

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 59 (1968)
Heft: 1

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: 20.02.2026

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

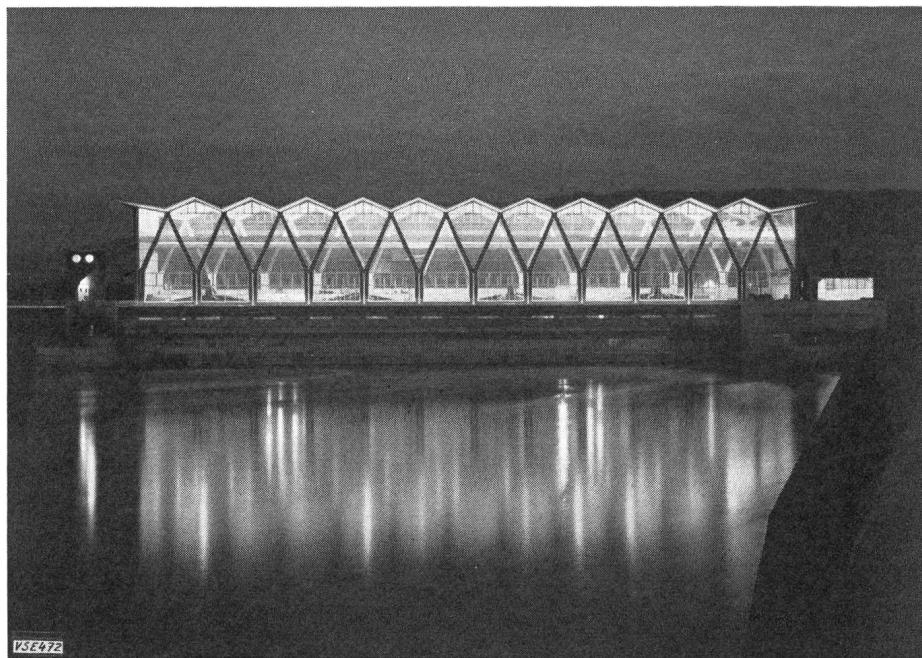
Energie-Erzeugung und-Verteilung

Die Seiten des VSE

Der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke entbietet seinen Mitgliedern
die besten Wünsche zum neuen Jahr

L'Union des Centrales Suisses d'Electricité présente à ses membres
les meilleurs vœux pour la nouvelle année

L'Unione delle Centrali Elettriche Svizzere presenta ai suoi membri
i migliori auguri per il nuovo anno



VSE472

Kleine energiewirtschaftliche Umschau

von F. Wanner, Zürich

620.9(048).7

Die AG Elektrizitätswerk Heiden hat gegen den Regierungsrat des Kantons Appenzell-Ausserrhoden einen Pyrrhus-Sieg erfochten. Nach der Veröffentlichung des vom Bundesgericht am 17. Mai 1967 gefällten Urteils muss man leider zur Überzeugung gelangen, dass hier ein einzelnes EW mit dem sturen Beharren auf dem Installations-Monopol der Gesamtheit unserer Elektrizitätswerke einen Bärendienst leistet, was dem von der Kartell-Kommission erhobenen Ruf nach mehr Wettbewerb für die Hausinstallationen weiteren Auftrieb geben wird. Dabei ist es doch eine Tatsache, dass schon heute praktisch alle Werke auf das früher unter ganz anderen Umständen zweifellos berechtigte Installationsmonopol von sich aus verzichten und sich in grossen Teilen unseres Landes längstens ein freiheitliches Konzessions-System herausgebildet hat. Allerdings kann von einer völligen Freigabe der Installations-Tätigkeit aus Sicherheitsgründen keine Rede sein. Die notwendigen Erfordernisse sind in der eidg. Starkstrom-Verordnung fixiert, wobei vor allem die Fachkundigkeit von Bedeutung ist.

Das Urteil des Bundesgerichtes, das dem vom EW Heiden mit aller Intransigenz verteidigten Installationsmonopol aus rein formellen Gründen den Segen erteilen musste, steht sowohl mit den Bestrebungen und der Praxis der meisten Elektrizitätswerke auf Verzicht auf konkurrenzhemmende Einschränkungen im Installationsgewerbe im Widerspruch. Gewiss, das Bundesgericht konnte in diesem Fall nicht anders entscheiden, weil das Aufsichtsrecht der kantonalen Instanz sich auf eine dem privaten EW erteilte Wasserrechtskonzession stützte. Dann aber auch, weil die Beziehungen eines privaten EW zu den einzelnen Installateuren und zu den Energiekonsumenten im konkreten Fall eindeutig privatrechtlicher Art sind, so dass sich die AG Elektrizitätswerk Heiden auf Grund der Vertragsfreiheit das Installationsmonopol sichern kann.

Aber, und das ist hier die Frage: Wird nicht der gute Ruf einer ganzen Branche durch derartige Wettbewerbsbeschränkungen gefährdet — besonders wenn dazu noch die Drohung mit einer Stromunterbrechung für alle Kunden des betreffenden Installateurs kommt? Und sollte nicht die gute Zusammenarbeit mit dem privaten Installationsgewerbe und die Anerkennung des freien Wettbewerbs allein schon im Hinblick auf Absatzwerbung und Konsumentenschutz eine Selbstverständlichkeit sein? Ist das Beharren auf einem längst unzeitgemäß gewordenen Installationsmonopol — mit Ausnahme abgelegener Berggebiete — nicht ein Anachronismus, der den Interessen des Energieverkaufsgeschäftes direkt entgegengesetzt ist und in der Öffentlichkeit je länger je weniger zu rechtfertigen ist?

*

Der Brugger Stromkrieg ist beendet. Aber um welchen Preis? Der Friedensschluss musste nämlich mit einer Kompetenz-Änderung von grosser Tragweite erkauf werden. Die bisher vom Gemeinderat ausgeübte Tarifhoheit wird in Zukunft an die Gesamtheit der Stimmberchtigten übertragen. Also Demokratie im Zeichen des Konsumenten-Schutzes und der Nationalratswahlen: Jeder Stimmünger ein Tariffachmann. Jeder Energiekonsument bestimmt seinen Preis selber, also Krieg aller gegen alle.

Gewiss, es handelt sich um einen Einzelfall und um die Spätfolge eines gestörten Vertrauensverhältnisses. Bei den in der Regel nach wirtschaftlichen Grundsätzen geführten Elektrizitätswerken sind derartige Kompetenz-Ordnungen, die einer Verpolitierung der Energiepreise Tür und Tor öffnen, selten. Der Bürger hat dafür um so eher Verständnis, als er weiss, dass die meisten Werke öffentlich Rechnung abzulegen haben und dass sich in fast allen ihren Pflichtenheften der Auftrag zur billigen und sicheren Stromversorgung findet. Die Gefahr ist unter diesen Umständen glücklicherweise nicht gross, dass das Brugger Beispiel Schule macht.

*

In der Schweiz wird man bald vom Bau weiterer Atomkraftwerke hören. Es wäre sicher falsch, etwa die Standortfrage oder den Kühlwasserverbrauch, die Gestehungskosten und die Reaktortypen und -grössen nur aus der heutigen Sicht zu beurteilen. Alle diese Dinge sind zurzeit stark im Fluss. Wir werden schon in wenigen Jahren mit dem Fortschreiten der Technik eine viel grössere Auswahl an Standortmöglichkeiten und damit eine viel stärkere Dezentralisation unserer zukünftigen Stromquellen haben.

Gewiss ist aber, dass wir uns eines Weltrekordes sehr schnell nicht mehr rühmen dürfen: Stehen wir zurzeit mit einer hydraulischen Erzeugung von 99 % der Gesamterzeugung von elektrischer Energie mit Norwegen (99,7 %), Island (95,6 %) und Kanada (84,4 %) an der Spitze, so werden wir mit der Umstellung auf die Atomenergie ab 1969 diesen Rang sehr schnell verlieren. Fast hundertprozentig stützen sich zurzeit Belgien, Dänemark, Grossbritannien, Holland und Ungarn auf die thermische Erzeugung, womit die beiden Extreme gezeigt sind. Es ist offenkundig, dass die Länder mit reiner Wasserkraft-Produktion (mit jährlich sehr grossen witterungsbedingten Produktionschwankungen), die über keine Kohlen-, Erdgas- oder Öl-vorkommen verfügen, am raschen Übergang zur Atomkraft am stärksten interessiert sind. Da für die Schweiz der Einsatz der Atomenergie genau mit dem Moment zusammenfällt, wo der Bau neuer Wasserkraftwerke mit den grössten Schwierigkeiten rechnen müsste, ja wohl überhaupt nicht mehr möglich wäre, wird voraussichtlich in unserem Land die Atomenergie viel schneller einen wesentlichen Anteil an die Gesamtenergieerzeugung beisteuern als anderswo. Man tut gut daran, sich diesen Zusammenhang immer wieder vor Augen zu halten, weil tatsächlich die Atomenergie für kein Land wie für die Schweiz genau im richtigen Zeitpunkt, nach Erschöpfung ihres einzigen Rohstoffes Wasser, auf den Plan getreten ist.

*

Bedeutet langfristig die Atomenergie und der mit ihr verstärkte Konzentrationsprozess in der Produktion eine Verbilligung — zum mindesten kann durch die neuen Mischpreise die Verteuerung der Verteilkosten aufgefangen werden —, so bestehen zweifellos in dem seit Jahrzehnten als sakrosankt betrachteten helvetischen Elektrizitäts-Föderalismus weitere Rationalisierungs-Reserven. Der politische Föderalismus in allen Ehren, aber er sollte nicht dazu dienen, in der Energieverteilung wirtschaftliches Denken zu

verunmöglichen. Gewiss, für Produktion und Verteilung gelten nicht die gleichen Wirtschaftlichkeitsgesetze. Es leuchtet aber auch dem Laien ein, dass die da und dort noch vorhandene Aufsplittung in extrem kleine, aber selbständige betriebene Verteilnetze vom Idealbild einer rationellen Energieversorgung weit entfernt ist. Die Schwierigkeiten einer Bereinigung dieser Inselwirtschaft sollen allerdings nicht verkannt werden. Der Beweis ist in der Schweiz jedenfalls erbracht, dass bei grösseren zusammenhängenden Verteilnetzen der Kundendienst keineswegs schlechter zu sein braucht. Ja, es ist offenkundig, dass der Zusammenschluss von Regional- und Überlandnetzen nicht nur den Gedanken eines freiwilligen Finanzausgleiches rentabler und unrentabler Verteilnetze verwirklicht, sondern auch vom Standpunkt der Anschluss- und Tarifpolitik, der Personalwirtschaft und Planung sich als vorteilhaft erweisen muss.

Damit sei nichts gesagt gegen das Bestehen von gut arrodierten Wiederverkäufer-Netzen, die allein schon durch einen gewissen Netz-Umfang und durch das Vorhandensein eines Dorf-Kernes und einer Peripherie den vorhin genannten Solidaritätsgedanken verkörpern. Es sollte ausschliesslich die Frage nach der Existenzberechtigung extrem kleiner und von grösseren Versorgungsnetzen umschlossenen Elektrizitätswerken im kommenden Zeitalter eines Zusammenschlusses in immer grössere Wirtschaftsräume gestellt werden.

*

Im übrigen ist bei uns dank dem von der Öffentlichkeit nie in Zweifel gezogenen guten Funktionieren unserer Elektrizitätsversorgung von Zwangs-Fusionen oder der Bildung eines einzigen Staats-Elektrizitätsunternehmens nach ausländischem Vorbild seit langem nie mehr ernsthaft die Rede gewesen. Der sicherste Damm gegen eine solche Entwicklung darf im Vorhandensein einer grossen Zahl gutgeleiteter städtischer und Gemeinde-Elektrizitätswerke erblickt werden, deren Ablieferungen an den Fiskus eine zum Teil beachtliche Entlastung des Steuerzahlers ermöglicht. Beim EWZ erreichte diese Ablieferung in die Stadtkasse im Jahre 1946 fast 21 % der Steuereinnahmen, ist aber auch bis zum Jahre 1965 trotz einem Ansteigen der Ablieferung auf 22 Mio. Franken bis auf 7 % zurückgegangen. Derartige Ablieferungen sind im Hinblick auf andere, weniger lukrative

Aufgaben der Städte, wie z. B. die Lösung des Verkehrsproblems, solange nicht zu beanstanden, als sie nicht zu prohibitiven Energietarifen führen, oder zu einer Verschleierung der Verluste der Gaswerke benutzt werden. Die Ablieferungen der städtischen Elektrizitätswerke leisten im grossen und ganzen ungewollt eine Art Tarifausgleich zwischen Stadt- und Landnetzen. Sie sind der Hauptgrund dafür, dass man in der Schweiz trotz sehr verschiedenen Kostenverhältnissen von Hunderten öffentlichen und privaten Werken von einem erstaunlich ausgeglichenen Tarifniveau sprechen kann. Sie gehören mit zum Bild eines der Dezentralisation verschriebenen Versorgungssystems, das sich in mancher Hinsicht von ausländischen Konzentrationsbestrebungen unterscheidet, das aber dafür dem Kunden dank dem grösseren Wettbewerb-Spielraum hinsichtlich Tarif und Service unbestreitbare Vorteile bietet.

*

Man hat die Infrastruktur-Kosten der geplanten Gasexpansion lange bagatellisiert. Nun wird bekannt, dass allein beim Gasverbund Mittelland mit einer Kostenüberschreitung von 40 auf 90 Mio. Franken gerechnet werden muss und dass deshalb das Aktienkapital der Gasverbund Mittelland AG bereits verdoppelt werden muss. Angesichts solcher Kostenüberschreitungen bei der Infrastruktur wird der Zwang zu grösster Sparsamkeit bei den Installationen verständlich. Wohl aus diesem Grund wird bei Grossüberbauungen — und nur um solche interessieren sich die Gaswerke — neuerdings auf die Messung des Gasverbrauches für die einzelne Wohnung verzichtet. Also pauschale Verrechnung für das Gas wie für die Heizung und das Wasser mit der ganzen Problematik einer Verrechnungsart, die den Spargedanken auf die Dauer töten muss. Bereits wird bei Block-Siedlungen in Agglomerationsgemeinden, wo die Pauschalverrechnung für das Gas Schule macht, auch von den Elektrizitätswerken der Verzicht auf Energiemessung verlangt. Es wäre interessant zu wissen, wie sich der Konsumentenschutz zur neuen Praxis der pauschalen Energieverrechnung einstellt.

Adresse des Autors:

Dr. F. Wanner, Direktor der EKZ, Dreikönigstrasse 18, 8022 Zürich.

14. Kongress der Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique (UNIPEDE)

Die Verwendung von Gasturbinen zur Erzeugung von elektrischer Energie

von F. Faux, London

621.438:621.31

Zusammenfassung

Dieser Bericht beschreibt die Anwendung der bei Flugzeugen üblichen Gasturbinentypen durch das Energieverteilnetz von England und Wales als Hilfsmittel der Kraftwerke, als Ergänzung der Spitzendeckung, als Phasenschieber sowie zur Ausnutzung der dadurch gebotenen Einsparungsmöglichkeiten bei der Energieübertragung.

Die einzelnen Maschinen, ihre Steuersysteme und allenfalls ihre automatisch synchronisierten Kupplungen werden durch kurze technische Beschreibungen erläutert.

Es folgen Angaben über die wirtschaftlichen Betriebsbedingungen der Gasturbinen bei der Erzeugung elektrischer Energie sowie bezüglich einiger Betriebsergebnisse. Außerdem sind einige Bemerkungen über verschiedene Betriebs-

erscheinungen, die Inbetriebsetzung und den Unterhalt der Turbinen beigelegt.

Wegen ihrer Bedeutung bezüglich des Standortes werden die Geräusch- und Rauchentwicklung getrennt behandelt.

Die künftigen Entwicklungsmöglichkeiten der Gasturbinen werden in diesem Berichte ebenfalls erwähnt. Eine kurze Zusammenfassung der Beiträge der Mitgliedstaaten der UNI-PEDE betreffend ihre eigenen Erfahrungen beim Betrieb von Gasturbinen beschliesst den vorliegenden Bericht.

1. Einführung

Vor der 1947 erfolgten Verstaatlichung der englischen Elektrizitätswirtschaft standen zwei nordenglische Elektrizitätsversorgungsunternehmen in Verhandlungen über die Aufstellung zweier Gasturbinen von je 15 MW. Die entsprechenden Aufträge wurden dann schliesslich 1948 erteilt.

Diese Maschinen besaßen eine recht komplexe Arbeitsweise und sollten mit einem hohen Ausnutzungsfaktor betrieben werden. Trotz einer Verlängerung der Versuchsperiode, in der einige Verbesserungen erprobt wurden, fiel dieser Versuch eher enttäuschend aus.

In den Jahren nach 1960 wurden wegen ihrer relativ niedrigen Investierungskosten, der Raschheit ihrer Inbetriebsetzung sowie ihrer verhältnismässig leichten Aufstellung an beliebigen Orten mehrere 3-MW-Gruppen durch das «South Western Electricity Board» an wichtigen Punkten ihres Netzes eingesetzt. Diese Turbinen bezweckten die Leistungsabgabe bei Belastungsspitzen sowie eine Verstärkung der Endpunkte des Verteilnetzes, insbesondere an Stellen, an welchen zusätzliche Freileitungen städtebauliche Schwierigkeiten geboten hätten und die Verlegung von Erdkabeln zu kostspielig gewesen wäre. Ähnliche Maschinen werden gegenwärtig in den Kernkraftwerken des Generating Board in Oldbury (600 MW) und Wylfa (1180 MW) zur Sicherung der wichtigsten Hilfsausrüstungen betrieben.

In Verbindung mit der Bristol Siddeley Company installierte das Central Electricity Generating Board (CEGB) versuchsweise eine Maschine (15/17,5 MW) in der Ladehalle eines seiner ältesten Kraftwerke (der Zentrale von Hams Hall A). Diese Maschine benutzt einen einzigen Flugzeugmotor Olympus als Gasgenerator zum Antrieb der Turbine eines Wechselstromgenerators. Dieser Einrichtung verdankt man wertvolle Erfahrungen, welche das Board bewogen haben, ihre Möglichkeiten im Hinblick auf weitere Entwicklungen eingehend zu prüfen. Gerade während der mit dieser Gasturbinengruppe ausgeführten Versuchen ereignete sich eine schwere Betriebsstörung im Netz. Dadurch wurde die Notwendigkeit einer gesicherten Energieversorgung der wichtigsten Hilfsausrüstungen der grossen dampfbetriebenen Turbogeneratoren durch netzunabhängige Quellen bei Überlastung des Netzes offenkundig. Diese Erfahrung bildete dann auch die Veranlassung des Einsatzes von Gasturbinen bei sämtlichen grossen Dampfkessel-Turbinengruppen zur Hilfsspeisung der wichtigsten Hilfsbetriebe der Kraftwerke.

In dieser Beziehung leistete Rolls Royce einen wichtigen Beitrag durch den Umbau seiner Avon-Gasturbinen zur Erstellung von Gruppen, welche sich ebenso wirksam als Zuschluss für Belastungsspitzen wie auch als Reserve bewähren.

Der Bedarf an elektrischer Leistung der Hilfsbetriebe einer 500 MW-Gruppe mit dampfbetriebenen Speisepumpen des Hauptkessels sowie elektrisch betriebenen, an der Schalttafel der Zentrale angeschlossenen Anlauf- und Reservepumpen bewegt sich in der Grössenordnung von 17 MW. Somit ist eine Gasturbine von 17,5 MW dieser Belastung recht angemessen. Bei gewissen Hauptgruppen wird eine der beiden elektrisch betriebenen Speisepumpen, welche 50 % des Betriebes gewährleistet, an die Schalttafel der Gruppe angeschlossen, wodurch diese Gruppen zur erforderlichen Sicherung eine Gasturbine von 25 MW benötigen.

Die erzielte Sicherung funktioniert nun dermassen, dass bei einem Frequenzabfall bis auf ca. 49,5 Hz in der normalen Speisung die Gasturbinen automatisch in Gang gesetzt und mit der Speisung der Hilfsbetriebe der wichtigsten Gruppen synchronisiert werden. Die Schalter der normalen Speiseleitungen öffnen sich dann automatisch und überlassen den einzelnen Gasturbinen die Speisung der wichtigsten Hilfsbetriebe.

In bedeutenden Kraftwerken bildet die Sicherung der Versorgung der Hilfsbetriebe das wichtigste Anwendungsbereich der Gasturbinen; diese können aber außerdem eine merkbare Zusatzleistung bei Belastungsspitzen liefern, obgleich sie nicht immer an den vorteilhaftesten Punkten des Netzes gelegen sind. Gegebenenfalls funktionieren sie parallel zu ihren entsprechenden Gruppentransformatoren und ermöglichen somit eine Erhöhung der vom Kraftwerk produzierten Leistung. Außerdem können diese Maschinen die zum Anlauf einer Zentrale erforderliche Leistung liefern, wenn dieses Kraftwerk vollständig vom Hauptnetz abgetrennt sein sollte. In solchen Fällen benötigt man eine kleine, vollkommen unabhängige Stromquelle, beispielsweise eine Dieselgruppe oder einen Anschluss an die Akkumulatorenbatterie der Zentrale, um den Anlauf der wichtigsten Hilfsvorrichtungen der Gasturbinen zu gewährleisten.

Während den Forschungen über die 17,5 MW-Maschinen wurde festgestellt, dass Verbundgruppen mit einer Leistung von 55...70 MW gebaut und als normale Generatorgruppen mit schwachem Ausnutzungsfaktor eingesetzt werden können. Wird eine solche Anlage mit einer passenden Kupplung zwischen Turbine und Wechselstromgenerator bestückt, kann sie zweckmässig zur Blindleistungskompensierung verwendet werden.

Infolge der ungenügenden Produktionskapazität und da die Konstruktion von Gasturbinen vor relativ kurzer Zeit begonnen hatte, wurde in England und Wales 1962 ein Programm ausgearbeitet, in welchem die beiden Hersteller von Gasturbinen einbezogen wurden und das die Errichtung von sechs Anlagen mit einer Gesamtleistung von 700 MW vorsah. Bis zum heutigen Zeitpunkt wurden alle diese Anlagen in Betrieb genommen. Diese Maschinen waren spezifisch zum Betrieb mit einem schwachen Ausnutzungsfaktor und zur Korrektur des Leistungsfaktors bestimmt. Sämtliche Gruppen konnten die ihnen zugeteilten Aufgaben erfüllen, doch wie bei allen neuen Ausrüstungen entstanden ab und zu gewisse Anfangsschwierigkeiten. Jeder dieser zur Deckung der Lastspitzen dienenden Anlagen verfügt über zwei Wechselstromgeneratoren mit einer Gesamtleistung von 110, 112 oder 140 MW und sind in ihrer Ausführung vollkommen unabhängig von jeder äusseren Stromquelle.

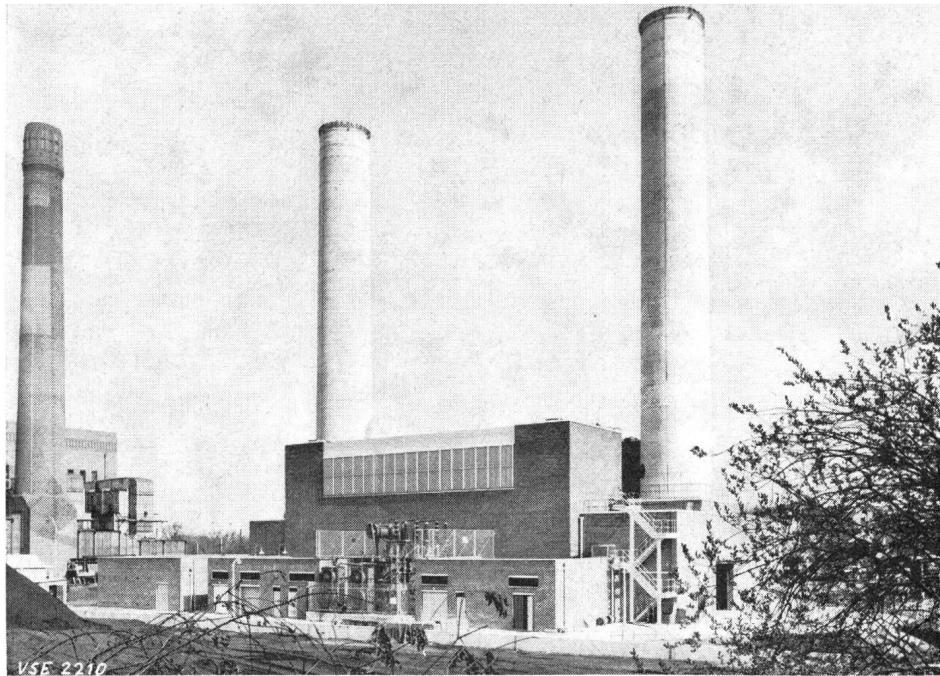


Fig. 1
112 MW-Gasturbinenkraftwerk Earley

Die seit der Errichtung dieser Hilfsstationen für den Ausgleich der Belastungsspitzen durchgeföhrten Untersuchungen beweisen, dass künftig noch weitere Anlagen im Netz eingesetzt werden können und dass unter gewissen Umständen erhebliche Einsparungen bezüglich der Energieübertragungskosten erzielt werden können.

Zur Ergänzung dieser Beschreibung haben die Mitgliedstaaten der UNIPEDE Informationen über die Anwendung von Gasturbinen in ihren Netzen erteilt.

2. Standortfragen

Die Erstellung von Gasturbinenanlagen ist gegenüber den klassischen Kraftwerken und den Atomkraftwerken weniger kostspielig.

Ein mit einer 3 MW-Gruppe oder mit einer Kombination mehrerer solcher Gruppen ausgerüstetes Kraftwerk ist für den Einsatz in abgelegenen und isolierten Gegenden gut geeignet. Ein Kraftwerk von 3 MW benötigt eine Fläche von 10 Aren.

Demgegenüber benötigt ein modernes thermisches Kraftwerk des CEGB von 2000 MW mit Kohlenfeuerung und einem Kühlurm eine Fläche von ca. 140 Hektaren, während ein Gasturbinenkraftwerk nur ca. 2 Hektaren erfordert.

Es ist übrigens interessant zu erfahren, dass eine tragbare 3 MW-Gruppe konstruiert wurde, welche bei bestimmten Gelegenheiten unschätzbare Dienste leistet.

Die Fundamente der Gasturbinengruppen von 55...70 MW bieten keine Schwierigkeiten infolge der verhältnismässigen

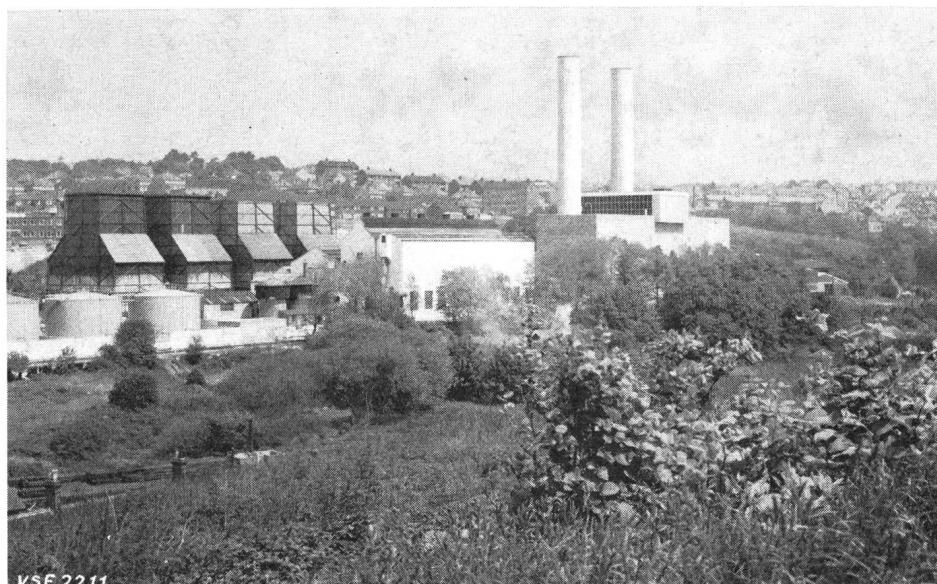


Fig. 2
110 MW-Gasturbinenkraftwerk Hastings

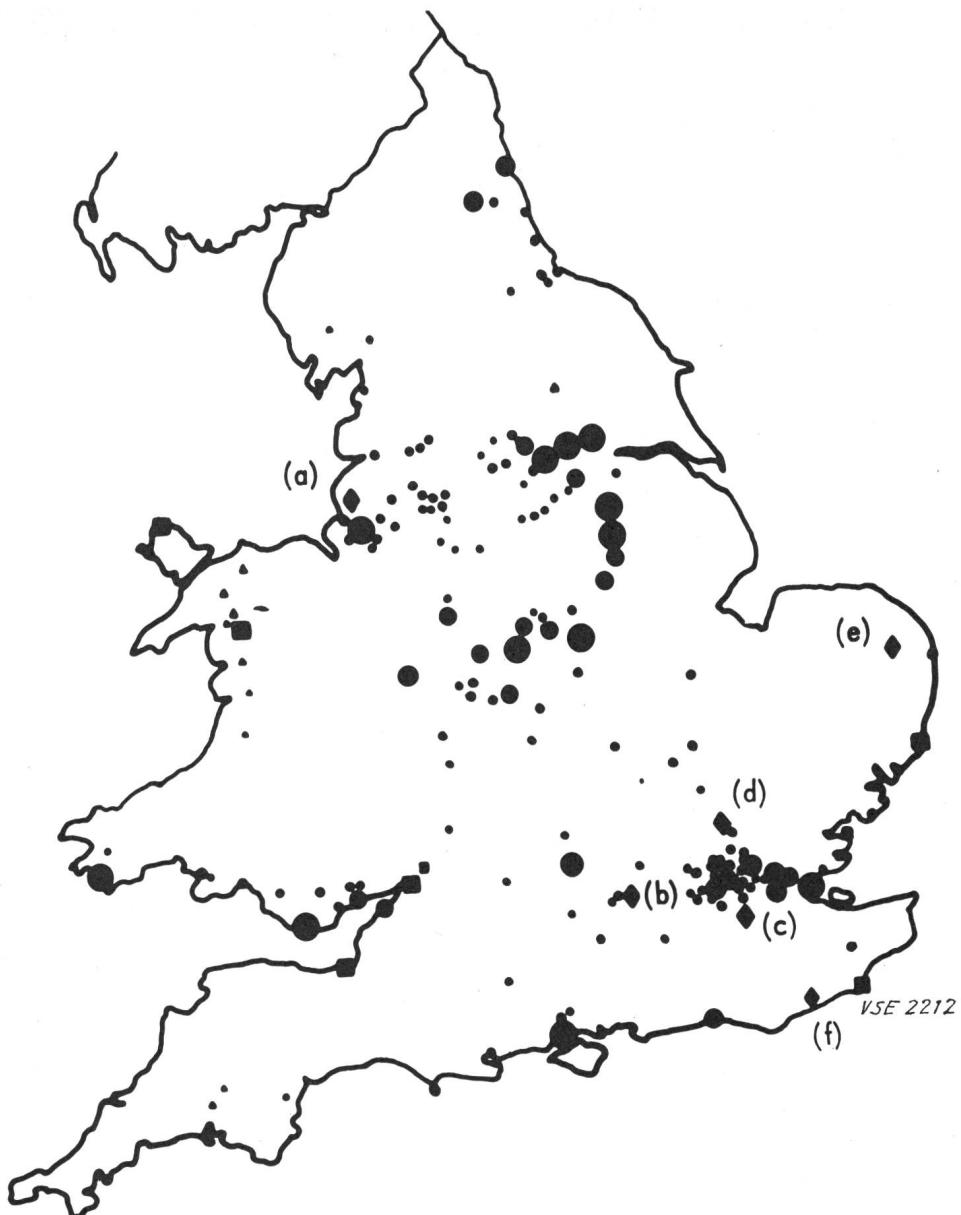


Fig. 3
Lage der zur Spitzendeckung dienenden Gasturbinenanlagen in England

	0- 99	100- 499	500- 1999	2 000 oder mehr
--	----------	-------------	--------------	--------------------

Kernkraftwerke

-

■

-

(a) Lister Drive; (b) Earley; (c) Croydon;

Klassische Kraftwerke

•

•

●

(d) Rye House; (e) Norwich; (f) Hastings

Hydroelektrische Kraftwerke

▲

▲

-

Gasturbinenanlagen

◆

-

Einfachheit der Belastungen. Mit seinen 120...130 Tonnen bildet der elektrische Stator von 70 MW das schwerste Element. Die maximale Höhe eines Gasturbinenkraftwerkes von 140 MW beträgt annähernd 18,30 m, während sämtliche Räume einen spezifischen Rauminhalt von 0,226 m³/kW erfordern statt 0,566 m³/kW bei den modernen klassischen Kraftwerken.

Infolge ihrer ausserordentlichen Bedeutung werden die mit der Lärm- und der Rauchentwicklung verbundenen Probleme in diesem Berichte noch später speziell behandelt.

Für die 3 MW-Gruppen wurde die Luftkühlung gewählt, aber bei bedeutenderen Gruppen benutzt man sehr kleine

Wassermengen für die Kühlung von Öl oder ähnlicher Produkte, die dann in einem kleinen Kühlurm rückgekühlt werden können.

Obgleich in sehr kleinen Anlagen von ca. 3 MW eine Zufahrtstrasse weitgehend ausreicht, wäre ein Geleiseanschluss an das Eisenbahnnetz zur Brennstoffversorgung von grösseren Kraftwerken doch sehr wünschenswert. Gerade eines der CEGB-Hilfswerke zur Entlastung der Belastungsspitzen benützt infolge des nicht zu weit entfernten Brennstofflagers Lastwagen zur Beförderung des Brennstoffes, doch ist dieser ständige Verkehr kaum empfehlenswert und der einheimischen Bevölkerung unter Umständen kaum zumutbar.

Die CEGB ist statutengemäss verpflichtet, die Schönheit der Natur und der Gegend gebührend zu berücksichtigen, wodurch sich dann zwangsläufig die Notwendigkeit ergibt, die Anlagen möglichst attraktiv zu gestalten. Zur gegebenen Zeit werden die Baupläne der königlichen Kunstkommission unterbreitet, welche durch Bemerkungen oder Einsprachen dazu Stellung nimmt. In den Figuren 1 und 2 sind zwei bereits errichtete Gasturbinen-Kraftwerke dargestellt. Die Gebäude bestehend aus einem Stahlgerüst und Wänden aus Ziegelsteinen. Es wurden keine Fenster vorgesehen, so dass der Lärm gar nicht nach aussen dringen kann. Damit der Maschinenlärm ebenfalls nicht von aussen wahrnehmbar sei, erfolgt der Zugang zum Maschinensaal durch einen Zwischenraum. Schallschluckende Vorrichtungen sind ausserdem in die Luftansaugleitungen und Abgasleitungen eingebaut.

Was die Hilfstrubinen anbetrifft, wird ihr Aussehen und ihre Aufstellung in die Planung des Haupt-Kraftwerkes und die erforderlichen Gebäude in die Gesamtprojektierung der Hauptanlage einbezogen. Die Gasturbinenanlage wird dann gleichzeitig mit dem Hauptkraftwerk bewilligt.

Die Fig. 3 veranschaulicht die Verteilung der Hilfstrubinen zum Ausgleich der Belastungsspitzen in England und Wales im Verhältnis zu anderen Kraftwerken, während sämtliche modernen Grosskraftwerke über ihre eigenen Notstromgruppen verfügen.

3. Beschreibung der verschiedenen Anlagen

Über die technischen Einzelheiten der verschiedenen Gasturbinenanlagen ist bereits viel veröffentlicht worden, und der nachfolgende Abschnitt bietet einen Gesamtüberblick der wesentlichsten Merkmale der Ausrüstung, welche im Verteilnetz von England und Wales eingesetzt ist.

3.1 3 MW-Gasturbinen

Ein typisches Beispiel einer solchen durch das «South Western Electricity Board» errichteten 3 MW-Anlage ist aus der Fig. 4 ersichtlich.

Der Bristol-Siddely-Proteus-Motor besitzt eine Leistung von $4150 \text{ PS} \pm 2\%$ bei einer Drehzahl von 1000 U/min und einer Temperatur von 15°C am Lufteintritt. Er wird mit leichtem Dieselöl gespiesen, und sein spezifischer Verbrauch beträgt annähernd 265 g/PS.h .

Der Kompressor und die Antriebsturbine sind auf konzentrischen Wellen gelagert, aber mechanisch voneinander getrennt. Der Kompressor umfasst zwölf Axialstufen und eine Radialstufe, vier automatische Abzapfventile, welche in der achten Stufe eingebaut sind, dienen zur Unterstützung der Beschleunigung. Acht Brennkammern sind je mit einer äusseren Verkleidung aus rostfreiem Stahl und einem legierten Flammrohr ausgerüstet.

Der Turbokompressor des Gasgenerators und die Antriebsturbine sind zweistufig ausgelegt. Die Antriebsturbine treibt die Welle mittels eines epizikloidalen Verbundreduktionsgetriebes, welches sich an der Vorderseite des Motoren befindet.

Sämtliche Zusatzgeräte des Motors sind, ob sie nun durch den Kompressor oder die Antriebsturbine angetrieben werden, am vorderen Teil des Motors angebracht. Das Steuersystem des Motors gestattet es, die Leistungsabgabe unterhalb von -1°C konstant zu halten. Bei höheren Temperaturen bleibt wohl die Wellendrehzahl konstant, wogegen die Leistung der Antriebsturbine sinkt. Wenn nun die Maschine parallel zum Verbundnetz geschaltet wird, gibt sie ihre maximale Leistung bei kaltem Wetter ab, das heisst gerade dann, wenn sie am meisten benötigt wird. Wird die Maschine unabhängig von den anderen Produktionsanlagen betrieben, so funktioniert sie unter der ständigen Kontrolle ihres eigenen Reglers bei der erforderlichen Belastung bis zu ihrer vollen Kapazität.

Die Gasturbine ist durch eine biegsame Kupplung mit einem $3200 \text{ kVA}/50 \text{ Hz}$ -Drehstromgenerator verbunden, welcher mit der Drehzahl der Motorenwelle, d. h. 1000 U/min , läuft. Der durch Luft gekühlte Generator besitzt ausgeprägte Pole und eine angebaute Erregergruppe, welche auf einer gemeinsamen Unterlage befestigt ist.

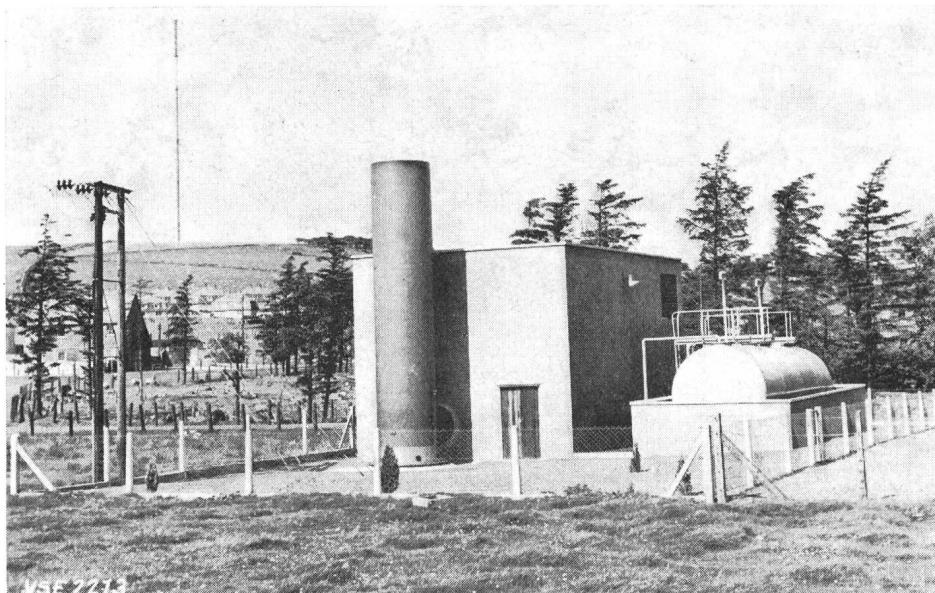


Fig. 4
3 MW-Gasturbinenkraftwerk Princetown

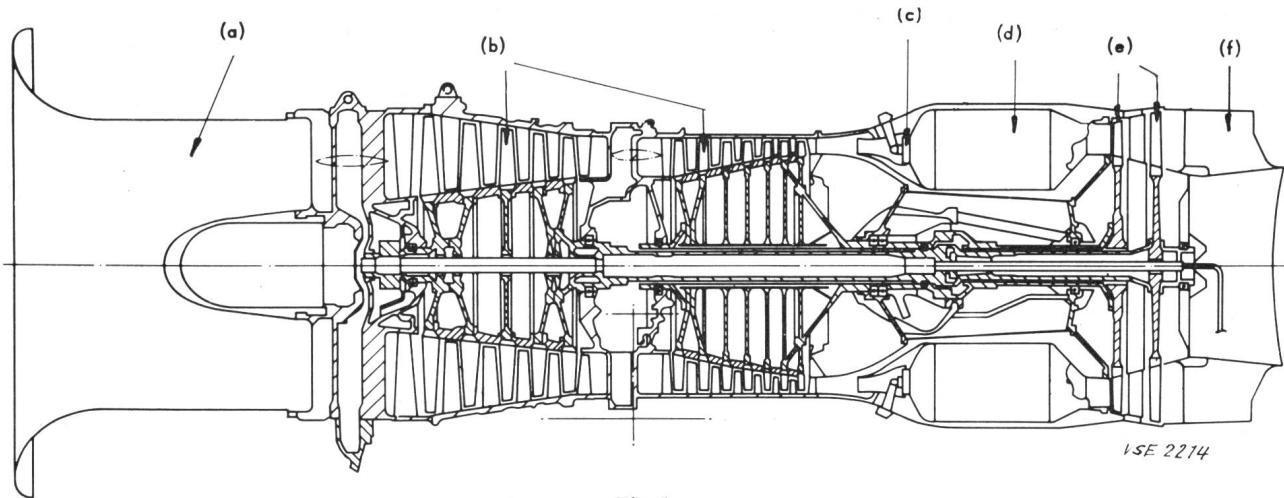


Fig. 5
Bristol Siddeley Olympus

(a) Lufteintritt; (b) Kompressor; (c) Brenner; (d) Brennkammer; (e) Turbine; (f) Austritt durch ein Leitgitter hinter der Turbine

Solche Einzelgruppen können in ein Gebäude im Ausmass von $10,70 \times 7 \times 6,10$ m eingebaut werden, wobei spezielle Fundamente nicht erforderlich sind. Da in der Planung ebenfalls eine wirksame schalldämpfende Vorrichtung einbezogen wurde, können diese Gruppen auch in der Nähe von Wohnquartieren errichtet werden. Der Brennstoff der Maschinen kann in zwei Behältern von 54 552 Liter Fassungsvermögen gespeichert werden; die Speisung der Maschinen erfolgt durch Fernsteuerung.

3.2 Notstrom-Gasturbinen Bristol Siddeley von 17,5 MW

Die als Notreserve in den wichtigsten Kraftwerken benutzten und von Bristol Siddeley (BSE) gelieferten 17,5 MW-Gasturbinen wurden aus dem Prototyp Hams Hall von 17,5 MW entwickelt. Dieses Aggregat wird durch einen Flugmotor Olympus gebildet, welcher eine zweistufige Antriebsturbine speist, die einen elektrischen Generator antreibt. Der Flugzeugmotor Olympus ist im Schnitt aus der Fig. 5 ersichtlich. Er besitzt einen siebenstufigen Hochdruckrotor sowie einen fünfstufigen Niederdruckrotor, welche separat mittels koaxialer Wellen von unterschiedlicher Drehzahl durch eine Hochdruck- bzw. Niederdruckturbine angetrieben werden. Die Turbinen sind nur einstufig, und ihre Wellen sind mechanisch gegenseitig unabhängig. Die Brennkammer hat eine

«rohrförmige» Anordnung, bestehend aus acht in einer ringförmigen Hülle gelagerten Flammrohren. Nach der Ausführung einiger unwesentlicher Veränderungen ist eine solche Gruppe für den Betrieb mit Dieselöl vorgesehen. Die Eintretstemperatur an der Turbine des Gasgenerators beträgt 900°C , am Austritt 630°C . Das Gas wird in die zweistufige Antriebsturbine geleitet, welche sich mit einer Geschwindigkeit von 3000 U/min dreht. Die Läuferscheiben der Antriebsturbine sind auf der Welle befestigt.

Die Auspuffgase der Antriebsturbine Hams Hall erreichen eine Temperatur von 475°C und verflüchtigen sich anschliessend durch ein aus Stahl gebautes Kamin. Es handelt sich hier um eine einfache Maschine, welche einen äusserst raschen Anlauf gewährleistet. Versuche haben erwiesen, dass ein automatischer Anlauf erzielt und die volle Belastung innert zwei Minuten folgendermassen erreicht werden kann:

Bei der Inbetriebsetzung erfolgt nach:

14 Sekunden: die Zündung der Brennkammern;

40 Sekunden: der Anlauf der Antriebsturbine;

90 Sekunden: die Erreichung der vollen Drehzahl der Antriebsturbine;

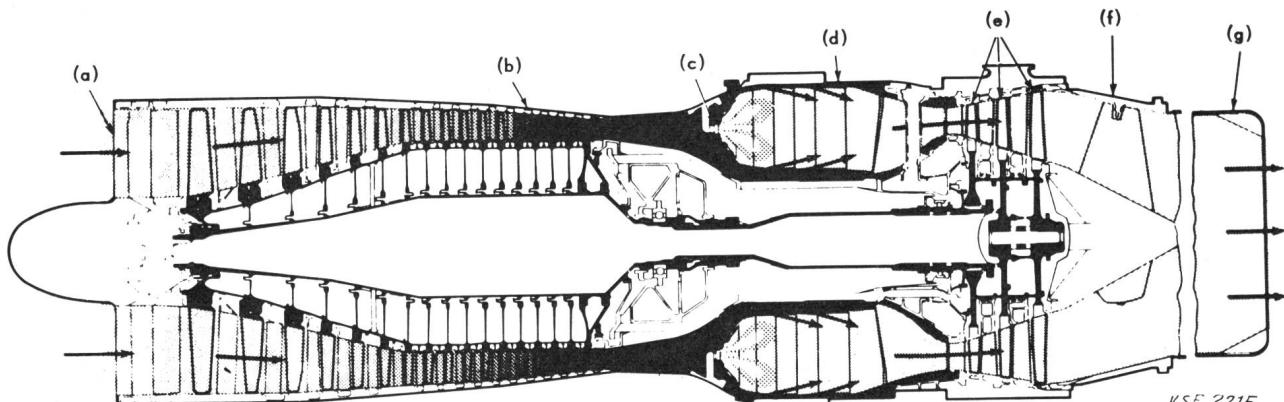


Fig. 6
Rolls Royce Avon

(a) Lufteintritt; (b) Kompressor; (c) Brenner; (d) Brennkammer; (e) Turbine; (f) Austritt; (g) Antriebsdüse

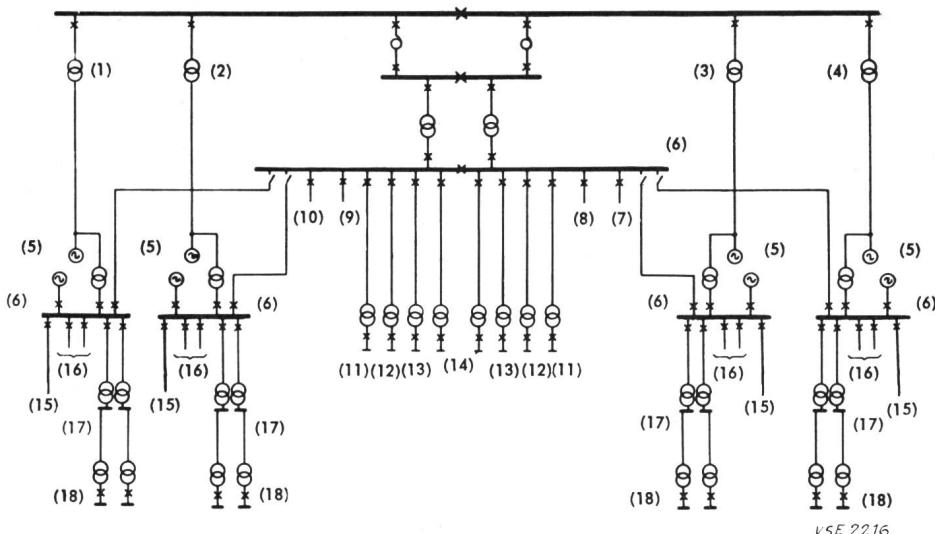


Fig. 7
Die wichtigsten Schaltungen einer 4×500 MW-Zentrale

(1) 1. Gruppe; (2) 2. Gruppe; (3) 3. Gruppe; (4) 4. Gruppe; (5) Generatoren mit Gasturbinenantrieb; (6) Schalttafeln; (7) Anlauf- und Reserve-Speisepumpe Nr. 1; (8) Anlauf- und Reserve-Speisepumpe Nr. 2; (9) Anlauf und Reserve-Speisepumpe Nr. 3; (10) Anlauf- und Reserve-Speisepumpe Nr. 4; (11) Aschenentleerung; (12) Kohlenbeschickung; (13) Allgemeine Betriebe; (14) Beleuchtung; (15) Anlauf- und Reserve-Speisepumpe; (16) Wasserumlauf-Pumpen; (17) 3,3 kV-Transformator; (18) 415 V-Transformator

105 Sekunden: die Synchronisierung und der Belastungsbeginn.

120 Sekunden: die volle Belastung.

Der rasche Antrieb bedingt jedoch eine starke, schockartige Beanspruchung der Turbinenbestandteile, was anderseits wieder einen stärkeren Unterhalt erfordert. Demzufolge beschränkt man sich im normalen Betrieb und, bis ausführlichere Erfahrungen vorliegen, auf einen weniger raschen Anlauf.

Das Steuersystem stützt sich auf eine automatische Schaltfolge, die in vier Hauptgruppen unterteilt ist:

1. elektrische Steuerung des Anlaufes;
2. Brennstoffsystem des Gasgenerators;
3. Ausrüstung der automatischen Synchronisierung;
4. automatischer Spannungsregler.

Die Schaltfolge für den Anlauf wird entweder von Hand durch Betätigung des Anlaufknopfes ausgelöst oder bei Reserve-Generatorgruppen erfolgt diese Auslösung beim Empfang eines Niederfrequenzsignals aus dem Verbundnetz.

Der Anlauf vollzieht sich dann in der vorgesehenen Reihenfolge und beginnt mit den Apparaten, die die Brennstoffzufuhr steuern und dem Regler, welcher sich entweder in geschlossener Stellung oder in der Stellung reduzierter Drehzahl befindet. Der Anlaufmotor schaltet sich bei Empfang des Anlaufsignals ein, und der geschlossene Brennstoffhahn öffnet sich drei Sekunden später. Der Druck des Brennstoffes erhöht sich bis auf den Leerlaufwert, der von der Steuergruppe vorgesehen ist; nach der Zündung beschleunigt die Maschine ihren Lauf bis zur Leerlauf-Drehzahl, während der Anlaufmotor nach annähernd 25 Sekunden ausschaltet. Von der Leerlauf-Drehzahl bis zur Synchronisierung wird die Beschleunigung durch die Öffnungs geschwindigkeit der Steuerung der Brennstoffzufuhr geregelt. Die Steuerkreise werden sinngemäß dersmassen ergänzt, dass

sie unter schweren, anormalen Verhältnissen die unverzügliche Abstellung der Maschine bewirken würden.

3.3 Notstrom-Gasturbinen Rolls Royce 17,5...25 MW

Die 17,5...25 MW-Rolls-Royce-Gruppen, welche zur Notstromerzeugung dienen, umfassen zwei Gasgeneratoren Avon, die an eine einzige Antriebsturbine angeschlossen sind.

Der Gasgenerator Avon, der aus der Fig. 6 ersichtlich ist, wurde aus einem Flugmotor entwickelt, welcher auf den Flugzeugen Comet und Caravelle benutzt wird. Nach einigen unwesentlichen Abänderungen wurde dieser Motor der Verwendung von Dieselöl angepasst und hat sich als sicherer Gasgenerator für stationären Betrieb gut bewährt. Diese Maschine besitzt eine einzige Welle, einen mehrstufigen Kompressor mit axialem Fluss und eine vor der dreistufigen axialen Turbine gelegenen Brennkammer.

Diese Maschine bildet auch eine einfache Gruppe, welche ebenfalls zu einem raschen Anlauf befähigt ist und deren Anlaufszeit der Anlaufszeit des Olympus entspricht.

Das Steuersystem ist auf einer ähnlichen Schaltfolge begründet wie sie bereits beim Motor Olympus beschrieben wurde.

Die als Notstromquellen eingesetzten Bristol-Siddeley- und Rolls-Royce-Gruppen der bedeutendsten Dampfkraftwerke sind nicht für die Blindleistungskompensation vorgesehen. Demzufolge werden zwischen den elektrischen Generatoren direkte Kupplungen verwendet und keine Schaltkupplungen vorgesehen.

Das Schaltschema einer Reserve-Generatorengruppe für eine klassische Zentrale von 4×500 MW mit 25 MW-Gasturbinen ist in der Fig. 7 dargestellt.

Fortsetzung in der nächsten Nummer

Adresse des Autors:

F. Faux, Station Planing Engineer, Central Electricity Generating Board, London.

Wirtschaftliche Mitteilungen

Erzeugung und Abgabe elektrischer Energie durch die schweizerischen Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung

Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Energiewirtschaft 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 industrieigenen Kraftwerke für den eigenen Bedarf.

Monat	Energieerzeugung und Bezug												Speicherung				Energie- ausfuhr	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Bezug aus Bahn- und Industrie- Kraftwerken		Energie- einfuhr		Total Erzeugung und Bezug		Ver- änderung gegen Vor- jahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende	Änderung im Berichts- monat — Entnahme + Auffüllung					
	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68		1966/67	1967/68	1966/67	1967/68			
	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	1863	1976	10	15	67	67	172	266	2112	2324	+10,0	5901	5918	- 109	- 344	366	486	
November	1767		62		64		254		2147			5245		- 656		265		
Dezember	1782		152		80		256		2270			4491		- 754		308		
Januar	1886		124		74		262		2346			3511		- 980		370		
Februar	1818		77		76		216		2187			2503		-1008		406		
März	1945		58		92		101		2196			1735		- 768		346		
April.	2149		2		83		56		2290			898		- 837		507		
Mai	2253		1		66		54		2374			1460		+ 562		603		
Juni	2515		1		70		41		2627			2716		+1256		792		
Juli	2813		1		100		26		2940			5225		+2509		1071		
August	2894		2		95		23		3014			6209		+ 984		1151		
September	2402		1		71		70		2544			6262 ⁴⁾		+ 53		729		
Jahr	26087		491		938		1531		29047							6914		
Okt. ... März . .	11061		483		453		1261		13258					-4275		2061		
April ... Sept. .	15026		8		485		270		15789					+4527		4853		

Monat	Verteilung der Inlandabgabe												Inlandabgabe inklusive Verluste				
	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft		Allgemeine Industrie		Elektrochemie, -metallurgie und -thermie		Elektro- kessel ¹⁾		Bahnen		Verlust und Verbrauch der Speicher- pumpen ²⁾	ohne Elektrokessel und Speicherpump.	Verän- derung gegen Vor- jahr ³⁾ %	mit Elektrokessel und Speicherpump.			
	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68		1966/67	1967/68	1966/67	1967/68		
	in Millionen kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober	863	889	349	389	242	269	3	4	93	98	196 (23)	189 (11)	1720	1823	+ 6,0	1746	1838
November	924		366		289		3		108		192		1877			1882	
Dezember	956		364		295		5		139		203		1954			1962	
Januar	972		384		298		6		122		194		1967			1976	
Februar	861		347		282		5		103		183		1773			1781	
März	895		362		294		7		106		186		1839			1850	
April.	834		360		312		8		98		171		1772			1783	
Mai	804		358		244		23		93		249		1689			1771	
Juni	799		364		227		38		105		302		1690			1835	
Juli	753		335		235		42		103		401		1622			1869	
August	793		342		232		51		118		327		1689			1863	
September	840		366		258		29		105		217		1753			1815	
Jahr	10294		4297		3208		220		1293		2821 (568)		21345			22133	
Okt. ... März . .	5471		2172		1700		29		671		1154 (38)		11130			11197	
April ... Sept. .	4823		2125		1508		191		622		1667 (530)		10215			10936	

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 1967: 6560 Millionen kWh.

Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz

Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Energiewirtschaft

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

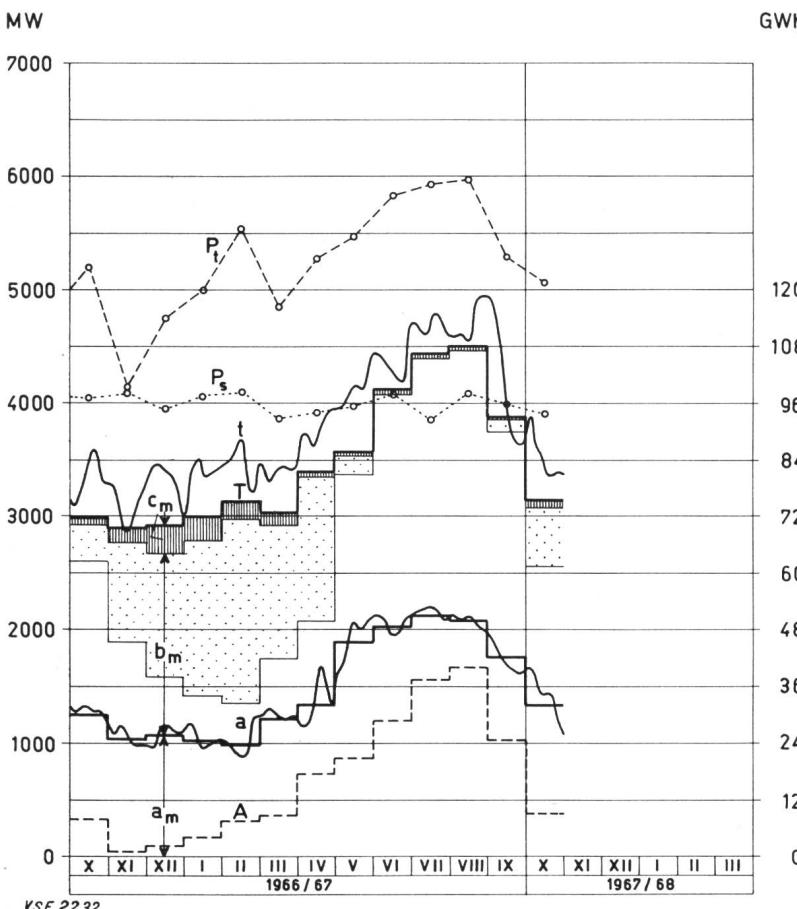
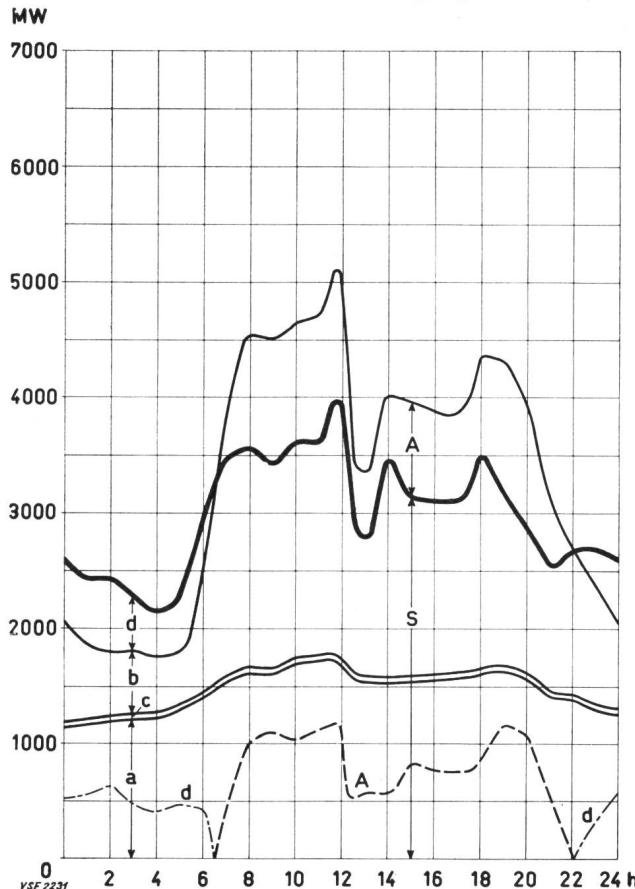
Monat	Energieerzeugung und Einfuhr										Speicherung				Energieausfuhr		Gesamter Landesverbrauch	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Energieeinfuhr		Total Erzeugung und Einfuhr		Veränderung gegen Vorjahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende		Änderung im Berichtsmonat — Entnahme + Auffüllung						
	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68		1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	
	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	2185	2290	41	47	172	266	2398	2603	+ 8,5	6291	6310	- 115	- 353	417	552	1981	2051	
November	1986		98		254		2338			5600		- 691		284		2054		
Dezember	1989		185		256		2430			4792		- 808		328		2102		
Januar	2073		158		262		2493			3751		- 1041		392		2101		
Februar	1997		107		216		2320			2677		- 1074		428		1892		
März	2170		88		101		2359			1855		- 822		376		1983		
April.	2408		31		56		2495			947		- 908		582		1913		
Mai	2630		22		54		2706			1547		+ 600		700		2006		
Juni	2935		27		41		3003			2902		+ 1355		895		2108		
Juli	3268		24		26		3318			5581		+ 2679		1179		2139		
August	3322		20		24		3366			6607		+ 1026		1258		2108		
September	2767		22		70		2859			6663 ²⁾		+ 56		808		2051		
Jahr	29730		823		1532		32085							7647		24438		
Okt. ... März . .	12400		677		1261		14338							- 4551		2225	12113	
April ... Sept. . .	17330		146		271		17747							+ 4808		5422	12325	

Monat	Verteilung des gesamten Landesverbrauches													Landesverbrauch ohne Elektrokessel und Speicherpumpen		Veränderung gegen Vorjahr		
	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft		Allgemeine Industrie		Elektrochemie, -metallurgie und -thermie		Elektrokessel ¹⁾		Bahnen		Verluste		Verbrauch der Speicherpumpen					
	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Oktober	880	906	395	425	345	359	5	5	140	145	193	199	23	12	1953	2034	+ 4,1	
November	941		418		329		4		148		211		3		2047			
Dezember	974		415		319		6		162		222		4		2092			
Januar	992		421		308		6		157		213		4		2091			
Februar	878		381		285		6		138		200		4		1882			
März	915		398		306		7		149		203		5		1971			
April.	850		397		325		9		138		190		4		1900			
Mai	818		390		359		28		139		212		60		1918			
Juni	814		402		375		43		146		219		109		1956			
Juli	769		366		376		51		147		220		210		1878			
August	810		369		366		64		145		229		125		1919			
September	856		399		372		37		146		207		34		1980			
Jahr	10497		4751		4065		266		1755		2519		585		23587			
Okt. ... März . .	5580		2428		1892		34		894		1242		43		12036			
April ... Sept. . .	4917		2323		2173		232		861		1277		542		11551			

¹⁾ Mit einer Anschlussleistung von 250 kW und mehr und mit brennstoffgefuehrter Ersatzanlage.

²⁾ Speichervermögen Ende September 1967: 6950 Millionen kWh.

Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz



1. Verfügbare Leistung, Mittwoch, den 18. Oktober 1967

	MW
Laufwerke auf Grund der Zuflüsse, Tagesmittel	1460
Saisonspeicherwerke, 95 % der Ausbauleistung	5830
Thermische Werke, installierte Leistung	520
Einfuhrüberschuss zur Zeit der Höchstleistung	—
Total verfügbar	7810

2. Aufgetretene Höchstleistungen, Mittwoch, den 18. Oktober 1967

Gesamtverbrauch	5060
Landesverbrauch	3910
Ausfuhrüberschuss	1150

3. Belastungsdiagramm, Mittwoch, den 18. Oktober 1967

(siehe nebenstehende Figur)

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

4. Energieerzeugung und -verwendung

	Mittwoch 18. Okt.	Samstag 21. Okt.	Sonntag 22. Okt.
	GWh (Millionen kWh)		
Laufwerke	35,0	28,6	26,5
Saisonspeicherwerke	44,2	32,4	15,5
Thermische Werke	1,2	0,9	0,6
Einfuhrüberschuss	—	—	3,5
Gesamtabgabe	80,4	61,9	46,1
Landesverbrauch	71,4	59,4	46,1
Ausfuhrüberschuss	9,0	2,5	—

1. Erzeugung an Mittwochen

- a Laufwerke
- t Gesamterzeugung und Einfuhrüberschuss

2. Mittlere tägliche Erzeugung in den einzelnen Monaten

- a_m Laufwerke
- b_m Speicherwerke, wovon punktierter Teil aus Saisonspeicherwasser
- c_m Thermische Erzeugung
- d_m Einfuhrüberschuss (keiner)

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

VSE 2232

Redaktion der «Seiten des VSE»: Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1; Postadresse: Postfach 8023 Zürich; Telefon (051) 27 51 91; Postcheckkonto 80-4355; Telegrammadresse: Electrunion Zürich.

Redaktor: Ch. Morel, Ingenieur.

Sonderabdrucke dieser Seiten können beim Sekretariat des VSE einzeln und im Abonnement bezogen werden.