

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 61 (1970)
Heft: 1

Artikel: Die organisierte Erforschung der Belastungscharakteristik bei den Abnehmern
Autor: Boggis, J.G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-915896>

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: 21.02.2026

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

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

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

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

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

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

Die organisierte Erforschung der Belastungscharakteristik bei den Abnehmern

Von J. G. Boggis, London

621.317.38

Fortsetzung aus Nr. 26/69

Die Fig. 3 veranschaulicht die Schwierigkeiten, welche bei einem solchen Vergleich von freigewählten Stichproben auftreten, da die Belastung durch die Raumheizung von zwei Wohnungstypen, in diesem Fall durch freie Stichproben, bei 200 Abnehmern während sämtlicher Stunden ermittelt wurden. Die Ergebnisse beziehen sich auf die Auswertung der Probeentnahmen in ca. 200 Wohnungen der verschiedensten Bevölkerungsschichten während sämtlichen Stunden eines kalten Wintertages. Die Vertrauensgrenzen sind dabei ausserordentlich weit gezogen, und ein grosser Teil der stündlichen Schwankungen ist höchst wahrscheinlich auf interne Veränderungen der Stichproben selber zurückzuführen. Eine Stichprobe der Heizungsanwendung durch einige hundert Haushaltabnehmer, während welcher keine Veränderungen eingetreten sind, ergab dagegen ein recht eindeutiges Belastungsdiagramm für den ganzen Tag.

Sammlung und Auswertung der Angaben

Registrierinstrumente

Auf Grund seiner eigenen Erfahrungen kann der Verfasser den schreibenden Registrierinstrumenten keinen grossen Wert mehr beimessen. Voraussetzung für derartige Forschungen bleibt in erster Linie die Sammlung von Angaben, deren Form eine leichte Verarbeitbarkeit durch moderne Rechenanlagen gewährleistet. Dabei muss man sich nicht

von dem häufig geäusserten Wunsch leiten lassen, die Belastungsdaten *unverzüglich* zu sammeln, da die Gestaltung der Verteilnetze nicht für die Deckung einer augenblicklichen, maximalen Nachfrage erstellt wurde, sondern eher für die Lieferung einer vorgesehenen bestimmten Last während einer genügenden Zeitdauer, um dadurch den Kostenaufwand des Netzes zu rechtfertigen. In Grossbritannien wird eine Integrationsdauer von einer halben Stunde als genügend erachtet, während eine Dauer von nur 10 Minuten die Auswertung einer dreifach höheren Anzahl von Daten erfordern würde. Ausserdem sind die zehnminütigen Daten auch grösseren Schwankungen unterworfen, was demzufolge auch grössere Stichproben bedingt, um dadurch im Rahmen des Vertrauensbereiches der Daten zu verbleiben ²⁾.

Für die Belastungsforschung kann man gewöhnliche schreibende Zähler benutzen, welche eine Aufzeichnung der

²⁾ Betrachtet man eine «ideale» Integrationsdauer, so kann man die durch eine grössere Anzahl von Daten erforderten Kosten und Schwierigkeiten der Auswertung leicht übersehen. Die halbstündliche Belastungsaufzeichnung bei 1000 Abnehmern während 120 Wintertagen erfordert mindestens 20 Millionen Dezimalzahlen. In praktischer Beziehung ist diese Minimalzahl vollkommen ungenügend; die praktischen Systeme sollten für folgende Belange entsprechend erweitert werden: Identifizierung der Abnehmer, Angaben über die installierte Leistung und den Verbrauch, das Verhältnis der Transformatoren, die Eichkonstanten der Instrumente und eine Reserve für die festen arithmetischen Werte. Dadurch kommt man rasch auf 50 Millionen Dezimalzahlen, welche in den Rechenpeicher eingeführt werden sollten. Unter diesen Umständen muss die Nachfrage über weitere Belastungseinzelheiten, wie sie in kürzeren Integrationsperioden erhältlich wären, vorerst gerechtfertigt werden.

integrierten Belastung ermitteln; diese Angaben müssen jedoch auf Lochkarten oder -streifen übertragen werden. Man hat ebenfalls eine optische Wahrnehmung der Zeichen vorgeschlagen, doch bedingt dies eine recht komplizierte und teure Lesevorrichtung, sofern nicht eine ganz genaue Registrierung dieser Zeichen vorausgesetzt wird. Mit Hilfe von automatischen Vorrichtungen können Linien der schreibenden Registriergeräte optisch gelesen werden³⁾, doch darf man die Vertrauenswürdigkeit eines solchen Verfahrens mit Hilfe der gebräuchlichen Methoden ernsthaft bezweifeln. Ein Streifen kann an Ort und Stelle gelocht werden und durch den in Frankreich entwickelten Streifenförderer [1] direkt in die Rechenmaschine eingesetzt werden. Diese Methode eignet sich für industrielle Bezüger sowie für die Haushaltabnehmer, sofern diese über einen individuellen Schaltschrank verfügen, so dass sie nicht durch den damit verbundenen Lärm belästigt werden. Gewöhnlich aber wird die Verlegung der magnetischen Registrierinstrumente an einen ruhigen Ort empfohlen.

In Grossbritannien, Frankreich und Belgien wurden kürzlich magnetische Registriergeräte zur Belastungsforschung entwickelt, und seit einigen Jahren werden nach dem gleichen Prinzip gebaute Instrumente in den Vereinigten Staaten benutzt [2]. Diese Instrumente sind in den Fig. 4, 5, 6 und

³⁾ Die geringeren Schwankungen unterworfenen graphischen Darstellungen der Spannung bieten weniger Schwierigkeiten als die graphische Darstellung der Belastung der Haushaltabnehmer.

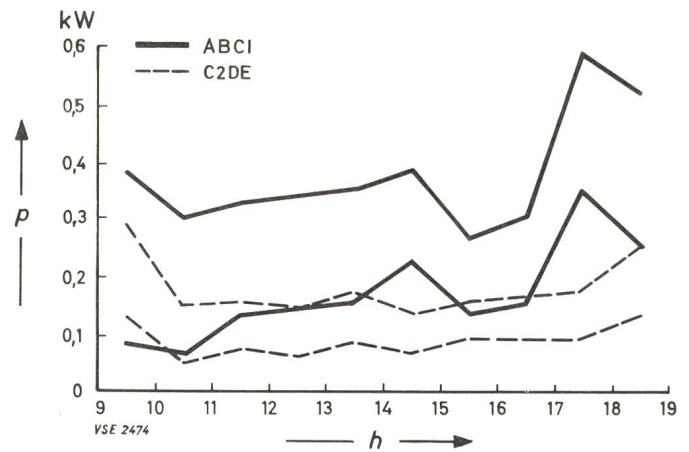


Fig. 3

Vertrauensgrenzen für 95 % der mittleren Heizungsbelastung pro Haushalt in den Aufenthaltsräumen der Kategorien A, B, C1 und C2, D, E (England und Wales)

7 dargestellt. Die amerikanischen Instrumente wurden auch von der ENEL in Italien angewendet [3].

Alle diese Registriergeräte ermöglichen eine numerische Registrierung auf einem Magnetband. Die Impulse werden von einem Kilowattstundenzähler abgegeben, der mit Kontakten oder optischen Vorrichtungen zur Verminderung der Reibung ausgerüstet ist. Jeder Impuls bildet einen bekannten Teil einer kWh, und sämtliche Impulse werden durch die Umkehrung des Magnetflusses auf eine oder einige Bah-

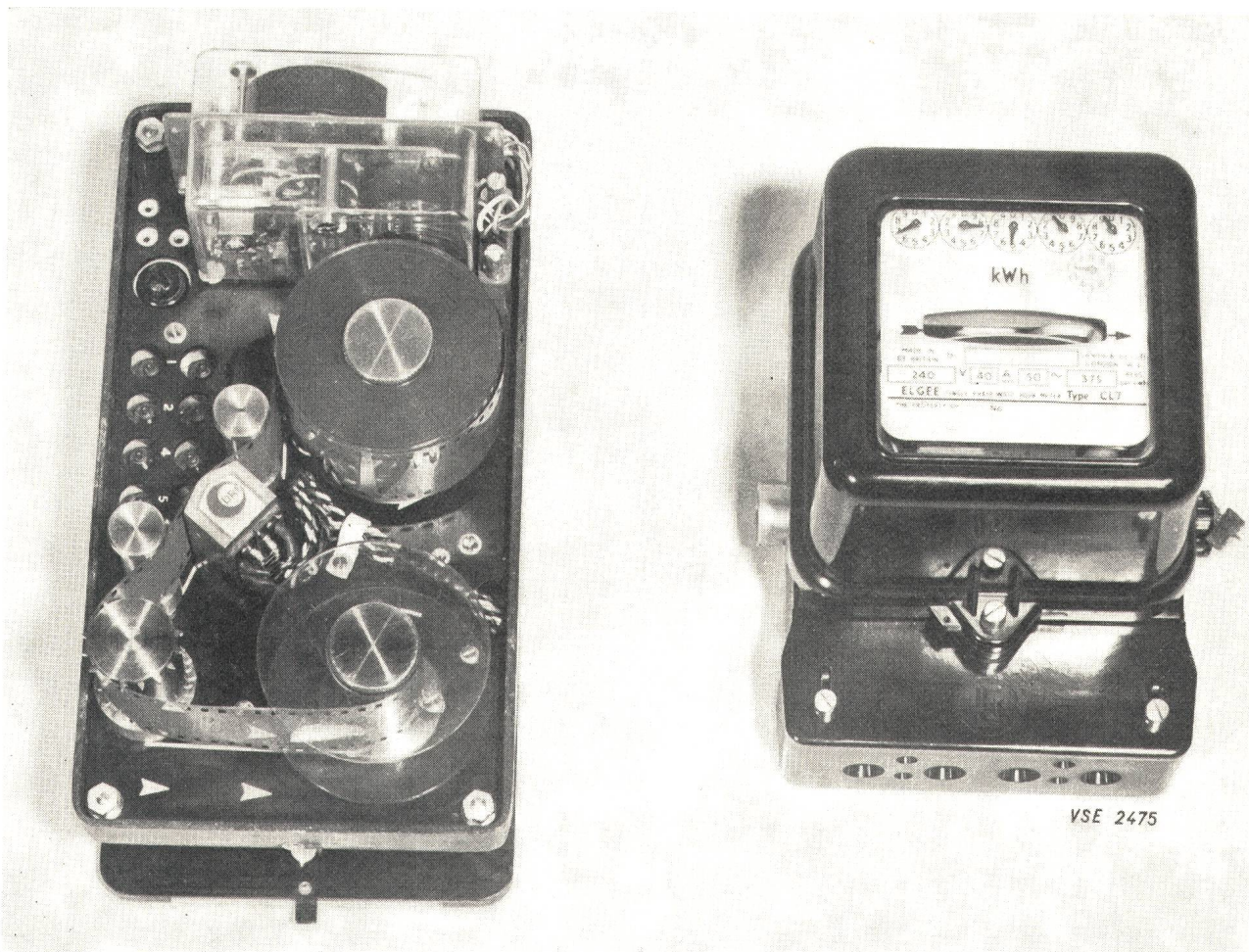


Fig. 4

In England für die Belastungsforschung benütztes Registriergerät mit Magnetband der Firma «Data Recording Instrument Company» in Staines

nen registriert, wobei Schlüssel benützt werden, welche von der Auslegung des Flussdiagramms auf den einzelnen Bahnen abhängen. Dagegen scheinen ganz einfache Impulzzählungen noch eher benützt zu werden.

Die französischen und belgischen Registrierinstrumente verfügen über Bänderrahmen, während die englischen und amerikanischen Instrumente separate Spulen für die Ab- und Aufwicklung der Magnetbänder benützen, welche vom Operateur beim Einsetzen des Bandes eine gewisse Geschicklichkeit erfordern.

Verschiedene Lösungen wurden für den Fall einer Unterbrechung des Speisestromes des Registrierinstrumentes vorgesehen, um damit dem Benützer mitzuteilen, dass die Registrierung an dieser Stelle verfälscht ist und entweder nicht berücksichtigt oder wenigstens anders ausgewertet werden soll. Bei den britischen Registriergeräten wird das Band während der Unterbrechung angehalten, während eine mit einer Batterie betriebene Uhr die Unterbrechungsdauer angibt oder bei einem neuen Stromanschluss den Operateur durch eine Markierung informiert, dass die an diesem Tage vorgenommene Aufzeichnung ungültig sei. Bei den französischen und den belgischen Registriergeräten wird das Band durch eine Reservebatterie weiterhin abgerollt.

Die Datenregistrierung kann selbstverständlich recht verschiedenartig gelöst werden. Ausser den amerikanischen Registriergeräten verfügt man jedoch diesbezüglich nur über eine auf wenige Jahre beschränkte Erfahrung. Sobald man einmal besser darüber orientiert sein wird, muss man die Zweckmässigkeit dieser Registriergeräte nicht nur als Messgeräte, sondern auch als integrierenden Bestandteil eines weitläufigen Systems der Sammlung, Aufzeichnung und Bewertung der Daten beurteilen.



Fig. 5

Von der Electricité de France entwickeltes Magnetbandgerät der Firma Siden in Paris für die Belastungsforschung

Wie aus der Fig. 4 ersichtlich ist, werden gegenwärtig zirka 3000 magnetische Registriergeräte in Grossbritannien zur Erforschung der Belastung eingesetzt; diese Apparate verfügen über 5 Bahnen, wovon eine Bahn den Zeitangaben vorbehalten bleibt. Die Zeitangabe erfolgt durch eine batteriegespiene Uhr, so dass irgendeine Unterbrechung des Netzes nicht die gesamte Zeitaufnahme beeinträchtigen kann, wie dies bei den ausschliesslich mit dem Netz synchronisierten Geräten der Fall ist.

Am Monatsende wird jeweils ein neues Band eingesetzt und das bereits registrierte Band an das Auswertungszentrum geschickt, wo es mit Hilfe einer automatischen Vorrichtung gelesen wird, während die registrierten Impulse totalisiert werden, um damit die integrierten, 30minütigen Belastungen jedes ganzen Tages zu ermitteln. Die Registrierung wird automatisch chronometriert und datiert. Die derart gesammelten Daten erscheinen in Form eines Lochstreifens mit 300 Lochungen pro Sekunde und können unverzüglich in einer Rechenanlage ausgewertet werden.

Die Berechnungsunterlagen werden aktengemäss geordnet, um Nachforschungen über die chronologischen Belastungsdaten jedes Abnehmers zu ermöglichen. Die Daten können der Rechenanlage in irgendwelcher beliebigen Reihenfolge übermittelt werden und können recht unterschiedlichen Nachforschungen dienen.

Das Rechenprogramm ist in der Lage, den internen Gehalt der Daten zu prüfen und, sobald weitere Unterlagen über das betreffende Operationsgebiet eintreffen, werden diese Angaben entsprechend ergänzt. Die Akten werden ausserdem dermassen abgefasst, dass fehlerhafte Unterlagen jederzeit berichtigt werden können.

Die Auswertung der verstreuten Stichproben wird sofort ausgeführt und je nach den eintreffenden Veränderungen, wie gerade den fehlerhaften Anzeigen, korrigiert. Die Mittelwerte sämtlicher Daten, beispielsweise der gruppenmässigen Belastungen, werden nun für jeden Abnehmertyp unter Auswertung der Stichproben berechnet; die entsprechenden Ergebnisse werden anschliessend gespeichert, um dadurch für spätere Auswertungsprogramme verfügbar zu bleiben.

Impulzzähler

Das Registriergerät der Fig. 4 ist an einen Impulzzähler angeschlossen, welcher einen Impuls auslöst sobald der Haushaltabnehmer ein Zwanzigstel einer kWh verbraucht hat; für andere Benützer, wie beispielsweise die industriellen Abnehmer, werden höhere Impulswerte eingesetzt. Einer dieser Impulzzähler besitzt einen Drehmagnet, der mit der Zählerscheibe verbunden ist und in einiger Entfernung einen Messerschalter auslöst. Diese ebenso einfache wie kräftige Vorrichtung bewirkt nur eine geringe Reibung des Zählers. Es werden nicht nur einphasige Impulzzähler gebaut, sondern auch dreiphasige, mit drei oder auch vier Leitern.

Solche Impulzzähler sind ebenfalls für vor- oder nacheilende Blindenergie verfügbar; dadurch kann eine vollständige Messeinrichtung eingesetzt werden, sowohl bei den Speisepunkten des Netzes als auch bei den bedeutendsten industriellen Abnehmern, bei welchen die effektiven (oder wenigstens von den halbstündlichen Mittelwerten abhängenden) kVA nach den getrennten, aber synchronisierten aufgezeichneten Wirk- und Blindenergien berechnet werden können.

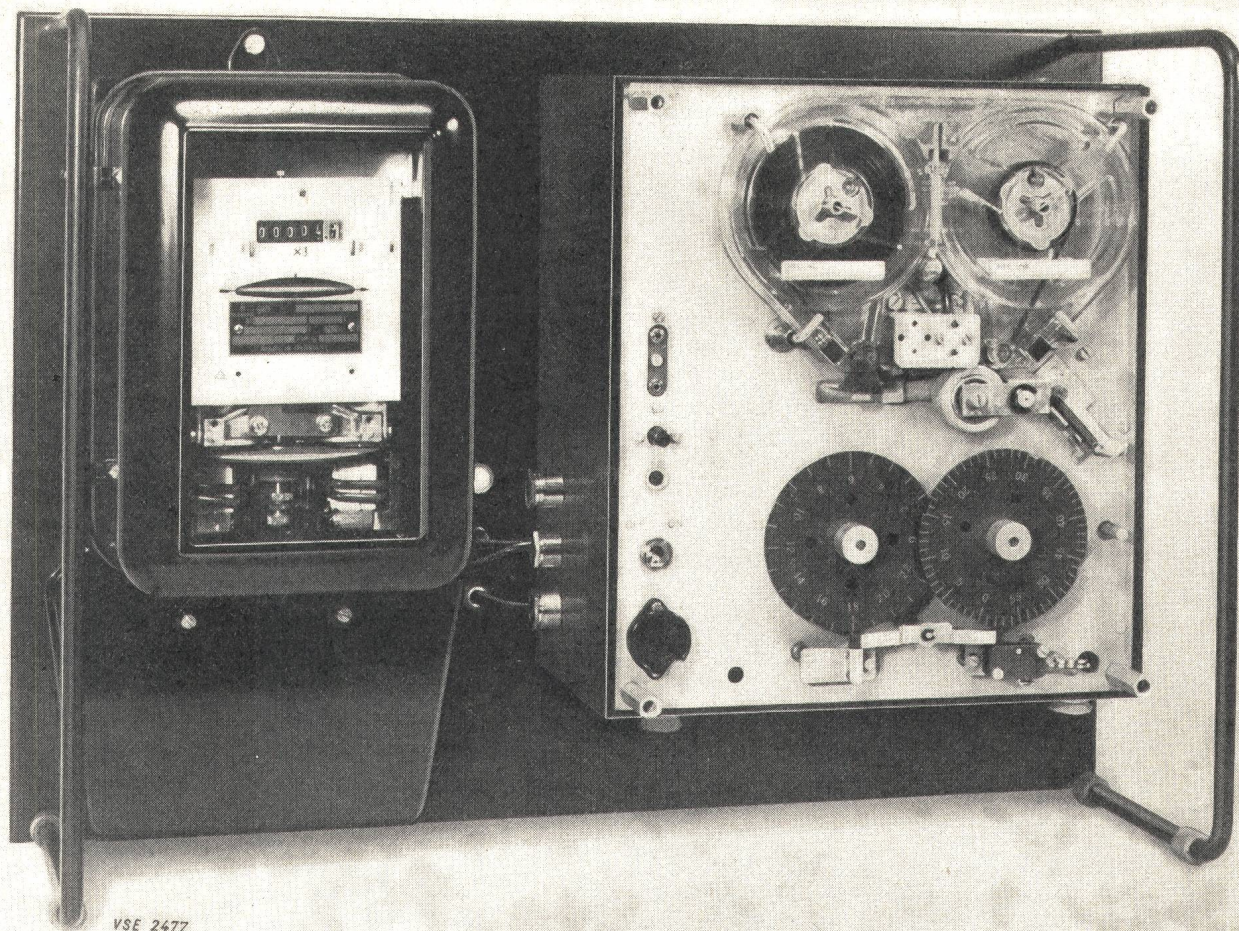


Fig. 6

Magnetbandgerät für die Belastungsforschung, das kürzlich von der Union des Exploitations Electriques en Belgique et Associés entwickelt und von den S. A. Ets. Carpentier in Kuurne gebaut wurde

nen. Das in den Vereinigten Staaten entwickelte Registriergerät wurde bereits in dieser Weise angewendet [4, 5].

Radio-Fernmessung

Ein sehr erfolgversprechendes System gestattet Fernmessungen mit Hilfe von ferngelenkten Impulsen auf den Leitungen des Netzes. Billige Telephoniesysteme, die solche Methoden benutzen, werden bereits verkauft; das Prinzip wurde auf Fernmessungen von Impulsen ausgedehnt, welche beispielsweise von einem Zähler des Warmwasserspeichers eines Abnehmers ausgesendet werden und dann auf einen eigens angeschlossenen Impuls-Empfänger geleitet werden. Dieses System bietet unter anderem den Vorteil, dass eine vom Abnehmer ausgeführte Unterbrechung der Stromzufuhr des Heisswasserspeichers keine Stromunterbrechung des Registriergerätes bedingt. Der Impulszähler und der Funkender könnten unter Umständen in Form eines sogenannten «bug» (eines halbautomatischen Senders) kombiniert werden, welcher beispielsweise hinter den elektrischen Heizkörper montiert würde. Infolge der raschen Fortschritte der Miniaturelektronik können solche zu Forschungszwecken benützten Vorrichtungen nicht mehr als unrentabel betrachtet werden.

Niederfrequenz-Fernmessung

Sämtliche der gegenwärtig in den verschiedenen Ländern entwickelten Methoden zur Fernablesung der Abnehmer-

zähler können durch eine zweckmässige und systematische Abfrage für die Erforschung der Belastung benützt werden. Bei einem kürzlich in der Schweiz entwickelten System wird jeder Abnehmer mit einem Schwingungsempfänger, einem Miniatur-Schwingungssender und einem entsprechend veränderten elektrischen Zähler ausgerüstet. Die Schalter des Zählers funktionieren ca. alle 2 bis 3 Stunden, beispielsweise bei einem Stromverbrauch von 5 kWh pro Haushalt. Ein zentral gelegener Schwingungssender (mit Tonfrequenz) sendet ein Anfragesignal das bei bis 200 Abnehmern pro Unterwerk einen Synchronmotor sowie einen solchen im Unterwerk in Gang setzt.

Der Schwingungssender jedes Abnehmers, d. h. die Multiplex-Zeitschaltung, übermittelt dem Unterwerk durch ein schwaches Signal die Stellung der Zählerschalter seit der letzten Anfrage. Der im Unterwerk eingebaute empfindliche Empfänger fängt diese Schwingungen auf, identifiziert jeden Abnehmer nach seiner zeitlichen Sequenz und sammelt die Angaben für die Registrierung oder für ihre unmittelbare Auswertung in einer Rechenmaschine. In diesem Falle handelt es sich selbstverständlich um eine hochentwickelte Ausrüstung, doch kann auch jede billigere Methode der Fernmessung und Fernablesung für die Belastungsforschung ausgebaut werden.

In diesem Falle würde eine feste Stichprobe benützt. Solche Methoden scheinen recht vielversprechend, dies um so

mehr, als ja jeder Abnehmer nach der Installation des Apparates nicht mehr gestört werden muss. Der Abnehmer soll aus diesem Grunde nicht nach ein oder zwei Jahren wegen zu häufiger Störung seiner Privatsphäre aus der Probeliste gestrichen werden müssen.

Andere Methoden

Statt Registriergeräte zu benutzen, kann der Abnehmer (mit oder ohne Entschädigung) zur Mitwirkung an den verschiedenen Methoden der Belastungsforschung veranlasst werden. Man kann ihn beispielsweise bitten, den Zähler jeden Tag zur gleichen Stunde abzulesen. Der Verfasser hat kürzlich einige Versuche dieser Art zur Messung der Belastung durch die elektrische Raumheizung unternommen. Im Januar 1965 wurden in vier englischen Stätten insgesamt 200 Hausfrauen ⁴⁾, welche eine elektrische Raumheizung besitzen, zu diesem Zweck angeworben. Sie wurden gebeten, während sechs Wochen den viertelstündlichen Stromverbrauch der Heizung in ein Register einzutragen. Jeder Apparat trug eine Erkennungsmarke mit seiner kW-Belastung bei der Einschaltung, und jeder Raum war im Register eingetragen. Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, dass die ca. 15 Millionen Familien in England und Wales während Januar-Februar 1965 ca. 38 500 MW für die elektrische Raumheizung aufgewendet haben. Von dieser Leistung entfielen zirka

8500 MW auf die wichtigsten Aufenthaltsräume, fast ebensoviel auf die anderen gemeinsamen Räume, und mehr als 12 000 MW auf die einzelnen Zimmer. Die Belastungsspitze ereignete sich während den Wochentagen am Abend mit einem Belastungsfaktor von 0,2, was einer Benützung von einem von 5 installierten kW entspricht. Beim normalen Zeitpunkt der Spitzenbelastung des Netzes während eines Wochentages betrug der Belastungsfaktor 0,14, was der Inanspruchnahme von einem von 7 installierten kW entspricht sowie einer Belastung durch die elektrische Raumheizung von 5600 MW.

Bei anderen immer ohne Registriergeräte durchgeführten Ermittlungen wurden insgesamt 4000 wöchentliche Umfragen ⁵⁾ bezüglich der am Vortag um 17.30 Uhr erfolgten Raumheizung ausgewertet, was während der Winterperiode 1964...1965 eine Leistungseinschätzung von 5800 MW ergab. Diese Schätzung stützt sich auf die Angaben der befragten Personen und schwankt je nach der Zusammensetzung der täglichen Stichproben; sie bezieht sich also unter Vorbehalt der obenerwähnten Einschränkungen auf zeitliche Serien, die von einer Serie freier Stichproben abgeleitet wurden. Zur Ermittlung einer sicheren Schätzung wurde ein Streudiagramm gemäss der Fig. 7 aufgestellt, in welchem die Belastung in Abhängigkeit der Temperatur ersichtlich ist. Dieses Verhältnis ergab $p = 5,8 - 0,11 (T - 32)$ tausend MW, wobei T in Grad Fahrenheit ausgedrückt wurde.

⁵⁾ Diese Frage wurde zufälligerweise bei einer Besprechung anderer Themen aufgeworfen.

⁴⁾ Diese 200 Hausfrauen sollen nicht mit den Angaben der Fig. 3 verwechselt werden. In diesen beiden Fällen wurden ganz verschiedene Stichproben und Techniken benutzt.

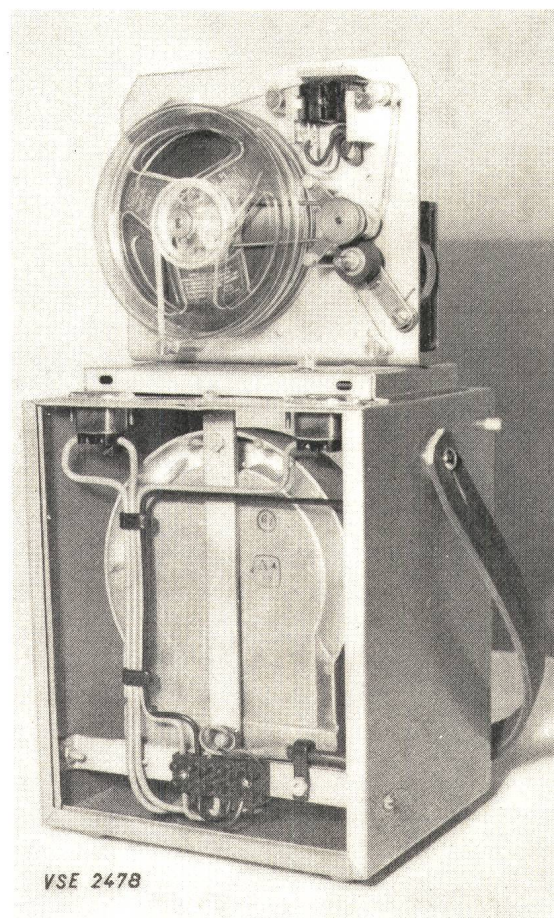
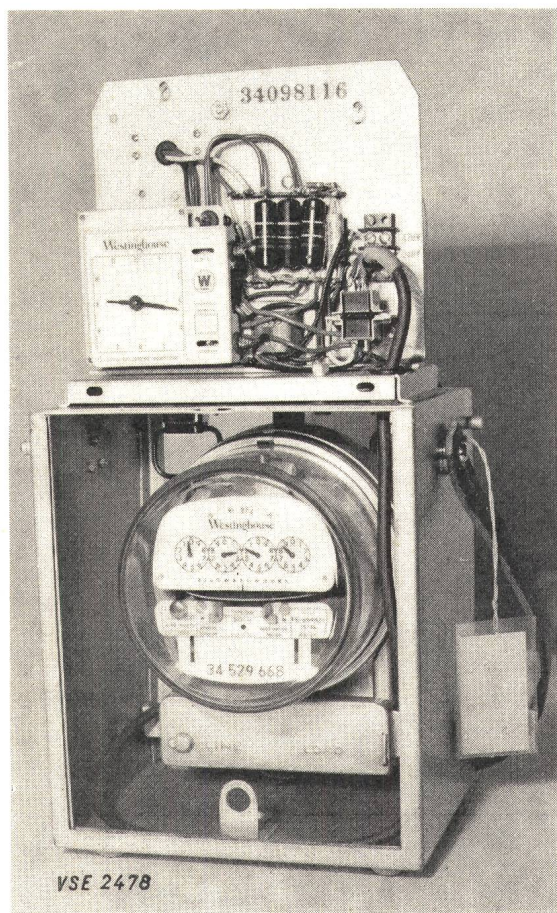


Fig. 7

Das seit langen Jahren in den Vereinigten Staaten für die Belastungsforschung benützte Magnetbandgerät der Firma «Westinghouse Electric Corporation»

Eine bei einigen hundert Abnehmern durchgeführte Schätzung mit Hilfe von Belastungs-Registriergeräten, welche an den Zuleitungen der elektrischen Heizung angeschlossen wurden, ergab einen zusätzlichen Stromaufwand von 5600 MW für die Zeitdauer von 17 bis 17.30 Uhr während den Kälteperioden. Wie aus diesen Angaben ersichtlich ist, konnten die Schätzungen mit und ohne Registriergeräte doch einigermaßen in Einklang gebracht werden.

Zusammenfassung der Angaben

Nach der Beendigung der Untersuchungen sowie der Sammlung und der Umformung der Daten zwecks ihrer systematischen Einführung in die Rechenanlage stellt sich nun die Frage einer zweckmässigen Umwandlung dieser recht erheblichen Datenmenge in einige bedeutungsvolle Zahlen der wirtschaftlichen Auswertung. An sich bleibt die Belastungsspitze freilich weniger bedeutungsvoll, als man es annehmen dürfte, da dieser Wert ja grösseren Fehlern bezüglich der Probenauswahl und der zufälligen Schwankungen ausgesetzt ist. Gewöhnlich sucht man stabilere Werte, welche in irgendeiner Weise mit der normalen Belastung in Beziehung stehen sowie mit den normalen klimatischen Verhältnissen oder auch mit den Risiken stärkerer Belastungen. Man wird aber rasch einsehen müssen, dass eine einzige Zahl an sich nicht viel bedeutet und dass die Benützungsfrequenzen der Belastung für folgende Merkmale (der einzelnen Haushalte) unentbehrlich sind:

- der jährliche Stromverbrauch,
- die Zusammensetzung der installierten Leistung,
- die Eigenschaften der Apparate,
- der zur Raumheizung benützte Brennstoff,
- der soziale Rang,
- die Art der Raumbesetzung,
- der Charakter des Hauses,
- die Grösse des Hauses,
- das Alter des Hauses,
- das Alter der Hausfrau,
- die Anzahl der diesem Haushalt zugehörigen Personen,
- die Aussentemperatur,
- die Beleuchtung,
- die Windstärke,
- der entsprechende Wochentag.

Ein grosser Teil der in Grossbritannien unternommenen Belastungsuntersuchungen wird gegenwärtig im Sinne einer Koordinierung und Zusammenfassung der Ergebnisse untersucht. Am meisten Erfolg versprechen die Methoden einer mehrfachen Regression, bei welcher die Belastung in Abhängigkeit der Wochentage, der Temperatur, der Windstärke und der Beleuchtung während jeder halben Stunde analysiert wird. Sobald sich die verfügbaren Daten auf eine Anzahl von Jahren erstrecken, verspürt man das Bedürfnis, automatische Tendenzanzeiger zu entwickeln. Mangels solcher automatischen Methoden fällt es ausserordentlich schwer, aus dieser Masse von Daten brauchbare Hinweise auf die bedeutsamen Veränderungen im Laufe der Jahre zu ermitteln.

Organisation

Das Programm der Belastungsforschung muss sehr sorgfältig aufgestellt werden. Es ist unter anderem vollkommen zwecklos, den technischen und statistischen Problemen eine

zu starke Bedeutung beizumessen, da ja die meisten Schwierigkeiten mit einiger Überlegung gelöst werden können. Dagegen muss der Zweck der Untersuchungen genau abgeklärt werden und nicht durch spätere, nebensächliche Überlegungen kompliziert werden. Man kann dabei leicht zusätzliche Informationsquellen ermitteln, welche vielleicht in gewissen Fällen ganz nützlich sind, aber die Untersuchung auch durch Überlastung zum Scheitern verurteilen.

Bei der Benützung von Registriergeräten muss man unbedingt über die erforderlichen Angaben bezüglich ihrer Installation, ihres Betriebes und ihres Unterhalts verfügen. Man benötigt ebenfalls Fragebogen zur Eintragung der Anlageeinzelnheiten des Abnehmers und die Benützung der verschiedenen Brennstoffe sowie an die Buchhaltung gerichtete Fragebogen für die Angaben über den jährlichen Stromverbrauch und den angewendeten Stromtarif.

Bezüglich des Eingriffes der Zentralverwaltung in die Untersuchungen an einer bestimmten Ortschaft bestehen zwei Extremfälle der Belastungsforschung: Im ersten Fall wird die Untersuchung durch die Zentralverwaltung durchgeführt, so dass deren Personal ständig versetzt werden muss. Im anderen Fall, bei welchem die Untersuchungen ferngelenkt werden, müssen Formulare und Instruktionen von aussergewöhnlicher Klarheit und Eindeutigkeit benützt werden.

Vom Standpunkt des Verfassers aus betrachtet beschränkt sich die beste Methode auf einen minimalen Eingriff der Zentralverwaltung, der gerade dem Einsatz der Untersuchung genügen dürfte. Diese Methode erweckt auf längere Sicht ein höheres Interesse an dieser Untersuchung. Die Auswahl der Stichproben muss aber der zentralen Kontrollstelle vorbehalten bleiben, um das Risiko einer unbewussten Fälschung der Stichproben durch das örtliche Personal auszuschalten.

Die minimal erforderliche Belegschaft für zwei oder drei jährliche Belastungsuntersuchungen sollte folgende Spezial-

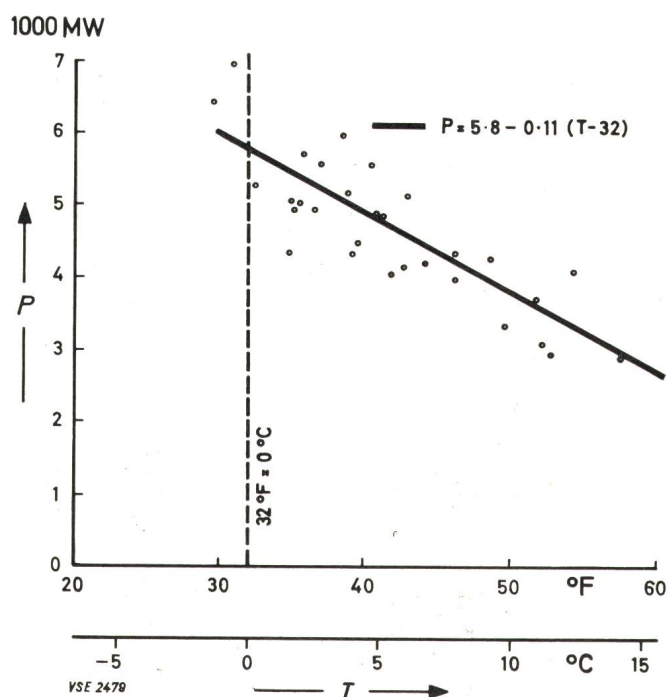


Fig. 8
Verhältnis der Temperatur zur Belastung um 17.30 Uhr vom Dezember 1964 bis März 1965. (England und Wales)

listen umfassen: einen Ingenieur, einen Statistiker oder Mathematiker sowie ein oder zwei statistisch begabte Angestellte. Dieses Personal könnte bei der Programmierung der Rechenanlagen und der Lagerkontrolle behilflich sein und bei den Arbeiten im eigentlichen Operationsfeld nur in beschränktem Masse eingreifen.

Referenzen

- [1] Utilisation des codeurs perforateurs à E.D.F. Résultats de la première expérimentation. Electricité de France, 26 octobre 1964.
- [2] Manual of Procedure for Load Surveys (Second Edition). Prepared by a special sub-committee of the Load Research Committee, Association of Edison Illuminating Companies.

- [3] U. Beltrami et L. Bernardini. Systems of Continuous Measurement of the Loads of Groups of Consumers. Report No. 34. Proceedings of the 63rd Annual Meeting of the A.E.I. Ischia, 30 septembre—6 octobre 1962.
- [4] A. J. Keen et C. Morrison. Monitoring of Substation Loads and Voltages Using a Four-Track Magnetic Tape Recorder. The Potomac Edison Company, Pennsylvania. 29—30 octobre 1964.
- [5] C. J. Snyder et D. D. Weers. Magnetic Tape Records Power. Westinghouse Electric Corporation, Raleigh, N. C. Publié dans Electrical World, 23 août 1965.
- [6] A. Spälti. Ein Verfahren für die Fernablesung von Zählern unter Verwendung des Starkstromnetzes. SEV Bulletin, 30. April 1966.

Adresse des Autors:

J. G. Boggis, Head of Load Cost and Market Research Section Commercial Department, The Electricity Council, 59 Chigwell Park Drive, Chigwell, Essex, England.

Die Konfrontation der Elektrizitätswirtschaft mit dem Postulat der Einführung der elektrischen Raumheizung in der Schweiz

Mitgeteilt durch die *Bernischen Kraftwerke AG*, Bern

Die Diskussion über die elektrische Vollraumheizung ist in vollem Gange, was bei der Wichtigkeit dieses Problemkreises nicht zu verwundern ist. Diese Diskussion zeigt auch, dass die Verantwortlichen der Elektrizitätswirtschaft das Für und Wider ernsthaft überlegen und versuchen, allgemeine Grundsätze herauszuarbeiten. Wir freuen uns, heute eine Stellungnahme der Bernischen Kraftwerke AG zu veröffentlichen, und wiederholen unsere Aufforderung, die «Seiten des VSE» für die objektive Auseinandersetzung um diese Frage zu benutzen.

Die Redaktion

Seit die Elektrizität Allgemeingut geworden ist, hat kaum eine Anwendung in technischer, wirtschaftlicher und finanzieller Hinsicht ein solches Interesse hervorgerufen wie die elektrische Vollraumheizung. Die mit der teilweisen Einführung oder zumindest mit der Zulassung dieser Anwendung auftretenden Probleme sind derart vielschichtig und komplex, dass sie unmöglich nur aus einem einzigen Blickwinkel heraus betrachtet werden dürfen, z. B. nur aus der Sicht der Produktion oder allein von absatzwirtschaftlicher Warte aus. Vielmehr ist es für eine wirklich objektive Betrachtung unerlässlich, die Probleme in ihrer Gesamtheit zu studieren und zu beurteilen. Gerade weil die möglichen Auswirkungen auf die verschiedensten Bereiche einer Elektrizitätsgesellschaft derart umfassend sind, handelt es sich nicht mehr nur um Sach- oder Zweckmässigkeitsfragen, sondern auch um Fragen der langfristigen Geschäftspolitik.

Noch vor kurzem wurde in der Schweiz die elektrische Energie fast ausschliesslich in hydraulischen Zentralen erzeugt. Diese Kraftwerke liefern grosse Energiemengen im Frühjahr und im Sommer zur Zeit der Schneeschmelze. Die im Winter erzeugte Energie dagegen stammte zur Hauptsache aus Speicherkraftwerken und nur zum kleineren Teil aus Laufwerken. In den letzten Jahren stieg der Preis der Energie aus hydraulischen Kraftwerken beträchtlich, bedingt durch die erhebliche Baukostenteuerung und die starke Verteuerung der Finanzierungskosten. Dass sich die Elektrizitätsgesellschaften unter diesen Umständen nicht zur Freigabe der elektrischen Heizung entschliessen konnten, kann nicht verwundern, wenn man weiss, dass ein nicht unwesentlicher Teil der Nachtenergie während der Heizperiode aus Speicherkraftwerken stammt.

Mit der Inbetriebnahme von Brennstoff- und Kernkraftwerken tritt die schweizerische Elektrizitätswirtschaft in ein neues Stadium ein. Ein genügend wirtschaftlicher Einsatz solcher Zentralen setzt deren durchgehenden Betrieb mit möglichst guter Auslastung voraus. Nun kann zwar die ge-

samte Tagesproduktion solcher Kraftwerke ohne weiteres im allgemeinen Netz (Haushalt, Gewerbe und Industrie) abgesetzt werden, nicht aber die Nacht- und Wochenendenergie. In der Tat ist die Tageshöchstlast etwa doppelt so hoch wie die nächtliche Mindestbelastung. Um den Betrieb thermischer Zentralen noch wirtschaftlicher zu gestalten, muss für eine ausgewogene Nachtbelastung gesorgt werden. Da auch die Übertragungs- und Verteilnetze für die höchste auftretende Tagesbelastung bemessen sein müssen, liegt es nahe, für die anfallende Nachtenergie nach Abnehmern Ausschau zu halten, die eine bessere Ausnutzung sowohl der Produktions- als auch der Transportanlagen während der bisherigen Schwachlastzeiten und dadurch eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen bewirken.

Eine ideale Lösung zur Erhaltung einer ganzjährigen, ausgeglichenen Nachtbelastung wäre der Elektroboiler, da der Heisswasserbedarf im Sommer beinahe ebensogross ist wie im Winter. Leider erwuchs ihm in den letzten Jahren durch die Ölheizungen mit kombinierter Warmwasserbereitung ein sehr starker Konkurrent. Aus diesem Grunde und um dem Problem der Nachtbelastung auch auf andere Art zu begegnen, haben sich in letzter Zeit verschiedene Elektrizitätswerke den Möglichkeiten der elektrischen Raumspeicherheizung zugewandt. Diese Heizungsart erlaubt die nächtliche Aufladung und die Wärmeabgabe während der Tagesstunden. Zwar ist die Benützungsdauer der elektrischen Speicherheizung nicht sehr gross, aber die Leistung zur Aufladung der Heizkörper wird ausserhalb der Starklastzeiten der Kraftwerke und des Netzes beansprucht. Aus diesem Grunde lässt sich die Gesamtbenützungsdauer dieser Anlagen mit Hilfe der elektrischen Speicherheizung wesentlich verbessern.

In unserem Lande übersteigt der Winterenergiebedarf den Bedarf im Sommer. Dazu kommt die Tatsache, dass die Flusskraftwerke während des Winters infolge des mangelnden Zuflusses nur einen Bruchteil ihrer Normalproduktion abzugeben vermögen. Aus diesem Grunde wurden die Speicherkraftwerke erstellt, die sowohl den Wintermehrbedarf des Netzes als auch die Minderproduktion der Flusskraftwerke ausgleichen. Im Sommer verfügen wir zeitweise sogar über gewisse Überschüsse. Neue Kraftwerke müssen besonders zur Deckung des Winter- und vor allem des Tagesenergiebedarfs eingesetzt werden.

Dank der zwischen den schweizerischen Elektrizitätsgesellschaften abgeschlossenen Energielieferungsverträge darf