglich der zweiten Fragengruppe, da die Angebote oft unzureichende Angaben über den maximalen Unfall und die Sicherheitsmassnahmen enthalten. Das Atomforschungszentrum in Karlsruhe hat sich in den letzten Jahren stark mit Standortfragen befasst. Die Fachleute dieses Institutes glauben, dass sich für einen definierten Unfall und vorgegebenen Normalabfall von Radioaktivität Standortbedingungen eindeutig definieren lassen, wenn die maximal erlaubten Bestrahlungsdosen bei Unfällen für die Bevölkerung festliegen. Darüber hinaus kann nach ihrer Auffassung für einen definierten maximal anzunehmenden Unfall stets ein zugehöriges technisch realisierbares und wirtschaftlich tragbares Reaktorgebäude vorgeschrieben werden, so dass das Kraftwerk vom Standpunkt nuklearer Sicherheit aus betrachtet praktisch standortunabhängig wird. Lediglich bei den Reaktoren vom Calder-Hall-Typ könnte dies wegen ihrer Grösse möglicherweise auf Schwierigkeiten stossen.

Fernere Zukunft

Es bleibt die Frage, ob die heute bekannten Leistungsreaktortypen auch ausreichend für jene Rolle sind, die wir für die fernere Zukunft der Kernenergie oft zuschreiben, nämlich, dass sie bei steigender Zahl der Erdbewohner und knapper werdenden fossilen Energieträgern zur Hauptquelle von Primärenergie wird. Hier sehen wir zwei Phasen vor uns.

In der ersten wird die Versorgung mit Kernbrennstoffen aus Erzlagern möglich sein, die ökonomisch im heutigen Sinn ausgebeutet werden können. Sie werden auf 20 Millionen Tonnen Uranelement und 1 Million Tonnen Thoriumelement geschätzt und enthalten damit rund die 25fache Energie der Kohle- und Ölreserven der Welt.

Wächst die Menschheit im Laufe des 21. Jahrhunderts wirklich auf 5...7 Milliarden Menschen und steigt der Energieverbrauch von derzeit drei Millionen Megawatt-Jahre pro Jahr auf das etwa 20-fache, d. h. etwa 60...70 Millionen Megawatt-Jahre pro Jahr, so würde wohl schon ums Jahr 2000 die Kernenergie in grösserem Umfang in die Energieversorgung einzugreifen beginnen. An den nuklearen Primärenergieträger wird sich eine ausgedehnte Technik und Chemie der Energiekonverter und -speicher anschliessen, die die Kohle auch für solche Prozesse, wie z. B. die Eisengewinnung, die zur Zeit 25 % der Kohleproduktion verbraucht, ersetzen könnte. Zugleich wird sich eine Technik für die Verwertung der Strahlungsenergie der radioaktiven Abfallprodukte entwickeln. Die genannten Reserven von Uran und Thorium in Erzlagern können diesen grossen Beitrag zur Primärenergieerzeugung nicht leisten, wenn es nicht gelingt, den sogenannten Brutprozess durchzuführen, der gestattet, auch das häufige Uran 238 und das Thorium zu verbrennen.

Die Erzeugung von 40 Millionen Megawatt beispielsweise würde das Verbrennen von etwa 30 000 Tonnen Uran und Thorium pro Jahr erfordern. In den zugehörigen Atomkraftwerken wären dann etwa 30 Millionen Tonnen Uran und Thorium investiert, d. h. etwa die Menge, die wir heute in unseren Erzlagern besitzen. Man wird sich deshalb gezwungen sehen, nach weiteren Spaltstoffvorräten Ausschau zu halten. Fast unerschöpfliche Vorräte sind in den Graniten und anderen Gesteinen der Erdkruste in einer Konzentration von 30 ppm vorhanden. Die Erdkruste bis 3 km Tiefe enthält nämlich rund 10^{15} Tonnen Uran und Thorium mit einem Energievorrat, der die Erzeugung von 40 Millionen Megawatt-Jahren für einen Zeitraum von 10 bis 100 Milliarden Jahren gestatten würde. Das Oak Ridge National Laboratory in USA hat geschätzt, dass im Mittel ein Energieäquivalent von etwa 30 kg Kohle pro Tonne Gestein erforderlich wäre, um etwa 3 g Uran und Thorium zu gewinnen, die ein Äquivalent von 5 bis 10 Tonnen Kohle an Energie enthielten. Der Schwerwasservorrat des Weltmeeres enthält ähnliche Energievorräte.

Brutprozess

Beim Brutprozess unterscheidet man den Uran-238/Plutonium-Zyklus mit schnellen Neutronen und den Thorium/Uran-233-Zyklus mit langsamen Neutronen. Der erste verbrennt in schnellen Reaktoren, auf dem Umweg über das Plutonium, das primär nicht brennbare, aber sehr häufige Uran 238, der zweite Zyklus, auf dem Umweg über das Uran 233, das unbrennbare Thorium in Reaktoren mit langsamen Neutronen.

Der Uran/Plutonium-Zyklus hat den Vorteil, dass heute Uran 238 in grösseren Mengen in Erzlagern zur Verfügung steht. Später mag Thorium vorzuziehen sein, da es dreimal häufiger als Uran in der Erdkruste vorkommt.

Im Uran/Plutonium-Zyklus entstehen für ein primäres im Plutonium absorbiertes Neutron 2,9 neue Neutronen. Von diesen wird eines zur Fortführung der Kette, eines zum Ersetzen des verbrannten Plutoniums und 0,9 zum Erzeugen zusätzlichen neuen Plutoniums verwendet. Diese 0,9 zusätzlichen neuen Neutronen nennt man den Brutgewinn. Die Schwierigkeit dieses Zyklus-Typs liegt in der kompakten Struktur des zugehörigen Reaktors. Sie erschwert die rasche Extraktion der Wärme, so dass das teure Brennmaterial nur langsam umgesetzt wird. Die Überwindung dieser Schwierigkeit wird für möglich gehalten, womit man zu erträglichen Verdopplungszeiten für die investierte Brennstoffmenge käme.

Beim Thorium/Uran-233-Zyklus entstehen je primär im Uran 233 absorbiertem Neutron nur etwa 2,25 neue Neutronen. Der Brutgewinn ist also nur 0,25 Neutronen pro Spaltung. Da Verluste nicht ganz zu vermeiden sind, liegt man an der Grenze des physikalisch Möglichen. Der Vorteil des Zyklus ist, dass langsame Neutronen beteiligt sind, so dass man Schweres Wasser als Kühlmittel verwenden und grosse Wärmemengen extrahieren kann. Dies würde kleine Verdopplungszeiten ergeben. Leider ist die Zahl 2,25 umstritten und wird manchmal nur mit 2,15 angegeben. Dies würde bedeuten, dass der Thorium/Uran-233-Zyklus unmöglich würde.

In der nächsten Phase der Kerntechnik in der Bundesrepublik, nach Abschluss des 500-Megawatt-Programmes, wird man vor der Aufgabe stehen, Brutreaktoren zu entwickeln. Die Laboratorien in Argonne und Oak Ridge in Amerika, sowie in Harwell in England arbeiten heute schon mit grossen Mitteln an diesem Problem. In der Bundesrepublik ist es u. a. das Atomforschungszentrum in Karlsruhe, das sich diesem Problem widmet. Dabei gilt es, in erster Linie die noch offenen Materialfragen für derartige Reaktoren zu lösen. *H. Wisler*

Aus dem Kraftwerkbau

Einweihung der Kraftwerke Zervreila AG

Am 17. Mai 1952 wurde in Chur die *Kraftwerke Zervreila AG* gegründet, und am 5. September 1959 — die Anlage steht allerdings schon seit längerer Zeit im Betrieb — durfte H. H. Pfarrer Carnot von Vals die Staumauer Zervreila einsegnen. Über 400 geladene Gäste wurden mit Postautos und Privatwagen nach Zervreila geführt, wo der Präsident der Zervreila AG, Dr. *E. Anderegg*, Stadtpräsident von St. Gallen, der Festgemeinde den Willkommensgruss entbot. Nach ihm ergriff der bündnerische Regierungsrat, *Renzo Lardelli*, Chur, Chef des Bau- und Forstdepartementes des Kantons Graubünden, das Wort, und anschliessend an das Mittagessen, für das ein imposantes Festzelt hergerichtet wurde, sprach *H. Tönz*, Gemeindepräsident von Vals.

Zur Einweihung des Kraftwerkes Zervreila hat die Geschäftsleitung eine schön illustrierte Festschrift herausgegeben, die über alles Wissenswerte im Zusammenhang mit der Kraftwerkgruppe Auskunft gibt. Daraus entnehmen wir die folgenden Angaben über das Kraftwerksystem:

Den Grundstein für die gesamte Kraftwerkgruppe bildete der Bau des Kraftwerkes Rabiusa-Realta durch die Sernf-Niederenbachwerke vor 12 Jahren. Die Kraftwerke Zervreila nutzen die Wasser des oberen Valser- und des Safientales in drei

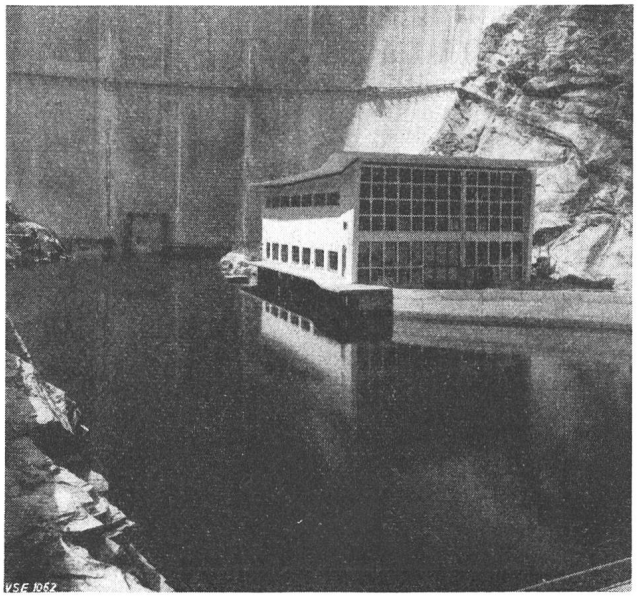


Fig. 1
Das Seekraftwerk am Fusse der Staumauer

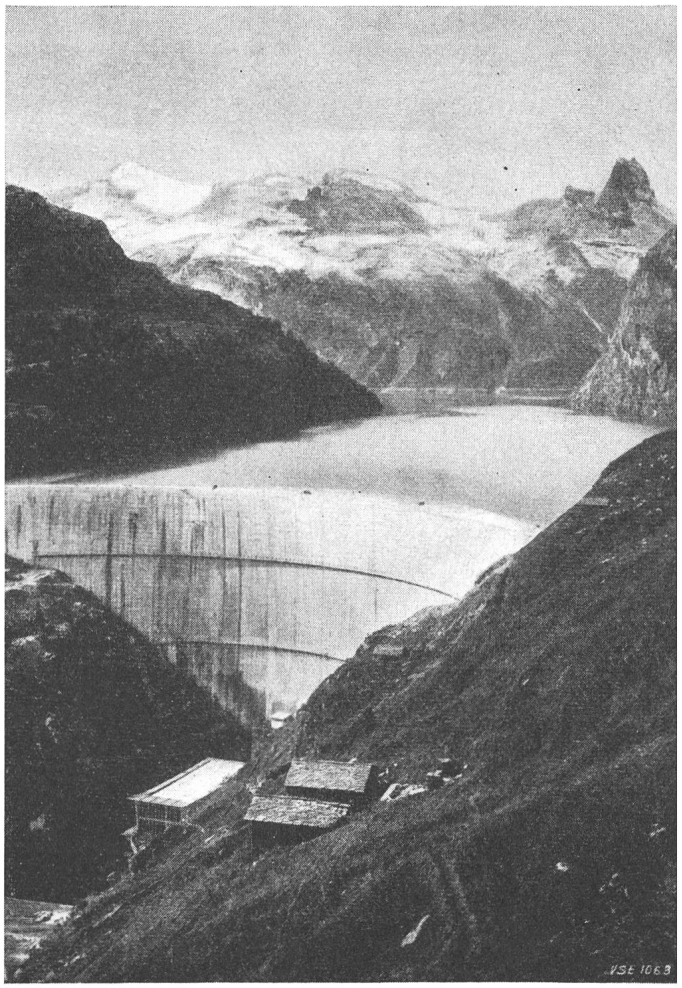


Fig. 2
Die 150 m hohe Bogenstaumauer

Stufen. Der Talkessel von Zervreila, der von einem grossen Speichersee mit einem Inhalt von 100 Millionen Kubikmeter Wasser überflutet ist, wird von einer 150 m hohen Bogenstaumauer abgeriegelt. Am Fusse der Staumauer steht das Maschinenhaus des Seekraftwerkes mit einer maximal möglichen Leistung von 20 000 kW. In dieser ersten Stufe wird das durch den Aufstau des Wassers gewonnene Gefälle ausgenutzt. Zwei im Seewerk installierte Pumpengruppen von je 3000 kW fördern das im Peilerbach gefasste Wasser in den Stausee.

Das im Seewerk verarbeitete Wasser gelangt in ein Ausgleichbecken und sodann durch einen Freispiegelstollen, wobei noch verschiedene Zuflüsse gefasst werden, in das obere Safiental, und zwar in das Ausgleichbecken Wanna. Die Zentrale im Safiental nutzt das Gefälle der zweiten Stufe von Wanna bis Safien-Platz. Sie ist mit zwei Maschinengruppen von je 37 500 kW ausgerüstet. Von der Zentrale Safien-Platz gelangt das Wasser in ein Ausgleichbecken und von hier in einem Druckstollen durch den Heinzenberg und den anschliessenden Druckschacht in das Maschinenhaus Rothenbrunnen im Domleschg, in welchem drei Maschinengruppen mit einer maximal möglichen Leistung von je 37 000 kW arbeiten. Die mittlere jährliche Erzeugungsmöglichkeit beträgt 530 Millionen kWh, wovon 320 Millionen im Winter.

Die kleinere Kraftwerkanlage Rabiusa-Realta mit einer maximal möglichen Leistung von 25 000 kW, welche vor 10 Jahren durch die Kraftwerke Sernf-Niederenbach AG erstellt wurde, wurde von der Zervreila AG bei ihrer Gründung übernommen und in das gesamte Kraftwerksystem eingebaut.

Eine Hochspannungsleitung über den Tomülpass leitet die im Seewerk erzeugte Energie nach der 50/150 kV Freiluftschalt- und Transformatorenstation Safien-Platz, von wo sie zusammen mit der in Safien erzeugten Energie über die 150-kV-Doppelleitung über den Glaspass und den Heinzenberg in die Freiluftschalt- und Transformatorenanlage Rothenbrunnen transportiert wird. Hier wird die Energie den Partnern mit einer Betriebsspannung von wahlweise 150 oder 220 kV übergeben.

Einweihung des Kraftwerkes Kirel/Filderich

Am 2. Oktober 1959 fand bei strahlendstem Herbstwetter am Ufer des kristallklaren Egelsees im Beisein von rund 130 Gästen die Einweihung des *Kirel/Filderich-Werkes der Simmentaler Kraftwerke AG (SKW)* statt. Damit hat die im Jahre 1955 gegründete Simmentaler Kraftwerke AG, an der die Bernischen Kraftwerke AG (BKW), die Société Générale pour l'Industrie S. A. (SGI), Genf, die Elektrizitätsgenossenschaft Stockenseen-Simme (EGSS), die Stadt Thun, sowie die Gemeinden Boltigen und Zweisimmen beteiligt sind, die *erste Ausbauetappe* im Rahmen der Nutzbarmachung der Wasserkräfte des Simmentals *beendet*. Die gesamten Anlagekosten betragen etwas über 20 Millionen Franken. Die Energieproduktion, die von den BKW zu kostendeckenden Preisen abgenommen wird, beträgt pro Jahr rund 50 Millionen kWh.

Vom Kirel/Filderich-Werk werden die beiden Hauptbäche des Diemtigtals (Kirel und Filderich) ausgenützt, die mit unterirdischen Stollen und Rohrleitungen aus dem Diemtigtal in ein Ausgleichbecken auf dem Diemtigbergli (Egelsee) und von da in einem Druckstollen mit anschliessender Druckleitung ins Simmental zur Kraftzentrale Erlenbach geleitet werden. Der mittlere Jahresabfluss beträgt gegen 120 Millionen Kubikmeter. Ein 1,5 km langer Stollen und eine anschliessende 1,1 km lange Zementrohrleitung ermöglichen die Zuleitung der Kirel/Filderich-Wasser. Der Freilaufstollen Filderich–Bergli weist eine Länge von 4,9 km auf und ist für 6 m³/sec bemessen. Das Ausgleichbecken mit rund 130 000 Kubikmeter Nutzinhalt befindet sich in einer natürlichen Mulde, wo ursprünglich das Egelseelein war. Von dieser Fassung gelangt das Wasser durch einen rund 0,4 km langen Druckstollen zur Druckleitung, die 0,75 km lang ist und 6,6 m³/sec zu führen vermag. Diese Leitung führt das Wasser den Turbinen zu, die sich in der Zentrale oberhalb Erlenbach am linken Simmeufer befinden. Das Gebäude enthält zwei Francis-Turbinen mit einer Leistung von je 11 600 PS und zwei Drehstromgeneratoren mit einer Leistung von je 10 600 kVA. Die weitgehend automatisierte Zentrale wird lediglich von vier Arbeitskräften betreut.

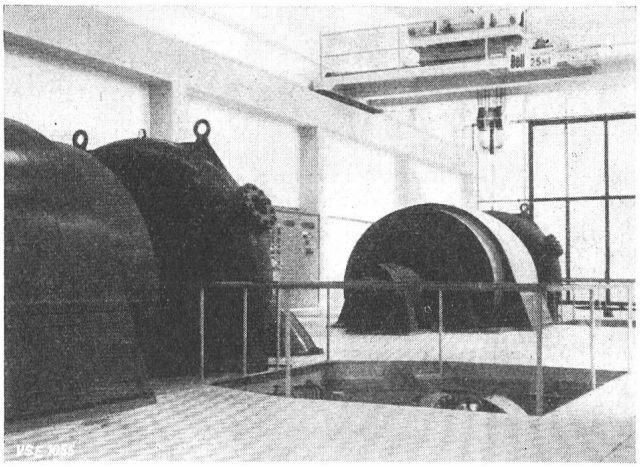


Fig. 2
Blick in die Zentrale Erlenbach mit den beiden Maschinengruppen

Anlässlich der Einweihungsfeier wies Herr Direktionspräsident W. Jahn, Präsident der Simmentaler Kraftwerke AG, in seiner Ansprache darauf hin, dass vor einigen Tagen die Arbeiten für die zweite Bauetappe zur Ausnützung der Simmewasser zwischen Erlenbach und der sog. Porte bei Wimmis in Angriff genommen wurden, so dass das Projekt des *Kraftwerkes Simmenfluh* bis in vier Jahren ebenfalls verwirklicht werden kann. Der finanzielle Aufwand für dieses Werk wird rund 26 Millionen Franken betragen. *Me.*

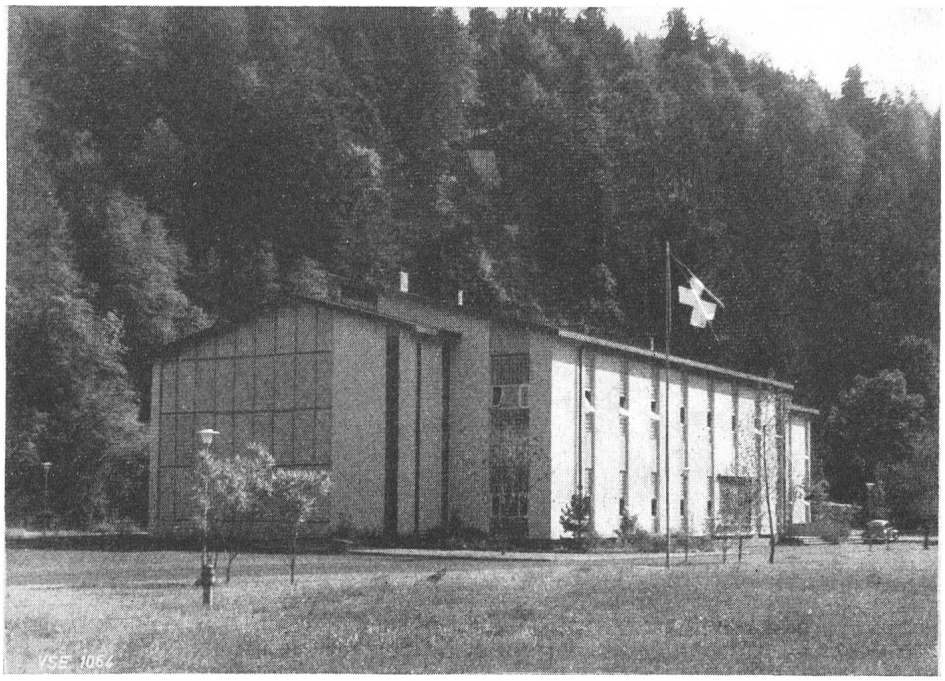


Fig. 1
Die Zentrale Erlenbach

Vor dem Abschluss der Bauarbeiten bei den Bergeller Kraftwerken

Begünstigt durch die guten Witterungsverhältnisse sind die Bauarbeiten an den beiden Hauptstufen der Bergeller Kraftwerkgruppe des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich (Forno/Albigna–Löbbia und Löbbia–Castasegna) rasch vorangekommen und stehen nun vor dem baldigen Abschluss. Seit anfangs September steht eine der beiden Maschinengruppen mit einer maximal möglichen Leistung von 33 MW der Zentrale Castasegna in Betrieb. Zur gleichen Zeit hat die erste Maschinengruppe mit einer maximal möglichen Leistung von 32 MW der Zentrale Löbbia den Betrieb aufgenommen. In den vergangenen Monaten August und September wurde ausserdem über die Pumpengruppe in der Zentrale Löbbia Fornowasser in den Stausee Albigna gepumpt.

Bis Ende September waren an der Staumauer Albigna 900 000 m³ Beton eingebracht, womit sie Ende Oktober fertig betoniert sein dürfte. Im Stausee Albigna befindet sich eine Teilwassermenge von rund 40 %; dies entspricht einem Arbeitsvermögen von rund 85 Millionen kWh.

Die Fertigstellung der Nebenkraftwerke Maroz (6500 kW) und Bondo (6500 kW) ist auf 1961/62 vorgesehen.

Wirtschaftliche Mitteilungen

Fortschritte in der Elektrizitätswirtschaft Grossbritanniens

Im Oktober des vergangenen Jahres hat *D. P. Sayers*, Präsident der «Supply Section» der «Institution of Electrical Engineers» Englands in seiner Präsidialansprache anlässlich einer Versammlung dieser Vereinigung einige aufschlussreiche Zahlen aus dem Gebiete der Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie in England bekanntgegeben, die in Nr. 18 der «Economie Electrique» [1]) wiedergegeben sind.

Installierte Leistung des Kraftwerkes in MW	6×30	6×60	5×120	5×200
Dampftechnische Daten:				
Druck kg/cm²	42	63	105	165
Temperatur °C	455	480	540/540	565/540
Thermischer Wirkungsgrad %	25,5	28,0	32	33,5
Investiertes Kapital pro kW in £	79	65	57	53

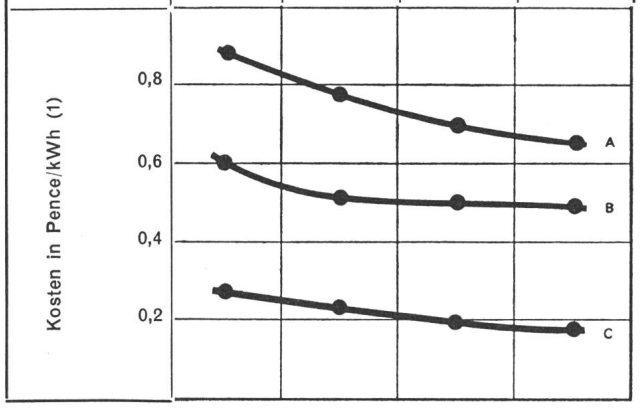


Fig. 1
Verlauf der Erzeugungskosten der thermischen Kraftwerke
A Gesamte Erzeugungskosten
B Brennstoff- und Betriebskosten
C Kapitalkosten
(1) Bei einem Belastungsfaktor von 60 % und Wärmekosten von 4 Pence pro Thermie

In Fig. 1 sind die Zahlen zusammengestellt, die einen Vergleich zwischen den Erzeugungskosten thermischer Kraftwerke mit Maschinensätzen von 200 MW und weniger — vor allem solchen von 30 MW, wie sie vor dem Kriege gebaut wurden — ermöglichen. Vorausgesetzt wurde in allen Fällen ein gleich hoher Kohlenpreis und ein Belastungsfaktor von 60 %. Verglichen mit den Kraftwerken, wie sie vor dem Krieg üblich waren, ist das investierte Kapital pro kW etwa um 1/3 kleiner geworden, während der thermische Wirkungsgrad um 1/3 zugenommen hat. Die Durchschnittskosten pro kWh sind von 0,88 auf 0,66 Penny gefallen.

Aus Fig. 2 geht hervor, wie stark auf dem Gebiete des Transportes der elektrischen Energie das investierte Kapital

Spannung	11 kV	33 kV	132 kV	275 kV
Leiterquerschnitt in cm²	3×0,645	3×0,967	6×1,129	12×2,58
Übertragungsleistung in MVA	5	20	180	1100
Investiertes Kapital pro km in £	1060	1560	5600	15000

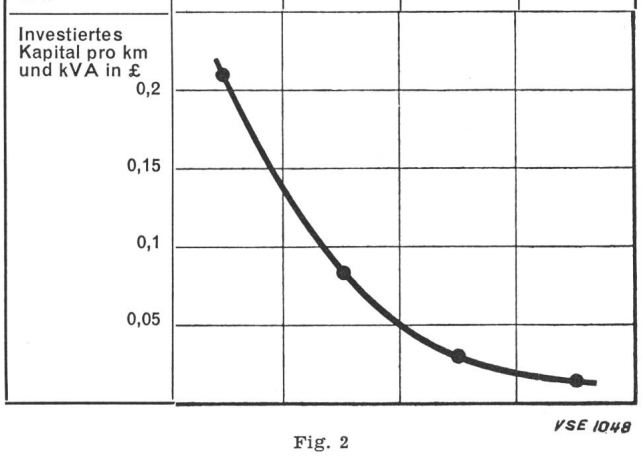


Fig. 2
Verlauf der Erstellungskosten von Freileitungen

pro kVA und km mit zunehmender Spannung sinkt. Für eine Leitung mit einer Spannung von 275 kV betragen die Anlagekosten nur noch ungefähr 1/16 derjenigen einer Leitung mit einer Spannung von 11 kV. Sofern Hochspannungskabel verlegt werden müssen, sollen die Kosten bei einer Spannung von 275 kV ungefähr 15mal grösser sein als für eine Hochspannungsleitung gleicher Kapazität.

Literatur

Die Betriebs- und Tarifgestaltung der Elektrizitätswirtschaft und der Eisenbahnen als Träger öffentlicher Dienste. Von Dr. *Claude A. Kaspar*. Bern, Verlag Stämpfli & Co., 1957; Schweizerische Beiträge zur Verkehrswissenschaft, Heft 51.

Diese als Berner Dissertation erschienene Arbeit gliedert sich in drei Teile. Zunächst werden in den ersten Kapiteln über die Elektrizitätswirtschaft die Nachfrage und deren Struktur sowie die produktionstechnischen und kostentheoretischen Fragen des Angebotes untersucht. Nach der Analyse der Anpassungsmöglichkeiten von Angebot und Nachfrage nach elektrischer Energie behandelt der Verfasser kurz die Grundlagen der Preisbildung und die drei Tarifformen: Pauschaltarif, Zählertarif und Grundgebührentarif.

Im zweiten Teil der Arbeit werden die Betriebs- und Tarifverhältnisse bei den Eisenbahnen in analoger Weise (Angebot, Nachfrage, Preisbildung, Tarifsysteme) dargelegt.

Der dritte Teil ist der Gegenüberstellung der Elektrizitätswirtschaft und des Eisenbahnwesens gewidmet, wobei die Tarifformen der beiden Wirtschaftszweige miteinander verglichen werden. Der Verfasser kommt hier zum Schluss, dass sich aus den Tarifformen in der Elektrizitätswirtschaft konkrete Lösungsmöglichkeiten für die Probleme im Eisenbahnverkehr und umgekehrt nicht oder nur begrenzt ableiten las-

[1]) Economie Electrique Bd. 33(1959), Nr. 18, S. 45...48.

sen, trotzdem beide Wirtschaftszweige eine ähnliche Kostenstruktur aufweisen und sowohl die elektrische Energie als auch die Transportleistung der Eisenbahnen nicht aufgespeichert werden können. Der Einfluss der öffentlichen Hand auf die Preisgestaltung bei den Eisenbahnen sei jedoch ungleich grösser als in der Elektrizitätswirtschaft. Dies führe dazu, dass die Tarifgestaltung bei den Eisenbahnen vorwiegend gemeinwirtschaftlichen Grundsätzen folge, während ihr in der Elektrizitätswirtschaft, von gewissen Ausnahmen abgesehen, primär betriebswirtschaftliche Überlegungen zugrunde liegen.

Wenn auch das Resultat der Untersuchung negativ ist und dem Verfasser nicht in allen Fragen beigepflichtet werden kann — z. B. was seine Ansicht in den Schlussbetrachtungen über die staatliche Mitsprache in der Elektrizitätswirtschaft betrifft —, möchten wir die Lektüre dieser anregenden Schrift empfehlen, weil sie ein umfangreiches tarifliches und statistisches Material verarbeitet und klar und sorgfältig gegliedert wiedergibt.

Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft

(Auszüge aus «Die Volkswirtschaft» und aus «Monatsbericht Schweizerische Nationalbank»)

Nr.		August 1958	August 1959
1.	Import . . . . . (10⁶ Fr.)	563,4	604,7
	Januar-August . . . (10⁶ Fr.)	(4 874,1)	(5 169,5)
	Export . . . . . (10⁶ Fr.)	490,8	529,2
	Januar-August . . . (10⁶ Fr.)	(4 239,0)	(4 487,8)
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden	2 328	1 405
3.	Lebenskostenindex*) (Aug. 1939 = 100)	182,6	180,5
	Grosshandelsindex*) (Aug. 1939 = 100)	215,9	213,2
	Detailpreise*): (Landesmittel) (August 1939 = 100)		
	Elektrische Beleuchtungsenergie Rp./kWh	33	33
	Elektr. Kochenergie Rp./kWh	6,6	6,6
	Gas Rp./m³	30	30
	Gaskoks Fr./100 kg	19,78	16,60
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 42 Städten	1 237	1 425
	Januar-August	(10 214)	(15 798)
5.	Offizieller Diskontsatz . . . %	2,5	2,0
6.	Nationalbank (Ultimo)		
	Notenumlauf . . . . . 10⁶ Fr.	5 591,6	5 796,7
	Täglich fällige Verbindlichkeiten . . . . . 10⁶ Fr.	3 226,9	2 827,5
	Goldbestand und Golddevisen . . . . . 10⁶ Fr.	8 865,1	8 713,7
	Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten durch Gold %	94,69	96,32
7.	Börsenindex	am 25. August	am 21. August
	Obligationen	99	99
	Aktien	417	559
	Industrieaktien	566	707
8.	Zahl der Konkurse	54	23
	Januar-August	(334)	(271)
	Zahl der Nachlassverträge . . .	8	7
	Januar-August	(104)	(105)
9.	Fremdenverkehr	Juli 1958	Juli 1959
	Bettenbesetzung in % nach den *vorhandenen* Betten . . .	59,3	65,1
10.	Betriebseinnahmen der SBB *allein*	Juli 1958	Juli 1959
	Verkehrseinnahmen aus Personen- und Güterverkehr . . . . (10⁶ Fr.)	83,4	84,6
	(Januar-Juli) . . . . . (10⁶ Fr.)	(476,3)	(481,0)
	Betriebsertrag . . . . . (10⁶ Fr.)	90,4	91,5
	(Januar-Juli) . . . . . (10⁶ Fr.)	(522,9)	(527,6)

*) Entsprechend der Revision der Landesindexermittlung durch das Volkswirtschaftsdepartement ist die Basis Juni 1914 = 100 fallen gelassen und durch die Basis August 1939 = 100 ersetzt worden.

Unverbindliche mittlere Marktpreise

je am 20. eines Monats

Metalle

		September	Vormonat	Vorjahr
Kupfer (Wire bars) [1] .	sFr./100 kg	279.—	289.—	267.—
Banka/Billiton-Zinn [2] .	sFr./100 kg	987.—	987.—	850.—
Blei [1]	sFr./100 kg	92.50	93.25	95.50
Zink [1]	sFr./100 kg	108.50	106.50	88.—
Stabeisen, Formeisen [3]	sFr./100 kg	54.50	54.50	53.50
5-mm-Bleche [3] . . .	sFr./100 kg	54.—	54.—	55.—

[1]) Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 50 t.

[2]) Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 5 t.

[3]) Preise franko Grenze, verzollt, bei Mindestmengen von 20 t.

Flüssige Brenn- und Treibstoffe

		September	Vormonat	Vorjahr
Reinbenzin/Bleibenzin [1]	sFr./100 kg	37.—	37.—	40.—
Dieselöl für strassenmotorische Zwecke [2] . .	sFr./100 kg	35.15	35.15	36.15
Heizöl Spezial [2]	sFr./100 kg	16.15	16.15	16.—
Heizöl leicht [2]	sFr./100 kg	15.45	15.45	15.20
Industrie-Heizöl mittel (III) [2]	sFr./100 kg	12.10	12.10	12.20
Industrie-Heizöl schwer (V) [2]	sFr./100 kg	10.90	10.90	11.—

[1]) Konsumenten-Zisternenpreise, franko Schweizergrenze Basel, verzollt, inkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t.

[2]) Konsumenten-Zisternenpreise (Industrie), franko Schweizergrenze Buchs, St. Margrethen, Basel, Genf, verzollt, exkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca 15 t. Für Bezug in Chiasso, Pino und Iselle reduzieren sich die angegebenen Preise um sFr. 1.—/100 kg.

Kohlen

		September	Vormonat	Vorjahr
Ruhr-Brechkoks I/II [1]	sFr./t	105.—	105.—	136.—
Belgische Industrie-Fettkohle				
Nuss II [1]	sFr./t	81.—	81.—	99.50
Nuss III [1]	sFr./t	78.—	78.—	99.—
Nuss IV [1]	sFr./t	76.—	76.—	97.—
Saar-Feinkohle [1]	sFr./t	72.—	72.—	87.50
Französischer Koks, Loire [1]	sFr./t	124.50	124.50	139.—
Französischer Koks, Nord [1]	sFr./t	119.—	119.—	136.—
Polnische Flammkohle				
Nuss I/II [2]	sFr./t	88.50	88.50	101.—
Nuss III [2]	sFr./t	82.—	82.—	100.—
Nuss IV [2]	sFr./t	82.—	82.—	100.—

[1]) Sämtliche Preise verstehen sich franko Waggon Basel, verzollt, bei Lieferung von Einzelwagen an die Industrie.

[2]) Sämtliche Preise verstehen sich franko Waggon St. Margrethen, verzollt, bei Lieferung von Einzelwagen an die Industrie.

Aus den Geschäftsberichten schweizerischer Elektrizitätswerke

(Diese Zusammenstellungen erfolgen zwanglos in Gruppen zu vieren und sollen nicht zu Vergleichen dienen)

Man kann auf Separatabzüge dieser Seite abonnieren

	Elektrizitätswerk der Stadt Zürich Zürich		Services Industriels de Genève Genève		Elektrizitätswerk der Stadt St. Gallen St. Gallen		Elektrizitätswerk Frauenfeld Frauenfeld	
	1957/1958	1956/1957	1957	1956	1958	1957	1958	1957
1. Energieproduktion . . . kWh	**1100340000**[1])	1 029 410 000[1])	**367 863 735**	372 071 070	**4 560 200**	4 490 344	—	—
2. Energiebezug . . . . . kWh	**179 050 000**	136 840 000	**179 066 615**	152 986 365	**127 711 459**	120 729 551	**25 186 997**	24 556 621
3. Energieabgabe . . . . . kWh	**1 279 390 000**	1 166 250 000	**481 378 348**	460 718 700	**126 149 154**	120 098 450	**23 408 015**	23 195 292
4. Gegenüber Vorjahr . . %	**+ 10,2**	+ 4,7	**+ 4,5**	+ 4,4	**+ 5,04**	+6,22	**+ 0,91**	+ 7,69
5. Davon Energie zu Abfallpreisen . . . . . kWh	—	—	**14 082 830**	18 683 127	**7 403 625**	6 723 227	—	—
11. Maximalbelastung . . . kW	**209 600**	203 300	**96 000**	92 000	**25 940**	25 300	**4 960**	4 767
12. Gesamtanschlusswert . . kW	—	—	**478 000**	456 000	**205 745**	193 610	**44 770**	43 193
13. Lampen . . . . . Zahl	—	—	**1 380 000**	1 340 000	**402 600**	393 000	**72 639**	71 484
13. Lampen . . . . . kW	—	—	**111 000**	108 000	**17 500**	16 900	**3 600**	3 540
14. Kochherde . . . . . Zahl	**68 480**	66 040	**23 337**	21 419	**9 684**	9 252	**1 789**	1 729
14. Kochherde . . . . . kW	**462 228**	445 837	**159 056**	146 364	**63 085**	60 120	**9 075**	8 667
15. Heisswasserspeicher . . Zahl	**83 920**	81 170	**32 931**	31 576	**12 772**	12 119	**2 198**	2 110
15. Heisswasserspeicher . . kW	**165 871**	159 394	**75 942**	73 346	**21 448**	20 312	**4 533**	4 307
16. Motoren . . . . . Zahl	**92 860**	87 060	**28 400**	27 800	**24 655**	23 512	**3 874**	3 715
16. Motoren . . . . . kW	**117 415**	112 225	**79 100**	78 100	**28 368**	27 106	**11 925**	11 348
21. Zahl der Abonnemente	**222 273**	220 948	**149 181**	146 038	**47 831**	46 930	**4 678**	4 592
22. Mittl. Erlös p. kWh Rp./kWh	**5,69**	5,85	—	—	**8,79**	8,76	**8,10**	8,05
Aus der Bilanz:								
31. Aktienkapital . . . . . Fr.	—	—	—	—	—	—	—	—
32. Obligationenkapital . . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
33. Genossenschaftsvermögen. »	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Dotationskapital . . . . . »	—	—	—	—	**24 261 283**	22 615 268	**355 000**	405 000
35. Buchwert Anlagen, Leitg. »	**285 590 418**	239 633 036	**98 006 000**	94 865 000	**14 629 055**	14 130 220	**1 346 400**	1 195 900
36. Wertschriften, Beteiligung »	**37 820 000**	35 780 000	**16 198 889**	11 009 259	**7 200 000**	7 200 000	**5 000**	5 000
37. Erneuerungsfonds . . . . . »	—	—	—	—	**580 000**	580 000	**234 000**	214 000
Aus Gewinn- und Verlustrechnung:								
41. Betriebseinnahmen . . . . Fr.	**72 743 627**	68 222 756	**37 842 745**	37 383 253	**11 085 527**	10 523 422	**1 932 600**	1 901 800
42. Ertrag Wertschriften, Beteiligungen . . . . . »	**1 394 317**	1 311 555	**479 037**	479 037	**273 600**	273 600	**120**	120
43. Sonstige Einnahmen . . . . »	**7 550 895**[2])	6 909 338[2])	—	—	**22 579**	16 990	**5 800**	5 200
44. Passivzinsen . . . . . »	**10 139 168**	9 987 851	**3 231 956**	3 127 738	**1 111 902**	1 072 463	**30 600**	30 200
45. Fiskalische Lasten . . . . . »	**2 905 939**[3])	2 693 757[3])	—	—	—	—	—	—
46. Verwaltungsspesen . . . . . »	**6 058 407**[6])	5 837 917[6])	**5 546 216**	5 453 922	**611 698**	563 374	—	—
47. Betriebsspesen . . . . . »	**17 980 864**[2])	16 790 381[2])	**4 776 318**	4 284 031	**836 038**	808 288	—	—
48. Energieankauf . . . . . »	**16 757 390**[4])	13 656 926[4])	**8 577 903**	7 699 702	**4 890 489**	4 601 451	**1 012 500**	979 700
49. Abschreibg., Rückstell'gen »	**12 622 833**	12 492 410	**5 019 101**	4 772 898	**1 095 354**	1 027 408	**207 800**	188 100
50. Dividende . . . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
51. In %	—	—	—	—	—	—	—	—
52. Abgabe an öffentliche Kassen . . . . . »	**15 224 238**	14 984 407	—	—	**2 851 000**	2 795 000	**167 900**	152 100
Übersicht über Baukosten und Amortisationen								
61. Baukosten bis Ende Berichtsjahr . . . . . Fr.	**453 170 594**[5])	397 716 427[5])	**223 989 313**	210 497 829	**29 306 306**	28 247 214	**4 442 600**	4 104 300
62. Amortisationen Ende Berichtsjahr . . . . . »	**167 580 176**[5])	158 083 391[5])	**109 354 308**	104 335 207	**14 677 251**	14 116 994	**3 096 200**	2 908 400
63. Buchwert . . . . . »	**285 590 418**[5])	239 633 036[5])	**114 635 005**	106 162 622	**14 629 055**	14 130 220	**1 346 400**	1 195 900
64. Buchwert in % der Baukosten	**63,02**[5])	60,25[5])	**51,18**	50,43	**49,92**	50,02	**25,6**	29,1

[1]) inkl. Anteil aus Gemeinschaftswerken

[2]) inkl. Installation

[3]) inkl. Konzessionsgebühren

[4]) inkl. Betriebskostenanteil der Gemeinschaftswerke

[5]) ohne Beteiligung

[6]) Verwaltung und Betriebsleitung in Zürich, Abonnentendienst und Rechnungswesen

Erzeugung und Abgabe elektrischer Energie durch die schweizerischen Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung

Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Elektrizitätswirtschaft und vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

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

Monat	Energieerzeugung und Bezug											Speicherung				Energieausfuhr	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken		Energie-Einfuhr		Total Erzeugung und Bezug		Veränderung gegen Vorjahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende		Änderung im Berichtsmonat — Entnahme + Auffüllung			
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59		1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59
	in Millionen kWh										%	in Millionen kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober . . .	1035	1355	4	1	23	52	165	21	1227	1429	+16,5	2167	3094	— 202	— 32	112	235
November . .	907	1176	23	2	17	23	250	74	1197	1275	+ 6,5	1895	2844	— 272	— 250	78	124
Dezember . .	854	1151	31	2	18	21	344	147	1247	1321	+ 5,9	1520	2398	— 375	— 446	86	125
Januar	870	1192	31	2	21	26	345	99	1267	1319	+ 4,1	1158	1943	— 362	— 455	89	128
Februar . . .	978	1114	6	1	27	24	114	99	1125	1238	+10,0	974	1368	— 184	— 575	83	135
März	1168	1186	2	1	23	27	56	65	1249	1279	+ 2,4	522	961	— 452	— 407	81	145
April	1054	1259	4	1	21	24	69	19	1148	1303	+13,5	327	668	— 195	— 293	75	140
Mai	1322	1299	1	0	67	56	12	31	1402	1386	— 1,1	1043	920	+ 716	+ 252	258	255
Juni	1387	1375	1	1	48	84	35	56	1471	1516	+ 3,1	1693	1674	+ 650	+ 754	338	347
Juli	1482	1399	1	1	50	85	53	69	1586	1554	— 2,0	2505	2518	+ 812	+ 844	402	382
August	1451	1315	1	1	50	75	39	57	1541	1448	— 6,0	3073	2984	+ 568	+ 466	406	303
September . .	1443		0		50		11		1504			3126[4]		+ 53		380	
Jahr	13951		105		415		1493		15964							2388	
Okt.-März . .	5812	7174	97	9	129	173	1274	505	7312	7861	+ 7,5			-1847	-2165	529	892
April-August .	6696	6647	8	4	236	324	208	232	7148	7207	+ 0,8			+2551	+2023	1479	1427

Monat	Verteilung der Inlandabgabe												Inlandabgabe inklusive Verluste				
	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft		Industrie		Chemische metallurg. u. thermische Anwendungen		Elektrokessel[1])		Bahnen		Verluste und Verbrauch der Speicherpumpen[2])		ohne Elektrokessel und Speicherpump.		Veränderung gegen Vorjahr[3])	mit Elektrokessel und Speicherpump.	
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	%	1957/58	1958/59
	in Millionen kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober . . .	523	567	218	215	169	168	14	27	55	59	136	158	1099	1153	+ 4,9	1115	1194
November . .	540	576	217	203	153	157	4	10	65	68	140	137	1110	1137	+ 2,4	1119	1151
Dezember . .	582	607	209	203	144	165	3	6	73	67	150	148	1151	1186	+ 3,0	1161	1196
Januar	586	609	214	202	138	157	3	6	81	72	156	145	1164	1183	+ 1,6	1178	1191
Februar . . .	512	544	190	196	131	150	5	8	69	68	135	137	1025	1092	+ 6,5	1042	1103
März	570	558	208	194	170	166	6	16	76	68	138	132	1160	1115	— 3,9	1168	1134
April	506	532	195	205	182	206	9	26	55	56	126	138	1060	1135	+ 7,1	1073	1163
Mai	484	520	191	191	180	181	60	41	55	50	174	148	1044	1072	+ 2,7	1144	1131
Juni	463	505	193	207	169	170	84	58	56	50	168	179	1017	1079	+ 6,1	1133	1169
Juli	468	499	194	197	180	173	99	60	59	59	184	184	1057	1073	+ 1,5	1184	1172
August	473	509	191	197	175	171	88	39	52	62	156 (18)	167 (28)	1029	1078	+ 4,8	1135	1145
September . .	495		205		168		51		51		154		1062			1124	
Jahr	6202		2425		1959		426		747		1817 (172)		12978			13576	
Okt.-März . .	3313	3461	1256	1213	905	963	35	73	419	402	855 (39)	857 (30)	6709	6866	+ 2,3	6783	6969
April-August .	2394	2565	964	997	886	901	340	224	277	277	808 (122)	816 (119)	5207	5437	+ 4,4	5669	5780

[1]) Mit einer Anschlussleistung von 250 kW und mehr und mit brennstoffgefeuerter Ersatzanlage.
[2]) Die in Klammern gesetzten Zahlen geben den Verbrauch für den Antrieb von Speicherpumpen an.
[3]) Kolonne 15 gegenüber Kolonne 14.
[4]) Speichervermögen Ende September 1958: 3220 Millionen kWh.

Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz

Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Elektrizitätswirtschaft

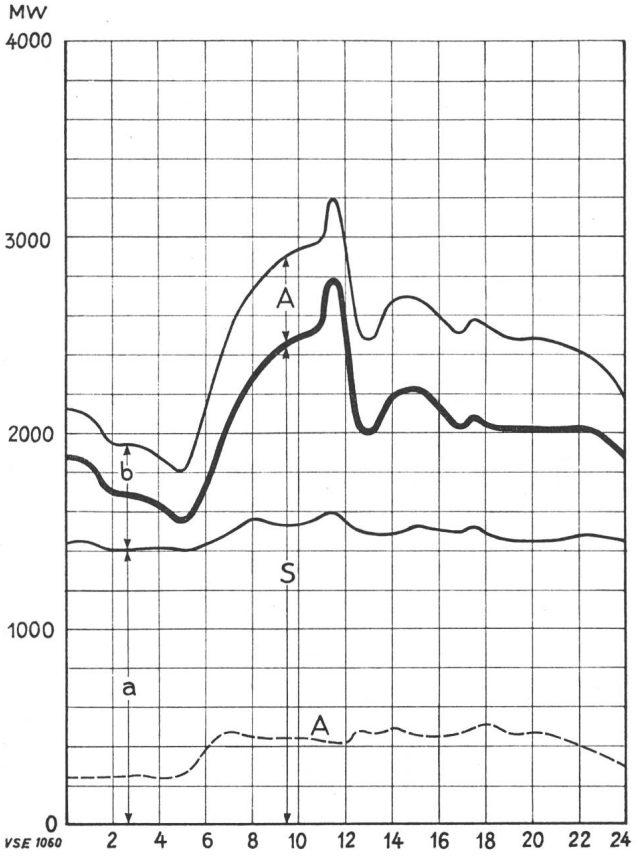
Die nachstehenden Angaben beziehen sich sowohl auf die Erzeugung der Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung wie der bahn- und industrieeigenen Kraftwerke.

Monat	Energieerzeugung und Einfuhr									Speicherung				Energieausfuhr		Gesamter Landesverbrauch	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Energie-Einfuhr		Total Erzeugung und Einfuhr		Veränderung gegen Vorjahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende		Änderung im Berichtsmonat — Entnahme + Auffüllung					
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59		1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59
	in Millionen kWh								%	in Millionen kWh							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober . . .	1264	1639	11	7	165	21	1440	1667	+15,8	2332	3331	— 223	— 34	112	238	1328	1429
November . .	1064	1377	31	9	256	75	1351	1461	+ 8,1	2039	3063	— 293	— 268	78	128	1273	1333
Dezember . .	980	1324	38	10	356	149	1374	1483	+ 7,9	1639	2579	— 400	— 484	86	132	1288	1351
Januar	982	1353	40	11	358	99	1380	1463	+ 6,0	1256	2080	— 383	— 499	89	135	1291	1328
Februar . . .	1099	1250	14	11	123	101	1236	1362	+10,2	1063	1463	— 193	— 617	83	143	1153	1219
März	1307	1351	10	8	60	69	1377	1428	+ 3,7	580	1016	— 483	— 447	87	160	1290	1268
April	1222	1459	10	8	73	26	1305	1493	+14,4	355	710	— 225	— 306	88	174	1217	1319
Mai	1647	1629	5	5	12	34	1664	1668	+ 0,2	1125	992	+ 770	+ 282	295	295	1369	1373
Juni	1725	1763	4	5	35	56	1764	1824	+ 3,4	1850	1821	+ 725	+ 829	393	390	1371	1434
Juli	1835	1787	5	6	53	70	1893	1863	— 1,6	2734	2739	+ 884	+ 918	460	428	1433	1435
August	1808	1684	3	6	39	59	1850	1749	— 5,5	3311	3237	+ 577	+ 498	464	349	1386	1400
September . .	1770		4		11		1785			3365[2]		+ 54		423		1362	
Jahr	16703		175		1541		18419							2658		15761	
Okt.-März . .	6696	8294	144	56	1318	514	8158	8864	+ 8,7			–1975	–2349	535	936	7623	7928
April-August .	8237	8322	27	30	212	245	8476	8597	+ 1,4			+2731	+2221	1700	1636	6776	6961

Monat	Verteilung des gesamten Landesverbrauches														Landesverbrauch ohne Elektrokessel und Speicherpumpen		Veränderung gegen Vorjahr
	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft		Industrie		Chemische, metallurg. u. thermische Anwendungen		Elektrokessel [1])		Bahnen		Verluste		Verbrauch der Speicherpumpen				
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	
	in Millionen kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober . . .	532	580	239	241	277	285	17	30	107	114	151	164	5	15	1306	1384	+ 6,0
November . .	549	588	236	228	223	238	6	15	105	109	148	151	6	4	1261	1314	+ 4,2
Dezember . .	592	620	225	227	189	210	4	8	112	118	158	163	8	5	1276	1338	+ 4,9
Januar	596	622	233	228	174	187	5	8	112	120	160	160	11	3	1275	1317	+ 3,3
Februar . . .	520	556	211	218	165	174	9	10	100	108	135	150	13	3	1131	1206	+ 6,6
März	581	570	232	219	203	199	8	19	112	113	152	145	2	3	1280	1246	— 2,7
April	515	543	218	231	223	255	13	28	105	108	138	152	5	2	1199	1289	+ 7,5
Mai	493	531	215	215	295	298	69	51	102	108	152	150	43	20	1257	1302	+ 3,6
Juni	473	516	214	231	299	302	91	68	104	113	155	168	35	36	1245	1330	+ 6,8
Juli	480	512	216	221	310	303	107	68	112	120	177	168	31	43	1295	1324	+ 2,2
August	485	522	211	218	305	305	97	44	110	119	158	161	20	31	1269	1325	+ 4,4
September . .	506		224		291		59		108		162		12		1291		
Jahr	6322		2674		2954		485		1289		1846		191		15085		
Okt.-März . .	3370	3536	1376	1361	1231	1293	49	90	648	682	904	933	45	33	7529	7805	+ 3,7
April-August .	2446	2624	1074	1116	1432	1463	377	259	533	568	780	799	134	132	6265	6570	+ 4,9

[1]) Mit einer Anschlussleistung von 250 kW und mehr und mit brennstoffgefeuerter Ersatzanlage.
[2]) Speichervermögen Ende September 1958: 3463 Millionen kWh.

Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz



1. Verfügbare Leistung, Mittwoch, den 19. August 1959

	MW
Laufwerke auf Grund der Zuflüsse, Tagesmittel	1480
Saisonspeicherwerke, 95 % der Ausbauleistung	2690
Thermische Werke, installierte Leistung	160
Einfuhrüberschuss zur Zeit der Höchstleistung	—
Total verfügbar	4330

2. Aufgetretene Höchstleistungen, Mittwoch, den 19. August 1959

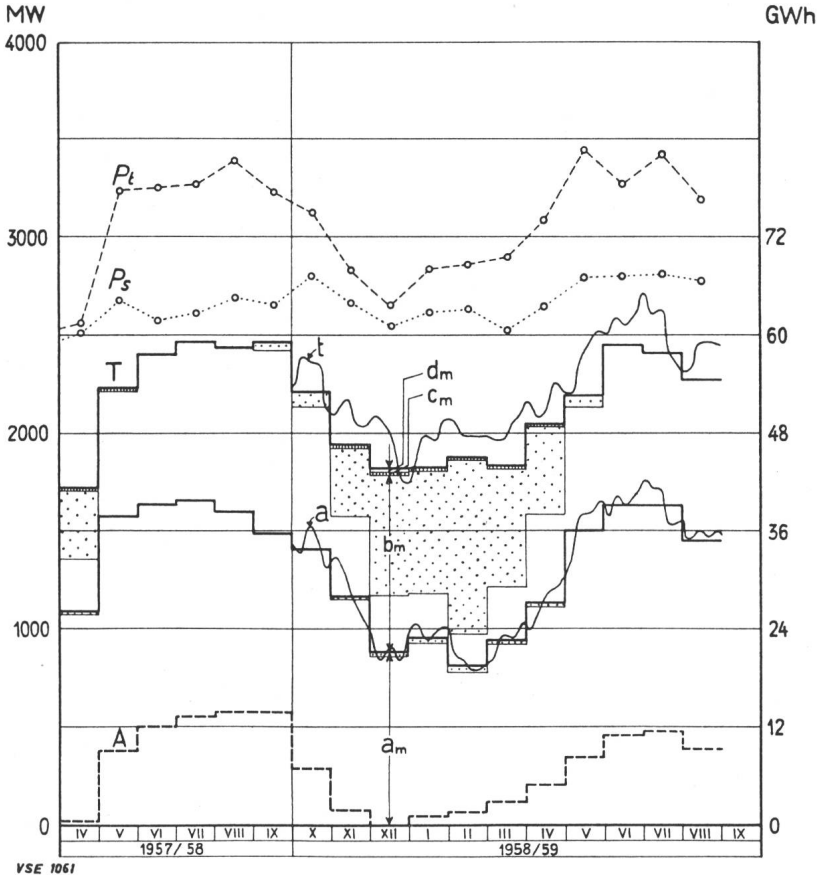
Gesamtverbrauch	3190
Landesverbrauch	2770
Ausfuhrüberschuss	500

3. Belastungsdiagramm, Mittwoch, den 19. August 1959 (siehe nebenstehende Figur)

a Laufwerke (inkl. Werke mit Tages- und Wochenspeicher)
b Saisonspeicherwerke
c Thermische Werke (unbedeutend)
d Einfuhrüberschuss (keiner)
S + A Gesamtbelastung
S Landesverbrauch
A Ausfuhrüberschuss

4. Energieerzeugung und -verwendung

	Mittwoch 19. Aug.	Samstag 22. Aug.	Sonntag 23. Aug.
	GWh (Millionen kWh)		
Laufwerke	35,3	34,4	34,1
Saisonspeicherwerke	23,5	19,7	10,4
Thermische Werke	0,3	0,2	—
Einfuhrüberschuss	—	—	—
Gesamtabgabe	59,1	54,3	44,5
Landesverbrauch	49,6	44,5	34,9
Ausfuhrüberschuss	9,5	9,8	9,6



1. Erzeugung an Mittwochen

a Laufwerke
t Gesamterzeugung und Einfuhrüberschuss

2. Mittlere tägliche Erzeugung in den einzelnen Monaten

a_m Laufwerke, wovon punktierter Teil aus Saisonspeicherwasser
b_m Speicherwerke, wovon punktierter Teil aus Saisonspeicherwasser
c_m Thermische Erzeugung
d_m Einfuhrüberschuss

3. Mittlerer täglicher Verbrauch in den einzelnen Monaten

T Gesamtverbrauch
A Ausfuhrüberschuss
T—A Landesverbrauch

4. Höchstleistungen am dritten Mittwoch jedes Monates

P_s Landesverbrauch
P_t Gesamtbelastung

Redaktion der «Seiten des VSE»: Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1, Postadresse: Postfach Zürich 23, Telephon (051) 27 51 91, Postcheckkonto VIII 4355, Telegrammadresse: Electrunion Zürich.
Redaktor: Ch. Morel, Ingenieur.
Sonderabdrucke dieser Seiten können beim Sekretariat des VSE einzeln und im Abonnement bezogen werden.