

Zeitschrift:	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber:	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band:	49 (1958)
Heft:	25
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: 23.02.2026

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

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Die internationalen Ausstellungen in Genf über die friedliche Anwendung der Atomenergie

von E. Dufour, Genf

061.4(100) «1958» : 621.039

Der Verfasser berichtet über die internationalen Ausstellungen in Genf anlässlich der 2. Internationalen Konferenz der Vereinigten Nationen für die friedliche Anwendung der Atomenergie. Nach einigen allgemeinen Betrachtungen gibt er einen Überblick über die Anlagen zur Erzeugung kernelektrischer Energie und über die Forschung auf dem Gebiete der Kernverschmelzung.

L'auteur donne un compte rendu des Expositions Internationales qui ont eu lieu à Genève lors de la deuxième Conférence Internationale des Nations Unies sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques. Après quelques remarques générales, il donne un aperçu de la situation dans le domaine de la production d'énergie nucléo-électrique et des recherches relatives à la fusion nucléaire.

Allgemeines über die Atomausstellungen in Genf

Die zweite internationale Konferenz der Vereinigten Nationen über die friedliche Anwendung der Atomenergie gab von neuem die Gelegenheit, in Genf zwei sehr interessante Ausstellungen zu zeigen:

Eine unter dem Patronat der Vereinigten Nationen stehende *wissenschaftliche Ausstellung*, die in einer provisorischen Baracke mit einer Ausstellungsfläche von 8000 m² im Park des Palais des Nations untergebracht war, und eine *kommerzielle Ausstellung*, die unter dem Patronat der Genfer Behörden stand und unter dem Motto «L'atome pour la paix» in den Räumlichkeiten des Palais des expositions auf einer Ausstellungsfläche von nahezu 15 000 m² mehr als 300 Aussteller umfasste.

Die beiden Ausstellungen waren bedeutend grösser als die anlässlich der ersten internationalen Konferenz durchgeführte Schau.

An der wissenschaftlichen Ausstellung im Jahre 1955 hatten sich die folgenden 8 Länder beteiligt: Kanada, Dänemark, Vereinigte Staaten, Frankreich, Grossbritannien, Norwegen, Schweden und Russland. Dieses Jahr kamen 12 weitere Länder hinzu: Westdeutschland, Argentinien, Belgien, Spanien, Ungarn, Indien, Italien, Japan, die Schweiz, Tschechoslowakei, Südafrikanische Union und Venezuela. Ferner wurden auch das CERN (Centre Européen de Recherches Nucléaires) und das Institut unifié des recherches nucléaires de Doubna (URSS) eingeladen.

Die Anzahl der an der kommerziellen Schau teilnehmenden Aussteller gibt ein Bild über die Entwicklung der Atomindustrie in den einzelnen Ländern und über das Interesse, das der Ausstellung entgegengebracht wurde.

	Anzahl der Aussteller	1955	1958
Westdeutschland	6	32	
Argentinien	—	1	
Österreich	—	1	
Belgien	5	7	
USA	26	57	
Frankreich	49	100	
Grossbritannien	26	84	
Holland	1	1	
Ungarn	—	1	
Italien	5	8	
Liechtenstein	1	1	
Schweden	—	1	
Schweiz	24	33	
	143	327	

An der wissenschaftlichen Ausstellung waren die einzelnen Staaten Aussteller. Das Ausstellungsgut, das in den meisten Fällen sehr vollständig und von hoher wissenschaftlicher Bedeutung war, vermittelte den Spezialisten ein reiches, bisher nicht veröffentlichtes Wissen. Auch der Laie konnte sich ein Bild von den gegenwärtigen Anstrengungen in den einzelnen Ländern auf dem Gebiete der Forschung und der industriellen Ausbeute der Kernenergie machen.

Die Vereinigten Staaten belegten einen sehr grossen Teil der wissenschaftlichen Ausstellung; die amerikanische Schau gliederte sich in die vier folgenden Gruppen: physikalische Grundlagen, Reaktorwissenschaft und Technologie, Isotopenanwendung und Fusionsforschung.

Im Rahmen dieses Berichtes ist es nicht möglich, im Detail auf die einzelnen Stände der verschiedenen Länder einzugehen. Es sei deshalb nur in gedrängter Form auf die wichtigsten Abteilungen hingewiesen.

Schürfung, Gewinnung und Aufbereitung der Erze, welche Spaltstoffe enthalten (Uran, Thorium).

Herstellung der als Moderator zu verwendenden Stoffe.

Gewinnung der Spaltstoffe und Herstellung der Brennstoffelemente.

Bau verschiedener Typen von Spaltreaktoren; bei der Wahl der Bauart sind verschiedene Kriterien zu berücksichtigen:

- verwendet Spaltstoff (natürliche oder angereichertes Uran, Thorium, Plutonium)
- Zustand des Spaltstoffs im Reaktor (heterogene oder homogene Reaktoren)
- verwendete Reaktorart (Reaktoren mit langsamem oder schnellen Neutronen)
- die Art des Moderators (Graphit, schweres Wasser, Beryllium, organischer Stoff)
- Kühlmittel (gewöhnliches Wasser, schweres Wasser, Luft, Gas, flüssiges Metall, geschmolzenes Salz)
- Nutzung der erzeugten Wärme (direkt oder indirekt über einen oder mehrere Zwischenkreise)
- Regulierung (Regelstäbe, Veränderung des Niveaus im Falle eines flüssigen Moderators)
- Zweck des Reaktors (Leistungsreaktor zur Erzeugung elektrischer Energie oder Wärme, Forschungs- und Versuchsreaktor).

Aufbereitung der bestrahlten Kernbrennstoffe.

Ablagerung der radioaktiven Rückstände.

Herstellung von Radioisotopen.

Anwendung der Radioisotopen in der Medizin (Diagnose, Behandlung), Landwirtschaft und Industrie.

Massnahmen zum Schutz des Personals.

Handhabung der radioaktiven Stoffe.

Messgeräte für die Kontrolle der Radioaktivität des Wassers und der Luft.

Untersuchungen über die Struktur der Atome und das Verhalten der Elementarteilchen mittels Teilchen-Beschleuniger (Synchro-Cyclotron, Synchrotron, Phasotron).

Strahlungsdetektoren (Wilson-Kammer und Chambre à bulles).

Ein Swimming-Pool-Versuchsreaktor für die berufliche Ausbildung, für Forschungszwecke und die Herstellung von radioaktiven Isotopen wurde in der Ausstellung im Betrieb vorgeführt.

Ein anderer Versuchsreaktor wurde in den ersten Tagen der Ausstellung vor den Augen der Besucher aufgebaut und dann in Betrieb gesetzt.

Die Bedeutung, die der friedlichen Anwendung der Atomenergie im Fabrikationsprogramm vieler industrieller Unternehmungen eingeräumt wird, kam in der Vielfalt der kommerziellen Ausstellung zum Ausdruck.

Unter den schweizerischen Ausstellern waren die meisten Betriebe der Elektro- und Maschinenindustrie vertreten. Daraus geht hervor, dass sich unsere Industrie erfolgreich mit den Fragen der industriellen Verwertung der Atomenergie beschäftigt.

Zahlreiche Aussteller, darunter vor allem die Forschungsstätten der einzelnen Länder, haben sich bemüht, die Besucher anhand von Modellen und Schemas mit den Grundkenntnissen der Atomwissenschaft vertraut zu machen. Skizzen und Beschreibungen verschiedener Reaktortypen gaben ein Bild über die in Betrieb, im Bau oder in der Projektierung befindlichen Anlagen. Ein grosser Teil der Ausstellung war den Forschungs- und Messgeräten für die Anwendung der kernelektrischen Energie in der Industrie und Chemie sowie in den Naturwissenschaften und der Medizin gewidmet.

Die Erzeugung elektrischer Energie in Kernkraftwerken

Da die Atomwirtschaft zahlreiche Gebiete umfasst und in jedem einzelnen Anwendungsfall eine Menge von weitschichtigen Problemen aufwirft, müssen wir uns hier notwendigerweise auf einige allgemeine Betrachtungen über jenes Gebiet beschränken, das die schweizerischen Elektrizitätswerke am meisten interessiert, nämlich die Erzeugung elektrischer Energie in Kernkraftwerken.

Die Ausstellungen in Genf und die bei dieser Gelegenheit erschienenen Veröffentlichungen lassen auf eine schnelle Entwicklung der industriellen Ausbeute in diesem Wirtschaftssektor schliessen.

Während im Jahre 1955 ein einziger Atomreaktor in Betrieb war (in Russland), sind es heute deren 13 mit einer Gesamtleistung von 220 MW. Darunter fallen die 3 Reaktoren von Calder Hall in Grossbritannien, 1 Reaktor in Russland, 8 in den Vereinigten Staaten und 1 in Frankreich.

Die Leistung der in Betrieb befindlichen Reaktoren ist meistens noch sehr bescheiden; hingegen ist die Leistung der stets ansteigenden Anzahl von im Bau befindlichen Anlagen bedeutend grösser. Tabelle 1 gibt einen Überblick über diese Anlagen und über die hauptsächlichsten Merkmale ihrer Reaktoren.

Es ist kaum nötig hervorzuheben, dass praktisch alle in Betrieb und der grösste Teil der im Bau befindlichen Anlagen noch Versuchscharakter haben; einige davon werden nicht nur zur Erzeugung elektrischer Energie eingesetzt, sondern auch für die Gewinnung von Plutonium, das wiederum in andern Reaktoren verwendet wird.

Die Wahl des Reaktortyps ist von Land zu Land verschieden. Sie wird vor allem von den als Brennstoff oder Moderator zu verwendenden Rohstoffen bestimmt. Ferner hängt sie von der mehr oder weniger grossen Dringlichkeit ab, mit welcher in einem bestimmten Land die Erzeugung elektrischer Energie in Kernkraftwerken die klassischen Energiequellen (hydraulische und thermische) zu ergänzen hat.

In Grossbritannien ist das Bauprogramm am weitesten fortgeschritten. Hier erschöpfen sich die Kohlevorkommen sehr rasch; zudem wird der Betrieb der Kohlegruben immer kostspieliger. Im Augenblick konzentrieren sich die Anstrengungen auf gasgekühlte, graphitmoderierte und mit natür-

Wichtigste Reaktoranlagen zur Erzeugung elektrischer Energie

Tabelle I

Land	Ort	Be-triebs-auf-nahme	gesamte elek-trische Leistung MW	Typ A homogen B heterogen I langsame Neutronen 2 schnelle Neutronen	Verwendete Materialien:			Bemerkungen
					Brennstoff U _e angereichertes Uranium U _n natürl. Uranium	Mode-rator	Kühl-mittel	
1) Reaktoren im Betrieb (Stand Sept. 1958)								
Vereinigte Staaten	Shipping Port (Pennsylv.) Chicago (Ill) Sta. Susana (Kalif.) Vallecitos (Kalif.) Fairfax (Virg.) Oakridge (Tennessee) HRE 2 Arco (Idaho) EBR 1 »	1957 1956 1957 1957 1957 1951 1958	60 6 6,5 5 2 0,3 0,2	B1 B1 B1 B1 A B2 B1	U _e +U _n U _e U _e U _e U _e U _e +U _n U _e	H ₂ O H ₂ O Graph. H ₂ O H ₂ O H ₂ O H ₂ O	H ₂ O H ₂ O NaK H ₂ O H ₂ O — NaK	H ₂ O H ₂ O H ₂ O H ₂ O H ₂ O H ₂ O H ₂ O
Frankreich	Marcoule G 1	1956	5	B1	U _n	Graph.	Luft	elektrische Energie und Erzeugung Pu
Grossbritannien	Calder Hall	A { B 1956 1957 1958	45 42 45	B1 B1 B1	U _n U _n U _n	Graph. Graph. Graph.	CO ₂ CO ₂ CO ₂	elektr. Energie u. Erzeug. Pu
URSS		1954	5	B1	U _e	Graph.	H ₂ O	
2) Reaktoren im Bau								
Belgien	Mol	1959	11,5	B1	U _e	H ₂ O	H ₂ O	
Kanada	Chalk River NPD 2	1961	20	B1	U _n	D ₂ O	D ₂ O	
Vereinigte Staaten	Dresden (Ill) Indian Point (NY) Rowe (Mass.) Lagoona Beach - Monroe (Mich.) Hallam (Nebr.) Elk River (Minn.) Arco (Idaho) EBR 2	1960 1960 1960 1960 1962 1960 1960	180 175 134 100 75 22 20	B1 B1 B1 B2 B1 B1 B2	U _e U _e +Th U _e U _e +Pu U _e U _e U _e +Pu	H ₂ O H ₂ O H ₂ O — Graph. H ₂ O —	H ₂ O H ₂ O H ₂ O Na Na H ₂ O Na	Brutreaktor (breeder) Brutreaktor (breeder)
Frankreich	Marcoule G 2 » G 3 Chinon EDF 1 » EDF 2	1958 1959 1959 1961	30 30 60 170	B1 B1 B1 B1	U _n U _n U _n U _n	Graph. Graph. Graph. Graph.	CO ₂ CO ₂ CO ₂ CO ₂	
Grossbritannien	Calder Hall B Bradwell Hunderston Berkeley Hinkley Point Chapel Cross	1959 1960 1961 1961 1962 1959	45 300 300 275 500 184	B1 B1 B1 B1 B1 B1	U _n U _n U _n U _n U _n U _n	Graph. Graph. Graph. Graph. Graph. Graph.	CO ₂ CO ₂ CO ₂ CO ₂ CO ₂ CO ₂	elektr. Energie u. Erzeug. Pu 2 Reaktoren 2 Reaktoren 2 Reaktoren 2 Reaktoren elektr. Energie u. Erzeug. Pu
URSS	Ural Voronej Leningrad Wolga ? Wolga		400 420 420 50 50 50	B1 B1 B1 B1 B1 B2	U _e U _e U _e U _e U _e U _e +Pu	Graph. Graph. Graph. Graph. Graph. —	H ₂ O H ₂ O H ₂ O H ₂ O Na Na	4 Reaktoren 2 Reaktoren 2 Reaktoren
Schweden	Farsta	1960	10	B1	U _n	D ₂ O	D ₂ O	elektr. Energie u. Heizung
Tschechoslowakei	Bratislawa	1963	150	B1	U _n	D ₂ O	CO ₂	

lichem Uran arbeitende Reaktoren (Calder Hall-Anlage).

In den Vereinigten Staaten ist der Einsatz von Kernkraftwerken weniger dringlich, weil noch grosse Reserven an Wasserkräften, flüssigen Brennstoffen und Naturgasen vorhanden sind. Da zudem die finanziellen Möglichkeiten sehr gross sind, entwickeln sich die Versuche mit industriellen Atomkraft-

werken auf breiter Ebene. Gebaut werden verschiedene Reaktortypen, welche im allgemeinen mehr oder weniger angereichertes Uranium verwenden.

Es ist interessant festzuhalten, dass es sich bei zwei der im Bau befindlichen Anlagen um Brutreaktoren (Brutmeiler) mit schnellen Neutronen handelt, welche mehr Spaltstoffe erzeugen, als sie verbrauchen.

In Frankreich konzentriert man sich auf den in Calder Hall verwendeten Reaktortyp, der natürliches Uran, Graphit und Gas unter Druck verwendet. Immerhin geht es den Franzosen im Augenblick weniger darum, elektrische Energie zu erzeugen, als Erfahrungen im Bau und Betrieb von Reaktoren zu gewinnen.

Als Vorbild der in Russland sich im Bau befindlichen Kernkraftwerke dient der bereits seit 1954 im Dienst stehende Reaktortyp (angereichertes Uran — Graphit — Wasser unter Druck); allerdings wird heute mit höheren Leistungen gearbeitet.

Anderen sich im Bau befindlichen Reaktoren liegt vor allem die Konzeption des Siedewasserreaktors zu Grunde, bei welchem der Dampf im Reaktor selbst erzeugt und nachher ohne die Verwendung eines Wärmeaustauschers direkt zum Antrieb der Turbinen verwendet wird.

Ausser diesen Anlagen gibt es in allen Ländern, die an der Ausstellung vertreten waren, noch eine ganze Reihe von mehr oder weniger weit fortgeschrittenen Projekten. Eine Tendenz zur Bevorzugung eines ganz bestimmten Reaktortyps ist noch kaum festzustellen. Obwohl die mit natürlichem oder leicht angereichertem Uran arbeitenden und mit Graphit oder schwerem Wasser moderierten Reaktoren im allgemeinen die tiefsten Brennstoffkosten aufweisen, ziehen zahlreiche Projekte den Siedewasserreaktor vor, und zwar im Hinblick auf seine geringere Grösse und seine relative Einfachheit.

Um den thermodynamischen Wirkungsgrad zu verbessern scheint man, allgemein betrachtet, den einfacheren, mit hohen Temperaturen und hohem Dampfdruck am Ausgang des Reaktors arbeitenden Anlagen den Vorzug zu geben.

Die Ausstellung orientierte nicht nur über die für die Erzeugung elektrischer Energie bestimmten Leistungsreaktoren, sondern auch über die Tätigkeit in der Industrie, welche der Entwicklung jener im allgemeinen mit kleiner Leistung arbeitenden Reaktoren gewidmet ist, die in den Forschungslabatorien, zur Erzeugung radioaktiver Isotopen oder zur Ausbildung von Spezialisten im Reaktorbau und -betrieb eingesetzt werden. Auf diesem Gebiet, wo immer wieder neue Fortschritte erzielt werden, ist die Verschiedenheit der Reaktortypen noch grösser.

Die Forschungen auf dem Gebiete der Kernverschmelzung

Wir haben schon auf die Bedeutung der in verschiedenen Laboratorien der Vereinigten Staaten entwickelten Forschungsapparate zur Verwirklichung der kontrollierten Kernverschmelzung im Rahmen der wissenschaftlichen Ausstellung hingewiesen. Auch die französische, englische und russische Schau zeigte — allerdings in bescheidenerem Rahmen —, dass in diesen Ländern ganz ähnliche Untersuchungen durchgeführt werden.

Diese Studien behandeln das Problem, ein bestimmtes Gasvolumen auf eine Temperatur von mehreren Millionen Grad zu erhitzen und diese Temperatur während einer genügend langen Zeit zu erhalten, damit sich Zusammenstösse zwischen den

Wasserstoffkernen ereignen und unter Energieabgabe neue Heliumkerne gebildet werden.

Meistens wird das Deuterium zuerst in «Plasma» umgewandelt, d. h. in eine auf hohe Temperaturen erhitzte und völlig ionisierte Gasmasse. In diesem Plasma herrscht eine sehr rasche Bewegung von freien Elektronen und den von den Elektronen befreiten Kernen. Durch Kompression des Plasmas werden die thermonuklearen Temperaturen erzeugt.

Die Erhitzung und die Kompression des Plasmas können auf verschiedenem Wege erfolgen. Die erste Erhitzung wird im allgemeinen durch eine elektrische Entladung mit grosser Stromstärke oder durch Hochfrequenz-Induktion hervorgerufen. Die Temperatur des Plasmas wird dann wie folgt erhöht:

- durch eine Kompressionswirkung mittels eines starken magnetischen Feldes (Zeta- und Stellaratormaschine),
- durch einen Struktions- oder Klemmefekt, unter dem Einfluss eines magnetischen Feldes, das durch die Entladung selbst gebildet wird (Perhapstron- und Columbusapparate),
- durch magnetisches «Pumpen», das auf dem Plasma ein magnetisches, stark schwankendes Feld erzeugt (Stellarator und Scylla),
- durch eine Kompressionswirkung in engem Raum mittels eines unregelmässigen magnetischen Feldes, das eine Art «magnetischer Flasche» bildet, in deren Zentrum sich das Plasma unter der Wirkung der Zusammenstösse zwischen den einzelnen, das Plasma bildenden Partikeln erwärmt.

In einem andern Fall (DCX-Apparat) wird das Plasma gebildet, indem man durch eine Beschleunigervorrichtung ein Bündel von Ionen-Molekülen (Deuterium) mit hoher Temperatur in ein mehr oder weniger weit getriebenes Vakuum (10^{-7} mm Hg) einspritzt. Das Plasma wird dann in einem toroidförmigen Raum mittels eines starken magnetischen Feldes eingeschnürt.

Mit Ausnahme des im Jahre 1955 gebauten und im Betrieb vorgeführten Stellarators wurden an der Ausstellung meistens nur Skizzen und verkleinerte Demonstrationsmodelle gezeigt. In diesem Stellarator wurde periodisch während eines Bruchteils einer Sekunde Deuterium-Plasma auf eine Temperatur von ungefähr 200 000 °C gebracht.

Den bis heute erschienenen Veröffentlichungen ist zu entnehmen, dass auf diesem Gebiet bereits bedeutende Fortschritte erzielt wurden; das Plasma konnte auf Temperaturen von einigen Millionen Grad erhitzt werden. Verschiedene Apparate haben eine Neutronenemission nachgewiesen, aber bis heute ist noch nicht erwiesen, dass diese Neutronen thermonuklearen Ursprung haben.

Wie dem auch sei, es bleiben noch grosse Schwierigkeiten zu beseitigen, bevor es zu einer Kernverschmelzung kommt, die man aufrechterhalten und kontrollieren kann und die gleichviel oder mehr Energie befreit, als die Erzeugung des Plasmas bei hohen Temperaturen benötigt. Auf Grund der an der Genfer Konferenz gemachten Erklärungen wird

allgemein angenommen, dass für die Verwirklichung einer solchen Kernfusion noch mindestens 10 Jahre notwendig sind und dass eine industrielle Ausbeute auf diesem Gebiet frühestens in den letzten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts möglich ist. Es ist daher überflüssig, darauf hinzuweisen, dass der gegenwärtige Stand der Untersuchungen über die Kernfusion noch keine Aussagen über die ökonomischen Bedingungen, unter denen die Energie gewonnen werden könnte, zulässt.

Schlussfolgerung

Unter Berücksichtigung der Wachstumsrate der Weltenergiebedürfnisse und der relativ kurzfristig

bevorstehenden Erschöpfung der klassischen Energiequellen zur Erzeugung elektrischer Energie kommt man zum Schluss, dass — unter der Bedingung, dass die Vorhersagen über die Kernverschmelzung nicht durch unvorhergesehene Ereignisse überholt werden — die Erzeugung elektrischer Energie in Kernkraftwerken, die nach dem Prinzip der Kernspaltung arbeiten, über die notwendige Entwicklungszeit verfügen und — vielleicht nur vorübergehend — in der Deckung des Energiebedarfes einen wichtigen Platz einnehmen wird.

D. : Fl.

Adresse des Autors:

E. Dufour, Ing., Service de l'électricité de Genève, Genève.

Die Kostenrechnung in der Elektrizitätswirtschaft (zu zwei Neuerscheinungen über die Kostenrechnung)

657.47 : 621.311

Die Betriebswirtschaftslehre als jüngster Zweig der Wirtschaftswissenschaften hat in den letzten Jahren eine enorme Entfaltung erlebt. Unter dem Druck der scharfen Konkurrenz wurden die Fabrikationsunternehmungen schon früh gezwungen, eine präzise, knappe und doch vollständige Kalkulation für ihre Produkte einzuführen. Die Betriebswirtschaftslehre hat den Unternehmungen mit der Kostenrechnung ein Instrument in die Hand gegeben, mit dem sich die Unternehmungsleitung klaren Einblick in die Kostenstruktur ihres Betriebes verschaffen kann. Über die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre sowie über das industrielle Rechnungswesen und die Kostenrechnung sind schon viele Publikationen erschienen. Es sei hier nur auf die grundlegenden Werke von Schmalenbach, Mellerowicz, Walter, Schneider, le Cointre und andere verwiesen.

Die Anwendung der Kostenrechnung in den Unternehmungen der Energieversorgung ist dagegen bisher wenig behandelt worden. Dafür sind die speziellen Verhältnisse in der Energiewirtschaft einerseits bezüglich ihres Produktes, andererseits aber auch bezüglich ihrer Marktsituation und ihrer Kapitalstruktur verantwortlich. In der Tat treten verschiedene Schwierigkeiten auf, wenn man die in der Industrie schon weitverbreitete Kostenrechnung auch in der Elektrizitätswirtschaft anwenden will. Die Entwicklung des Preisniveaus sowie die ständig steigenden Kosten der Energieversorgung veranlassen aber gerade heute die Unternehmungen, ihre Kosten näher zu durchleuchten und den Beweis für die notwendigen Preisanpassungen zu liefern. Die hiefür notwendigen Unterlagen können aber nur von der Kostenrechnung geliefert werden.

Die Kostenrechnung hat einen dreifachen Zweck: sie dient der Betriebs- und Kostenüberwachung, der Preiskalkulation (Tarife) und der Wirtschaftlichkeitkontrolle. Sofern die Kostenrechnung mit der geforderten Klarheit und Wahrheit durchgeführt wird, gibt sie der Unternehmungsleitung die notwendigen Hinweise für die Betriebsführung, die Gestaltung der Tarife und die Wirtschaftlichkeit der Energieversorgung.

Es ist zu begrüssen, dass in neuester Zeit zwei Werke erschienen sind, die die Anwendung der Kostenrechnung in der Energiewirtschaft zum Gegenstand haben. Im folgenden seien die beiden Werke kurz besprochen.

In seinem Werk «Grundlagen der elektrizitätswirtschaftlichen Kostenrechnung» (Verlag für Sozialwissenschaften, Frankfurt a. M., 1958) geht Dr. rer. pol. Helmut Roller von den technischen Grundlagen und den wirtschaftlichen Erscheinungsformen der Elektrizitätswirtschaft aus. Er entwickelt darauf aufbauend die allgemeinen Grundlagen der Kostenrechnung und arbeitet die notwendigen Begriffe klar heraus. Seine Ausführungen über die Aufgabe der Kostenrechnung, die Grundsätze, die bei der Aufstellung der Kostenrechnung angewendet werden müssen, und über den Charakter der Kosten lassen an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig. Ebenso präzis sind die Ausführungen über die Kostenarten, Kostenstellen und Kostenträger. Um die entwickelte Theorie der Kostenrechnung dem Leser und Praktiker näher zu bringen, weist der Verfasser an Hand eines Beispiels aus der Elektrizitätsversorgung auf die speziellen Probleme der Kostenrechnung in diesem Gebiete hin.

Roller versteht es ausgezeichnet, die speziellen Gegebenheiten der Elektrizitätswirtschaft hervorzuheben und die Probleme, die dadurch der Kostenrechnung erwachsen, zu lösen. Es ist ganz besonders interessant und wertvoll — und auch neu in der Theorie der Kostenrechnung —, dass der Verfasser, obwohl er scharf zwischen Betrieb und Unternehmung unterscheidet, die Kostenrechnung als «erweiterte Aufwandsabrechnung» auf die gesamte Unternehmungssphäre ausdehnt. Mit andern Worten, Roller weist in seinem Buch nicht nur den Weg zur kostenmässigen Durchleuchtung der Energieproduktion, -übertragung, -verteilung und -abgabe an die Verbraucher, sondern er bezieht auch die Probleme der Kapitalbeteiligung, der Kapitalbeschaffung, der allgemeinen Geschäftspolitik (z. B. Abschreibungen), die ja gerade für die Elektrizitätswirtschaft von erheblicher Bedeutung sind, in die Kostenrechnung ein. Damit aber wächst die Kosten-

rechnung über ein reines Betriebsinstrument hinaus und wird ein Spiegel der Gesamtunternehmung.

Das Buch von Roller ist zum Teil stark auf deutsche Verhältnisse zugeschnitten (Steuern, thermische Produktion u. a.). Deshalb vermissen wir besonders die Behandlung der Probleme, die sich im Zusammenhang mit der hydraulischen Produktion, insbesondere mit der Produktion in Speicherwerken ergeben. Der Verfasser begnügt sich bei der Kostenträgerrechnung mit der Berechnung der Leistungs- sowie der Arbeitskosten für Tag- und Nachenergie in einem Jahr. Für uns jedoch genügen diese Kostenträger nicht, denn es stellt sich über die Jahreskosten hinaus für uns das ganz wesentliche Problem der Kosten für Sommer- und Winterenergie. Trotz diesen Mängeln bietet das Werk von Dr. H. Roller eine weitgehende und klare Einführung in die Anwendung der Kostenrechnung in der Elektrizitätswirtschaft. Es kann den betriebsleitenden Ingenieuren und Technikern, den Volkswirtschaftern und den mit der Kostenrechnung sich befassenden Buchhaltern sehr lebhaft zum Studium empfohlen werden.

Das kürzlich von der *Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW)* und vom *Verband der deutschen Gas- und Wasserwerke (VGW)* 1958 herausgegebene Buch «Kostenrechnung der Energie- und Wasserversorgungsunternehmungen» ist im Gegensatz zu jenem von Roller kein Werk für die Einführung in die Probleme der Kostenrechnung. Es richtet sich in erster Linie an die mit dem Problem der Kostenrechnung bereits Vertrauten und stellt eine Empfehlung an die Werke zur Gestaltung der Kostenrechnung dar. Es bezweckt vor allem, die Kostenrechnung in den Werken einzuführen und zu vereinheitlichen und setzt daher gewisse Kenntnisse der Betriebswirtschaftslehre und der Kostenrechnungsmethoden voraus.

Die Ausführungen über die Aufgabe und die Grundsätze der Kostenrechnung sind sehr knapp. In einem allgemeinen Kapitel werden die Begriffe

der Kostenarten, Kostenstellen und Kostenträger umrissen. Der zweite Teil beschäftigt sich mit der Aufstellung des Betriebsabrechnungsbogens in den Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerken. Die Abrechnungsmethoden werden kurz beschrieben. Entsprechend seinem Zweck, die Kostenrechnung zu vereinheitlichen, findet man in diesem Buch sehr wertvolle Aufstellungen über die in den Energie- und Wasserversorgungs-Unternehmungen auftretenden Kostenarten und Kostenstellen. Die Empfehlungen der Verbände halten sich jedoch naturgemäß an den deutschen Kontenrahmen für Versorgungsbetriebe. Für schweizerische Verhältnisse müssten natürlich einige Korrekturen und Abänderungen angebracht werden. Die Behandlung der Kostenträgerrechnung ist sehr summarisch gefasst, und dieses Kapitel lässt denn auch sehr viele Fragen offen. Ein weiteres Kapitel enthält wertvolle Anregungen zur Auswertung der Kostenrechnung. Schliesslich werden die verschiedenen technischen Möglichkeiten zur Aufstellung des Betriebsabrechnungsbogens aufgezeigt: manuelles Verfahren, Verfahren mit Buchungsmaschinen, Lochkartenverfahren.

Das vorliegende Werk, welches nicht als Lehrbuch, sondern als Empfehlung und Wegleitung der herausgebenden Verbände an ihre Mitglieder gedacht ist, bietet dem Praktiker, der sich mit der Aufstellung einer Kostenrechnung für seinen Betrieb befasst, eine Menge Anregungen und praktischer Hinweise.

Die beiden Abhandlungen bilden einen wichtigen und interessanten Beitrag zur Anwendung der Kostenrechnung in der Energiewirtschaft. Es ist zu hoffen, dass diesen Problemen mit der Zeit auch in der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft vermehrte Beachtung geschenkt wird. Die Erkenntnisse, die eine gut ausgebaute Kostenrechnung liefert, sind derart wertvoll, dass sich die Einführung dieser Rechnungsart in der schweizerischen Energiewirtschaft sehr bald gebieterisch aufdrängen wird.

F. Dommann

Wirtschaftliche Mitteilungen

Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in Grossbritannien im Berichtsjahr 1957—58

Der Tätigkeitsbericht des «Electricity Council und Central Electricity Generating Board», der hier besprochen wird, umfasst die Periode vom 1. April 1957 bis 31. März 1958. Bekanntlich versorgen die 12 Bezirks-Direktionen (Aera Electricity Boards) England und Wales mit elektrischer Energie. Die vorliegende Statistik enthält keine Zahlen über den «North of Scotland Hydro-Electric Board», den «South of Scotland Electricity Board» und über die Industriekraftwerke.

Tabelle I gibt einen vereinfachten Vergleich zwischen den Energiebilanzen für 1956/57 und 1957/58. Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass die gesamte für den Verbrauch im Inland bereitgestellte Energiemenge im Berichtsjahr 1957/58 81 909 GWh betrug gegenüber 74 868 GWh im Vorjahr, was einer Steigerung um ca. 9,4 % entspricht. Bezogen auf das Berichtsjahr 1956/57 nahm der Verbrauch an elektrischer Energie um 7,6 % zu. In den vorhergehenden Jahren betrug die

Vereinfachter Vergleich zwischen den Bilanzen
für 1956/57 und 1957/58

Tabelle I

	1956/57 GWh	1957/58 GWh	Veränderung %
Brutto-Energieerzeugung	79 525	86 613	+ 8,9
Eigenverbrauch der Kraftwerke . . .	4 928	5 310	+ 7,8
Netto-Energieerzeugung	74 597	81 303	+ 9,0
Energieankauf	271	606	+ 123,6
Gesamte für den Verbrauch im Inland bereitgestellte Energie	74 868	81 909	+ 9,4
Verbrauch Industrie und Bahnen . . .	35 792	38 552	+ 7,7
Verbrauch öffentliche Beleuchtung in Gewerbe und Haushalt, weitere Haushaltanwendungen, Kleinmotoren in Gewerbe und Landwirtschaft	31 722	34 109	+ 7,5
Total	67 514	72 661	+ 7,6
Lieferungen an den «South of Scotland Electricity Board» . . .	514	447	- 3,0
Energieverluste in den Netzen . . .	6 840	8 801	+ 28,7
Gesamttotal	74 868	81 909	+ 9,4

Zunahme: 1952/53 auf 1953/54: 6,9 %; 1953/54 auf 1954/55: 11,8 %; 1954/55 auf 1955/56: 9,4 %; 1955/56 auf 1956/57: 6,7 %.

*Energieerzeugung im Jahre 1957/58
Verteilung nach Energiequellen und Maschinentypen*

Tabelle II

	Energieerzeugung	
	GWh	%
<i>Thermische Kraftwerke:</i>		
Dampfturbinen:		
Kohle, Koks und Öl	86 358	99,71
Wärmerückgewinnung	44	0,05
Verbrennungsmotoren	49	0,06
Total	86 451	99,82
<i>Hydraulische Kraftwerke</i>	162	0,18
<i>Gesamttotal</i>	86 613	100,00

Aus Tabelle II ist zu entnehmen, wie sich die Erzeugung elektrischer Energie auf die verschiedenen Energiequellen und verschiedenen Maschinentypen verteilt. Wie aus dieser Tabelle hervorgeht, ist die hydraulische Erzeugung ganz unbedeutend (0,18 % gegenüber 99,82 % für die thermische Erzeugung).

*Netto-Engpassleistung der Kraftwerke am 31. März 1958
Verteilung nach Energiequellen und Maschinentypen*

Tabelle III

	Engpassleistung der Kraftwerke	
	MW	%
<i>Thermische Kraftwerke:</i>		
Dampfturbinen:		
Kohle, Koks und Öl	22 184	99,29
Wärmerückgewinnung	9	0,04
Verbrennungsmotoren	87	0,39
Total	22 280	99,72
<i>Hydraulische Kraftwerke</i>	63	0,28
<i>Gesamttotal</i>	22 343	100,00

Die höchste Belastungsspitze des Netzes ergab sich am 16. Dezember 1957 mit 19 311 MW.

Tabelle III zeigt, wie sich die Engpassleistung der Kraftwerke auf die verschiedenen Energiequellen und verschiedenen Maschinentypen verteilt. Die Leistung der thermischen Kraftwerke mit Dampfturbinen, bei welchen der Dampf unmittelbar mit Hilfe von Kohle, Koks oder Öl erzeugt wird, stellt 99,29 % der gesamten Leistung dar. Diese betrug am 31. März 1958 22 343 MW gegenüber 20 644 MW am 31. März 1957; sie stieg also während dieses Berichtsjahres um 1699 MW oder 8,2 %.

Verbrauch an elektrischer Energie im Jahre 1957/58

Tabelle IV

	Verbrauch	
	GWh	%
Industrie	37 000	50,9
Bahnen	1 552	2,1
Handel und Gewerbe	9 060	12,5
Haushaltungen	22 108	30,4
Handel und Haushaltungen gemischt	1 032	1,4
Landwirtschaft	1 279	1,8
Öffentliche Beleuchtung	630	0,9
<i>Total</i>	72 661	100,0

Der mittlere Erlös aus dem Stromverkauf stieg gegenüber dem Vorjahr auf 1,534 pence; er lag damit um 4,4 % über dem mittleren Erlös im Jahr 1956/57 und 34,1 % über demjenigen im Jahr 1947/48.

Im Jahr 1957/58 betrugen die Gesamteinnahmen 474 und die Gesamtaufwendungen 458 Millionen Pfund; der Einnahmenüberschuss erreichte somit 16 Millionen Pfund. Während der gleichen Zeitspanne beliefen sich die Gesamtinvestitionen auf 240 Millionen Pfund, wovon ca. 79 % für den Bau von neuen Kraftwerken. Am 31. März 1958 waren in festen Anlagen insgesamt 2313 Millionen Pfund investiert, und die Anlageschuld betrug, nach Abzug der Rückstellungen und Abschreibungen, 1474 Millionen Pfund oder 63,7 % der Herstellungskosten. *Fl.*

Verbandsmitteilungen

Instruktionskurse über Tariffragen

Nachdem die Kommission des VSE für Energietarife anfangs des Jahres beschlossen hatte, für Fachleute aus den Elektrizitätswerken, die sich mit dem Tarifwesen befassen, Instruktionskurse durchzuführen, hat nun vom 9. bis 12. November auf dem Hasliberg, im Ferienhaus der Atel, bereits der zweite Kurs stattgefunden.

Der erste Kurs, der am gleichen Ort vom 4. bis 7. Mai durchgeführt wurde, war von 28 Teilnehmern besucht. Am zweiten Kurs waren es deren 19. Das Kursprogramm umfasste

die folgenden Fragen aus dem Gebiete der Tarifierung: Grundzüge der Tarifierung — Tarife und Tarifsysteme — Selbstkostenrechnung als Grundlage der Tarifierung — technische und rechtliche Grundlagen der Energieverrechnung — Aufbau der Tarife und Verträge — der Belastungsverlauf und seine Beeinflussung. Den einzelnen Vorträgen schlossen sich jeweils rege Diskussionen an, die sich auch abends in kleineren Gruppen fortsetzten. Die Kurse scheinen demnach einem wirklichen Bedürfnis zu entsprechen. Es wird daher beabsichtigt, weitere Kurse in deutscher und französischer Sprache durchzuführen. Interessenten wollen sich an das Sekretariat des VSE, Postfach 3296, Zürich 23, wenden.

Aus dem Kraftwerkbau

Der Stand der Bauarbeiten bei den Bergeller Kraftwerken

In der vorletzten Septemberwoche hatte die Verwaltung der Industriellen Betriebe der Stadt Zürich die Presse zu einem zweitägigen Besuch der Bergeller Kraftwerke eingeladen. Seit dem Sommer 1955 sind die Bauarbeiten im Bergell im Gang, und heute ist von der Talsohle aus in der Umgebung von Casaccia die im Werden begriffene Staumauer Albigna gut erkennbar. Für die Versorgung des hoch oben an den Bergflanken in der Nähe des Albigna- und Fornogletschers gelegenen Bauwerkes mit Zement werden 12 Silo-Lastwagenzüge eingesetzt, die praktisch ohne Unterbruch zwischen St. Moritz und Pranzairaz zirkulieren und täglich 700 bis 800 Tonnen Zement transportieren. Von der Talstation Pranzairaz wird der Zement mit einer Seilbahn direkt auf die Baustelle geführt.

Nach Fertigstellung der notwendigen Bauinstallationen (Kabelkrane, Aufbereitungs- und Betonieranlage) und des Fundamentaufturmes wurde auf der Staumauer Albigna anfangs Mai dieses Jahres der Betonierbetrieb aufgenommen. Bis Mitte September wurden total ca. 420 000 m³ Beton hergestellt und eingebracht. Die Höchsttagesleistung betrug 5000 m³. Im nächsten Jahr sollen weitere 300 bis 400 000 m³ Beton eingebracht werden. Obwohl auf der Baustelle Albigna etwa 370 Arbeiter, Techniker und Ingenieure beschäftigt sind, ist die Arbeitsweise hoch mechanisiert, beträgt doch der Kostenanteil der menschlichen Arbeit nur etwa 10 %.

Der Druckstollen von der Staumauer Albigna nach Murtaira und der Druckschacht zur Zentrale Löbbia, wo das Wasser zum erstenmal verarbeitet wird, sind vorgetrieben und die Bauarbeiten praktisch beendet. Die Arbeiten im Zusammenhang mit der Anlage für die Wasserrassung bei Plancanin

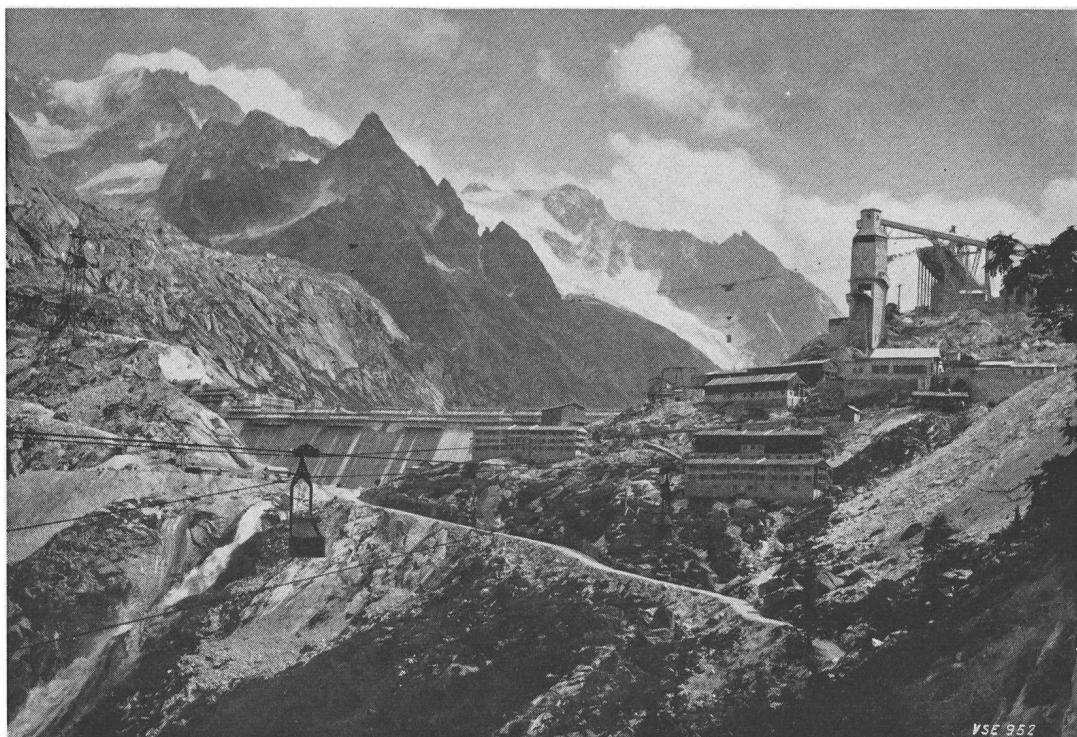


Fig. 1
Staumauer Albigna

im Val Forno und dem ebenfalls nach Murtaira führenden Druckstollen, sowie dem für das Wasser aus dem Fornogebiet separat gebauten Druckschacht nach der Zentrale Löbbia sind auch praktisch abgeschlossen.

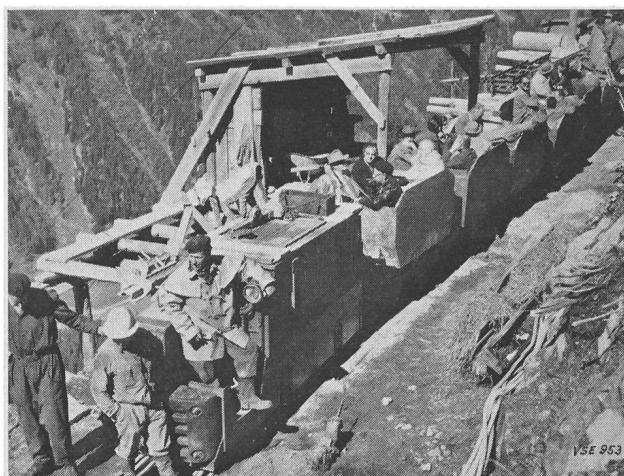


Fig. 2
Stollenbahn Murtaira—Plancanin

Das Maschinenhaus der Zentrale Löbbia ist fertiggestellt, mit der Montage der Maschinengruppen wird begonnen. Das sich unmittelbar neben der Zentrale befindende Stauwehr des Ausgleichbeckens, das den Abfluss der Maira und das aus den Turbinen der Albigna- und der Fornostufe kommende Wasser aufnimmt, ist praktisch vollendet.

Druckstollen, Druckschacht und Wasserschloss der zweiten Stufe werden ebenfalls dieses Jahr fertiggestellt. Auch bei der Kavernenzentrale Castasegna sind die letzten Arbeiten im Gang. Die Montage der Maschinengruppen wird noch dieses Jahr aufgenommen.

Die mittlere mögliche Jahreserzeugung der Bergeller Kraftwerke wird mit 430 Millionen kWh veranschlagt, wovon 258 Millionen kWh im Winter und 172 Millionen kWh im Sommer. Mit dem Aufstau soll im August des nächsten Jahres begonnen werden; der ungehinderte Aufstau ist für 1960 vorgesehen.
Fl.

Durchschlag des Zuleitungsstollens Fionnay—Nendaz der Grande Dixence S. A.

Im vergangenen Oktober feierten die Kraftwerke Grande Dixence S. A. den Durchschlag des Zuleitungsstollens von Fionnay nach Nendaz. Der Stollen, dessen Aushubarbeiten im Jahre 1954 begannen, hat eine Länge von 16 Kilometern.

Fertigstellung eines Zuleitungsstollens und der Staumauer Malvaglia bei den Blenio Kraftwerken

Im vergangenen Oktober erfolgte der Durchstich des 4740 m langen Zuleitungsstollens der Blenio Kraftwerke, der das Wasser der Nala und Bogera zum Wasserschloss Biasca führt.

Gleichzeitig konnten die Betonierungsarbeiten an der Staumauer des Ausgleichbeckens Malvaglia, dessen Nutzhinhalt rund 4 Millionen m³ beträgt, abgeschlossen werden.

Redaktion der «Seiten des VSE»: Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1, Postadresse: Postfach Zürich 23, Telefon (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.