

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 46 (1955)  
**Heft:** 15  
  
**Rubrik:** Energie-Erzeugung und -Verteilung : die Seiten des VSE

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.05.2025

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

# Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

## Das Programm für die Anwendung von Kernenergie in Grossbritannien

621.039(41)

Das Programm für die Verwendung von Kernenergie, welches dem britischen Parlament im Februar 1955 unter dem Titel: «A program for Nuclear Energy»<sup>1)</sup> vorgelegt wurde, bedeutet einen wirklichen Markstein. Es bestätigt in der Tat eindeutig, dass die Kernenergie eine beträchtliche Rolle spielen wird, vielleicht sogar die erste, in der Energieversorgung der Zukunft. Die Verwendung von Kernenergie zu friedlichen Zwecken eröffnet weitreichende Perspektiven und bereitet eine wahre Revolution im Leben der Völker vor. Der englische Plan für die elektrische Energieerzeugung, unter Beizug der Kernreaktion, sieht thermische Kraftwerke mit einer Leistung in der Grössenordnung von 50...100 MW vor, mit deren Konstruktion schon im Jahre 1957 begonnen werden soll, d. h. die gegenwärtige Entwicklung nimmt einen beschleunigten Rhythmus an, eine Entwicklung, welche nicht verfehlt wird, entscheidende Konsequenzen auch für unser Land nach sich zu ziehen. Deshalb veröffentlichen wir hier einen breiten Auszug aus dem genannten Bericht, dessen Tragweite unsere Leser so besser werden ermessen können.

Le programme d'utilisation de l'énergie nucléaire qui a été soumis au Parlement britannique en février 1955 sous le titre: «A Program for Nuclear Energy»<sup>1)</sup> marque un véritable «tournant». Il affirme en effet sans ambiguïté que l'énergie nucléaire jouera un rôle considérable, peut-être le premier, dans l'équipement énergétique futur. L'emploi de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques ouvre de vertigineuses perspectives et prépare une véritable révolution dans la vie des peuples. Le plan anglais de production d'énergie électrique en partant des réactions nucléaires prévoit des centrales thermiques d'une puissance de l'ordre de 50 à 100 MW, dont la construction pourra commencer en 1957 déjà. C'est dire le rythme accéléré que prend l'évolution actuelle, évolution qui ne pourra pas manquer d'avoir des conséquences décisives pour notre pays lui aussi. C'est pourquoi nous publions ici un large extrait du rapport cité, dont nos lecteurs pourront mesurer ainsi toute l'importance.

### Allgemeines

Das Problem der friedlichen Anwendungen der Kernenergie verlangt heute alle Aufmerksamkeit. Obwohl man erst am Anfang der Kenntnisse dieser friedlichen Anwendungen steht, weiss man doch jetzt schon genügend, um einige Möglichkeiten, die sich der Kernenergie auf diesem Gebiete öffnen, zu präzisieren. Wenn auch die genaue Richtung, die die weitere Entwicklung der Kernenergie nehmen wird, ungewiss ist, so erschien es doch notwendig, das Studium ihrer praktischen Anwendungen voranzutreiben, um so mehr als diese vielversprechend scheinen.

Eine Anwendung, welche zur Stunde in kommerzieller Hinsicht als möglich erscheint, ist die Produktion von elektrischer Energie. Der Bedarf an elektrischer Energie in Grossbritannien ist sehr beträchtlich; deren beständige Ausweitung stellt immer grössere Anforderungen an die Kohलगewinnung des Landes und macht eine Forschung nach zusätzlichen Energiequellen dringend. Es ist im Moment unmöglich, ein definitives Programm auf lange Sicht für die Verwendung von Kernenergie aufzustellen. Aber wenn man weitsichtig sein will, ist es unerlässlich, einen provisorischen Plan aufzustellen, welcher der Industrie ermöglicht, innert nützlicher Frist ihre Dispositionen zu treffen. Nur so kann man kostbare Zeit sparen.

Das vorliegende Programm deckt den Zeitschnitt der nächsten 10 Jahre, gibt aber auch Andeutungen über die mögliche Entwicklung in den 10 darauffolgenden Jahren. Es wird im Laufe seiner Verwirklichung beständig modifiziert, was gestattet wird, die neuesten technischen Fortschritte in einem maximalen Masse auszunützen.

### Wahrscheinliche Entwicklung der Ausnützung von Kernenergie

Heutzutage kennt man das Prinzip der Verwendung von Kernreaktoren — als Ersatz für eine Kohlen- oder Ölfeuerung — zur thermischen Erzeugung von Energie recht gut; das Kraftwerk Calder Hall, das momentan in Grossbritannien gebaut wird, stellt einen ersten Versuch in diesem Lande dar, in grossem Maßstabe, mit Hilfe der Kernreaktion, elektrische Energie zu gewinnen. Der Reaktor von Calder Hall enthält einen Graphit-Moderator; der Brennstoff besteht aus natürlichem Uran und die frei werdende Wärme wird durch Kohlensäure unter Druck aus dem Kern abgeführt. Es wurde vorgesehen, den «ausgestrahlten» Brennstoff bei seiner Entnahme aus dem Reaktor chemisch zu behandeln mit dem Ziel, das Plutonium 239 — Rückstand der Verbrennung von Uran 238 — vom Uran zu trennen. Fig. 1 zeigt die Vorgänge auf, welche mit dem Betrieb eines Reaktors des Types von Calder Hall verbunden sind. Das erhaltene Plutonium kann seinerseits als Brennstoff verwendet werden, sei es in einem Reaktor des selben Types anstelle von natürlichem Uran, sei es in Reaktoren anderer Art. Die Verwendung von Plutonium gestattet eine viel wirksamere Ausnützung des natürlichen Urans — das System als Ganzes betrachtet — als es mit natürlichem Uran allein möglich wäre.

Man kann Plutonium 239 im besondern mit Thorium 232 in einem Reaktor verwenden, welcher Uran 233 (das selbst ein Brennstoff ist) als Nebenprodukt erzeugt. Man kann auch Plutonium mit Uran 238 in einem schnellen Reaktor verwenden (d. h. ein Reaktor, welcher ohne Moderator arbei-

<sup>1)</sup> Der Wortlaut dieses Programmes ist auf französisch in der Rev. franç. Energie Bd. 6(1955), Nr. 62, S. 213...222 und Nr. 63, S. 249...256 wiedergegeben.

<sup>1)</sup> Le texte complet de ce programme a paru en français dans la Rev. franç. Energie t. 6(1955), n° 62, p. 213...222 et n° 63, p. 249...256.

tet); in diesem letztern Falle wird die Produktion von Plutonium im Reaktor den benötigten Verbrauch überschreiten, was einen enormen Fortschritt in der wirtschaftlichen Verwendung der Kernenergie darstellt.

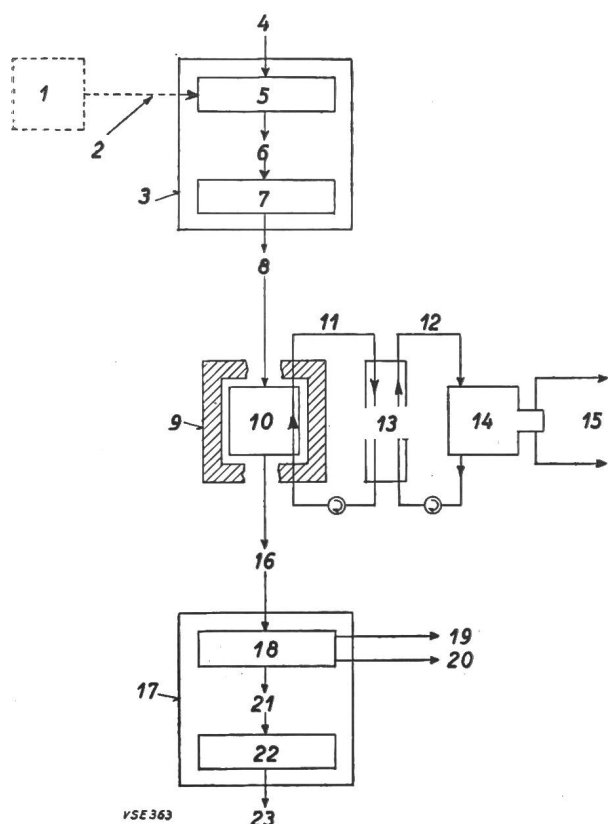


Fig. 1

## Atomkraftwerk und Hilfsbetriebe

- |                                                                                       |                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1 Gasdiffusionsanlage                                                                 | 10 Reaktorkern                |
| 2 Zufuhr von U235 in geringer Menge zur Anreicherung des Kernbrennstoffes, wenn nötig | 11 Kühlgas (CO <sub>2</sub> ) |
| 3 Aufbereitung des Kernbrennstoffes                                                   | 12 Dampf                      |
| 4 Uranerz                                                                             | 13 Wärmeaustauscher           |
| 5 Verhüttungs- und Raffinationsanlage                                                 | 14 Dampfturbine               |
| 6 Reines Natururan                                                                    | 15 Generator                  |
| 7 Herstellung der Uranstäbe                                                           | 16 Gebrauchte Stäbe           |
| 8 Uranstäbe                                                                           | 17 Chemische Trennung         |
| 9 Abschirmung                                                                         | 18 Trennanlage                |
|                                                                                       | 19 Spaltprodukte              |
|                                                                                       | 20 Gebrauchtes Uran           |
|                                                                                       | 21 Unreines Plutonium         |
|                                                                                       | 22 Raffinationsanlage         |
|                                                                                       | 23 Reines Plutonium           |

Die neueste Entwicklung scheint sich nach zwei Richtungen hin zu orientieren: die Verwendung von Uran mit erhöhtem Wirkungsgrad, verbunden mit einer Reduktion der Anlagekosten pro installiertes kW im Atomkraftwerk (Kosten des Reaktors wie auch der Initialladung).

Im Verlaufe der nächsten 10 Jahre werden wahrscheinlich zwei Reaktor-Typen auf kommerzieller Basis verwendet werden.

Der erste Typ wird ein «thermischer» Reaktor (einen Moderator enthaltend) ähnlich demjenigen von Calder Hall sein. Es ist im übrigen sehr wahrscheinlich, dass man dank den mit dem im Bau befindlichen Kraftwerk gemachten Erfahrungen die Rendite dieses Reaktortypes merklich verbessern kann. Die ersten verbesserten Modelle wird man in ca. 6 Jahren in Betrieb nehmen können.

Der zweite Typ wird ein mit Flüssigkeit gekühlter «thermischer» Reaktor sein. Bei gleichen An-

lagekosten sollte er bedeutend mehr Wärme erzeugen können als die gasgekühlten Reaktoren. Deshalb dürfte er sich auch gegenüber dem ersten Typ als wirtschaftlicher erweisen. Die Mehrzahl der flüssigkeitsgekühlten Reaktoren verlangen einen angereicherten Brennstoff. Das Plutonium, das in den ersten Reaktoren produziert wurde, kann deshalb zu diesem Zwecke verwendet werden. Die ersten Reaktoren dieses Types werden gegen das Jahr 1965 in Betrieb genommen werden können.

Nach 1965 kann die Entwicklung verschiedene Formen annehmen. Es ist möglich, dass als Brennstoff Thorium in Verbindung mit Plutonium verwendet wird oder dass man «homogene» oder «schnelle» Reaktoren vorsieht (fast breeder). Es steht zweifelsohne fest, dass derjenige Reaktor, der sich bei den Versuchen als der wirtschaftlichste erweist, auch geringere Anlagekosten pro kW aufweisen und den Kernbrennstoff rationeller ausnützen wird als irgend einer der zuerst erwähnten Reaktortypen.

## Voraussichtliche Kosten der Kernenergie

Man kann versuchen, die Kosten der Energie aus den beiden Reaktor-Typen zu schätzen, die, wie bereits gesagt, voraussichtlich im Laufe der nächsten Jahre in Betrieb genommen werden. Die Schätzung dieser Kosten hängt im Moment ein wenig von der Ungewissheit technischer Natur ab, die die Charakteristiken der Reaktoren selbst betreffen und auch von der Ungewissheit, die von der Versorgung mit Kernbrennstoff herrührt, wie auch vom Wert der durch den Reaktor erzeugten Nebenprodukte. Hier können infolgedessen nur approximative Zahlen gegeben werden.

Es ist möglich, die Baukosten der ersten kommerziellen Kraftwerke zu schätzen, indem man sich auf die Erfahrungen beim Kraftwerk Calder Hall stützt, dessen Kosten zwischen 15 und 20 Millionen englische Pfund betragen werden. Die ersten kommerziellen Reaktoren des Types Calder Hall werden ohne Zweifel einen besseren thermischen Wirkungsgrad aufweisen als jene, die sich heute für das genannte Kraftwerk im Bau befinden; die Anlagekosten pro kW werden also niedriger sein. Die installierte Leistung der ersten kommerziellen Kraftwerke wird sich zwischen 100 und 200 MW bewegen. Andererseits kann die Lebensdauer eines Reaktors auf ungefähr 10...20 Jahre geschätzt werden. Man kann schliesslich auch annehmen, dass die Atomkraftwerke als Grundlastwerke mit einem hohen Belastungsfaktor in der Grössenordnung von 80 % funktionieren werden. Von diesen Annahmen ausgehend kann man grosso modo die festen Jahreskosten je Produktionseinheit berechnen.

Die Einführung von Flüssigkeitskühlung wird sich in einem erhöhten thermischen Wirkungsgrad auswirken, ohne die Anlagekosten wesentlich zu erhöhen. Die Anlagekosten pro kW werden sich also vermindern und konsequenterweise auch die festen Jahreskosten.

Die Brennstoffkosten hängen von 3 Faktoren ab: den Rohstoffkosten, den Aufarbeitungskosten, in-

klusive die Verwandlung des Erzes in Brennstoff, der chemischen Rückgewinnung der «verbrauchten» Elemente und der Gewinnung von Plutonium, schliesslich dem «Ausstrahlungs-Niveau», welches die Wärmemenge ausdrückt, die man aus jeder Tonne Brennstoff erzeugen kann, bevor dieser wieder den Reaktor verlässt.

Nach den gemachten Erfahrungen werden sich die *Kosten der Initialladung* aus dem Uran, das für die ersten Kraftwerke des Types Calder Hall hergestellt wurde, auf ca. 5 Millionen englische Pfund belaufen. Die Ladung wird alle 3...5 Jahre zum selben Preise erneuert werden müssen. Die *Kosten für die Behandlung des Urans* vor und nach seiner Verwendung sind bekannt, und zwar aus den Resultaten, die man auf diesem Gebiete in den Kraftwerken Springfields und Windscale unter dem Militärprogramm erhalten hat. Diese Kosten werden sich sicherlich später vermindern, wenn man neue Atomkraftwerke baut.

Man glaubt, dass es möglich sein wird, bis zu 3000 MW. Tage Wärme aus jeder Tonne Kernbrennstoff zu erzeugen (eine Tonne dieses Brennstoffes entspricht also 10 000 Tonnen Kohle). Man besitzt jedoch bis heute keine praktischen Kenntnisse über das *Ausstrahlungs-Niveau* bei hohen Temperaturen, wie auch in bezug auf das Verhalten der Elemente in metallurgischer Hinsicht.

Um schlussendlich die Kosten der in den Atomkraftwerken erzeugten elektrischen Energie zu ermitteln, muss man den *Wert des Nebenproduktes Plutonium* in Rechnung stellen. Wie man weiss, ist das Plutonium ein Brennstoff, wie das Uran 235. Im weiteren kann man das Plutonium mit chemischen Mitteln aus dem im Reaktor «verbrauchten» Brennstoff gewinnen und zwar zu Kosten, die nur einen Bruchteil derjenigen ausmachen, die man zur Trennung des Urans 235 vom natürlichen Uran durch Diffusion benötigt. Der konzentrierte, d. h.

Man muss damit rechnen, dass in der ersten Phase des Ausbauprogrammes Knappheit an konzentriertem, spaltbarem Material auftreten wird. Danach wird das System ein Stadium erreichen, in dem die Produktion von Plutonium höher sein wird als sein Verbrauch in den neuen Kraftwerken. Sein Preis wird daher sinken, und man wird es eher als Ersatz für das natürliche Uran verwenden können denn als konzentriertes, spaltbares Material; es scheint nicht, dass dieses Stadium vor 15 bis 20 Jahren erreicht sein wird.

Von den erwähnten Hypothesen ausgehend und bei Annahme eines für das Plutonium angemessenen Erlöses, ist zu erwarten, dass *die von den ersten Atomkraftwerken erzeugte Elektrizität auf ca. 0,6 Penny pro kWh zu stehen kommt*.

Die Kosten entsprechen ungefähr denjenigen der Energie, die in den modernen thermischen Kraftwerken erzeugt wird, die als Brennstoff Kohle verwenden. In diesen Kraftwerken ergeben sich Brennstoffkosten von 0,38 Penny pro kWh bei einem hohen Belastungsfaktor und einem thermischen Wirkungsgrad von ca. 30 %, während sich die andern Kosten, Zinsen und Abschreibungen inbegriffen, auf 0,22 Penny pro kWh belaufen. Die später gebauten Atomkraftwerke werden einen bedeutend bessern Wirkungsgrad aufweisen, aber der Wert des erzeugten Plutoniums wird unzweifelhaft stark sinken. Selbst in diesem Falle dürfte der höhere Wirkungsgrad diesen Kraftwerken erlauben, konkurrenzfähig zu bleiben.

#### Provisorisches Programm für die Verwendung von Kernenergie

Wie wir gesehen haben, werden die Kosten der Kernenergie nicht stark von den Kosten der in den thermischen Kraftwerken erzeugten Energie abweichen. In Grossbritannien wächst die Nachfrage

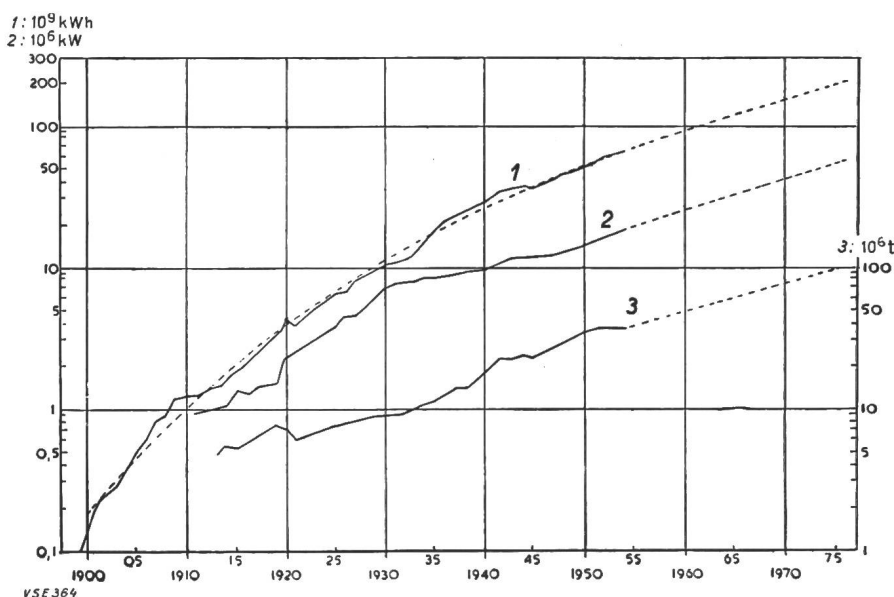


Fig. 2

#### Langfristige Tendenz des Energiebedarfes in Grossbritannien

- 1 An die Verteilnetze abgegebene Energie
- 2 Installierte Leistung
- 3 Brennstoffverbrauch (kohlenäquivalent)

— Tatsächliche Werte  
 - - - - - Geschätzte Werte

«angereicherte» Brennstoff, ist aber unerlässlich für fortgeschrittene Reaktoren mit besserem Wirkungsgrad, wie die flüssigkeitsgekühlten oder schnellen Reaktoren.

nach Energie rasch an und vor allem nach elektrischer Energie. Das zeigen Fig. 2 und Tabelle I, die sich auf den Energieverbrauch bis zum Jahre 1975 beziehen. Andererseits wird es immer schwieriger,

Kohle in genügender Menge zu fördern. Diese Tatsachen allein rechtfertigen eine grosse Anstrengung im Hinblick auf die Schaffung eines Systems zur Erzeugung von Kernenergie.

Verbrauch von elektrischer Energie in Grossbritannien  
Tabelle I

| Energieverbrauch                   | GWh  |      |                      |                     |                     |
|------------------------------------|------|------|----------------------|---------------------|---------------------|
|                                    | 1925 | 1950 | 1954<br>(Ermittlung) | 1965<br>(Schätzung) | 1975<br>(Schätzung) |
| Industrie . . . .                  | 3,7  | 23,4 | 32,0                 | 61                  | 107                 |
| Haushalt und<br>Landwirtschaft . . | 0,6  | 14,9 | 19,6                 | 37                  | 63                  |
| Handel . . . . .                   | 0,9  | 6,1  | 9,5                  | 16                  | 24                  |
| Verkehr . . . . .                  | 0,5  | 1,5  | 1,4                  | 2                   | 4                   |
| Total                              | 5,7  | 45,9 | 62,5                 | 116                 | 201                 |
| Energieerzeugung .                 | 6,4  | 51,9 | 69,0                 | 130                 | 223                 |

Die Atomkraftwerke werden durch die Privatindustrie für die «Electricity Authorities» erstellt, die sie in Besitz nehmen und auch betreiben werden. Die «Atomic Energy Authority» wird der Industrie beratend zur Seite stehen; sie wird aber hauptsächlich eine Forschungsgesellschaft bleiben: sie wird fortfahren, Prototypen von Reaktoren zu konstruieren und zu betreiben. Sie wird ebenso für den Ankauf von Uran, für die Herstellung von Brennstoffelementen, für die Behandlung von gebrauchtem Brennstoff und für die Herstellung von Plutonium aus letzterem verantwortlich sein.

Das provisorische Programm für die Erbauung von Atomkraftwerken sieht vor:

1. Den Bau von 2 Kraftwerken mit graphitmoderierten und gasgekühlten Reaktoren; jedes Kraftwerk wird 2 Reaktoren umfassen; Baubeginn 1957. Diese Kraftwerke sollen 1960/61 in Betrieb genommen werden.

2. Den Bau von weiteren Kraftwerken desselben Typs, mit denen 18 Monate später begonnen wird; ihr thermischer Wirkungsgrad wird besser sein.

Jeder der 8 genannten Reaktoren wird eine Nettoleistung von 50...100 MW aufweisen, so dass die total installierte Leistung der 4 Zentralen, welche alle im Jahre 1963 in Betrieb genommen werden sollen, zwischen 400 und 800 MW liegen wird.

3. Den Bau von 4 weiteren Kraftwerken mit Beginn im Jahre 1960 und von 4 weiteren Kraftwerken 18 Monate später. Diese 8 Kraftwerke können im Jahre 1963/64 resp. 1965 in Betrieb genommen werden. Es ist möglich, dass jedes von ihnen nur einen Reaktor aufweisen wird. Die ersten 4 dieser 8 Werke werden einen graphitmoderierten und gasgekühlten Reaktor verbesserter Konstruktion verwenden. Die 4 letzten Kraftwerke werden zweifellos einen flüssigkeitgeköhlten Reaktor aufweisen, da man annehmen kann, dass dieser Reaktor-Typ zu diesem Zeitpunkt genügend fortgeschritten sein wird, um auch in wirtschaftlicher Hinsicht zu genügen. Die total installierte Leistung der 8 Kraftwerke dieser Gruppe wird 1000 MW weit überschreiten.

Das 10-Jahresprogramm sieht also Atomkraftwerke mit einer installierten Leistung zwischen 1500 und 2000 MW vor. Wenn wir annehmen, dass

die Atomkraftwerke als Grundlastwerke verwendet werden sollen, wird ihre jährliche Energieproduktion im Jahre 1965 derjenigen von 5...6 Millionen Tonnen Kohle entsprechen.

Das Plutonium, das aus den ersten Reaktoren gewonnen wird, soll ab 1964 im Rhythmus von mehreren 100 kg im Jahr verfügbar werden; ein Programm der raschen Ausdehnung für Reaktoren mit «angereichertem» Brennstoff kann in den letzten Jahren der Dekade 1960/70 beginnen.

Die Gesamtkosten der beiden ersten unter 1 erwähnten Kraftwerke werden wahrscheinlich bei 30...35 Millionen englischen Pfund liegen. Die Kosten der unter 2 aufgeführten Kraftwerke, deren Produktion bedeutend höher sein wird, kommen etwas höher zu liegen; was die Kosten der 8 letzten Kraftwerke anbetrifft, werden sie ungefähr 125 Millionen engl. Pfund total erreichen. Die Kosten der Anfangsbeschickung mit Uran werden sich auf ca. 40 Millionen englische Pfund belaufen. Die neuen Hilfsfabriken, die gebaut werden müssen, werden 30 Millionen englische Pfund kosten. Das für die Herstellung von Prototypen zu investierende Kapital wird für dieselbe Periode auf 30...40 Millionen englische Pfund geschätzt. Die Ausführung des 10-Jahresprogrammes wird also auf ca. 300 Millionen englische Pfund zu stehen kommen.

Entsprechend dem provisorischen Programm werden die neuerbauten Atomkraftwerke um 1965 einen Viertel des zusätzlichen Leistungsbedarfes decken. Sofern alles gut geht, sollte es möglich sein, in den ersten Jahren der Dekade 1970/80 den Rhythmus des Baues von Atomkraftwerken in der Weise zu steigern, dass diese die Gesamtheit des zusätzlichen Leistungsbedarfes decken können, eines Bedarfes, der zu diesem Zeitpunkt 3000 MW pro Jahr erreichen wird. Bei dieser Annahme wird die total installierte Leistung der Atomkraftwerke gegen das Jahr 1975 in der Grössenordnung von 10 000...15 000 MW sein. Die pro Jahr durch diese Kraftwerke erzeugte Energie wird also jener von 40 Millionen Tonnen Kohle entsprechen.

Wie Fig. 2 zeigt, würde der Bedarf an Kohle für die Erzeugung von elektrischer Energie im Jahre 1965 65 Millionen Tonnen/Jahr erreichen und in den Jahren 1970/80 rund 100 Millionen Tonnen/Jahr, mit einer jährlichen Zunahme von 4...5 Millionen Tonnen.

Dank der Inkraftsetzung des provisorischen Programmes für die Erzeugung von Kernenergie, wird der Verbrauch von Kohle sich um 60...70 Millionen Tonnen pro Jahr im Verlaufe der Periode 1960/70 stabilisieren. Diese Reduktion des Kohlenverbrauches der thermischen Kraftwerke würde gerade zur rechten Zeit einsetzen, um die Schwierigkeiten der Rekrutierung von Arbeitskräften, die sich in den englischen Kohlenbergwerken auskennen, aufzuheben. Wie man weiss, ist dieses Problem der Arbeitskräfte eines der schwierigsten, das sich Grossbritannien stellt.

### Schlussfolgerungen

Wie gross auch im Moment die Ungewissheit ist, so werden doch die Atomkraftwerke im gegebenen

Zeitpunkt in der Lage sein, in wirtschaftlicher Weise elektrische Energie zu erzeugen. Die Kernbrennstoffe bilden eine Energiequelle von höherem Potential als dasjenige aller andern heute bekannten Energiequellen. Die Pflicht jedes grossen Industrielandes ist es, so rasch als möglich die neue Kernenergie-Industrie zu entwickeln.

Das provisorische Programm Englands sieht vor, dass die ersten Atomkraftwerke in 5 Jahren in Betrieb sein werden und dass in ca. 15 Jahren in beträchtlichem Umfang Kernenergie wirtschaftlich erzeugt werden kann. Es ist möglich, dass gewisse technische Fortschritte, die heute unmöglich

vorausgesehen werden können, es gestatten, die Möglichkeiten der Atomkraftwerke sehr rasch zu verbessern. Es ist auch möglich, dass das provisorische Programm sich als zu optimistisch erweist und dass der Bau von Kraftwerken mehr Zeit erfordert oder teurer zustehen kommt. Doch muss man diese Risiken in Kauf nehmen.

Grossbritannien unterwirft sich hier einer ungeheuren Aufgabe, aber es hält sich so an der Spitze der Kernenergie-Entwicklung: Grossbritannien wird eine grosse Rolle in der Ausnutzung dieser neuen Energiequelle zum Wohle der Menschheit spielen.

Sa. (Lo).

## Der tägliche Verlauf der Belastungsverhältnisse

Bericht über die Diskussionsversammlung des VSE vom 12. Mai 1955 in Bern

621.311.153

Heute über den täglichen Verlauf der Belastungsverhältnisse zu sprechen ist gewiss sehr aktuell, spielt doch dieser Verlauf für den Betriebsinhaber eine ganz hervorragende Rolle. Nicht nur der Schönheit wegen wird ein möglichst ausgeglichenes Diagramm angestrebt, sondern in erster Linie um die bestmögliche Ausnutzung der Produktions- wie der Transport- und Verteilanlagen zu erzielen. Die Kenntnis des Belastungsverlaufes und vor allem der diesen bestimmenden Elemente erlaubt erst dem verantwortlichen Betriebsleiter, die Massnahmen betrieblicher und tariflicher Art zu treffen, die zur Erreichung optimaler Verhältnisse nötig sind.

Die an der Diskussionsversammlung des VSE gehaltenen Referate stellen einzelne Beiträge zur Dis-

kussion über das gewählte Thema dar. Einer allgemeinen Betrachtung über das Problem des Belastungsverlaufes als solches schliessen sich Berichte über die Verhältnisse bei einzelnen Unternehmungen an. Es werden die Massnahmen erörtert, die auf Grund der praktischen Erfahrungen getroffen wurden und deren Ergebnisse dargestellt. Aus den bisherigen Erfahrungen können auch Mutmassungen über die künftige Entwicklung aufgestellt werden.

Wir veröffentlichen nun diese Referate in zwangloser Folge und werden am Schluss eine Zusammenfassung der allgemeinen Diskussion geben, die die Vorträge auslösten.

## I. Von den Faktoren, die die Belastungskurve bestimmen

Von M. Grossen, Bern

621.311.153

### *Energieverbrauchszeiten, unabänderliche Voraussetzungen*

Die Verbrauchszeiten von Energie irgendwelcher Art, sei es Kohle, Öl, Gas oder Elektrizität, zur Deckung der Bedürfnisse an Wärme, mechanischer Arbeit, Licht sind vor allem von der geographischen Lage, von den Jahreszeiten, von den klimatischen Verhältnissen, von den Lebensgewohnheiten und vom Lebensstandard abhängig. Die Verbrauchszeiten können durch Massnahmen der Energielieferanten nur sehr bedingt beeinflusst werden. So sind z. B. die übliche Einteilung der Arbeitszeit, der Freizeit und des Schlafes, die Einteilung in Werktage und Sonn- und Feiertage für unsere Verhältnisse als unabänderliche Voraussetzungen zu betrachten. Dasselbe gilt von den Jahreszeiten, von der Länge der Tageshelle bzw. der Nacht, von der geographischen Lage und von der Witterung.

Je nach dem Ort ergeben sich für jede Energieanwendung charakteristische Diagramme der Verbrauchszeiten und der Leistungen, über das Jahr, die Woche und den Tag, so z. B. — wenn wir speziell die uns interessierenden Elektrizitätsanwendungen betrachten — Diagramme für die Heim-

beleuchtung, Diagramme für die Verkehrsmittel, für den Kraftbedarf der Industrie, der Gewerbe, der Landwirtschaft, charakteristische Kurven für all die vielseitigen industriellen und gewerblichen Wärmeanwendungen, die Kochenergie des Haushaltes, die Raumheizung usw.

### *Verschachtelung der Einzelbelastungen*

Die unzähligen Einzelleistungen der Verbrauchsapparate einer charakteristischen Gruppe, z. B. der Beleuchtung, der Kochherde usw. verschachteln sich ineinander und zwischen den einzelnen Gruppen, so dass die Gesamtlast bei weitem nicht der Summe der Einzellasten entspricht, sondern einer mit steigender Zahl der Einzellasten immer kleiner werdenden Resultierenden.

So wie nie alle Lampen einer Wohnung gleichzeitig brennen, so wird auch stets nur ein Teil der Motorenleistung gleichzeitig beansprucht. Vom Anschlusswert von 5...7 kW eines Haushaltes werden im Einzelfall etwa 2...3 kW gleichzeitig beansprucht. Infolge zeitlicher Verschiebung macht schon für den einzelnen Transformatorenstationskreis der durchschnittliche Anteil einer Haushaltung nur noch etwa 1...1½ kW aus und für ein

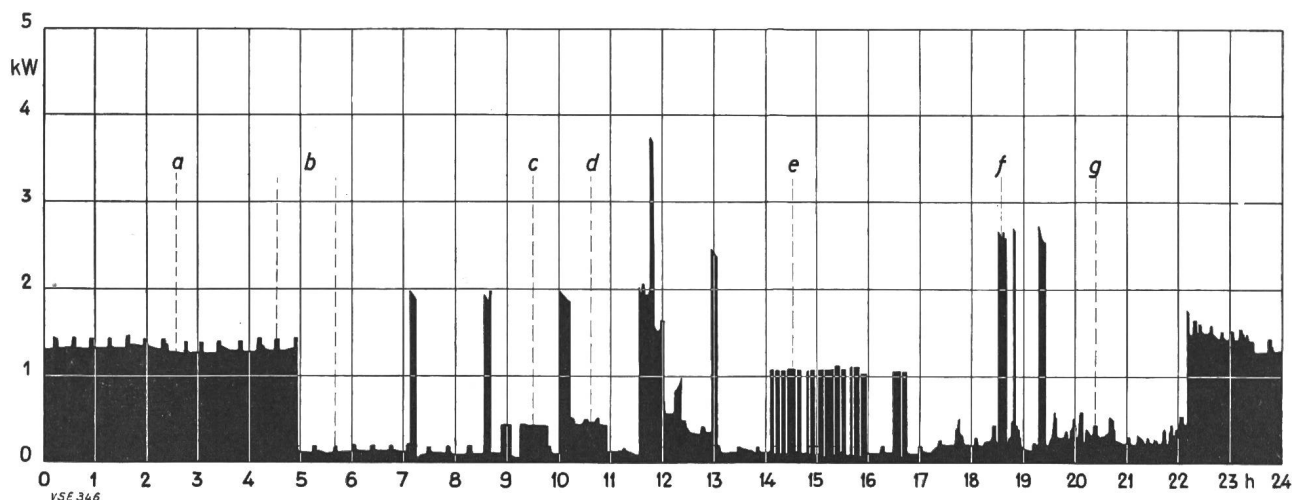


Fig. 1

Tagesbelastungskurve einer vollelektrifizierten Haushaltung

- |                       |                  |               |               |
|-----------------------|------------------|---------------|---------------|
| a Heisswasserspeicher | c Küchenmaschine | e Reglereisen | g Beleuchtung |
| b Kühlschrank         | d Backofen       | f Kochherd    |               |

grösseres Versorgungsgebiet sinkt dieser Anteil noch wesentlich. Diese Verhältnisse zeigen Fig. 1...4. Aus Fig. 1 ist die Tagesbelastungskurve einer vollelektrifizierten Haushaltung, aus Fig. 2 diejenige einer

beitenden Industrie- und Gewerbebetrieben beschränkt sich der Energiebedarf zur Hauptsache auf die übliche Fabrikarbeitszeit. Er wird in günstiger Weise ergänzt durch den Energiebedarf der Haushaltungen, der auf die Zeiten vor und nach der Tagesarbeitszeit fällt. Der Bedarf der elektrischen Küche überlagert sich allerdings für die Mittagskochzeit teilweise dem übrigen Bedarf, so dass heute im allgemeinen

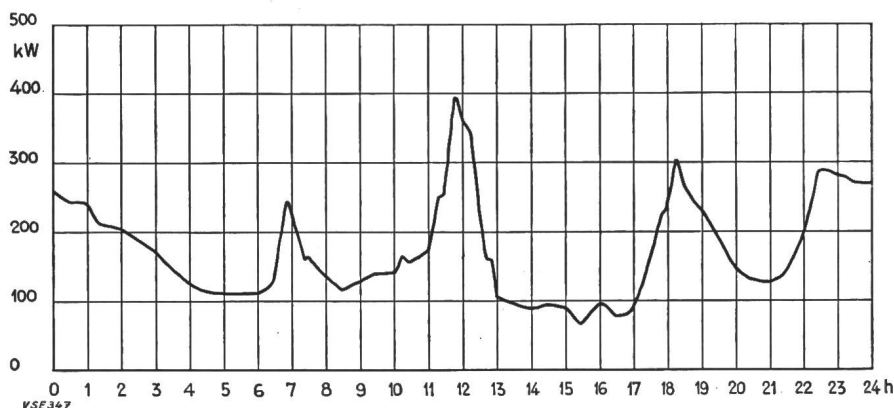


Fig. 2

Tagesverlauf der Belastung einer Transformatorstation im Wohngebiet einer Vorortsgemeinde ohne Industrie und Gewerbe

Transformatorstation im Wohngebiet einer Vorortsgemeinde ohne Industrie und Gewerbe ersichtlich. Fig. 3 vermittelt den Tagesverlauf der Bela-

mit der Mittagsspitze das Maximum der Tagesbelastung erreicht wird.

Auch z. B. die bedeutenden Leistungsspitzen des Verkehrs fallen in die Zeit vor dem allgemeinen Arbeitsbeginn der Fabriken, Verwaltungen und Schulen, in die Mittagspause von 12 bis 14 Uhr, in die Zeit nach Arbeitsende und speziell auch auf die Sonn- und Feiertage, und so fallen sie

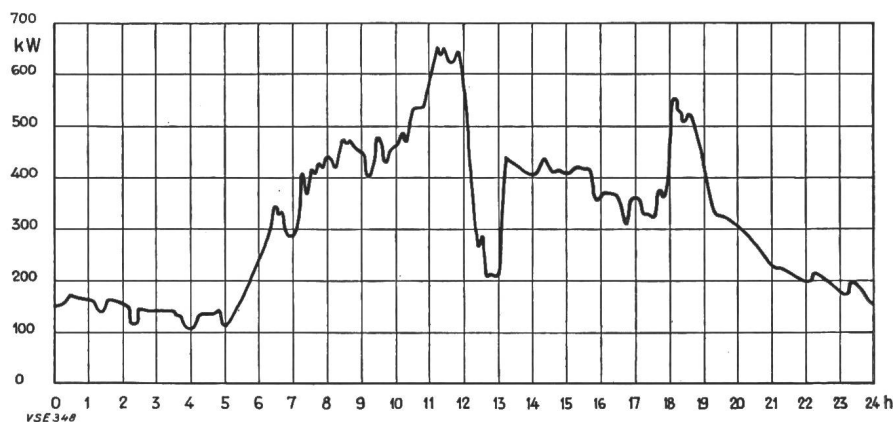


Fig. 3

Tagesverlauf der Belastung einer Landgemeinde

stung einer ganzen Gemeinde auf dem Lande und Fig. 4 zeigt die Belastungskurve einer Unterstation.

Bei der Industrie sind es nur vereinzelte Grossbetriebe, welche 24stündig mit vollem Leistungsbedarf arbeiten (siehe Fig. 5). Bei einschichtig ar-

durch die allgemeine Verschachtelung in der Belastungskurve nicht besonders auf.

Die ausserordentliche Bedeutung der Verschachtelung der Belastungen wird besonders augenfällig, wenn man berücksichtigt, dass die jährliche Ge-

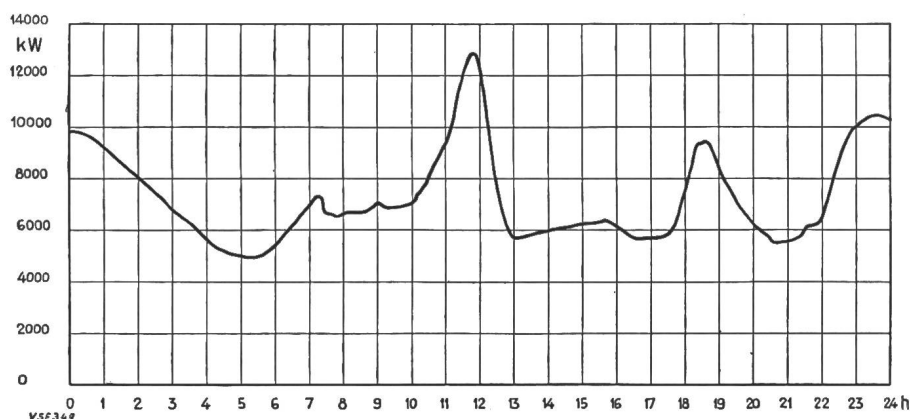
brauchsdauer des Anschlusswertes der einzelnen Verbraucher-Kategorien meistens nur wenige hundert Stunden beträgt (siehe Fig. 6).

Für den Gesamt-Anschlusswert des allgemeinen Netzes der BKW mit Einschluss der Industrie ergibt sich z. B. eine mittlere Gebrauchsdauer von etwa 800 Stunden pro Jahr. Die Ausnützung der für das Allgemeinnetz beanspruchten Maximalleistung erreicht je-

dustrie mit 1-, 2- oder 3schichtigem Betrieb, des Gewerbes, die Art dieser Betriebe sowie durch die Anteile landwirtschaftlicher und städtischer Bevölkerung weitgehend bestimmt.

Fig. 4

Tagesverlauf der Belastung einer Unterstation



doch ungefähr 4500 Stunden pro Jahr.

Für jeden einzelnen Elektrizitäts-Versorgungsbetrieb ist die Belastungskurve schon durch seine geographische Lage, durch die Zusammensetzung seines Abnehmerkreises, die Anteile der In-

Fig. 5

Tagesverlauf der Belastung einer Industrie-Transformatorstation

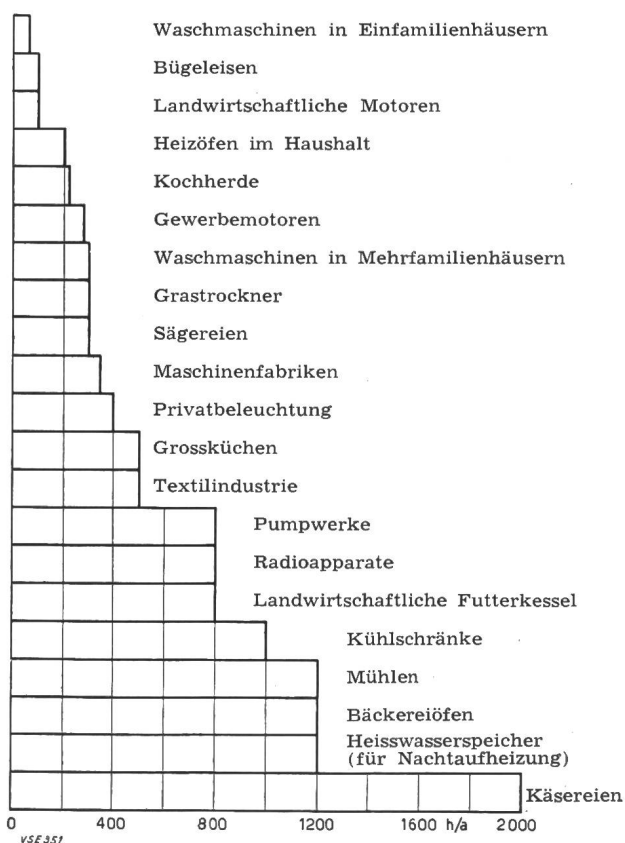
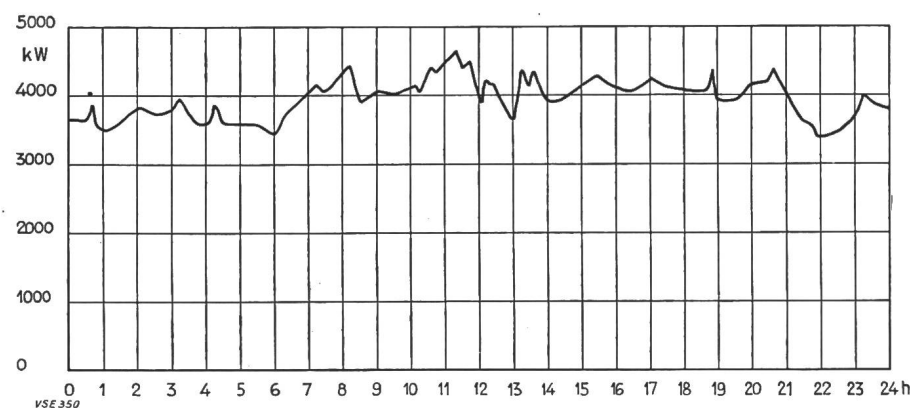


Fig. 6

Durchschnittliche Gebrauchsdauer des Anschlusswertes einiger Verbraucher-Kategorien

### Grad der Elektrifizierung, Tarifpolitik

Ausschlaggebend für die Belastungskurve ist nun vor allem der Grad der Elektrifizierung. So sahen naturgemäss die Tagesbelastungskurven vor Jahrzehnten, als die Elektrifizierung noch in den Anfängen steckte und die Beleuchtungsspitzen die Maxima darstellten, noch wesentlich anders aus, als später, als auch für die Bedürfnisse an mechanischer Energie immer mehr der Elektromotor seinen Siegeszug antrat, oder noch später, seit in immer steigendem Mass die Elektrizität auch für zahlreiche Wärmeanwendungen in Industrie, Gewerbe und Haushalt Eingang gefunden hat. Diese Wandlung ist auch heute nicht etwa abgeschlossen. Der Stand jedes einzelnen Werkes hängt von den geschilderten Entwicklungsbedingungen ab, wobei ausserdem die Anschluss- und Tarifpolitik und die Marktverhältnisse der Konkurrenzenergien eine massgebende Rolle spielten und weiterhin spielen werden.

Die Entwicklungsstufe ist naturgemäss bei Werken mit günstiger und reichlicher oder bei solchen ohne oder mit nur teilweiser Eigenerzeugung, bei Stadtwerken oder Überlandwerken, bei Unternehmungen der öffentlichen Hand oder bei privatwirtschaftlichen Unternehmungen, bei Wiederverkäufern, oder in Ortschaften mit und ohne Gasversorgung, in Netzen mit günstiger oder mit ungünstiger Brennstoffversorgung usw. recht unterschiedlich. Alle die erwähnten Faktoren haben

schon bisher nicht nur die Abgabemöglichkeiten, sondern auch die Tarifpolitik jedes einzelnen Werkes beeinflusst und werden diese auch in Zukunft bestimmen.

Ausser von den Möglichkeiten der Energieproduktion oder der Energiebeschaffung ist die Tarifpolitik von allgemeinen volkswirtschaftlichen Einflüssen abhängig, da die Energiewirtschaft ein wichtiges Glied unserer Volkswirtschaft darstellt und nicht nur allein für sich betrachtet werden kann. Wie bei der Volkswirtschaft spielt zum Teil auch die Parteipolitik in die Energiewirtschaft und Tarifpolitik hinein. Wir wollen aber der Hoffnung Ausdruck geben, dass es im Interesse der weiteren erspriesslichen Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft gelingen werde, diese möglichst von der Parteipolitik zu verschonen; denn es müsste zu unansehnlichen Folgen führen, wenn die Tarifpolitik nicht mehr von Fachleuten und Volkswirtschaftlern gelenkt, sondern von der Strasse gemacht würde.

#### *Konjunktur, Beschäftigungsgrad, Lebensstandard*

Die Detailtarife zeigten bisher eine bemerkenswerte Stabilität. Der Energieverbrauch für viele Anwendungsmöglichkeiten und damit auch der Belastungsverlauf ist jedoch trotzdem in starkem Masse von der Konjunktur, vom Beschäftigungsgrad und vom Lebensstandard abhängig. Wie etwa der Verbrauch an Seife oder Papier, so kann auch der Energieverbrauch angenähert als Mass für den Lebensstandard gelten.

Für einzelne Energie-Kategorien ist die Tarifpolitik in starkem Masse, wie überall im Handel, durch Angebot und Nachfrage beeinflusst und weniger stabil. Insbesondere gilt dies für den Energieaustausch unter den Werken. Als Beispiel hierfür seien auch die fakultativen Lieferungen an Elektrokessel erwähnt. Man erinnere sich beispielsweise an die Verhältnisse in der Krise der 30er-Jahre.

#### *Möglichkeiten für die Beeinflussung der Belastungskurve*

Wie bereits eingangs erwähnt, können die Energieverbrauchszeiten, bezogen auf die Nutzenergie Licht, Kraft, Wärme durch die Werke nur unwesentlich beeinflusst werden. Auch mit noch so ausgeklügelten Tarifmassnahmen kann der Abonnent nicht zu Nacht- statt Tagesarbeit, zu Sonntagsarbeit oder zum Heizen im Sommer, veranlasst werden. Tarifmassnahmen versprechen daher nur einen Erfolg, wo es sich um einzelne, ohne grosse Nachteile zeitlich verschiebbare Arbeitsprozesse von kurzer Dauer handelt, oder da, wo die benötigte Nutzenergie bzw. Arbeit leicht gespeichert werden kann.

Für die Beeinflussung des Verbrauches und damit der Belastungskurve bestehen einschränkende oder aufbauende Möglichkeiten. Je weniger einschränkende, negative Massnahmen und Verbote angewandt werden müssen, um so besser, weil diese mit einer liberalen und fortschrittlichen Entwicklung zum Teil im Gegensatz stehen und weil Zwangsmassnahmen immer unsympatisch sind.

Immerhin wird man kaum je um gewisse Leistungsbeschränkungen und Sperrzeiten für einzelne Verbraucher herumkommen, weil allein nur die unterschiedliche Bewertung der Energie nach Jahres- und Tageszeiten und Verwendungszwecken leicht zu sehr komplizierten Tarifsyste men führt. So kann es beispielsweise zweckmässig sein, die selten, aber dann mit relativ grossen Leistungen benützten Waschmaschinen in Einfamilienhäusern während der Hauptbelastungszeiten zu sperren oder die Umschaltung Kochherd/Waschmaschine oder die wahlweise Umschaltung mehrerer Motoren, mehrerer Emaillier- oder Keramiköfen und dergleichen zu verlangen. Auch für die elektrische Raumheizung wird eine gewisse Lenkung unumgänglich sein.

Durch Wasserkraft kann immer nur ein Teil unserer gesamten Energiebedürfnisse befriedigt werden, und das Land wird immer auf Einfuhr angewiesen sein. Auch bei Vollausbau aller Wasserkräfte kann nicht in wesentlichem Mass elektrisch geheizt werden. Trotz Liberalismus und dem Bestreben, den vielfältigen Wünschen und Bedürfnissen der Abnehmer entgegenzukommen, gilt es, Fehlentwicklungen vorzubeugen, wofür neben Tarifmassnahmen, statt Härte und Kommando, vor allem Belehrung und Aufklärung nötig sind.

Beim Kraftenergieverbrauch bestehen, abgesehen von Pumpwerken und ähnlichen Verbrauchern, relativ wenig Möglichkeiten für die Verschiebung der Bezugszeiten.

Am einfachsten, und weil es sich um relativ grosse Energiemengen handelt, auch am wirksamsten, sind die Massnahmen zur Verschiebung des Energiebezuges für Warmwasser-, Heisswasser- und Dampfanlagen auf die schwachbelasteten Nachtstunden. Wärme lässt sich in diesem Temperaturbereich einfach und ohne wesentliche Verluste speichern. Da diese Speicherung zugleich dem Abnehmer dient, indem sie ihm grössere Wärmespitzenleistungen zur Verfügung stellt, wäre es sicher kurzfristig, diese Möglichkeit nicht voll für die Werke auszunützen, um einen Teil des Energiebezuges vor allem auf die Nacht zu verschieben und die Belastungstäler aufzufüllen. Der Abonnent ist seinerseits an dieser Speicherung nicht nur im Hinblick auf die grössere Leistungsfähigkeit interessiert, sondern auch weil ihm die Nachtenergie in der Regel zu günstigen Preisen zur Verfügung gestellt werden kann. Das Belastungsdiagramm jeder einzelnen Haushaltung kann durch die Verschiebung der Speicheraufheizung auf die Nacht ganz wesentlich verbessert werden, so dass die Benützungsdauer der maximal beanspruchten Leistung wesentlich erhöht wird. Es ist daher auch begreiflich, dass man auch da, wo früher Warmwasserbereitungsanlagen für Tagesaufheizung zugelassen wurden, immer mehr bestrebt ist, diese zu eliminieren bzw. zu Nachtenergieverbrauchern umzuändern.

Für einzelne Anwendungsgebiete mit grossen kurzzeitigen Spitzenleistungen wie z. B. bei den Käseereien und Wäschereien, wird die Elektrifizierung durch die Speicherung technisch erleichtert und interessant.

Als eine Möglichkeit zur Beeinflussung der Belastungskurve im weiteren Sinne sind schliesslich auch die kombinierten Wärmeanlagen zu betrachten, für welche im Sommer Elektrizität und im Winter Brennstoffe verwendet werden. Dazu gehören die Elektro- und Holz-Kochherde in der Landwirtschaft, die kombinierten Grosseiswasserspeicheranlagen und schliesslich auch die Elektrokessel in der Industrie.

Für diese Koordinierung der Belastungen kommen vor allem Schaltuhren in Frage. Sie haben den grossen Vorteil, dass die Schaltzeiten bei grösseren Objekten den jeweiligen Verhältnissen leicht individuell angepasst werden können. Wo es sich um die Schaltung einer Vielzahl gleicher Verbraucher nach tariflich festgelegten Zeiten handelt, wie speziell der Heisswasserspeicher, ist die natürliche Streuung der Schaltuhren sehr erwünscht, weil dadurch plötzliche grosse Belastungsänderungen und Spannungsschwankungen vermieden werden können. Man wird unter Umständen, speziell in nachts stark belasteten Netzen, mit Vorteil die Speichereinschaltzeiten staffeln, oder die Speicher sogar mit grösseren Leistungen, also für kürzere Aufheizzeiten vorsehen, um so durch Staffelung einen noch besseren Belastungsausgleich, speziell zur Ausfüllung der schwach belasteten Morgenstunden zu erreichen.

In einzelnen Fällen können auch die zum Teil schon seit Jahrzehnten bekannten Netzkommandanlagen mit Vorteil eingesetzt werden, wie z. B. da, wo es sich bei einem kleinen Erzeugerwerk darum handelt, durch Steuerung der Heisswasserspeicher und anderer Speicheranlagen nach der Netzbelastung eine optimale Ausnützung des eigenen Werkes zu erzielen. Dem Abnehmer ist der Begriff «Kommando» nicht gerade sympathisch. Er erinnert zu sehr an die glücklicherweise überwundenen Einschränkungszeiten, wo die Speicherein- und -Ausschaltzeiten kommandiert werden mussten.

Bei allen Bestrebungen, die Belastungskurve möglichst auszugleichen, darf man doch auch den Dienst am Kunden nicht vergessen. Es gilt dabei beispielsweise zu berücksichtigen, dass auch die Bedürfnisse für ein und dieselbe, einmal ausinstallierte Wohnung nicht auf alle Zeiten konstant sind. Wenn wir uns eine Familie vorstellen, so ändert z. B. deren Warmwasserbedarf im Verlaufe der Jahre sehr stark. Von einem Minimum, das das neuvermählte Paar benötigt, steigt der Verbrauch mit der zunehmenden Kinderzahl bedeutend an, und er nimmt später, wenn die Kinder die Eltern eines um das andere verlassen, wiederum auf ein Minimum ab. Nicht immer kann die Warmwasserinstallation zum vorneherein für das Maximum bemessen werden, und es wird auch für das Lieferwerk

von Vorteil sein, dafür Verständnis zu zeigen, indem es beispielsweise während der Jahre der Maximalbesetzung der Wohnung auch ermöglicht, einen Speicher im Bedarfsfalle tagsüber, ausserhalb den Hauptbelastungszeiten nachzuheizen, wofür der Abonnent die üblichen Tagesenergiepreise bezahlt. Diese Möglichkeit besteht allerdings in der Regel nur für vollelektrifizierte Haushaltungen, wo Wärme-Doppeltarifzähler eingebaut sind.

Den Bestrebungen für den Ausgleich des Tagesbelastungsdiagramms kam zweifellos in der Zeit, als die Elektrizitätsversorgung des Landes noch fast ausschliesslich durch Laufkraftwerke erfolgte, gegenüber heute grössere Bedeutung zu. Die Produktion unserer Laufkraftwerke kann heute durchgehend ausgenützt werden, und bei den Speicherwerken ist der Belastungsausgleich weniger ausschlaggebend. Es ist gleichgültig, zu welcher Tageszeit diese Werke eingesetzt werden. Für hohe Belastungsspitzen müssen allerdings die entsprechenden Maschinenleistungen installiert sein, doch ergibt selbst ein noch so stark schwankendes Tagesdiagramm keine Ausfälle mehr durch nicht verwertbare Energie bzw. Überlauf.

Immerhin ist es nicht nur für die Kraftwerke, sondern ebenso sehr für die Übertragungsleitungen, Unterstationen, Mittelspannungsnetze und Ortstransformatorstationen sowie schliesslich für jeden einzelnen Hausanschluss von Vorteil, wenn mit den gleichen Anlagekosten eine möglichst grosse Energiemenge abgegeben, wenn somit die Übertragungskapazität über eine hohe Gebrauchsdauer ausgenützt werden kann. Anschlüsse für Licht, Radio, Kühlschrank, Heisswasserspeicher, Waschmaschinen und die zahllosen Kleinapparate im Haushalt sind, — ob elektrisch gekocht werde oder nicht —, ohnehin für jede Haushaltung nötig. Ebenso muss der Ausbau der Anlagen für die gewerblichen und industriellen Verbraucher ohnehin schon für grosse Leistungen erfolgen, so dass vom Standpunkt der Energieverteilung aus gesehen, die Vollelektrifizierung der Haushaltung angestrebt werden muss. Bei einem genügenden Anteil an Akkumulierenergie ist diese Aufgabe durchaus nicht schwieriger und auch volkswirtschaftlich nicht ungünstiger zu lösen, als beispielsweise bei der Gasküche. Die Kochspitze einer Gasversorgung, für welche das ganze Leitungsnetz ausgebaut sein muss, ist nicht anders als bei der Elektroküche. Die tägliche Gebrauchsdauer ist jedoch infolge Wegfall aller andern Anwendungsmöglichkeiten bei der Gasversorgung ungünstiger.

#### Adresse des Autors:

M. Grossen, Betriebsleiter des Kreises Bern der Bernischen Kraftwerke A.-G., Bern.

## Energiestatistik

### der Elektrizitätswerke der allgemeinen Elektrizitätsversorgung

Bearbeitet vom eidgenössischen Amt für Elektrizitätswirtschaft und vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Die Statistik umfasst die Energieerzeugung aller Elektrizitätswerke für Stromabgabe an Dritte, die über Erzeugungsanlagen von mehr als 300 kW verfügen. Sie kann praktisch genommen als Statistik aller Elektrizitätswerke für Stromabgabe an Dritte gelten, denn die Erzeugung der nicht berücksichtigten Werke beträgt nur ca. 0,5 % der Gesamterzeugung.

Nicht inbegriffen ist die Erzeugung der Schweizerischen Bundesbahnen für Bahnbetrieb und der Industriekraftwerke für den eigenen Bedarf. Die Energiestatistik dieser Unternehmungen erscheint jährlich einmal in dieser Zeitschrift.

| Monat         | Energieerzeugung und Bezug |         |                      |         |                                          |         |                 |         |                           |         |                           | Speicherung                              |                  |                                                   |         | Energieausfuhr |         |
|---------------|----------------------------|---------|----------------------|---------|------------------------------------------|---------|-----------------|---------|---------------------------|---------|---------------------------|------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------|---------|----------------|---------|
|               | Hydraulische Erzeugung     |         | Thermische Erzeugung |         | Bezug aus Bahn- und Industriekraftwerken |         | Energie-Einfuhr |         | Total Erzeugung und Bezug |         | Veränderung gegen Vorjahr | Energieinhalt der Speicher am Monatsende |                  | Änderung im Berichtsmonat — Entnahme + Auffüllung |         |                |         |
|               | 1953/54                    | 1954/55 | 1953/54              | 1954/55 | 1953/54                                  | 1954/55 | 1953/54         | 1954/55 | 1953/54                   | 1954/55 |                           | 1953/54                                  | 1954/55          | 1953/54                                           | 1954/55 | 1953/54        | 1954/55 |
|               | 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 ...   | 897                        | 940     | 12                   | 3       | 32                                       | 51      | 26              | 62      | 967                       | 1056    | + 9,2                     | 1369                                     | 1533             | — 43                                              | — 6     | 100            | 135     |
| November ..   | 797                        | 829     | 17                   | 14      | 19                                       | 26      | 101             | 120     | 934                       | 989     | + 5,9                     | 1183                                     | 1360             | —186                                              | —173    | 67             | 73      |
| Dezember ..   | 719                        | 901     | 34                   | 8       | 18                                       | 19      | 192             | 131     | 963                       | 1059    | +10,0                     | 872                                      | 1210             | —311                                              | —150    | 61             | 86      |
| Januar ....   | 699                        | 924     | 27                   | 3       | 21                                       | 25      | 221             | 99      | 968                       | 1051    | + 8,6                     | 596                                      | 1049             | —276                                              | —161    | 51             | 91      |
| Februar ....  | 636                        | 949     | 33                   | 1       | 16                                       | 20      | 213             | 55      | 898                       | 1025    | +14,1                     | 324                                      | 766              | —272                                              | —283    | 51             | 124     |
| März .....    | 701                        | 1067    | 17                   | 3       | 19                                       | 21      | 166             | 67      | 903                       | 1158    | +28,2                     | 187                                      | 398              | —137                                              | —368    | 46             | 144     |
| April .....   | 807                        | 1019    | 5                    | 1       | 24                                       | 28      | 73              | 10      | 909                       | 1058    | +16,4                     | 146                                      | 294              | — 41                                              | —104    | 69             | 151     |
| Mai .....     | 958                        | 1141    | 2                    | 1       | 34                                       | 56      | 40              | 19      | 1034                      | 1217    | +17,7                     | 313                                      | 518              | +167                                              | +224    | 126            | 214     |
| Juni .....    | 1048                       |         | 1                    |         | 60                                       |         | 27              |         | 1136                      |         |                           | 695                                      |                  | +382                                              |         | 203            |         |
| Juli .....    | 1123                       |         | 1                    |         | 65                                       |         | 39              |         | 1228                      |         |                           | 949                                      |                  | +254                                              |         | 240            |         |
| August ....   | 995                        |         | 1                    |         | 71                                       |         | 47              |         | 1114                      |         |                           | 1357                                     |                  | +408                                              |         | 201            |         |
| September ..  | 1011                       |         | 2                    |         | 72                                       |         | 52              |         | 1137                      |         |                           | 1539 <sup>4)</sup>                       |                  | +182                                              |         | 209            |         |
| Jahr .....    | 10391                      |         | 152                  |         | 451                                      |         | 1197            |         | 12191                     |         |                           |                                          |                  |                                                   |         | 1424           |         |
| Okt.-März ..  | 4449                       | 5610    | 140                  | 32      | 125                                      | 162     | 919             | 534     | 5633                      | 6338    | +12,5                     |                                          |                  |                                                   |         | 376            | 653     |
| April-Mai ... | 1765                       | 2160    | 7                    | 2       | 58                                       | 84      | 113             | 29      | 1943                      | 2275    | +17,1                     |                                          |                  |                                                   |         | 195            | 365     |

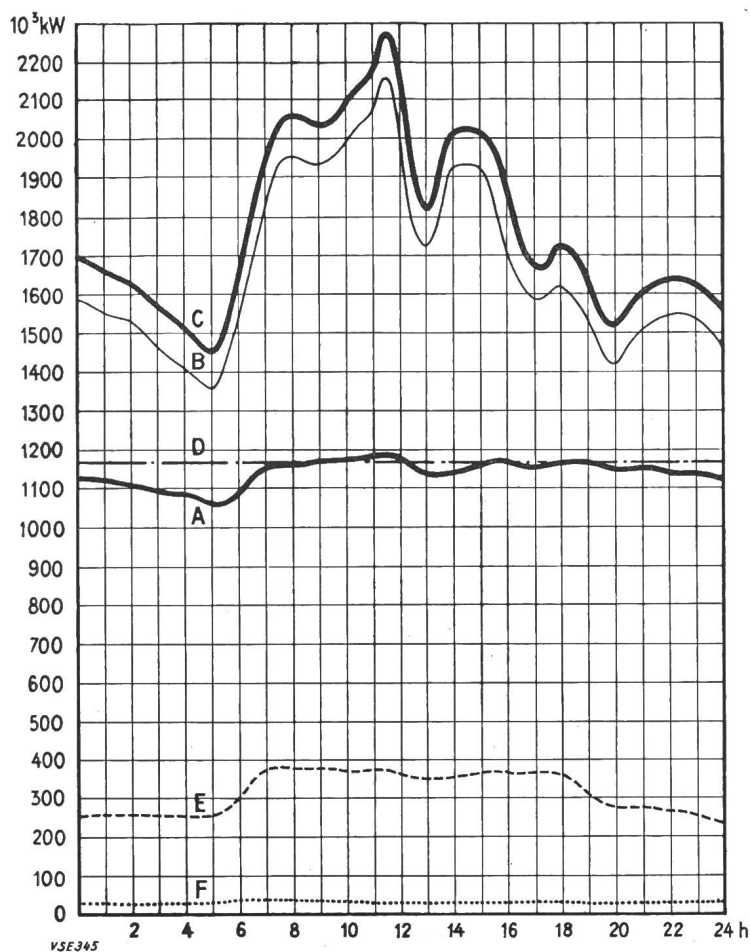
| Monat            | Verwendung der Energie im Inland |         |           |         |                                                               |         |                       |         |         |         |                                                        |             |                                               |         |                                                  |                                              |         |  |
|------------------|----------------------------------|---------|-----------|---------|---------------------------------------------------------------|---------|-----------------------|---------|---------|---------|--------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------|--|
|                  | Haushalt<br>und<br>Gewerbe       |         | Industrie |         | Chemische,<br>metallurg.<br>u. thermische<br>Anwen-<br>dungen |         | Elektro-<br>kessel 1) |         | Bahnen  |         | Verluste und<br>Verbrauch<br>der Speicher-<br>pumpen2) |             | Inlandverbrauch inkl. Verluste                |         |                                                  |                                              |         |  |
|                  |                                  |         |           |         |                                                               |         |                       |         |         |         |                                                        |             | ohne<br>Elektrokessel<br>und<br>Speicherpump. |         | Verän-<br>derung<br>gegen<br>Vor-<br>jahr3)<br>% | mit<br>Elektrokessel<br>und<br>Speicherpump. |         |  |
|                  |                                  |         |           |         |                                                               |         |                       |         |         |         |                                                        |             |                                               |         |                                                  |                                              |         |  |
| 1953/54          | 1954/55                          | 1953/54 | 1954/55   | 1953/54 | 1954/55                                                       | 1953/54 | 1954/55               | 1953/54 | 1954/55 | 1953/54 | 1954/55                                                | 1953/54     | 1954/55                                       | 1953/54 | 1954/55                                          | 1953/54                                      | 1954/55 |  |
| in Millionen kWh |                                  |         |           |         |                                                               |         |                       |         |         |         |                                                        |             |                                               |         |                                                  |                                              |         |  |
| 1                | 2                                | 3       | 4         | 5       | 6                                                             | 7       | 8                     | 9       | 10      | 11      | 12                                                     | 13          | 14                                            | 15      | 16                                               | 17                                           | 18      |  |
| Oktober ...      | 394                              | 413     | 162       | 168     | 112                                                           | 118     | 24                    | 30      | 43      | 55      | 132                                                    | 137         | 834                                           | 881     | + 5,7                                            | 867                                          | 921     |  |
| November ..      | 411                              | 431     | 161       | 178     | 101                                                           | 111     | 10                    | 9       | 58      | 59      | 126                                                    | 128         | 851                                           | 903     | + 6,1                                            | 867                                          | 916     |  |
| Dezember ..      | 435                              | 459     | 166       | 174     | 97                                                            | 119     | 4                     | 9       | 67      | 75      | 133                                                    | 137         | 895                                           | 958     | + 7,0                                            | 902                                          | 973     |  |
| Januar ....      | 445                              | 465     | 164       | 170     | 96                                                            | 114     | 5                     | 12      | 71      | 69      | 136                                                    | 130         | 907                                           | 944     | + 4,1                                            | 917                                          | 960     |  |
| Februar ....     | 407                              | 417     | 158       | 162     | 91                                                            | 111     | 4                     | 26      | 63      | 66      | 124                                                    | 119         | 839                                           | 874     | + 4,0                                            | 847                                          | 901     |  |
| März .....       | 404                              | 456     | 160       | 181     | 106                                                           | 143     | 5                     | 34      | 61      | 67      | 121                                                    | 133         | 847                                           | 978     | +15,5                                            | 857                                          | 1014    |  |
| April .....      | 379                              | 396     | 148       | 158     | 125                                                           | 138     | 22                    | 46      | 56      | 48      | 110                                                    | 121         | 813                                           | 853     | + 4,9                                            | 840                                          | 907     |  |
| Mai .....        | 379                              | 399     | 151       | 162     | 128                                                           | 149     | 68                    | 105     | 47      | 44      | 135<br>(21)                                            | 144<br>(18) | 819                                           | 880     | + 7,4                                            | 908                                          | 1003    |  |
| Juni .....       | 351                              |         | 154       |         | 127                                                           |         | 116                   |         | 42      |         | 143                                                    |             | 793                                           |         |                                                  | 933                                          |         |  |
| Juli .....       | 357                              |         | 154       |         | 137                                                           |         | 136                   |         | 52      |         | 152                                                    |             | 831                                           |         |                                                  | 988                                          |         |  |
| August ....      | 368                              |         | 152       |         | 130                                                           |         | 65                    |         | 53      |         | 145                                                    |             | 824                                           |         |                                                  | 913                                          |         |  |
| September ..     | 378                              |         | 158       |         | 124                                                           |         | 66                    |         | 55      |         | 147                                                    |             | 839                                           |         |                                                  | 928                                          |         |  |
| Jahr .....       | 4708                             |         | 1888      |         | 1374                                                          |         | 525                   |         | 668     |         | 1604<br>(150)                                          |             | 10092                                         |         |                                                  | 10767                                        |         |  |
| Okt.-März ..     | 2496                             | 2641    | 971       | 1033    | 603                                                           | 716     | 52                    | 120     | 363     | 391     | 772<br>(32)                                            | 784<br>(27) | 5173                                          | 5538    | + 7,1                                            | 5257                                         | 5685    |  |
| April-Mai ...    | 758                              | 795     | 299       | 320     | 253                                                           | 287     | 90                    | 151     | 103     | 92      | 245<br>(26)                                            | 265<br>(26) | 1632                                          | 1733    | + 6,2                                            | 1748                                         | 1910    |  |

<sup>1)</sup> D. h. Kessel mit Elektrodenheizung.

<sup>2)</sup> Die in Klammern gesetzten Zahlen geben den Verbrauch für den Antrieb von Speicherpumpen an.

<sup>3)</sup> Kolonne 15 gegenüber Kolonne 14.

<sup>4)</sup> Energieinhalt bei vollem Speicherbecken: Sept. 1954 = 1714.10<sup>6</sup> kWh.

Tagesdiagramme der beanspruchten Leistungen.Mittwoch, den 18. Mai 1955**Legende:****1. Mögliche Leistungen:**  $10^3$  kW

|                                                                                  |      |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|
| Laufwerke auf Grund der Zuflüsse (0—D) . . .                                     | 1174 |
| Saisonspeicherwerke bei voller Leistungsabgabe (bei maximaler Seehöhe) . . . . . | 1367 |
| Total mögliche hydraulische Leistungen . . . . .                                 | 2541 |
| Reserve in thermischen Anlagen . . . . .                                         | 155  |

**2. Wirklich aufgetretene Leistungen**

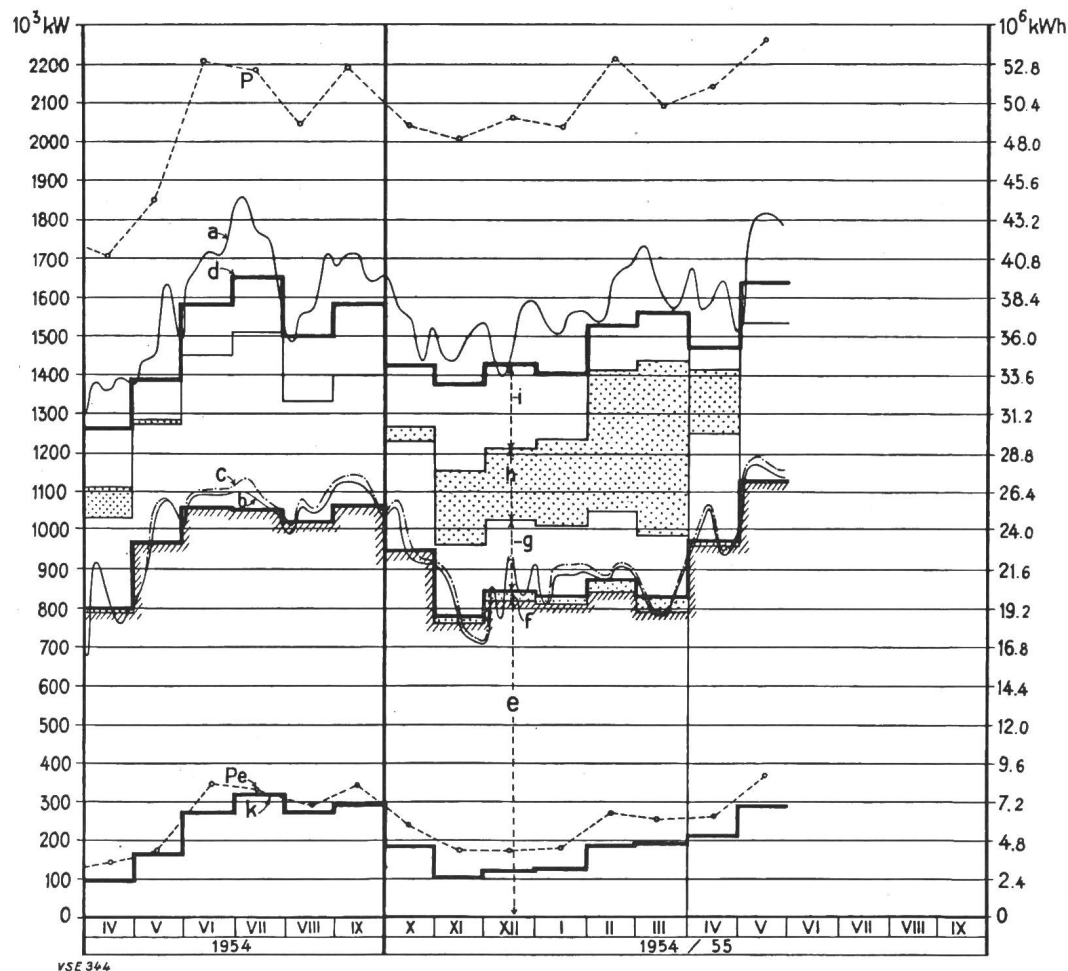
|                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------|
| 0—A Laufwerke (inkl. Werke mit Tages- und Wochenspeicher).                   |
| A—B Saisonspeicherwerke.                                                     |
| B—C Thermische Werke, Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken und Einfuhr. |
| 0—E Energieausfuhr.                                                          |
| 0—F Energieeinfuhr.                                                          |

**3. Energieerzeugung**  $10^6$  kWh

|                                           |      |
|-------------------------------------------|------|
| Laufwerke . . . . .                       | 27,7 |
| Saisonspeicherwerke . . . . .             | 13,1 |
| Thermische Werke . . . . .                | 0    |
| Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken | 1,9  |
| Einfuhr . . . . .                         | 0,7  |
| Total, Mittwoch, 18. Mai 1955 . . . . .   | 43,4 |
| Total, Samstag, 21. Mai 1955 . . . . .    | 39,5 |
| Total, Sonntag, 22. Mai 1955 . . . . .    | 31,1 |

**4. Energieabgabe**

|                           |      |
|---------------------------|------|
| Inlandverbrauch . . . . . | 35,9 |
| Energieausfuhr . . . . .  | 7,5  |

Mittwoch- und  
Monatserzeugung**Legende:****1. Höchstleistungen:**

(je am mittleren Mittwoch jedes Monats)

P des Gesamtbetriebes  
P<sub>e</sub> der Energieausfuhr.**2. Mittwochserzeugung:**

(Durchschnittl. Leistung bzw. Energiemenge)

a insgesamt;  
b in Laufwerken wirklich;  
c in Laufwerken möglich gewesen.**3. Monatserzeugung:**

(Durchschnittl. Monatsleistung bzw. durchschnittl. tägliche Energiemenge)

d insgesamt;  
e in Laufwerken aus natürl. Zuflüssen;  
f in Laufwerken aus Speicherwasser;  
g in Speicherwerken aus Zuflüssen;  
h in Speicherwerken aus Speicherwasser;  
i in thermischen Kraftwerken und Bezug aus Bahn- und Industriewerken und Einfuhr;  
k Energieausfuhr;  
d-k Inlandverbrauch.

## Verbandsmitteilungen

### Installationsbewilligungen für Hersteller besonderer Anlagen

Gestützt auf die eingegangenen Anmeldungen um Erteilung einer Bewilligung für Hersteller besonderer Anlagen (vergleiche Bull. SEV, Bd. 45(1954), Nr. 2, S. 49) hat der VSE im Namen der Werke, die ihn dazu ermächtigt haben, bis heute an folgende Firmen eine Bewilligung erteilt:

#### Für Aufzugsanlagen:

Gebrüder Meier, Elektromotorenfabrik, Zürich.  
Schweizerische Wagons- und Aufzügefabrik A.-G., Schlieren.

#### Für Hochspannungs-Leuchtröhrenanlagen:

Scripta-Neon, Lichtreklamen, Biel.  
Westinghouse Bremsen und Signal Gesellschaft A.-G., Bern,  
für ihre Neon-Abteilung, Lausanne.

#### Für verschiedene Anlagen:

Cerberus GmbH., Werk für Elektronentechnik, Bad Ragaz,  
für Feuermelde- und Einbruchmeldeanlagen.

Weitere Firmen, die ebenfalls eine Installationsbewilligung für Hersteller besonderer Anlagen beanspruchen, werden gebeten, sich beim Eidgenössischen Starkstrominspektorat zu melden. Wir machen darauf aufmerksam, dass gemäss den Bestimmungen der revidierten Starkstromverordnung, ab 1. Januar 1950 besondere Anlagen nur von solchen Firmen aufgestellt werden dürfen, die im Besitze einer entsprechenden Bewilligung sind, und zwar auch dann, wenn solche Anlagen von der betreffenden Firma schon vor dem 1. Januar 1950 aufgestellt wurden.

*Eidg. Starkstrominspektorat*

*Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke*

### Meisterprüfung für Elektroinstallateure

In der Zeit zwischen Oktober und Dezember dieses Jahres findet eine Meisterprüfung für Elektroinstallateure statt. Ort und genauer Zeitpunkt werden später festgesetzt. Dauer der Prüfung: 3½ Tage. Anmeldeformulare sind beim Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen, Splügenstr. 6, Postfach Zürich 27, zu beziehen (Telephon (051) 27 44 14) und unter Beilage von Arbeitsausweisen, einem handgeschriebenen Lebenslauf und einem Leumundszeugnis neuesten Datums bis spätestens am 10. August 1955 an obige Adresse einzusenden. Im übrigen verweisen wir auf die weiteren im Reglement festgelegten Zulassungs- und Prüfungsbestimmungen. Das Meisterprüfungsreglement, gültig ab 15. Dezember 1950, kann durch den vorgenannten Verband bezogen werden.

*Meisterprüfungskommission VSEI/VSE*

### 50jähriges Bestehen der Industriellen Betriebe Interlaken

Die Industriellen Betriebe Interlaken feiern dieses Jahr ihr 50jähriges Bestehen. Wir gratulieren unserm Mitglied zu diesem Jubiläum herzlich.

### Personalia

Herr *E. Schaad*, Direktor der Industriellen Betriebe Interlaken, wurde kürzlich als Mitglied des Verwaltungsrates der Bernischen Kraftwerke A.-G., Bern, gewählt.

Herr *E. Schilling*, bisher Chef der Zählerabteilung der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich wurde zum neuen Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Biel ernannt.

## Aus dem Kraftwerksbau

### Baubeginn beim Kraftwerk Pallazuit

Kürzlich wurde mit den Bauarbeiten für das Kraftwerk Pallazuit, das die Wasserkräfte der Drance d'Entremont ausnutzt, begonnen. Dieses Kraftwerk wird von der «Société des Forces Motrices du Grand-St-Bernard S. A.», Bourg-St-Pierre, gebaut, an der die Cie des Forces Motrices d'Orsières, die Société Romande d'Electricité, die S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse, die Ciba Aktiengesellschaft und die Suselectra Schweizerische Elektrizitäts- und Verkehrsgesellschaft beteiligt sind.

Die maximal mögliche Leistung dieses Kraftwerkes wird 30 MW und die mittlere Jahreserzeugung 82 GWh, wovon 31 GWh im Winter, betragen. Der Bau des Kraftwerkes Pallazuit bringt den Unterliegern, d. h. den Kraftwerken Orsières, Sembrancher und Martigny-Bourg, einen jährlichen Produktionszuwachs von 50 GWh, wovon 31 GWh im Winter.

### Inbetriebnahme des Kraftwerkes «Les Clées II»

Das Kraftwerk «Les Clées II» der «Compagnie Vaudoise d'Electricité» wurde am 21. Juni in Betrieb genommen. Die mittlere jährliche Energieerzeugung des Kraftwerkes beträgt 94 GWh, gegenüber 45 GWh für die durch diesen Neubau ersetzten Zentralen. Das Kraftwerk «Les Clées II» wurde im Bull. SEV Bd. 46(1955), Nr. 4, S. 149...155 eingehend beschrieben. Die theoretische Reserve an Energie der Seen von

Joux und Brenet beträgt nun bei 3,5 m nutzbarer Stauhöhe 32 GWh anstatt bisher 21 GWh.

### Inbetriebnahme von zwei Generatorgruppen im Kraftwerk Caveragno der Maggia-Kraftwerke A.-G.

Im Kraftwerk Caveragno der Maggia-Kraftwerke A.-G. wurden am 13., bzw. am 22. Juni zwei Generatoren in Betrieb genommen. Die maximal mögliche Leistung jeder Gruppe beträgt 28 MW. Dank dieser Inbetriebnahme erreicht nun die tägliche Erzeugung der Maggia-Kraftwerke A.-G. 500 000... 600 000 kWh; die Kraftwerke werden vorläufig noch als reine Laufwerke betrieben.

### Einweihung des Kraftwerks Ernen

Am 30. Juni wurde das neue Kraftwerk Ernen eingeweiht. Dieses Kraftwerk bildet die obere Stufe der Rhone-Werke A.-G. und gehört der Aluminium-Industrie A.-G., Chippis. Das Kraftwerk Ernen verwendet das Wasser der Rhone und der Binna und arbeitet in «Verbundbetrieb» mit dem Kraftwerk Mörel. Die neue Zentrale wird im Mittel jährlich 108 GWh Sommerenergie und 57 GWh Winterenergie erzeugen, bei einer maximal möglichen Leistung von 32 MW.

Redaktion der «Seiten des VSE»: Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, Telephon (051) 34 12 12, Postcheckkonto VIII 4355, Telegrammadresse: Electrounion, Zürich.

Redaktor: *Ch. Morel*, Ingenieur.

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