Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 60 (1969)

Heft: 11

Artikel: Entwicklungsarten bei der Verwendung der elektrischen Energie in der Industrie

Autor: Cova, Giovanni / Puiseux, Louis

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-916151

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 08.08.2025

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

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

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

Entwicklungsarten bei der Verwendung der elektrischen Energie in der Industrie

Von *Giovanni Cova,* Turin, und *Louis Puiseux,* Paris

621.7:621.31:004.14

Fortsetzung aus Nr. 10/69

Es wäre freilich von grösstem Interesse, wenn man dem unterschiedlichen Ablauf des Elektrizitätsverbrauchs eine zweckdienliche Konjunkturangabe, etwa den Produktionsindex der einzelnen Industriebranchen, gegenüberstellen könnte.

Mit Rücksicht auf die schmale Basis der vorhandenen Statistik wie auf deren mangelhaften Wert ist jedoch ein solches Vorhaben wohl noch verfrüht.

Mit der Umfrage wollte schliesslich der Ausschuss für statistische Fragen noch abzuklären versuchen, wie es sich zwischen Endverbrauch und Herkunft verhält: öffentliche Versorgung oder Selbsterzeugung. In bezug auf die industriellen Abnehmer sind die erhaltenen Angaben vorstehend zusammengefasst.

Die Bedeutung der Selbsterzeugung ist besonders auffallend in Deutschland, in Belgien und — in einem geringeren Masse — in Italien. Im Gesamtdurchschnitt deckt die Eigenproduktion ein Viertel des Bedarfs an elektrischer Energie. Der Anteil der Eigenerzeugung ist zwischen 1963 und 1964 in Deutschland und in Frankreich leicht zurückgegangen; dafür hat sie in Algerien und Portugal zugenommen.

Der Umfang der Selbsterzeugung in den verschiedenen Branchen ist naturgemäss technologisch bedingt: daher ist sie häufiger vorerst im Bergbau (Kohlenverbrennung an Ort und Stelle), dann im Papierfach (Dampfausnützung), aber auch in der Chemie und in der Eisenindustrie anzutreffen; hingegen ist sie weniger verbreitet im Maschinenbau sowie in der Keramik und in der Ernährungsbranche.

III
Entwicklung im spezifischen Verbrauch von elektrischer Energie für bestimmte industrielle Erzeugnisse

Die Umfrage betreffend den Verbrauch von elektrischer Energie, worüber im Abschnitt III des dem Kongress der Unipede in Skandinavien vorgelegten Berichten «COVA-PUISEUX» (VII. 1) bereits berichtet wurde, hatte sich mit der Entwicklung des spezifischen Verbrauchs für bestimmte Industriezweige zusammen mit der entsprechenden Gesamtproduktion in den Jahren 1958—1961 befasst. Es wurden dabei interessante Aspekte aufgezeigt, wie die Anwendung von neuen technologischen Verfahren, das Auftreten von neuen Fabriken mit neuen Produktionsgütern und die Entwicklung der Hilfseinrichtungen innerhalb der Werke.

Man geht wohl kaum fehl in der Annahme, dass alle Industrien aus einem bestimmten Zweig früher oder später denjenigen nacheifern werden, welche heute als bahnbrechend angesehen werden. Diese Annahme hat die Arbeitsgruppe bewogen, eine Umfrage bei den fortschrittlichen Industrien innerhalb gewisser Branchen mit der Absicht durchzuführen, den spezifischen Verbrauch der Energie festzustellen, nach welchem die Branchen allgemein in Zukunft streben dürften.

Die Untersuchung hat sich auf gewisse Sektoren beschränkt; diese sind indessen charakteristisch und decken — im ganzen — einen ansehnlichen Teil vom Gesamtverbrauch elektrischer Energie. Soweit tunlich sind die Veränderungen in der Zahl der Arbeitskräfte und, in gewissen Fällen, die Quoten der «Vorzugsenergie» (Energie, die praktisch keinen Unterbruch zulässt) ebenfalls angegeben worden. Diese Angaben sind zwar für die Planung an sich nicht relevant, wohl aber von Interesse im Blick auf wirtschaftliche und technische Aspekte von Verbundfragen.

Wie bereits in der Einleitung des vorliegenden Berichts erwähnt, ist die Untersuchung nur fragmentarisch und zuweilen summarisch, was nicht nur auf die Schwierigkeiten der Materie, sondern auch auf die Zurückhaltung einzelner Unternehmer bei der Fragebeantwortung zurückzuführen ist.

Diesen Unzulänglichkeiten zum Trotz hat sich die Arbeitsgruppe doch entschlossen, die Erhebungsergebnisse in der Hoffnung bekanntzugeben, sie möchten sich dazu eignen, die Verteiler elektrischer Energie zur Mitarbeit anzuspornen und den Weg für umfangreichere, fruchtbarere Arbeiten zu ebnen.

*

Die durch die Mitglieder der Arbeitsgruppe auf dem Wege von Interviews bei den Unternehmern oder Berufsverbänden erhaltenen Informationen sind zusammengefasst und in drei grosse Gruppen entsprechend der sog. fortschrittlichen Eigenschaft der in Betracht gezogenen Industrien aufgeteilt worden. Diese Eigenschaft kann in verschiedener Weise zum Ausdruck kommen:

a) Durch die Fabrikation eines bereits bestehenden Erzeugnisses gemäss einem entweder vollständig neuen oder wesentlich erneuerten technologischen Produktionsgang;
b) Durch die Fabrikation eines gänzlich neuen Produktes;
c) Durch eine weitgehende Elektrifizierung der Fabrikeinrichtungen.

Im Fall *a)* sind die Fabrikationsprozesse sowohl in den herkömmlichen Werken, die alte Vorgänge und Einrichtungen anwenden, als auch in den modernen Werken, welche auf Grund von zeitgemässen Kriterien gestaltet und ausgerüstet sind, untersucht worden. Daraufhin hat man die verschiedenen Befunde miteinander verglichen und die sich daraus ergebenden Abweichungen in der Benutzung der elektrischen Energie aufgezeigt. Sodann ist man den Möglichkeiten nachgegangen, die sich der Ausdehnung der neueren Methoden auf die traditionellen Werke bieten. Darüber hinaus hat man noch im Zusammenhang mit dem Verbrauch elektrischer Energie die unterschiedliche Benutzung von Arbeitskräften festgehalten.

Im Fall *b)* — Herstellung von neuen Produkten — war man vor allem bestrebt, die Höhe des spezifischen Verbrauchs zu ermitteln und zu prüfen, ob das neue Produkt ein ähnliches Produkt mit einem unterschiedlichen spezifischen Verbrauch ersetzt.

Im Fall *c)*, die Entwicklung der internen Fabrikeinrichtungen betreffend, war es nicht möglich, aus den unzureichenden Daten brauchbare Schlüsse zu ziehen. Insbesondere gelang es nicht, den Verbrauch für diese Zwecke vom Gesamtverbrauch auszuschneiden. Er hat zwar ohne Zweifel den gesamten wie spezifischen Verbrauch beeinflusst; dessen Ausmass lässt sich jedoch nicht mit einiger Präzision bestimmen.

*

Für jeden Industriezweig erteilt die Umfrage Aufschluss über zahlreiche Fabriken in verschiedenen Ländern Europas.

Die nachfolgend erläuterten Angaben stellen somit lediglich eine Synthese der eingegangenen Informationen dar.

Wird dies in Zukunft für nützlich erachtet, so könnte die Untersuchung vertieft und besonders auf die neuen Industrien ausgedehnt werden.

Es sei nochmals erwähnt, dass der grössere Teil der Informationen Industrien betrifft, die in bezug auf Produktionsprozess und Ausrüstung an der Spitze des technischen Fortschrittes stehen.

Zellstoff

Die Gründe für die Abnahme im spezifischen Verbrauch sind ausschliesslich technologischer Natur, nämlich:

1. Einführung von Maschinen mit erhöhter Leistungsfähigkeit, welche die Produktivität von 10 t/Tag auf 100 t/Tag gesteigert haben;
2. Fabrikation mit Wasser höherer Temperatur;
3. Vermehrte Verwendung von weicherem Holz (Birke) anstelle von Kiefer- und Tannenholz.

Bis vor 10 oder 15 Jahren betrug — und beträgt heute noch in den älteren Fabriken — der Verbrauch elektrischer Energie annähernd 1,4 kWh pro kg hergestellten Holzstoffs. In den modernen Fabrikationsbetrieben ist er heute bis auf 0,9 kWh/kg zurückgegangen, wobei eine weitere rückläufige Tendenz unverkennbar ist. Darüber hinaus neigen die Unternehmer dazu, die Holzstoffbereitung auf mechanischem Wege durch Fabrikation auf chemischer Basis zu ersetzen. Der in solchen modernen Werken hergestellte Holzstoff erfordert nur noch 0,5 bis 0,6 kWh/kg.

Der spezifische Bedarf an Arbeitskraft hat beträchtlich abgenommen, nämlich um mehr als 50 %, ganz besonders in den ersten Stufen des Fabrikationsprozesses, die samt und sonders mechanisiert worden sind (Abteilung in Rundhölzer, Schälen, Spalten und Reinigen).

Papier

Die Veränderungen im spezifischen Verbrauch sind den technologischen Neuerungen wie auch den Qualitätsveränderungen der Erzeugnisse zuzuschreiben.

Technologische Neuerungen:

a) Feinmahlen bei hoher Dichte. Man ist bereits von 4 auf 7 bis 8 % gekommen und Betriebsinstallationen, die 12 bis 13 % erreichen sollen, gehen der Vollendung entgegen, was den Verbrauch der Pumpen auf ein Drittel herabsetzen wird.

b) Erhöhtes Pressen des Papiers beim Verlassen der Maschine: von einer Verdichtung von 33 bis 34 % ist man nun bei 42 bis 44 % angelangt, was den Wärmebedarf bei der Trocknung einschränkt. Die damit eingesparte Wärme wird jedoch zum Preise eines erhöhten Energieverbrauchs für das Pressen erkauft.

c) Die Inbetriebnahme von Maschinen mit grösserer Produktivität, die geeignet sind, den spezifischen Verbrauch zu vermindern.

Qualität der Erzeugnisse:

Die Papierindustrie ist darauf eingerichtet, eine ausgedehnte Skala von Papiertypen zuhanden eines immer feinere Qualitäten verlangenden Marktes herzustellen. Papier höchster Qualität lässt sich aber ohne längere Arbeitsgänge (vermehrtes Feinmalen, Kalandern usw., d. h. grösseren Energiebedarf) nicht herstellen.

Zum spezifischen Verbrauch ist folgendes festzustellen:

A. — Zeitungspapier *(Holz als Ausgangsmaterial)*

Im Verlauf der zehn letzten Jahre ist man sukzessive von 1,2 bis 1,3 kWh/kg auf 1 bis 1,1 kWh/kg gekommen. Es handelt sich dabei um Fabrikationsbetriebe mit integralem Produktionsprozess, wo der Zellstoff unmittelbar in die Maschine geführt wird.

B. — Übriges Papier (ausser Zeitungspapier)

Bei der Herstellung von Papier, das nicht für Zeitungen bestimmt ist, war es kaum möglich, Durchschnittswerte im spezifischen Verbrauch zu ermitteln, hängt doch dieser von der für die Papiersorte verlangten Qualität ab:

— Schreibpapier mittlerer Qualität *(mit Holzstoff als Ausgangsmaterial)*. In neuen Fabriken kann der spezifische Verbrauch auf 0,6 kWh/kg geschätzt werden.
— Feines Packpapier repräsentativer Sorte *(mit Holzstoff als Ausgangsmaterial)*. In neuen Fabriken dürfte der spezifische Verbrauch 1,1 bis 1,2 kWh/kg betragen.

Der spezifische Bedarf an Arbeitskraft ist wegen der steigenden Produktionskapazität der Maschinen und als Folge der Automation sehr stark zurückgegangen; der Rückgang entspricht einer Grössenordnung von nicht weniger als 60 bis 80 %.

Die Vorzugsenergie (Lieferungen, die keinen Unterbruch vertragen) erreicht etwa 40 bis 60 % des Gesamtverbrauchs.

Es sei hier noch in Erinnerung gerufen, dass im Jahre 1961 — wie es aus dem Stockholmer Bericht (Tabelle II des Abschnitts III) hervorgeht — der Verbrauchsanteil elek-

trischer Energie für die Papier- und Holzstoffindustrie im Verhältnis zum Gesamtverbrauch für industrielle Zwecke in einigen Ländern besonders wichtig war: so für Frankreich 6,11 %; für Österreich 10,36 %; für Italien 4,95 %.

Baumwolle

Hier nimmt der Energiebedarf zu, nicht nur wegen der heute verwendeten Spindeln, die doppelt so grosse Dimensionen als die früheren aufweisen, sondern auch als Folge des schnelleren Maschinenganges. Zudem erfordert die Nachfrage nach verfeinerten Erzeugnissen zahlreichere Übergänge, Trocknungen usw. in der Fabrikationsendphase.

Der spezifische Verbrauch weist folgende Varianten auf:

— für gekrempelte Garne, englische Nr. 20
  in älteren Betrieben: etwa 2,26 kWh/kg
  in neueren Betrieben: über 3 kWh/kg
— für Kammgarne, englische Nr. 80
  in älteren Betrieben: 7,5 bis 8 kWh/kg
  in neueren Betrieben: 11 bis 12 kWh/kg

Im Fabrikationsprozess der Spinnerei ist der Rückgang des spezifischen Bedarfs an Arbeitskraft eine Folge der immer schneller laufenden Maschinen und ganz besonders der Verminderung der Auswechslung der Spindeln immer grösserer Dimensionen.

In den nachfolgenden Produktionsgängen (Weben und Finish) gibt es keine feststellbaren Veränderungen im spezifischen Verbrauch, wohl deshalb nicht, weil einerseits die Fabrikationsbeschleunigung, andererseits die Notwendigkeit einer Fertigung von marktkonformen, aber zahlreichere Arbeitsvorgänge erheischenden Erzeugnissen einander aufheben.

Künstliche und synthetische Fasern

Auf den spezifischen Verbrauch in diesem Industriezweig haben sich zahlreiche verschiedene Faktoren spürbar, wenn auch gegensätzlich, ausgewirkt.

Den Bedarf gefördert haben diejenigen Veränderungen, welche von der Natur des Fabrikats herrühren, nämlich: die sehr starke Produktionssteigerung der synthetischen Fasern (mit hohem spezifischen Verbrauch) im Vergleich zur Steigerung der Aufarbeitung von künstlichen Fasern.

Den Verbrauch herabgesetzt haben hingegen die Veränderungen rein technologischer Natur, nämlich: der zunehmende Ersatz von elektrischen Maschinen durch Dampfmaschinen (Pumpen, Trocknungsanlagen, usw.); Übergang — für synthetische Fasern — von den Kluppen in die grossen Spindeln beinahe ohne Zwirnen.

Zum Spinnen und Weben werden diese Spindeln unmittelbar auf die Webstühle innerhalb derselben Fabrikationsstätte geführt.

Je nach Produkt ist der spezifische Verbrauch ziemlich verschieden. In einem italienischen Fabrikationsbetrieb hat man im Verlauf der acht letzten Jahre folgende Veränderungen festgestellt:

— Künstliche Fasern:			
Flockenfasern	von 2,9	bis 2,2	kWh/kg Garn;
Spulengarn	von 2,9	bis 4,2	kWh/kg Garn;
unendliche Faser	von 3,3	bis 3,9	kWh/kg Garn;
essigsaure Zellulose	von 6,6	bis 5,8	kWh/kg.
— Synthetische Fasern:			
Polyamiden	von 14,6	bis 5,2	kWh/kg Garn;

Spezialtypen von synthetischen Fasern mit einem spezifischen Verbrauch von 10 bis 15 kWh/kg.

Der spezifische Bedarf an Arbeitskraft hat merklich abgenommen. Er nimmt auch weiter ab, in dem Mass wie die fortschreitende Konzentration zu Fabrikationsbetrieben führt, welche die Spanne von der Produktion bis zum fertigen Gewebe einschliessen.

In dieser Gruppe kommt der Vorzugsenergie eine immer grösser werdende Bedeutung zu, erreicht sie doch bald die Höhe von 80 %. Diese Verhältnisse, in Verbindung mit dem zunehmenden Dampfbedarf und der industriellen Konzentration, erklären den sich verbreitenden Bau von Wärmekraftwerken mit fast totaler Rückgewinnung (Gegendruck).

Chemische Produkte

Ammoniak

Der Fabrikationsprozess «Wassergas», (der 2,7 kWh/kg erforderte) ist praktisch aufgegeben worden. Ammoniak wird heute synthetisch hergestellt, und zwar mit Hilfe des katalytischen Krackverfahrens. Elektrische Energie wird dann noch für die Kompression von Wasserstoff und Stickstoff verwendet.

Insgesamt erforderte die Ammoniakproduktion durchschnittlich im Jahre 1961 noch 1,5 kWh/kg, während in den dem heutigen Stand der Technik entsprechenden Installationen der spezifische Verbrauch nur noch ungefähr 0,8 kWh/kg erreicht. In den modernsten im Bau befindlichen Werken mit Hochdruck-Cracktürmen (80 kg/cm²) wird es gar möglich sein, die Gesamtheit der erforderlichen Energie — da die Reaktion N + H exotherm ist — durch Rückgewinnung zu erzeugen.

Azetylen

Wie für das Ammoniak sind die Veränderungen im spezifischen Verbrauch technologischen Ursprungs. Gegenwärtig wird Azetylen nicht mehr durch Reaktion von Wasser auf Kalziumkarbid hergestellt, sondern durch katalytisches Cracking von Naphta ($C_{10}H_8$), und dies sowohl in den Ölraffinerien als auch in den durch Rohrleitungen versorgten Betrieben.

Diese Entwicklung hat zu einem drastischen Rückgang der Karbidproduktion geführt, welche viel elektrische Energie benötigte.

Der spezifische Verbrauch kann wie folgt geschätzt werden:

— in den modernen Cracking-Installationen 0,90 kWh/kg;
— in den Fabrikationsbetrieben, die noch Kalziumkarbid herstellen, 3 bis 4 kWh/kg.

Mit Rücksicht auf die günstigen Preise und das vorhandene Angebot für Naphta auf dem internationalen Markt kann mit einer allgemeinen Beschleunigung in der Umstellung gerechnet werden.

Chlor

Auf die Höhe des spezifischen Verbrauchs wirken folgende Momente ganz besonders ein:

— der reduzierte Abstand der Elektroden, welcher die Höhe der Zellenspannung bedingt;
— die grössere chemische Reinheit der Elektrolyse;
— der technische Fortschritt im Umformen elektrischer Energie mit Hilfe von Siliziumgleichrichtern.

Der spezifische Verbrauch hat sich folgendermassen entwickelt:

Durchschnittliche Jahreswachstumsrate im Elektrizitätsverbrauch nach Branchen (in %) Tabelle XIV

	Deutschland 1959–1964	Belgien 1959–1965	Frankreich 1959–1964	England und Wales 1959–1963	Italien 1959–1965	Schweiz 1959/1960–1963/1964	Jugoslawien 1959–1964
Bergbau	+ 4,4	— 1,3	— 0,1	— 0,9	+ 3,9	+ 3,5	+ 9,2
Ernährung, Getränke, Tabak	+ 7,6	+ 8,8	+ 6,2	+ 5,1	+ 4,5	+ 5,4	+ 11,9
Textilien, Begkleidung, Schuhe	+ 6,3	+ 5,9	+ 3,7	+ 1,8	+ 6,3	+ 3,3	+ 11,3
Papier, Holz und Derivate	+ 6,1	+ 8,7	+ 8,9	—	+ 8,6	+ 4,9	+ 20,4
Chemie und Kautschuk	+ 8,3	+ 9,2	+ 14,8	+ 5,3	+ 10,9	+ 4,0	+ 13,3
Keramik, Glas, Baumaterial	+ 7,3	+ 8,3	+ 9,8	+ 1,4	—	+ 7,6	+ 12,7
Metallurgie und Eisenindustrie	+ 6,9	+ 7,7	+ 8,5	+ 3,7	+ 8,3	+ 9,9	+ 9,3
Maschinenindustrie	+ 11,1	+ 13,0	+ 6,6		+ 8,6	+ 5,2	
Total Industrie	+ 7,1	+ 6,7	+ 9,8	—	+ 10,2	+ 6,2	+ 11,3

— 1923 schwankte er — in Gleichstrom ausgedrückt — um 4 kWh/kg;
— 1940 war er auf 3,8 kWh/kg zurückgegangen;
— gegenwärtig beziffert er sich auf etwa 3,4 kWh/kg.

In Zukunft dürfte die rückläufige Bewegung im spezifischen Verbrauch mehr oder weniger zum Stillstand gelangen, weil die auslösenden Ursachen erschöpft sein werden.

Was den spezifischen Bedarf an Arbeitskraft (Std/t Chlor) betrifft, dürfte er — beim Maximum der Produktionskapazität — in den modernen Werken halb so gross sein wie in den älteren Installationen.

Aluminium

Die Veränderungen sind vor allem die Folge einer erhöhten Stromstärke zur Bedienung der Öfen, die von 10 auf 100 kA und mehr gestiegen ist; der Raum und die Oberfläche dieser Öfen haben in einem Verhältnis der 3. zur 2. Potenz zugenommen, was wiederum die Wärmeverluste empfindlich vermindert. Zugleich ist der Wirkungsgrad im Stromumformen dadurch gesteigert worden, dass die Umformer zuerst durch Quecksilbergleichrichter und, im Laufe der letzten Jahre, durch Siliziumgleichrichter ersetzt wurden.

Der spezifische Verbrauch, welcher den ganzen Bedarf vom Bauxit aufwärts bis zu den Aluminiumabgüssen für die plastische Gestaltung (runde Formen, Folien, usw.) umfasst, hat sich demnach folgendermassen gewandelt:

— In der Vorkriegszeit auf der Höhe von etwa 25 kWh/kg;
— um die Jahre 1961/1962 zirka 22 bis 21 kWh/kg;
— heute etwa 18 bis 19 kWh/kg;
— die Tendenz bleibt weiterhin sinkend und der Verbrauch dürfte auf 16 bis 17 kWh/kg zurückgehen, in dem Mass wie die älteren Werke durch moderne Fabrikationseinheiten mit Öfen von 100 kA und Elektrolysenzellen ersetzt werden, die gar mit 14,5 kWh/kg zu produzieren vermögen.

Im Sektor der Arbeitskraft sind dank der sich immer mehr ausdehnenden Mechanisierung in allen Phasen des Fabrikationsprozesses beachtenswerte Fortschritte erzielt worden. Es seien hier folgende, auf eine Tonne Aluminium sich beziehende Daten erwähnt:

— Vor 1957 95 Std/t (davon 20 Std für Tonerde);
— gegenwärtig 31 Std/t (davon 10 Std für Tonerde);
— in Zukunft — wenn die Fabrikationseinrichtungen einmal voll automatisiert sind — ist eine weitere Ermässigung auf 22 Std/t (davon 8 Std für Tonerde) zu erwarten.

Den Veränderungen des spezifischen Verbrauchs in dieser Branche ist die grösste Bedeutung zu schenken, wenn man bedenkt, dass in zahlreichen Ländern der Energiebezug der Aluminiumproduzenten einen gewichtigen Prozentsatz des ganzen Verbrauchs der Industrie überhaupt ausmacht. Der in Stockholm vorgelegte Bericht (Tabelle II im Abschnitt III) wies für das Stichjahr 1961 auf folgende Verhältniszahlen hin: Österreich 14,10 % — Frankreich 10,49 % — Ungarn 18,98 % — Italien 5,14% — Polen 3,96 %.

Kautschuk

Reifenerzeugung

Der spezifische Verbrauch in diesem Industriezweig ist durch zwei gegensätzliche Tendenzen gekennzeichnet: er wird durch die fortschreitende Ablösung von Naturgummi durch den synthetischen Kautschuk gesenkt und durch die Verbreitung von metallischen Pneukarkassen erhöht.

Folgende Veränderungen sind zu verzeichnen:

— 1 kWh/kg für die Herstellung von synthetischem Kautschuk (Durchschnittswerte für die verschiedenen Sorten: 0,5 für den festen SBR; 1,5 für den Latex SBR (Kautschukmilch); 1,8 für Polybutadien; 2,3 für Butyl; 0,75 für Nitryl).
— 1,20 bis 1,40 kWh/kg für die Verarbeitung.

Der spezifische Verbrauch wird weitgehend durch den Energiebedarf der Kompressoren beeinflusst, die aus Sicherheitsgründen unabhängig von der Produktionsmenge ununterbrochen im Betrieb bleiben müssen. Mit einer Produktionszunahme wird die Verbrauchstendenz rückläufig.

Für das Jahr 1970 wird mit einem Verhältnis von 0,6 (statt 1,0) kWh/kg für die Herstellung von synthetischem Kautschuk und 0,6 (statt 1,3) kWh/kg für Verarbeitungszwecke gerechnet.

Die Verdrängung der Textilreifen durch solche mit Metallkarkassen dürfte zwar zu einer Erholung dieser Verhältnisse führen, da der Bedarf der meistens dem Werk angeschlossenen Drahtziehereien noch hinzukommt.

Zement

Die Veränderungen im spezifischen Verbrauch lassen sich durch die grösser werdenden Dimensionen der Öfen, sowie durch die Vermischung von Ton und Kalk erklären, die gegenwärtig nicht mehr «feucht», sondern im Trockenverfahren abgewickelt wird. Der erste Grund bewirkt eine Abnahme, der zweite hingegen eine Zunahme des Verbrauchs.

Es sieht so aus, als hätte der Verbrauch auf einer Höhe von etwa 95 kWh/t eine gewisse Stabilität erlangt. Für Zementfabriken, die Hochofenklinker verwenden, erhöht sich der Verbrauch auf etwa 110 kWh/t.

Infolge der zunehmenden Produktivität der Öfen, wie auch der Transportmechanisierung ist der Arbeitskraftsbedarf in Abnahme begriffen; er dürfte gegenwärtig ungefähr 30 Min. Arbeit pro Tonne betragen. In äusserst modernen Fabriken ist es gar gelungen, ihn auf 20 Min. zu senken, wenn auch um den Preis eines erhöhten spezifischen Verbrauchs an elektrischer Energie in der Grössenordnung von etwa 10 %.

Automobilindustrie

Als Faktoren, die sich in diesem Sektor auf den spezifischen Verbrauch ausgewirkt haben, wären zu erwähnen: die Mechanisierung und Automation der Produktionsvorgänge, welche eine Abnahme des Arbeitskraftbedarfs, aber eine Zunahme des Verbrauchs für Motorkraft nach sich ziehen.

Was die thermischen Anwendungen belangt, können je nach Verfahren gegensätzliche Tendenzen beobachtet werden. Bei der Anwendung der normalen Verfahren für Härtung und Zementierung werden in der Regel aus wirtschaftlichen Gründen die Gasöfen den Elektroöfen vorgezogen. Kommen aber thermische Qualitätsverfahren in Frage, oder drängt sich eine prompte, bzw. einheitliche Behandlung vor, dann werden eher elektrische Öfen installiert. Die elektrotechnischen Anwendungen nehmen zu: so das Aluminiumschmelzen mit Induktionsöfen, oder die Widerstandspunktschweissung.

Die Fabrikation durch Elektroerosion (mit elektrochemischem Verfahren) von Stanzen und Werkstücken aus Spezialiegierungen sowie die Lackierung der Karosserien mit einem elektrochemischen Vorgang wird bald eingeführt.

In der Annahme eines Wagens mit durchschnittlichem Hubraum (1.600 cm³), guter Qualität und einer jährlichen Produktion von zirka 75 000 Einheiten nimmt sich der spezifische Verbrauch so aus:

— in älteren Werken 1128 kWh pro Einheit;
— in modernen Werken 1372 kWh pro Einheit.

Für Automobile geringeren Hubraumes und für Nutzfahrzeuge erfährt der Verbrauch eine Reduktion von rund 30 %.

Der Bedarf an Arbeitskraft weist eine ausgesprochen rückläufige Tendenz auf:

— in den älteren Betrieben 235 Std. pro Einheit;
— in den modernen Betrieben 192 Std. pro Einheit.

Bei höherer Produktionskapazität, wie bei Erzeugung von Nutzfahrzeugen, ist der Bedarf an Arbeitskraft geringer.

Eisenlegierungen

Bei der Herstellung von Eisenlegierungen wird der spezielle Verbrauch durch den Siliziumgehalt der Legierung bestimmt. Bei gleichbleibender Produktion macht sich eine sinkende Tendenz bemerkbar, was auf die erhöhte Leistungskapazität der modernen Öfen zurückzuführen ist.

Im Durchschnitt beträgt der spezifische Verbrauch 7 bis 8 kWh/kg, schwankt aber zwischen 4 bis 5 kWh/kg für Siliziumlegierungen zu 45 % und 9 bis 12 kWh/kg für 75prozentige Legierungen.

Die gegenwärtig installierten Grossöfen (20 000 kVA) bewirken eine ansehnliche Abnahme des Bedarfs an Arbeitskraft.

Stahl (Elektro-Öfen)

Die in der Stahlerzeugung mit Elektroöfen feststellbare Verminderung des spezifischen Verbrauchs ist technologischen Ursprungs:

— Zunahme der Kapazität und Leistung der Öfen;
— grössere Beweglichkeit der Krone und der Elektroden;
— zweckmässigere Anordnung der Installationen.

Für die Stahlerzeugung im Elektroofen hat sich der spezifische Verbrauch

von 0,70 bis 0,80 kWh/kg in den älteren Werken
auf 0,57 bis 0,60 kWh/kg in den modernen Werken ermässigt.

Der Bedarf an Arbeitskraft für den Fabrikationsprozess von der Zubereitung des Schrottes bis zum flüssigen Stahl ist in den modernen Installationen — im Verhältnis zu den älteren — um 20 bis 30 % zurückgegangen.

In den nicht elektrischen Stahlwerken soll die vermehrte und verbesserte Erzeugung der Installationen mit voll integriertem Arbeitszyklus durch Sauerstoffverfahren (Typ LD) dazu beitragen, die Produktion durch Elektroöfen teilweise zu ersetzen.

Die Stahlproduzenten sind am Gesamtverbrauch elektrischer Energie in der Industrie überhaupt verhältnismässig stark beteiligt. Gemäss dem Stockholmer Bericht (Tabelle II, Teil III) betrug für das Jahr 1961 der Anteil für Österreich 14,52 %, für Deutschland 12,51 %, für Belgien 4,42 %, für Frankreich 2,83 %, für Italien 10,17 %.

IV
Modulationsmöglichkeiten der Lastkurven in der Industrie

Für die Verteiler elektrischer Energie ist die Verbesserung der Lastkurven ein Problem, das immer mehr an Bedeutung gewinnt. Daraus erklärt sich auch das Bestreben der Arbeitsgruppe, von den Abnehmern elektrischer Energie zu erfahren, was sie von den Möglichkeiten halten, die Kurve ihrer Bezüge zu modulieren.

In Zusammenarbeit mit dem Unterausschuss für Belastungskurven (Arbeitsgruppe «Industrielle Abonnenten») ist von dieser Gruppe eine Umfrage erlassen worden, welche sich auf die Art der Lieferungen an gewisse Industriezweige bezieht, aber vor allem auf die Auffassung der Abnehmer zum Modulationsproblem wie zu den Verständigungsmöglichkeiten zwischen Unternehmer und Verteiler, und nicht zuletzt auf die Durchführungsmodalitäten im Falle des Einvernehmens.

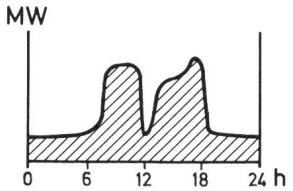
Es sei hier noch präzisiert, dass man in diesem Zusammenhang unter Modulation jede Einwirkung versteht, die geeignet ist, die Bezugskurve eines industriellen Abnehmers unter gleichbleibender Quantität der verbrauchten kWh in der in Betracht gezogenen Zeitspanne zu modifizieren. Die erstrebte Änderung kann von einem konkreten Fall zum anderen verschieden sein: Verminderung der im Tag oder zu gewissen Tageszeiten erzielten Maximalspitzen, oder aber die Spitzenverschiebung auf andere Tageszeiten.

Es kann nämlich darum gehen, die Tageskurve abzuflachen, oder die Bezüge zu besonderen Zeiten zu erhöhen, oder auch die zu bestimmten Zeiten erfolgenden Bezüge auf ein Mindestmass zu reduzieren, oder gar zu unterbinden. Möglich ist aber auch eine wöchentliche (Lastverschiebung

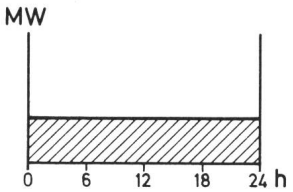
auf die Feiertage) oder jährliche (Lastverschiebung auf die Sommermonate) Modulation.

Welche Art von Modulation vorgezogen werden soll, das hängt vom Ziel ab, das man erreichen möchte: bessere Ausnützung des lokalen Niederspannungs-Verteilnetzes, des Hochspannungsnetzes oder des Übertragungsnetzes, oder aber Verbesserung der Betriebskurve in den Kraftwerken.

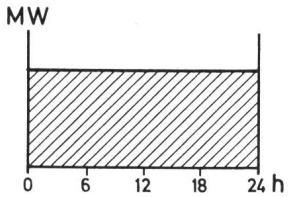
Die folgenden graphischen Darstellungen (theoretische Beispiele) möchten die Verhältnisse veranschaulichen:



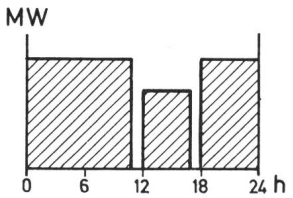
Normale Lastkurve einer Industrie



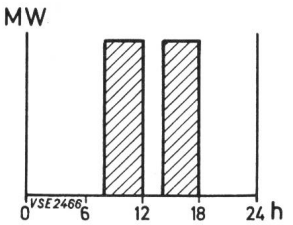
Kurvenmodulation durch Verschiebung bis zur völligen Elimination der Spitzen



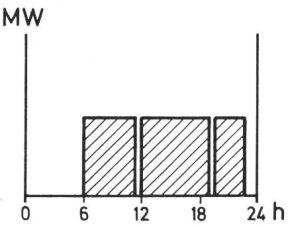
Normale Lastkurve einer Industrie



Kurvenmodulation durch Unterbruch in den Spitzenzeiten und Lastreduktion zu bestimmten Zeiten



Normale Lastkurve einer Industrie



Kurvenmodulation durch Arbeitsverteilung in zwei Schichten

Diese einleitenden Bemerkungen zeigen deutlich die Weitschichtigkeit des Problems der Modulation und der Möglichkeiten einer Verständigung zwischen Verteiler und Abnehmer, und dass es durchaus eine sorgfältige Prüfung der Verhältnisse in jedem konkreten Fall erheischt.

Die Umfrage hat immerhin zu Informationen geführt, die zeigen, an welche industrielle Branche oder an welchen Betrieb man sich wenden kann, um den besten Typ der Modulation zu erzielen.

Eisenindustrie und Elektrometallurgie (Stahlschmelzen)

Die erhaltenen Informationen beziehen sich auf 15 Stahlwerke aus 9 verschiedenen Ländern.

Gewisse Lieferungen erfolgen unter Verrechnung mit einem zweigliedrigen Tarif ohne Stunden- oder Saisonpreisunterschiede. Die Strombenutzer haben nur darauf zu achten, dass die Spitzenlast einen bestimmten Wert nicht übersteigt; dies geschieht mittels optischer oder akustischer Warnvorrichtungen, wonach eine Verlangsamung des Schmelzprozesses herbeigeführt wird, wenn die Last die vorbestimmte Grenze zu überschreiten droht. In den Fällen, wo mehrere Öfen vorhanden sind, kann man auch den Schmelzablauf alternativ einrichten.

In den Werken mit Öfen, welche den Gußstahl auf dem Wege zum Walzen aufwärmen, ist es auch möglich, die Öfen in Spitzenzeiten auszuschalten.

Die Äusserungen der Abnehmer zu den Möglichkeiten einer Modulation sind eindeutig ablehnend: die mangelhafte Ausnutzung der Einrichtungen und die damit verbundene Verteuerung der Arbeitskraft bildeten keine ausreichende Kompensation für die mutmassliche Preisermässigung der Energie während der Ausser-Spitzen-Zeiten.

Es kommen auch vereinzelte Lieferungen vor, die gemäss Tageszeit- und Saisontarif erfolgen; bei solchen Lieferungen stellt man eine leichte Reduktion der Ofenleistung und einen entsprechenden Produktionsrückgang fest.

In einem solchen Fall fiel eine Lieferung auf, die während der Nacht fast zweimal so gross wie zu Tageszeiten war: es handelt sich dabei um eine Industrie, die nur während der Nacht ältere Lichtbogenöfen verwendet.

In einem anderen grossen Stahlwerk hat sich der Verteiler die Möglichkeit vorbehalten, innerhalb einiger Minuten 200 MW abzuschalten (in Ausnahmefällen). Die Unterbindung darf indessen eine Stunde nicht übersteigen und nur wenige Male im Jahr erfolgen.

Für die Grossunternehmungen der Eisenindustrie mit integriertem Fabrikationszyklus ist die Modulation unmöglich, und zwar wegen des technologischen Aneinanderfliessens der verschiedenen Bearbeitungsvorgänge.

Da jedoch diese grossen Werkkomplexe über wärmeelektrische Anlagen verfügen, die mit Hochofengas funktionieren, besteht für sie die Möglichkeit (Gasakkumulation), die eigene Produktion in den Spitzenzeiten zu forcieren.

Zementindustrie

Die erhaltenen Informationen erfassen 16 Zementfabriken aus 8 verschiedenen Ländern.

Die Möglichkeit, auf die Lastkurve einzuwirken, besteht grundsätzlich nicht, wenn es sich um Fabrikationswerke handelt, die rationell arbeiten, weil die Betriebsausnutzung während 24 Stunden praktisch kontinuierlich ist (6000 bis 7000 Std. im Jahr), welche Tarifformel auch immer gewählt wird.

Erst in den Winterperioden — wenn die Nachfrage auf dem Markt nachlässt und eine grössere Lagerhaltung nicht mehr möglich ist — kann die Unternehmung in eine Lage der Überdimensionierung vorübergehend geraten. In solchen Fällen wird es dann möglich, Lastunterbrechungen oder Lastreduktionen zu bestimmten Zeiten durchzuführen.

Die gleiche Situation kann in einem Unternehmen angetroffen werden, das seine älteren Fabrikationseinrichtungen zwar erneuert, aber nicht ausser Betrieb gesetzt hat. In einer solchen Variante kann es wirtschaftlich von Vorteil sein, dieselben zu Nachtzeiten oder über die Feiertage zu benutzen, weil ja so die Produktion gedrosselt und folglich die Last in Spitzenzeiten herabgesetzt wird. Das augenfällige

Anteil der Selbsterzeugung am Elektrizitätsverbrauch der Industrien im Jahre 1963 (%) Tabelle XV

	Algerien	Deutschland	Oesterreich	Belgien	Dänemark	Spanien (1964)	Frankreich	England und Wales	Griechenland	Ungarn	Irland	Italien	Niederlande	Portugal	Arithmetisches Mittel
Bergbau	73	57	31	86	—	3	67	8	36	9	43	7	85	17	40
Ernährung, Getränke, Tabak	3	22	21	12	28	7	17	12	—	26	19	10	20	3	14
Textilien, Bekleidung, Schuhe	—	24	43	10	6	6	12	13	—	11	0	25	16	8	15
Papier, Holz und Derivate	—	63	58	33	31	10	39	51	—	21	24	45	54	39	39
Chemie und Kautschuk	—	40	16	40	17	15	26	33	18	13	20	50	40	36	29
Keramik, Glas, Baumaterial	—	11	18	27	16	5	4	3	—	6	0	8	0	4	9
Metallurgie und Eisenindustrie	—	27	27	79	4	7	28	19	—	36	0	36	12	22	25
Maschinenindustrie	—	13	9	15	2	0	3	5	—	1	0	14	5	1	6
Total Industrie 1963	31	34	29	51	16	—	26	19	5	17	15	31	34	9	25
Total Industrie 1964	37	32	29	—	—	9	25	—	—	—	—	—	33	10	—

Beispiel für eine überdimensionierte Organisation liefert der Fall einer Zementfabrik, wo die Tageslast bis auf 20 % der Nachtlast reduziert war.

Verschiedene Abnehmer geben der Auffassung Ausdruck, es dürfte möglich sein, durch namhafte Tarifermässigungen in Spitzenzeiten oder während Sommermonaten die zusätzlichen Kosten für einen grösseren Maschinenpark und erhöhte Lagerhaltung zu decken.

Es darf jedoch bemerkt werden, dass die Kurve der Nachfrage an sich schon den Abonnenten dazu verleitet, den Sommerverbrauch zu forcieren.

Maschinenindustrie

Die Umfrage hat sich auf den leichteren und mittleren Apparatebau, sowie auf die Elektroindustrie bezogen.

Die grosse Verbreitung von Apparaturen, die eine schwache Leistung verbrauchen, und die geringe Auswirkung der Energiekosten auf den Warenpreis (im Verhältnis zu den Aufwendungen für Arbeit und Material), lässt die Möglichkeit einer Modulation nicht zu.

Einzig in den Fällen von Industrien, die Öfen für thermische Behandlung oder Trockenanlagen verwenden, kann zuweilen die Lastverschiebung auf Nachtzeiten erfolgen.

Papier- und Papierstoffindustrie

10 Papierfabriken aus 6 verschiedenen Ländern haben die Umfrage beantwortet.

In diesen Fabriken bleibt die Last während zirka 600 Stunden im Monat ziemlich konstant und eine Möglichkeit auf die Bezugskurve einzuwirken besteht praktisch nicht. Die schwachen Verbrauchsschwankungen — welche durch die geringe Lagerhaltung und die zuweilen nötige Verwendung von zugekauftem Rohstoff bedingt sind — werden durch die werkeigene Kraftanlage aufgefangen.

Kurz formuliert: Diese Papiermühlen beschränken sich darauf, die aus dem allgemeinen Netz bezogene Last möglichst konstant zu halten.

Baumwollindustrie

Es sind 7 Antworten aus 5 Ländern eingegangen. Die Lastkurve ist nahezu gleichbleibend über die Arbeitsstunden der Werktage.

Es handelt sich hier um das Beispiel einer Industrie, die der Modulation der Lastkurve praktisch keine Möglichkeiten eröffnet: jede Veränderung in der Produktionstätigkeit würde tatsächlich zu empfindlichen Lohnverlusten (renditenabträgliche Personalbeschäftigung) führen, unter Umständen gar zur Ausrichtung von Zuschlägen für das in der Nacht und an Feiertagen werkende Personal.

Sofern das Schichtpersonal nicht allzu zahlreich sein muss, können einige durchgehende Betriebe, wenn es solche überhaupt gibt, einen gewissen Verbrauch in Schwachlastzeiten herbeiführen, wobei dieser übrigens in der Regel auf Nachtzeiten beschränkt ist, da nur selten an Sonn- und Feiertagen gearbeitet wird.

Im allgemeinen gelangen zweigliedrige Tarife zur Anwendung; selbst wenn die Preise für Tages- und Nachtverbrauch voneinander abweichen, bleibt die Lastkurve gleich.

Hat man einmal die Automation weiter vorangetrieben, dann scheint es nicht abwegig, im Blick auf die elektrothermischen Anwendungen in der primären Textilindustrie (Garntrocknen, Konditionierung, Behandlung mit Plastikstoffen, usw.) mit einer Verbesserung der Lastkurve (erhöhter Verbrauch in den Nacht- und Sonntagszeiten) für die Zukunft zu rechnen.

Wollindustrie

Geantwortet haben nur 4 Unternehmen aus 4 verschiedenen Ländern.

Der aus den ermittelten Daten gewonnene Eindruck lässt auf Verhältnisse schliessen, die denjenigen in der Industrie der Baumwolle sehr ähnlich sind.

Nachdem eine zweckdienliche Modulation offensichtlich nicht möglich ist, beschränkt man sich darauf, die Last in gewissen Zeiten zu reduzieren (zum Beispiel: übermässige Inbetriebsetzung der Maschinen in den verschiedenen Werkstätten montags am Morgen).

In Perioden erhöhter Nachfrage sind diese Fabriken während der Nacht oder an Feiertagen in Betrieb, wenn auch keineswegs aus Gründen der Lastenmodulation.

Ernährungsindustrie

Die Informationen betreffen 2 Industriebranchen: die eine stellt Konservenfleisch her, die andere Speisefett und -öl, Fruchtsäfte, Suppenwürfel usw.

Für solche Industrien besteht die Modulation in der Verschiebung auf die Nachtzeiten von grösseren, vorbereitenden Fabrikationsgängen, woraufhin die Endverarbeitung während der normalen Tageszeiten des Betriebes vollzogen wird. Es handelt sich vor allem um Mühlen, sowie um Press-, Kessel- und Kälteanlagen, die dann in den vollen Betriebszeiten ausgeschaltet werden.

Düngemittel (Phosphate und Stickstoff), Chlor, Aluminium

Eine gewisse Anzahl von Grossunternehmungen dieser Gruppe ist befragt worden. Für sie gibt es kaum eine Möglichkeit, irgendeine Modulation zu praktizieren. Die Energiebezüge sind im Verlauf der 24 Stunden jetzt schon so gut wie konstant.

Es sei hier jedoch der Sonderfall eines Betriebes erwähnt, der Phosphor mit Elektroöfen (50 MW) herstellt; dieser Betrieb vermag die Lastkurve in den Spitzenzeiten der Werktage im Winter (8 bis 12.30 Uhr und 16.30 bis 18.30 Uhr) um 95 % zu senken.

*

Von einigen anderen Zweigen der Industrie waren noch Angaben erhalten; die Basis der Informationen ist aber so schmal, dass daraus keine brauchbaren Schlüsse gezogen werden dürfen. Es kann immerhin der Fall einer Grossunternehmung (100 MW installiert) erwähnt werden, die Kalziumkarbid, Zyanamid und eisenmanganhaltige Legierungen herstellt; diese liegt in unmittelbarer Nähe eines Kraftwerkes und der Verteiler hat sich unter Gewährung eines ganz besonders niedrig angesetzten Tarifs das Recht ausbedungen, auf einfachen telephonischen Anruf hin die Last herabzusetzen, oder gar die Versorgung mit sofortiger Wirkung einzustellen, falls die Netzsicherheit es dringend erfordert.

Die nähere Prüfung der zahlreichen aus den verschiedenen Ländern Europas eingegangenen Informationen zeigt, dass sich das Modulationsproblem in den Ländern mit freier Marktwirtschaft ganz anders stellt als in den Staaten mit gelenktem Wirtschaftssystem. In diesen wird der Zuwachs der Produktionskapazität in den einzelnen Industriesparten nach den Möglichkeiten der Elektrizitätserzeugung abgestimmt, so dass die im vornherein programmierte Modulation auf keine grösseren Schwierigkeiten stösst: Ein Schema mit Angabe der in den verschiedenen Tageszeiten zu beziehenden Höchstlast wird nämlich den fraglichen Industrien ausgehändigt.

Vorkommende Überschreitungen werden dann zu wesentlich höheren Preisen verrechnet. Diese Zeitplanung trägt den technologischen Anforderungen in den einzelnen Industrien Rechnung und wird den jeweiligen Verhältnissen laufend angepasst.

Die Sichtung der Dokumentation ergibt ferner eindeutig, dass die Tarifstruktur unter Umständen zu einer Verhinderung der Modulation führen kann. Nimmt man als Beispiel den Fall eines klassischen Zweigliedtarifs, so zeigt es sich, dass der Abnehmer mit Hilfe der Warnvorrichtungen ausschliesslich darauf bedacht ist, eine bestimmte Lasthöhe nicht zu überschreiten: er verteilt nämlich nach Möglichkeit seinen Bedarf auf die verschiedenen Tageszeiten bis zu einem konstanten Bezug, ist aber der Tarifstruktur wegen nicht daran interessiert, seine Bezüge in den Spitzenzeiten zu drosseln, um sie auf die Schwachlastzeiten zu verschieben. Im Bestreben, diesen Unzulänglichkeiten abzuhelfen, sind gewisse Verteiler dazu übergegangen, die Kontrolle der bezogenen Leistung in den Netzspitzenzeiten allein zu machen, mit der Absicht, den Abnehmer dazu zu verleiten, seine Bezüge während der übrigen Zeiten zu erhöhen.

Es geht aus der Umfrage hervor, dass moderne, einen rationellen Fabrikationsprozess aufweisende Industrien kaum Modulationsmöglichkeiten haben dürften, es sei denn am Rand: es mag ihnen gelingen, zur Vermeidung der einen bestimmten Wert übersteigenden Spitzen eine geringe Entlastung herbeizuführen; sie wären aber — Ausnahmefälle vorbehalten — nicht in der Lage, diese auf andere Zeiten zu übertragen.

Es ist jedoch zu beachten, dass die rationell und optimal produzierenden Industrien in der Praxis nicht die Regel bilden und zahlreiche Unternehmungen anzutreffen sind, die gewisse Gleichgewichtsstörungen aufweisen (Inbetriebhaltung von alten Fabrikeinrichtungen, Produktionsschwankungen). In solchen Fällen ist es möglich, die Einrichtungen in einem bestimmten Zeitraum voll auszunützen und ihre Ausnützung zu anderen Zeiten dagegen zu drosseln.

Anders ausgedrückt: Die Möglichkeit einer Modulation hängt nicht so sehr mit einem bestimmten Industriezweig als mit den besonderen Merkmalen der einzelnen Unternehmen zusammen. Man wäre geneigt, den Schluss daraus zu ziehen: Modulation ist in der Theorie nicht möglich, in der Praxis aber durchführbar.

Man kann sich auch den Fall einer Überdimensionierung von bestimmten Installationen (die Länder mit gelenktem Wirtschaftssystem liefern das Beispiel dafür) vorstellen, die gerade zur Ermöglichung der erwünschten Modulation im Betrieb bleiben. Es handelt sich hier aber um eine wirtschaftliche Problemstellung, nämlich bis zu welchem Punkte die Versteuerung der Installations- und Betriebskosten mit den durch verbilligte Energielieferungen erzielbaren Einsparungen ausgeglichen werden kann.

Diese Anmerkung trifft auch für den Fall der Industrieunternehmungen, die elektrische Energie selber erzeugen, zu: auch hier lässt sich die wirtschaftliche Entscheidung nicht aus der Welt schaffen, die nur unter Würdigung der gesamten Selbstkosten der Unternehmung getroffen werden kann.

Programm der zukünftigen Tätigkeit der Arbeitsgruppe III

Für ihre kommende Tätigkeit möchte die Arbeitsgruppe folgende Themen vorschlagen:

1. Weiteres Zusammentragen der Angaben betreffend die Energiebilanz für die Industrie in jedem einzelnen Land einerseits; Aufteilung des Elektrizitätsverbrauchs nach Branchen und dessen wirtschaftliche Analyse — soweit Wert und Basis der chronologischen Reihen es erlauben — andererseits.

2. Ausdehnung auf alle Mitgliedstaaten der Erhebungen über die «Vorhutsunternehmen» in den verschiedenen Industriesparten.

3. Prüfung der Fragen, die sich aus den sogenannten Vorzugslieferungen (d. h. Lieferungen, denen ein Stromunterbruch abträglich ist) ergeben, und Versuch bei Erfüllungsmängeln, eine Prioritätsskala aufzustellen.

4. Abklärung der Frage, ob eine Untersuchung über die Konkurrenzfähigkeit der elektrischen Energie im Vergleich zu den übrigen Formen der Energie mit Bezug auf die thermischen Verwendungen in der Industrie durchführbar ist.

5. Abklärung der Frage, ob es — wenn auch für ein einziges Jahr — tunlich ist, die im Abschnitt I geordneten Daten betreffend die energetische Bilanz nach den einzelnen Industriezweigen aufzuteilen.

Adressen der Autoren:

Dr. *Giovanni Cova,* Direttore del Settore Comerciale, Compartimento di Torino, ENEL, Torino, und *Louis Puiseux,* Etudes Economiques Générales, Electricité de France, Paris.