Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 39 (1948)
Heft: 24

Artikel: Wasser und Elektrizitätswirtschaft Schwedens
Autor: Etienne, E.H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1059300

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: 13.12.2025

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

39. Jahrgang Nr. 24 Samstag, 27. November 1948

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Wasser- und Elektrizitätswirtschaft Schwedens

Von *E. H. Etienne*, Bern

621.311(485) : 627.8.09(485)

Der Verfasser berichtet über die Elektrizitätswirtschaft Schwedens sowie über ihre Bedeutung und rasche Entwicklung. Er legt die Grundsätze der Gesetzgebung und der Organisation dar, auf die sich die Erzeugung und Verwendung der elektrischen Energie stützt, und erwähnt besondere Einzelheiten darüber.

L'auteur donne un aperçu sur l'économie électrique en Suède dont il souligne l'importance et la rapide évolution. Il expose les principes de la législation et les modalités de l'organisation de la production et de la distribution de l'énergie et en précise les caractéristiques.

I. Verfügbare Wasserkräfte

Schweden verfügt weder über Erdöl, noch über Erdgasvorräte und weist nur ganz unbedeutende Kohlenvorkommen auf. Torf ist in reichlichem Masse vorhanden, wird jedoch vorwiegend nur als Ausweichmittel, solange Kohlenknappheit besteht, verwendet. Dagegen ist der Waldreichtum ausserordentlich, umfasst doch das bewaldete Areal rund die Hälfte des gesamten Flächeninhalts von 449 000 km². Neben den Wäldern und den reichlichen Eisenerzvorkommen stellen die Wasserkräfte einen der grössten Naturschätze des Landes dar. Zwölf Ströme durchqueren die einzelnen Landesteile: Götaland im Süden, Svealand in Mittelschweden und Norrland im Norden. Diese Ströme spielen auch für die Holzflösserei eine wichtige Rolle; sie sind ferner für Binnenschiffahrt, Fischereien und Entwässerungen von grosser Bedeutung. Der Umfang der Flössereien nimmt in normalen Zeiten ein gewaltiges Ausmass an, besonders am Indalsälven und am Angermanälven, wo jährlich 8...9 Mill. bzw. 18...20 Mill. Holzstämme geflösst werden.

Das Arbeitsvermögen sämtlicher Wasserkräfte wird auf 150 TWh [1]) pro Jahr geschätzt, wovon rund 1/3 auf die als ausbaufähig geltenden Wasserkräfte entfallen. Die Produktionsmöglichkeit der bestehenden Wasserkraftwerke beträgt rund 14 TWh. Die zahlreichen Binnenseen bilden einen natürlichen Ausgleich der Wasserführung, die durch künstliche Regulierung mit verhältnismässig geringen Kosten zu Gunsten der Wasserkraftnutzung wesentlich beeinflusst werden kann. Durch Höherstau der natürlichen Seen wurde ein Speichervolumen von insgesamt $24 \cdot 10^9$ m³ entsprechend einem Speichervermögen von 4,1 TWh gewonnen. Die Speicherung dient auch zum Ausgleich wasserreicher und wasserarmer Jahre, u. a. am Vänern-See (Oberfläche 5550 km²). Mit einer Amplitude von 1,7 m wurde in diesem See — dem drittgrössten Europas — ein nutzbares Speichervermögen von 860 GWh [2]) geschaffen. Ferner war es möglich, durch Regulierung der Suorva- und Lulejaure-Seen in Norrland die

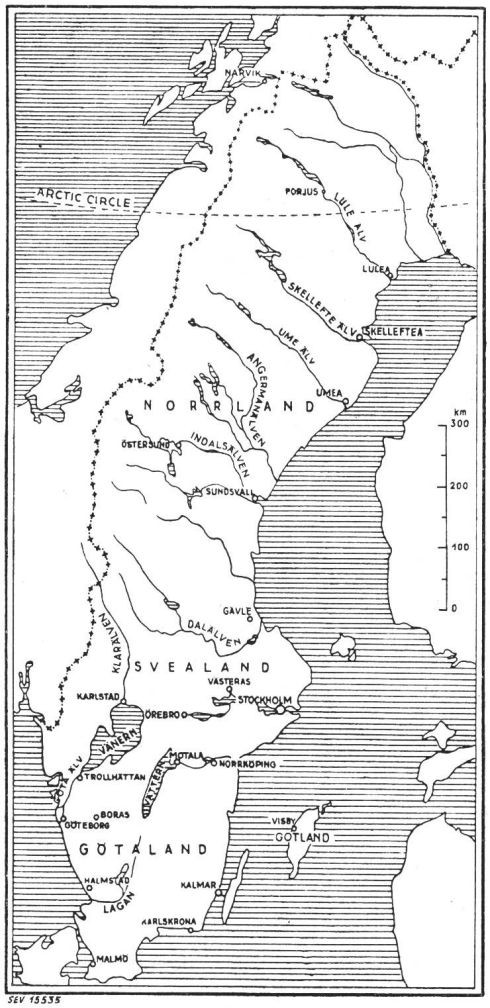

Fig. 1
Karte Schwedens mit den Wasserläufen und wichtigsten Ortschaften

minimale Wasserführung des Luleälv von 30 auf 200 m³/s, das sind 4/5 der mittleren Wasserführung, zu erhöhen und das Verhältnis Sommer- zu Winter-Wasserführung gegenüber dem unregulierten Zu-

[1]) 1 TWh = 10^{12} Wh = 10^9 (1 Milliarde) kWh.
[2]) 1 GWh = 10^9 Wh = 10^6 (1 Million) kWh.

stand von 35 auf 3,5 : 1 herabzusetzen. Am Lagan in Südschweden konnte dieses Verhältnis sogar von 10 auf 0,6 : 1 gebracht werden. Diese ausserordentlich günstigen Gegebenheiten erlaubten, die Energiequalität unter Beibehaltung sehr geringer Gestehungskosten bedeutend zu verbessern.

II. Gesetzgebung

1. Wasserkraftnutzung

Nach einem alten schwedischen Gesetz verfügen die Uferbesitzer über die angrenzenden Gewässer; das Verfügungsrecht über die zentrale Wasserrinne war jedoch dem König vorbehalten. Diese Bestimmung gab den Juristen, die mit der Aufstellung des Wasserrechtsgesetzes betraut waren, viel Kopfzerbrechen. So kam es, dass, im Gegensatz zum schwedischen Elektrizitätsgesetz von 1902, das Wasserrechtsgesetz erst am 26. Juni 1918 herausgegeben wurde und folgende interessante Einzelheiten aufweist: Konzessionsbehörden sind die vier eingesetzten Wasser-Gerichte, denen je ein Landesteil unterstellt wurde. Diese bestehen aus einem «Kammerkollegium», das sich aus einem Juristen (Vorsitz), je einem Bau- und Kultur-Ingenieur sowie zwei Vertretern der örtlichen Behörden zusammensetzt. Die zwei letztgenannten haben namentlich die Interessen der Schiffahrt, Flössereien und Fischereien zu vertreten. Die Wassergerichte schlichten die entgegengesetzten Interessen, setzen die Konzessionsbestimmungen fest und erteilen die für die Nutzbarmachung der Wasserkräfte vorgeschriebene Konzession. Die Dauer der Verleihung ist unbestimmt; jedoch kann nach Ablauf von 40 Jahren der Konzessionär eine Revision der Konzessionsbestimmungen verlangen, oder es kann die örtliche Behörde von ihrem Rückkaufsrecht zu den im Expropriationsgesetz vorgesehenen Bestimmungen Gebrauch machen.

Die Fischereien und Flössereien haben Anspruch auf eine Entschädigung für die Wiedergutmachung der ihnen durch den Ausbau der Gefällstufen zugefügten Schäden, die Fischereien überdies auf eine jährliche Gebühr von Kr. 0,10...1,00 [3]) pro Brutto-PS bei geringster Wasserführung. Sie können überdies verlangen, dass bis zu 1/3 der Wasserführung in das Flussbett abgegeben werden.

Die Uferbesitzer haben ein Anrecht von Vorzugsenergie zu den Selbstkosten, entsprechend ihrer Rechte an der Wasserkraft. Ferner haben die angrenzenden Ufergemeinden eine Priorität auf $^1/_{10}$ der Jahresproduktion für die direkte Energieabgabe an Haushaltungen, Gewerbe und Kleinindustrie in ihrem Absatzgebiet. Ausserdem erheben sie eine einmalige Abgabe bei der Inbetriebnahme des Kraftwerkes, welche auf die bei Niederwasser erzeugbaren Brutto-PS bezogen ist [4]).

Besondere Bestimmungen werden bei Seeregulierungen vorgeschrieben. So haben alle an der Regulierung eines Flusslaufes beteiligten Unternehmen für die aus der Regulierung den Uferbesitzern erwachsenen Nachteile eine jährliche Abgabe von Kr. 0.10 bis Kr. 3.— pro PS, das aus der Abflussregulierung bei Niederwasser zusätzlich erzeugt wird, zu bezahlen. Aus diesen Beträgen werden in der Regel die durch Gemeinden oder Genossenschaften zur Belieferung der angrenzenden Bevölkerung zu erstellenden örtlichen Verteilnetze finanziert. Die vom Wassergericht für die Regulierung festgesetzten jährlichen Entschädigungen können alle 20 Jahre revidiert werden.

Fischereien und Flössereien waren in der Regel schon vor dem Ausbau der Wasserkräfte vorhanden. Darum erheben sie Anspruch auf die besondere Berücksichtigung ihrer Interessen, die oft denjenigen der Kraftwerke entgegenstehen.

2. Elektrizität

Das Elektrizitätsgesetz vom Jahre 1902 enthält Bestimmungen über die Fortleitung der elektrischen Energie, die Enteignung bei der Erstellung von Leitungen und die Wahrung der Sicherheit von Personen und Sachen. Wie in der Schweiz, wurde auch den Gemeinden ein weitgehendes Verfügungsrecht über ihre Strassen und Plätze eingeräumt, so dass sie praktisch selbst die Formen und Bedingungen der Energieversorgung innerhalb ihrer Grenzen bestimmen können.

Im Jahre 1939 wurde das Elektrizitätsgesetz erweitert durch die Aufnahme neuer Bestimmungen für die Zulassung von Installateuren, Vorschriften für die Ausführung elektrischer Anlagen und für deren Überwachung und Prüfung. Für die Erstellung von Leitungen ist eine Konzession der Behörden erforderlich, die erst nach Anhören der zuständigen Stelle der Provinzialregierung, der PTT und der Eisenbahndirektion sowie der Handelskammer erteilt wird. Diese Konzessionen geben dem Konzessionär kein Monopol für die Verteilung der elektrischen Energie. Für Kreuzungen von Strassen, Eisenbahnen, Kanälen und anderer elektrischer Leitungen ist eine Bewilligung des Staates einzuholen. Ferner werden die Gesuche auch in bezug auf die Einfügung der projektierten Leitung in das Landesnetz geprüft.

Die Überwachung der elektrischen Anlagen und die Prüfung der elektrischen Apparate und Materialien liegen dem staatlichen Starkstrominspektorat ob, das verschiedene Kreise mit örtlichen Inspektoren unterhält.

Im übrigen wurde dem freien Unternehmertum möglichst grosser Spielraum gelassen, was wesentlich zur Entwicklung des Ausbaus der Wasserkräfte und der Elektrizitätserzeugung, -verteilung und -verwendung beitrug.

So traten der Staat, die Städte und private Gesellschaften nebeneinander als Unternehmer auf dem Gebiete der Elektrizitätsversorgung auf. Dieses von den Schweden als «Schwedisches System» bezeichnete hat sich in völlig natürlicher Weise entwickelt und ist durch den freien Wettbewerb zwischen den einzelnen Unternehmergruppen gekennzeichnet.

[3]) 1 Krone entspricht zur Zeit 1,20 Schweizerfranken.

[4]) bis zu 5 000 PS: Kr. 1.50 pro PS
5001...10 000 PS: Kr. 0.75 pro PS
über 10 000 PS: Kr. 0,40 pro PS, max. 30 000 Kr.

Ein im Jahre 1915 vom Staate eingesetzter Ausschuss stellte Richtlinien — im Sinne von Empfehlungen — für eine Koordinierung der Energieversorgung des Landes auf. Es entwickelte sich eine erfreuliche Zusammenarbeit von Städte-, Überland- und Industriewerken unter sich sowie mit den staatlichen Kraftwerken, und zwar auf freiwilliger Basis.

Durch Regierungsbeschluss wurden seit 1946 die Erstellung und der Betrieb neuer Höchstspannungsleitungen von 200 kV und mehr der staatlichen Kraftwerkverwaltung reserviert. Der Besitz bestehender Leitungen wird nicht angetastet, und es sollen Bestimmungen für die Übertragung von Energie privater Unternehmungen aufgestellt werden. Ferner wurde eine Verordnung gegen die Spekulation mit ausbauwürdigen Wasserkräften erlassen und eine Kommission zur Überwachung der Energiepreise privater Elektrizitätsunternehmungen eingesetzt. Diese staatliche Kommission befasst sich jedoch nur mit den Fällen, die nicht durch eine von ihr anerkannte Schlichtungskommission des Verbandes schwedischer Elektrizitätswerke durch freiwillige Verständigung geregelt werden.

Neuerdings bestehen auch Bestrebungen, die Verstaatlichung der Elektrizitätsversorgung durchzuführen und einen vermehrten politischen Einfluss auf die bereits bestehenden staatlichen Kraftwerke auszuüben. In allen Kreisen der Wirtschaft und bei der staatlichen Kraftwerkverwaltung besteht die Ansicht, dass diese Bestrebungen im Sande verlaufen werden.

III.
Organisation der Elektrizitätsunternehmungen

1. Allgemeines

Schwedens Energieerzeugung liegt in den Händen staatlicher, kommunaler, privat- und gemischtwirtschaftlicher Unternehmungen. An der gesamten Produktionsmöglichkeit ist der Staat mit 40 %, die Gemeindewerke sind mit 6 %, die privaten Elektrizitätswerke mit 34 % und die Industriebetriebe mit 20 % beteiligt. Die Energieabgabe an die letzten Verbraucher liegt in überwiegendem Masse in den Händen von Gemeindewerken als Wiederverkäufern. In den ländlichen Bezirken erfolgt die Verteilung durch Genossenschaften.

Über die Beteiligung der einzelnen Werkgruppen an der Energieverteilung orientiert Tabelle I.

Tabelle I

	Anzahl Unternehmungen	Anzahl Haushaltungen in % der insgesamt an die Netze angeschlossenen Haushaltungen
Gemeindewerke	170	50
Genossenschaften	2180	22
Private Elektrizitätswerke . .	330	18
Industriewerke	370	7
Privatbesitzer	449	2
Staat	1	1
Total	3500	100

Die Zahl der Haushaltungen wird zu 1 900 000 geschätzt, wovon etwa 900 000 in den Städten. Anfangs 1947 wurden 6,8 Millionen Einwohner gezählt.

2. Die staatliche Kraftwerkverwaltung

Der Staat besitzt mehr als die Hälfte der bedeutenden Wasserkräfte. Er befasste sich schon frühzeitig mit deren Nutzung, insbesondere auch zur Beschaffung der für die Elektrifizierung der Staatsbahnen benötigten elektrischen Energie. Im Jahre 1906 wurde durch Reichstagsbeschluss die Staatliche Kraftwerkverwaltung geschaffen, eine politisch vollständig unabhängige Körperschaft mit einer Generaldirektion in Stockholm. Dieser sind die sieben örtlichen Betriebs-Direktionen in Trollhättan, Stockholm, Motala, Västerås, Sundsvall, Umeå und Luleå sowie die Abteilungen für Kraftwerk- und Leitungsbau unterstellt. Ferner verwaltet die Direktion in Trollhättan den im Eigentum des Staates sich befindenden Schiffahrtskanal, der den Vänern-See über Trollhättan mit Göteborg verbindet. Die Generaldirektion besteht aus einem Generaldirektor, zugleich Direktionspräsident, und vier Experten aus Technik, Handel und Industrie. Die Experten wirken nur im Nebenamt. Der Generaldirektor hat weitgehende Befugnisse. Die Generaldirektion geniesst hinsichtlich Preispolitik und Energieabgabe grosse Unabhängigkeit. Die Projekte für Neuanlagen müssen dem Reichstag unterbreitet werden, der auch für die Geldbeschaffung zuständig ist. In der Regel erfolgt die Finanzierung durch Anleihen.

Die Staatliche Kraftwerkverwaltung ist mit rund 4,8 TWh zu einem Drittel an der gesamten Energieerzeugung des Landes beteiligt. Sie verfügt über

Fig. 2
Typische schwedische Gefällstufe

eine Generatorenleistung von rund 1 000 000 kW in Wasserkraftwerken und 100 000 kW in einem Wärmekraftwerk. Die Wasserkraftwerke liegen in verschiedenen Flussgebieten: am Götaälv, Dalälven und Motala-Strom in Südwest- und Mittelschweden, am Indalsälven, Umeälv und ganz im nördlichsten Norrland am Luleälv.

Die Staatliche Kraftwerkverwaltung beliefert direkt die Staatsbahnen ab Drehstromnetz über Umformergruppen, die mit den Transformatoren neuerdings als fahrbare Unterwerke ausgeführt werden, ferner grosse Industrien, wie auch en gros Städte und kleine Gemeinden, sowie Genossenschaften. Die

direkte Abgabe an Kleinabonnenten erfolgt in der Regel durch Dritte, nur in wenigen Einzelfällen durch den Staat und zwar in ganz geringen Mengen.

Die gesamten Erstellungskosten einschliesslich Kapitalwert der dem Staate gehörenden Wasserrechtskonzessionen stiegen in den Jahren 1913, 1922, 1935 und 1947 von 50 auf 200 bzw. 300 bzw. 600 Mill. Kr.

Die Abschreibungen, Rückstellungen und Tilgungen von 40 Mill. Kr. im Jahre 1935 betragen heute 210 Mill. Kr.

Vor dem Kriege wurde ein Reingewinn von durchschnittlich 5...6 % erzielt, bei einem Zinsfuss von 4...5 %. Die Rückstellungen für Erneuerungen sind in den Betriebskosten eingeschlossen. Diese stiegen zwischen den Jahren 1922 bis 1935 von 8 Mill. auf 17 Mill. Kr., und bis 1947 auf 91 Mill. Kr., während sich für die gleichen Jahre die Brutto-Einnahmen von 16 auf 36 bzw. 120 Mill. Kr. erhöhten.

3. Die Gemeindewerke

Wie in der Schweiz haben die Städte schon frühzeitig eigene industrielle Betriebe errichtet, u. a. für die Elektrizitätsversorgung. Die ursprünglich von Privatunternehmungen für Beleuchtungszwecke ausgebauten örtlichen Wasserkraftwerke wurden um die Jahrhundertwende von den Gemeinden erworben. Die in eigenen Erzeugungsanlagen verfügbaren Energiemengen reichten jedoch zur Deckung des zunehmenden Energiebedarfs nicht aus, weshalb in der Regel auf den Bezug von Fremdenergie von den staatlichen oder den privaten Überlandwerken übergegangen wurde. An der Energieerzeugung sind in grösserem Ausmasse einzig grössere Städte beteiligt.

Stockholm mit 690 000 Einwohnern besitzt eigene grosse Wasserkraftwerke von total 175 000 kW Leistung und ein Dampfkraftwerk von 100 000 kW Leistung; die Stadt ist ferner an einer gemischtwirtschaftlichen Unternehmung beteiligt. Der Energieumsatz erreichte im Jahre 1947 rund 900 GWh, das sind rund 1300 kWh pro Einwohner.

Göteborg mit 326 000 Einwohnern wird fast ausschliesslich mit Fremdenergie aus den staatlichen Kraftwerken versorgt. Das Dampfkraftwerk ist unbedeutend.

Malmö ist wie die übrigen grösseren Städte Südschwedens an der Sydsvenska Kraft A.B. beteiligt. Andere kleinere Städte, z. B. Skellefteå in Nordschweden (mit 13 000 Einwohnern), haben grössere Gefällstufen des benachbarten Flussgebietes ausgebaut und beliefern die gesamte Talschaft. In Dalekarlien und Wärmland (Mittelschweden) ist die Grossindustrie an der allgemeinen Elektrizitätsversorgung stark beteiligt.

Die Verwaltung der Gemeindewerke erfolgt durch eine Direktion, der sowohl das Elektrizitäts- als auch das Gaswerk unterstellt sind, in gewissen Fällen auch die Wasserversorgung und die städtischen Verkehrsbetriebe. Die Gemeinden schöpfen aus dem Gewinn der Elektrizitätswerke bedeutende Beträge zu Gunsten der Stadtkasse ab. Die elektrische Energie wird also auch in Schweden zur indirekten Besteuerung verwendet.

4. Die privaten Elektrizitätsunternehmungen

Die nicht staatlichen Elektrizitätswerke setzen sich aus privaten und gemischtwirtschaftlichen Unternehmungen, an denen grössere städtische Werke beteiligt sind, zusammen. Im Zuge der Entwicklung wurden mit zunehmendem Energiebedarf die günstig gelegenen Wasserkräfte Süd- und Mittelschwedens frühzeitig voll ausgebaut, weshalb zur Beschaffung weiterer Energiemengen günstige, im Norden liegende Grosskraftwerke als Gemeinschaftswerke erstellt wurden.

Als typische Beispiele gemischtwirtschaftlicher Unternehmungen seien die Sydsvenska Kraft A. B. und die Krångede A. B. erwähnt. Die erste wurde durch die fünf Städte Südwestschwedens gegründet und später als Überlandwerk auf ganz Südschweden erweitert. Sie verfügt über 26 in der Hauptsache kleinere Wasserkraftwerke von zusammen 115 000 kW Leistung, vorwiegend in Südschweden, sowie über ein eigenes grosses Dampfkraftwerk von 70 000 kW Leistung und deckt ungefähr die Hälfte des Bedarfs aus eigenen oder Gemeinschaftswerken in Nordschweden. Die zweite ist ein eigentliches Gemeinschaftswerk mit Beteiligung der Stadt Stockholm, der Sydsvenska Kraft A. B. und der bedeutenden Eisen- und Sägerei-Industrien Mittelschwedens. Sie besitzt drei Kraftwerke am Indalsälven, rund 600 km nördlich von Stockholm, die mit den Netzen der Teilhaber durch gemeinsame 220-kV-Leitungen verbunden sind. Im Jahre 1946 wurden durch die Anlagen der Krångede A. B. 2100 GWh (rund 15 %), durch diejenigen der Sydsvenska Kraft A. B. 1400 GWh (10 %) und durch diejenigen der sieben grössten gemischtwirtschaftlichen und privaten Elektrizitätsunternehmungen zusammen rund 43 % der gesamten Jahresproduktion umgesetzt. Neben den erstgenannten Unternehmungen handelt es sich hier noch um die Yngeredsfors Kraft A. B., Kraft A. B. Gullspång-Munkfors einschliesslich Örebro Elektriska A. B. und Hammarforsens Kraft A. B. als eigentliche Elektrizitätsgesellschaften, sowie Stora Kopparsbergs Bergslags A. B. und Uddeholms A. B. als Elektrizitätswerke mit Beteiligung der Grossindustrie.

5. Die Genossenschaften

Die Energieabgabe in ländlichen Gebieten wird im allgemeinen durch Genossenschaften besorgt. Diese liegen meistens in den Absatzgebieten der staatlichen Kraftwerke, von welchen sie beliefert werden. Die Verwaltung dieser Genossenschaften erfolgt im Nebenamt oder ehrenamtlich in Vertrauensposten. Netzerweiterungen, Unterhalt und Betrieb der Anlagen werden in kleinen Netzen durch Monteure, die oft durch verschiedene benachbarte Genossenschaften angestellt sind, oder durch örtliche Installationsgeschäfte besorgt. Dadurch werden die Verwaltungskosten auf ein Minimum beschränkt. Für die Beratung in technischer und wirt-

schaftlicher Hinsicht steht die Staatliche Kraftwerkverwaltung zur Verfügung.

Von den rund 1 Mill. Haushaltungen in ländlichen Gebieten waren im Jahre 1944 etwa 85 % an die Netze angeschlossen. Weitere 10 % wurden seither angeschlossen oder sollen in den nächsten Jahren elektrifiziert werden. In abgelegenen Gebieten, wo die Anschlusskosten überdurchschnittlich hoch sind, bezahlt der Staat Subventionen, um den Anschluss an das Netz zu erleichtern. Seit 1941 wurden 46 Mill. Kr. an Subventionen bewilligt, und zwar werden im Einzelfall höchstens 90 Kr. pro ha nutzbaren Ackerlandes bezahlt. Im Durchschnitt wurde der Anschluss jedes dritten Gehöftes subventioniert.

6. Der Zusammenschluss und die gemeinsame Betriebführung

Seit Beginn der 20er Jahre setzte ein stetig wachsender Zusammenschluss der Kraftwerke und eine Tendenz zur gemeinsamen Betriebführung ein. Die staatlichen Kraftwerke einerseits und die gemischtwirtschaftlichen und städtischen Kraftwerke anderseits bauten ihre Hochspannungsnetze aus, um durch Parallelbetrieb eine möglichst rationelle Ausnützung ihrer Wasser- und Wärmekraftwerke zu ermöglichen. Mit der Zeit setzte sich auch der Zusammenschluss der staatlichen Kraftwerke mit den übrigen Elektrizitätsunternehmungen durch, so dass eine enge Zusammenarbeit aller Elektrizitätsunternehmungen schon vor Kriegsbeginn vorhanden war. Diese wurde während des Krieges noch weiter entwickelt, und heute arbeiten 97 % aller Kraftwerke mit einer Höchstbelastung von rund 3000 MW im Parallelbetrieb. Die Führung des Betriebes wird durch eine zentrale Stelle, die unabhängig von den staatlichen Kraftwerken ist, gehandhabt, jedoch in Personalgemeinschaft mit der Betriebsdirektion der staatlichen Kraftwerke.

Die Zusammenarbeit hat die möglichst rationelle Ausnützung der Energievorräte in den Speicherseen, die Verminderung der Generatorenleistung und der Reservehaltung, den Ausgleich der durch die unterschiedlichen natürlichen Zuflüsse bedingten Abweichungen der Produktionsmöglichkeiten in den verschiedenen Flussgebieten und insbesondere den rationellen Einsatz der Wärmekraftwerke zum Ziel. Vom zentralen Betriebsbureau aus kann z. B. das Dampfkraftwerk Västerås innert 15 min in Betrieb gesetzt werden.

Die vorgenannte Betriebsgemeinschaft, die vor dem Krieg vorbereitet wurde, konnte bei Kriegsausbruch sofort in Aktion treten. Sie hat sich so gut bewährt, dass sie auch nach Kriegsende als dauernde Organisation beibehalten wurde. Das gesamte Versorgungsgebiet ist in 13 Kreise aufgeteilt, wovon 5 von den staatlichen Kraftwerken und 8 von Gemeinde-, gemischtwirtschaftlichen und privaten Werken versorgt werden. Die geschäftlichen Fragen werden durch die Beteiligten direkt geregelt.

Die Zentralstelle befasst sich auch mit der Aufstellung des Ausbauprogrammes sowie der Einschränkungsprogramme. Sie machte u. a. interessante Beobachtungen über die Beeinflussung des gesamten Energieverbrauchs durch die Tageshelle, die Temperatur und die Windstärke. Diese zeigten, dass bei je 1 °C Temperaturrückgang die Belastung um 0,7 % zunimmt. Für das gesamtschwedische Netz mit Belastungsspitzen von 2500 bis 3000 MW hat demnach ein Temperatursturz von 10 °C eine Belastungszunahme von 150 bis 200 MW zur Folge. Diese Relation hat sich für die Zeit abnehmender Dauer der Tageshelle, d. h. jeweils im letzten Kalenderquartal des Jahres, für die Aufstellung der Betriebsprogramme als absolut zuverlässig erwiesen. Bei zunehmender Dauer der Tageshelle ist eine Korrektur anzubringen.

7. Die Fachverbände

Die Fachverbände haben die Zusammenarbeit unter den verschiedenen Gruppen auf technischem und wirtschaftlichem Gebiet stark gefördert. Sie sind in sehr zweckmässiger Weise organisiert und ergänzen sich.

Der *Schwedische Wasserwirtschaftsverband* wurde 1909 gegründet mit dem Ziel, den rationellen Ausbau der Wasserkräfte zu fördern. Er setzt sich aus den grösseren Elektrizitätsunternehmungen und der staatlichen Kraftwerkverwaltung zusammen und vertritt die Interessen der privaten Wasserkraftbesitzer gegenüber den Behörden.

Der *Verband Schwedischer Elektrizitätswerke* fördert die Zusammenarbeit der EW, befasst sich mit technischen, wirtschaftlichen und administrativen Fragen, u. a. mit der rationellen Anwendung der elektrischen Energie und mit der Wahrung der Interessen seiner Mitglieder gegenüber den Behörden. Er umfasst alle Energieproduzenten, auch die staatliche Kraftwerkverwaltung, sowie die meisten Wiederverkäufer und praktisch alle Gemeindewerke.

Der *Verband für die rationelle Elektrizitätsanwendung («FERA»)* ist eine Gründung des Elektrizitätswerkverbandes, der daran zur Hälfte beteiligt ist. Die übrige Beteiligung setzt sich aus Vertretern der Elektroindustrie, der Elektroinstallateure, Elektrogeräte- und Elektromaterialien-Grossisten, der Zentrale für Lichtwirtschaft und den Unternehmungen für den Bau elektrischer Anlagen zusammen.

Überhaupt spielen in Schweden die Verbände eine wichtige Rolle und sind sehr verbreitet. Z. B. gibt es für jeden Flusslauf einen Regulierverband, dem sämtliche an der betr. Flussregulierung beteiligten Elektrizitätsunternehmungen, ferner die Flössereien und Fischereien beitreten. Diese Verbände oder Interessengemeinschaften lassen die Regulierungseinrichtungen erstellen und besorgen die Regulierung im Einvernehmen mit der zentralen Betriebsstelle. Ausserdem sind die Flössereibetriebe eines Flusslaufes zu einem Verband und die einzelnen Flössereiverbände in einem Zentralverband zusammengeschlossen.

IV. Elektrizitätserzeugung und -verwendung

1. Elektrizitätserzeugung

Die Elektrizitätserzeugung erreichte im Jahre 1946 14 206 GWh, wovon 250 GWh in Wärmekraft-

anlagen mit Kondensation und 423 GWh in Gegendruckanlagen erzeugt wurden. Sie ging im Jahre 1947 infolge der ausserordentlichen Trockenheit auf 13 600 GWh zurück (siehe Fig. 3). Die maximal

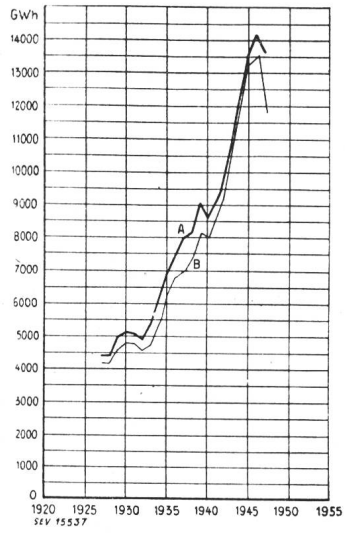

Fig. 3
Entwicklung der jährlichen Gesamtproduktion Schwedens
A Gesamterzeugung
B Hydraulische Erzeugung

verfügbare Leistung bezifferte sich Ende 1946 für die Wasserkraftwerke auf 2600 MW und für die Wärmekraftwerke auf rund 500 MW. Die thermische Erzeugung, die vor dem Krieg etwa 10 % der Gesamterzeugung betrug, ging auf 2...3 % zurück. Im langjährigen Durchschnitt nahm die Gesamterzeugung jährlich um rund 6,5 % zu.

Die durch künstliche Regulierung der natürlichen Seen gewonnene Speicherenergie beträgt 4,1 TWh oder rund 30 % der gesamten Jahresproduktion.

2. *Elektrizitätsverbrauch*

Im Jahre 1946 verbrauchte die Grossindustrie 7479 GWh zuzüglich 744 GWh für die Elektrodampfkessel — das sind rund 69 % der nutzbaren Abgabe —, die Haushaltungen und das Gewerbe 2572 GWh (21 %) und die Bahnbetriebe 1179 GWh (10 %). Die Verluste und der Eigenbedarf betrugen 2109 GWh.

Die grössten Verbraucher sind die elektrochemische Industrie, die Eisen- und Stahlwerke und namentlich die Papier- und Zellulose-Industrie sowie die Sägereien. Mit Ausnahme der Sägereien hat sich während des Krieges der Energiebedarf der Industrie mächtig entwickelt, insbesondere durch vermehrte Elektrifizierung in der Eisen- und Stahl-Industrie.

Der Energiebedarf der Bahnbetriebe ist während des Krieges durch die erfolgte Elektrifizierung weiter Strecken und die bedeutende Steigerung des Verkehrs stark angestiegen.

In den Haushaltungen verzeichnet die elektrische Küche grosse Verbreitung; auch Warmwasserspeicher, Kühlschränke, Waschmaschinen und namentlich kleine Öfen für die zusätzliche Raumheizung wurden in grosser Zahl angeschlossen.

3. *Energie-Export und -Import*

Schweden ist im Norden mit dem in der Nähe der Stadt Narvik liegenden Kraftwerk Nygard mit Norwegen, im Süden durch Hochspannungskabel durch den Sund mit dem EW Kopenhagen verbunden. Der Energieaustausch mit Norwegen ist sehr gering; Ausfuhr und Einfuhr gleichen sich aus. Im Süden werden Schwedens Überschüsse an hydroelektrischer Energie nach Dänemark exportiert und, soweit technisch möglich und nach Bedarf, durch den Import von thermischer Energie kompensiert. Die Leistung für diesen Energieaustausch ist auf 40 000 kW begrenzt.

Die Energieausfuhr war 1946 mit 123 GWh ganz unbedeutend.

4. *Energieübertragung*

Die räumliche Ausdehnung des Landes (1300 km von Malmö bis Porjus, dem nördlichsten Kraftwerk Schwedens, siehe Fig. 1) und das Missverhältnis zwischen der Verteilung der Bevölkerung und der Wasserkräfte ($^5/_6$ der Einwohner befinden sich in Süd- und Mittelschweden, $^5/_6$ der ausbauwürdigen Wasserkräfte dagegen in Nordschweden) führten zum Ausbau eines ausgedehnten Fernübertragungsnetzes. Dieses entwickelte sich vom regionalen Überlandnetz mit Spannungen von 50...70 kV zu Höchstspannungsnetzen von 132 kV in den einzelnen Landesteilen. Mit dem Ausbau der Grosskraftwerke Nordschwedens entstand das 220-kV-Netz, das auch die einzelnen 132-kV-Netze miteinander verbindet und das Rückgrat der Landesversorgung bildet. Über fünf 220-kV-Leitungen werden rund 4 TWh aus den Kraftwerken am Indalsälven nach Mittelschweden über eine Entfernung von 600 km übertragen. Eine sechste Leitung nach Malmö ist im Bau, wodurch die Stranglänge des 220-kV-Netzes auf 900 km erhöht wird. Einschliesslich der Verbindungen mit Norwegen im Norden und Dänemark im Süden erstreckt sich das zusammenhängende Fernübertragungsnetz auf eine Länge von rund 1800 km.

Für die Fernübertragung der Produktion aus dem im Bau befindlichen Kraftwerk Harsprånget bei Porjus am Luleälv mit drei Maschinengruppen von je 88 000 kW musste auf eine höhere Spannung übergegangen werden, und zwar einerseits wegen der Übertragungsdistanz von 970 km, anderseits wegen der zu übertragenden Leistung von 450 000 kW. Die Versuche mit der 45-kV-Gleichstromübertragungsanlage von Trollhättan nach Mellerud über eine Entfernung von 50 km führten nicht zu einer restlosen Abklärung der einzelnen Probleme. Mit Rücksicht auf die langen Lieferfristen wurde deshalb das Material für eine 380-kV-Drehstromleitung in Auftrag gegeben, um diese rechtzeitig mit der Inbetriebsetzung des Kraftwerkes Harsprånget fertigzustellen. Damit hat sich Schweden — nach mehrjährigen Studien — einstweilen für die Fernübertragung mit Drehstrom festgelegt. Die Versuche mit hochgespanntem Gleichstrom werden jedoch fortgesetzt und die Versuchsanlage auf 90 kV und 6500 kW ausgebaut.

5. *Verbrauchseinschränkungen*

Bis zum Jahre 1947 konnte der normale Bedarf gedeckt werden, und die Einschränkungen betrafen

lediglich die in den Verträgen vorgesehenen einschränkbaren Lieferungen, ausgenommen im trockenen Winter 1941/42. Damals mussten allgemeine Einschränkungen eingeführt werden, die aber dank plötzlich eingetretener ergiebiger Regenfälle schon nach drei Tagen wieder aufgehoben wurden. Erst infolge der extremen Trockenheit des Sommers 1947 mussten ab 15. September 1947 lange dauernde allgemeine Einschränkungen im Elektrizitätsverbrauch verfügt werden, die bis zum 1. Mai 1948 in Kraft blieben. Die Einschränkungen betrafen in erster Linie das allgemeine Raumheizungsverbot mit Ausnahme der ausschliesslich elektrischen Heizungsanlagen; diese sind jedoch sehr wenig verbreitet, ausgenommen in einigen Gebieten Nordschwedens, im Zentrum grosser Wasserkräfte, mit besonders günstigen Tarifen für Heizzwecke.

Die Verbrauchseinschränkungen bezogen sich auf sämtliche Verbrauchergruppen. Diese wurden in drei Hauptkategorien eingeteilt:

A. **Industriebetriebe** mit einem Jahresverbrauch von über 100 000 kWh. Ihr Verbrauch wurde durchschnittlich um 20 % eingeschränkt. Grossbetriebe mit einem jährlichen Verbrauch von mehr als 400 000 kWh wurden individuell eingeschränkt, wobei besonders energieintensive Betriebe der Elektrochemie und Elektrometallurgie ganz stillgelegt wurden.

B. **Verkehrsbetriebe.** Diese Gruppe umfasst neben den Transportanstalten die Telegraphen-, Telephon- und Radiostationen sowie alle Studios. Die betreffenden Unternehmungen wurden aufgefordert, den Verbrauch soweit als möglich einzuschränken; dagegen wurde kein fester Einschränkungssatz vorgeschrieben. Bei den Bahnen wurden die Zugheizung beschränkt und einige schwach frequentierte Züge aufgehoben. Die tatsächlich erzielten Einsparungen werden durchschnittlich auf 5 % geschätzt.

C. Von den **übrigen Verbrauchern** wurden die lebenswichtigen Betriebe — Gruppe C_1 — nur um 10 %, die Kleinindustrie und das Gewerbe — Gruppe C_2 — um 20 %, und die restlichen Kleinabnehmer (Haushaltungen, Bureaux, Kinos, Restaurants usw.) — Gruppe C — durchschnittlich um 30 % eingeschränkt, mit Ausnahme der elektrischen Küche.

Bei den Haushaltungen schrieb man jedem Verbraucher ein Kontingent vor und zwar pro Tag. Die Abrechnung erfolgte am Ende des Winters, d. h. auf 31. März; der Überverbrauch wurde mit 75 Ören, also etwa Fr. 1.— pro kWh verrechnet, wobei für starke Überschreitungen überdies ein Strafverfahren zur Anwendung kam. Den Abnehmern stand auch die Möglichkeit zu, den Überverbrauch im April zu kompensieren, anstatt die vorgenannte Strafgebühr zu bezahlen.

Die mit den im Winter 1947/48 geltenden Verbrauchseinschränkungen erzielten Einsparungen betragen etwa 1200 GWh oder rund 20 % des Energiebedarfs im Winterhalbjahr. 2/3 der erzielten Einsparungen entfallen auf die Industrie.

6. *Entwicklung des künftigen Elektrizitätsbedarfs*

Die massgebenden Stellen rechnen mit einer andauernden starken Steigerung des Energiebedarfs. Sie stützen sich dabei auf die zu erwartende weitere Erhöhung der Kohlenpreise und längere Dauer der Bezugsschwierigkeiten von hochwertiger Kohle, auf Schwierigkeit in der Versorgung mit flüssigen Brennstoffen sowie auf die zunehmende Knappheit an Arbeitskräften. Die elektrische Energie wird in stets vermehrtem Masse zur Einsparung von Arbeitskräften eingesetzt und zwar auf allen Gebieten: Gross- und Kleinindustrie, Gewerbe, Haushaltungen und auch in der Landwirtschaft.

Mit zunehmenden Brennstoffkosten verschiebt sich die Grenze der Wirtschaftlichkeit der Elektrowärme-Anwendungen in der Grossindustrie immer mehr zu Gunsten der elektrischen Energie, namentlich dort, wo auch noch die besonderen Eigenschaften der elektrischen Energie hinsichtlich Qualität der Erzeugnisse eine Rolle spielen (z. B. die genauere Temperaturregulierung). Bei Berücksichtigung der mit der Umstellung auf Elektrizität erzielten Einsparungen an Arbeitskräften verschieben sich die wirtschaftlichen Vorteile noch mehr zu Gunsten der Elektrowärme-Anwendungen auch für solche Erzeugnisse, für welche die genannten Vorteile der elektrischen Energie nicht ausschlaggebend sind.

Von besonderer Bedeutung ist ferner das Elektrifizierungsprogramm der schwedischen Staatsbahnen. Zu den in den 10 letzten Jahren elektrifizierten Strecken von rund 1500 km sollen weitere 386 km bis Ende 1949 elektrifiziert werden und für die Zeit nach 1949 zusätzliche 1244 km. Nach Vollendung des Programms werden rund 6500 km elektrifiziert sein oder zirka 40 % des gesamten Eisenbahnnetzes. Schon heute sind 80 % des Verkehrs auf elektrischen Betrieb umgestellt.

In den Haushaltungen wird eine weitere intensive Anschlusstätigkeit von Kochherden, Kühlschränken, Waschmaschinen und Kleinapparaten erwartet. Mit Rücksicht auf den Holzreichtum sind auf dem Lande Elektroküchen und Elektro-Warmwasserspeicher noch wenig verbreitet. Auch hier dürfte der zunehmende Mangel an Arbeitskräften die Umstellung auf Elektrizität und namentlich die Anwendung landwirtschaftlicher Motoren fördern.

Die Aussichten für die zukünftige Entwicklung des Energieverbrauchs für Beleuchtungszwecke werden ebenfalls günstig beurteilt. Wie seinerzeit beim Ersatz der Kohlenfadenlampen durch die Metallfadenlampen wird mit der Einführung der Fluoreszenzlampen eine allgemeine Steigerung der Beleuchtungsstärke erwartet. Eine rückläufige Entwicklung des Energieverbrauchs wird also nicht befürchtet.

7. *Ausbauprogramm*

Aus der Energiestatistik wurde eine jährliche Zunahme des Elektrizitätsbedarfs von durchschnittlich 6 1/2 % ermittelt. Diese Zunahme schien für die Nachkriegszeit zu hoch; darum wurde für das Ausbauprogramm mit einem jährlichen Verbrauchszuwachs von 500 GWh gerechnet. Erhebungen bei der Industrie zeigten, dass sich diese Zahl als zu gering erwiesen hat, weshalb neuerdings mit einer jährlichen Zunahme von 800...1000 GWh gerechnet wird.

Die gegenwärtig im Bau begriffenen und zum Bau beschlossenen Wasserkraftwerke werden die Produktionsmöglichkeit um rund 7 auf 20,9 GWh und die verfügbare Leistung um rund 1400 MW auf rund 4000 MW steigern (siehe Fig. 4).

Gleichzeitig werden auch die Wärmekraftwerke zum Teil erneuert, zum Teil erweitert, wodurch die heutige Leistung der Kondensationsanlagen von 350 000 auf rund 500 000 kW erhöht wird. Einschliesslich der Gegendruckanlagen in der Industrie (bisher 125 000 kW) und der Dieselanlagen (bisher 25 000) kW dürfte die gesamte in den Wärmekraftwerken installierte Leistung nach vollem Ausbau Ende 1950 rund 700 000 kW erreichen, gegenüber 500 000 kW für den Ausbauzustand Ende 1946.

Die thermischen Anlagen werden wohl wie in früheren Jahren wieder 5...10 % des gesamten Energiebedarfs decken und dienen in der Hauptsache als Reserve und zum Ausgleich von nassen und trockenen Jahren. Die neuen Dampfkraftwerke werden für Kohlenstaub-Feuerung und für Ölfeuerung eingerichtet, damit bei Versorgungsschwierigkeiten möglichst niederwertige Kohle verwendet werden kann.

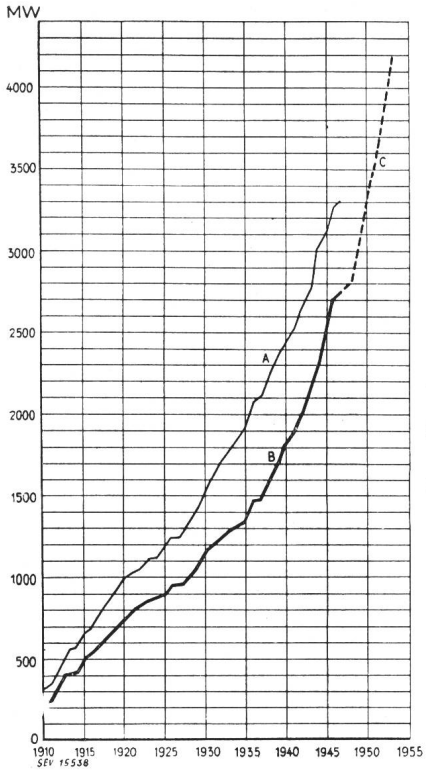

Fig. 4
Entwicklung der verfügbaren Höchstleistung der schwedischen Elektrizitätswerke
A der bestehenden Anlagen
B der bestehenden Wasserwerke
C der im Bau befindlichen und beschlossenen Wasserkraftwerke

V. Erstellungskosten und Energiepreise

1. Erstellungs- und Energiegestehungskosten

Dank der für den Ausbau der Wasserkräfte geeigneten vorzüglichen natürlichen Gegebenheiten und der günstigen Voraussetzungen sind die Baukosten von Wasserkraftanlagen ausserordentlich gering. Für Grosskraftwerke wird heute mit Erstellungskosten von 350...500 Kr./kW gegenüber 200 bis 300 Kr./kW vor dem zweiten Weltkrieg, und für die Jahreskosten mit 8 % der Baukosten gerechnet. Die Gestehungskosten der kWh stellen sich somit für die günstigsten Gefällstufen auf etwa 0,5 Öre/kWh für die gegenwärtig im Bau befindlichen Anlagen und auf 0,2 Öre/kWh für vor 1939 erstellte Kraftwerke.

Allerdings liegen diese günstigsten Wasserkräfte im nördlichsten Landesteil in einer Entfernung von 600...1300 km von den Verbraucherzentren. Die Kosten der zu erstellenden leistungsfähigen 380-kV-Übertragungsanlage von 970 km Länge sind ungefähr gleich den Baukosten des Kraftwerkes Harsprånget. Die Gestehungskosten der kWh loco Verbrauchszentrum in Höchstspannung sind also etwa doppelt so hoch wie ab Kraftwerk in Nordschweden. Sie erreichen ähnliche Werte wie die höheren Gestehungskosten der in den Wasserkraftwerken von Mittel- oder Südschweden in der Nähe der Konsumzentren erzeugten Energie.

2. Energie-Tarife

Für die Tarife werden Richtlinien durch den Schwedischen Elektrizitätswerkverband und zwar im Einvernehmen mit der Staatlichen Kraftwerkverwaltung aufgestellt.

Die Tarife für Kleinabnehmer erfuhren in den letzten 15 Jahren eine durchgehende Modernisierung, wobei eine möglichst vollständige Berücksichtigung aller Selbstkostenkomponenten angestrebt wurde. Das gewählte Tarifsystem für die Detailabgabe ist eigentlich ein Grundgebührentarif, wobei neben der Grundgebühr, die sich nach Zimmerzahl oder der Fläche der bewohnten Räume (Haushaltungen) bzw. der bebauten Grundflächen (Landwirtschaft) richtet, eine feste Gebühr pro Abnehmer für die Bedienungskosten verrechnet wird. Die Arbeitsgebühr ist in der Regel tagsüber 6 Ören pro kWh und entspricht dem Kochenergiepreis, nachts 3 Ören [5]).

Tabelle III

	Spannung 20...40 kV	Spannung 1,5...10 kV
Grundgebühr und Leistungsgebühr:		
0... 50 kW:		
Grundgebühr Kr./Jahr	500	500
Jährliche Leistungsgebühr Kr./kW	70	75
50... 100 kW:		
Grundgebühr Kr./Jahr	1500	1500
Jährliche Leistungsgebühr Kr./kW	50	55
100...2000 kW:		
Grundgebühr Kr./Jahr	2000	2000
Jährliche Leistungsgebühr Kr./kW	45	50
2000...4000 kW:		
Grundgebühr Kr./Jahr	2000	12000
Jährliche Leistungsgebühr Kr./kW	45	45
Die Leistungsgebühr wird auf den Mittelwert der 4 monatlichen während 15 Minuten registrierten Höchstleistungen erhoben und beträgt im Minimum 80 % der abonnierten Leistung.		
Energiekosten Öre/kWh:		
a) Benützungsdauer bis zu 4000 h/Jahr		
bis zu 2 GWh/Jahr	1,5	1,5
über 2 GWh/Jahr	1,25	1,25
b) Benützungsdauer von mehr als 4000 h/Jahr	1	1

[5]) siehe Bull. SEV Bd. 29 (1938), Nr. 14, S. 357.

Nach dem gleichen Prinzip sind auch die Tarife für die Energieabgabe an Industriebetriebe aufgebaut. Den allgemeinen Industrietarif zeigt Tab. III.

Diese Preise sind nach der unten erwähnten Formel zu erhöhen (siehe Ziff. 3).

Gemäss Wiederverkäufertarif der staatlichen Kraftwerkverwaltung wird den Genossenschaften, die in landwirtschaftlichen Gebieten die Energie direkt verteilen, diese ab 3- oder 6-kV-Netz zu 5 Öre/kWh abgegeben, bei einem Umsatz von mindestens 1 GWh pro Jahr.

3. Preiskontrolle.

Eine staatliche Preiskontrollstelle sorgt für die möglichste Beibehaltung der Vorkriegspreise. Mit Rücksicht auf die Teuerung wurden jedoch die Elektrizitätswerke ermächtigt, sämtliche in den Verträgen mit Industriebetrieben vorgesehenen Preise sowie alle Tarife für neue und alte industrielle Abnehmer um 24 % zu erhöhen und zwar nach der Formel 0,3 $(y - 180)$ %, wo y den jeweils geltenden Lebenskostenindex gegenüber 1914 — heute 260 — und 180 den betreffenden Index für das Jahr 1939 bedeutet. Die Preiserhöhung gilt nur für die Energieabgabe an Industriebetriebe, die rund $^2/_3$ der erzeugten Energie verbrauchen. Dagegen sind die Tarife für Kleinabnehmer, d. h. die Haushaltungen und das Kleingewerbe, unverändert.

VI. Schlussfolgerungen

Die schwedische Elektrizitätswirtschaft hat sich in den letzten Jahren stark entwickelt und es wird mit einer längeren Dauer der ausserordentlichen Entwicklung gerechnet. Die Elektrizitätsversorgung ist in organisatorischer und betriebstechnischer Hinsicht durch eine enge Zusammenarbeit sämtlicher Elektrizitäts-Unternehmungen gekennzeichnet, wobei auch die staatlichen Kraftwerke eng mitarbeiten, ohne auf die Rechte und das Betätigungsgebiet der privaten Gesellschaften überzugreifen. Diese von den Schweden als «Schwedisches System» bezeichnete Methode führte zu einer gemeinsamen Betriebführung, die sich besonders während der Kriegszeit sehr gut bewährte und darum auch weiter beibehalten wird. Mit Recht können die Schweden darauf stolz sein.

Dank dieser engen Zusammenarbeit konnten bisher die auch in Schweden aufgetauchten weitergehenden Verstaatlichungstendenzen zurückgestellt werden, und es besteht allgemein der Wunsch, von dem bewährten System nicht abzuweichen.

Zur Deckung des weiteren Bedarfszuwachses wird der Ausbau der Wasserkräfte energisch gefördert. Bis zum Jahre 1953 soll die Jahreserzeugung um die Hälfte gegenüber 1947 gesteigert werden. Der für den Bau von Kraftwerken erforderliche jährliche Kapitalaufwand von durchschnittlich 60 000 000 Kr. vor 1939 stieg im vergangenen Jahr auf rund 225 000 000 Kr. Trotz der Teuerung, die für den Kraftwerkbau zu rund 70 % gegenüber 1939 angegeben wird, sind die Kosten der Energie aus Neuanlagen im allgemeinen nur etwa halb so hoch wie in der Schweiz. Dies zeigt einmal mehr, dass, je geringer die Energiepreise sind, desto intensiver die wirtschaftliche Unabhängigkeit kohlenarmer Länder durch den Ausbau der eigenen Wasserkräfte gefördert wird.

Adresse des Autors:
E. H. Etienne, Sektionschef des eidgenössischen Amtes für Elektrizitätswirtschaft, Bern.

Die Resonanzerscheinungen beim Schwingkreis

Von *Erwin de Gruyter*, Bern *)

621.396.611.1

Nachdem zu Anfang der Schwingkreis-Aufsätze des Verfassers im Bulletin SEV 1939, Nr. 19, S. 639 und 640 neben der eingehenden Behandlung der frequenzabhängigen Impedanz auch das Thema der Gesamt- und Teilspannungen und -Ströme und der Wirkleistung eines Schwingkreises angetönt wurde, soll jetzt eine ausführliche Behandlung folgen.

Im Senderbau ist die Kenntnis der Resonanzerscheinungen zur mechanischen und elektrischen Dimensionierung der Einzelteile und des Aufbaus unerlässlich. Aber auch die Schaltungstechnik allgemein kann grossen Nutzen daraus ziehen zur Berechnung von Spannungs-, Strom- und Phasentransformatoren, hauptsächlich für die Siebtechnik in abgestimmten Verstärkern, für die Gegenkopplungstechnik in Breitbandverstärkern und für die Brückenschaltungen der Messtechnik.

Die Wirkungsweise der gemischten Schwingkreisschaltungen wird durch Überführung ihrer Gleichungen in die Form der reinen Schaltungen mit Hilfe von Aequivalenzgleichungen für den Verlustwiderstand mathematisch sehr übersichtlich. Am Schluss erscheint eine Zusammenstellung der Aufsätze des Verfassers zum Thema «Filter».

*) Eingang des Manuskripts: 4. Dezember 1944.

L'auteur a fait paraître dans le Bulletin de l'ASE 1939, n° 19, p. 637...644, un article traitant des circuits oscillants, où il étudiait en détail la variation de l'impédance de ces circuits en fonction de la fréquence, mais où il ne donnait que des indications plus sommaires sur différents autres problèmes: celui de la chute de tension totale aux bornes du circuit et aux bornes de chacun de ses éléments, celui des différents courants ainsi que celui de la puissance active d'un circuit oscillant. L'objet du présent article est une étude plus approfondie de ces problèmes.

Dans la construction des émetteurs, il est nécessaire de tenir compte des phénomènes de résonance pour en calculer, tant au point de vue électrique qu'au point de vue mécanique, les éléments. De façon générale il en est de même pour tous les circuits, pour le calcul des transformateurs de tension, de courant ou de phase; plus en particulier c'est le cas dans la technique des filtres pour amplificateurs à résonance, dans la technique de contre-réaction pour amplificateurs à large bande de fréquence ou dans celle des ponts de mesure.

Les propriétés des circuits oscillants complexes sont étudiées mathématiquement avec beaucoup de clarté, en ramenant leurs équations à celles des circuits élémentaires. Dans ce but, on se sert pour représenter les pertes, de fonctions appropriées.

L'article se termine par une liste des publications de l'auteur sur le problème des filtres.