

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 53 (1962)
Heft: 16

Rubrik: Aus den Arbeiten des Unterausschusses für die Analyse der Belastungskurven der UNIPEDE

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: 17.02.2026

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

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Aus den Arbeiten des Unterausschusses für die Analyse der Belastungskurven der UNIPEDE *)

Von Ch. Morel, Feldmeilen

621.311.153.2 : 061.2(100) UNIPEDE

In einer kurzen Einleitung wird das Arbeitsprogramm des Unterausschusses skizziert, das nach den Verhandlungen am Lausanner Kongress aufgestellt wurde. Aus diesem Programm sind zunächst zwei Themen aufgegriffen worden, die ausführlicher behandelt wurden: die mathematische Methode der mehrfachen Regression in ihrer Anwendung zur Zerlegung der Belastungskurven und das Problem der Gleichzeitigkeit der Belastung als Ganzes. Diese zwei noch theoretischen Studien sind als Einführung zu praktischen Untersuchungen gedacht, über die in der Folge berichtet werden soll. Die übrigen Programmpunkte — Begriffsbestimmungen, Hilfsgeräte und internationale Vergleiche — sind kurz erwähnt, bis der Unterausschuss sich eingehender damit befassen kann.

Dans une brève introduction l'auteur esquisse le programme d'activité du Sous-Comité arrêté à la suite des délibérations du Congrès de Lausanne. De ce programme, le Sous-Comité a retenu deux thèmes qu'il a développés en vue du présent Congrès: la méthode mathématique dite «de régression multiple» dans son application à l'analyse des courbes de charge et le problème de la diversité de la charge considéré dans son ensemble. Ces deux études, encore théoriques, seront suivies de réalisations pratiques qui feront l'objet de communications ultérieures. Les autres points du programme — définitions, auxiliaires et comparaisons internationales — sont rappelés succinctement en attendant que le Sous-Comité puisse les examiner de façon plus détaillée.

I. Einleitung

Im Bericht, der 1958 dem Kongress in Lausanne vorgelegt wurde (Bericht Nr. VIII A) ist versucht worden, in bezug auf die Analyse der Belastungskurven — mit Einschluss des Problems der Gleichzeitigkeit, die mit der zur Diskussion stehenden Frage eng verbunden ist — eine Standortbestimmung vorzunehmen und gleichzeitig ein Programm für die Zukunft aufzustellen. Seither ist der Unterausschuss — vor allem auf Grund der Aussprache am Kongress selbst — an die Aufgabe, die er sich gestellt hatte, herangetreten. Als erster Schritt hat er zwei Fragen herausgegriffen, deren Studium er als vordringlich erachtet. Später sollen weitere Fragen aus diesem Gebiet behandelt werden, die den Betriebsinhaber beschäftigen.

Das in Lausanne entworfene Programm umfasste folgende Punkte:

- Begriffsbestimmungen;
- Methoden;
- Hilfsgeräte;
- Gleichzeitigkeit;
- Internationale Vergleiche.

Von diesen Punkten sind diejenigen der Methoden und der Gleichzeitigkeit gewählt worden, die je Gegenstand eines Einzelberichtes sind.

II. Begriffsbestimmungen

Das Verzeichnis, das unserem letzten Bericht beigelegt war und ein Dutzend Begriffsbestimmungen in vier Sprachen umfasste, hat zu keinen Bemerkungen Anlass gegeben. In mehreren Ländern durch Vermittlung der Fachzeitschriften der Elektrizitätswirtschaft verbreitet, sind diese Definitionen dazu berufen, bei künftigen Studien auf diesem Gebiet wertvolle Dienste zu leisten und das Verständnis dieser Studien zu erleichtern. Es ist zu hoffen, dass die Fachleute, die sich mit den Problemen der Belastung und der Gleich-

zeitigkeit zu befassen haben, sich in Zukunft an diese Definitionen halten werden, um die immer vorkommenden Missverständnisse auf ein Mindestmass herabzusetzen. Nebenbei sei noch bemerkt, dass die neuen Begriffsbestimmungen der zweiten Auflage der vom Statistikausschuss herausgegebenen «Nomenklatur» einverleibt werden sollen.

III. Methoden

Die den vorangehenden Kongressen vorgelegten Berichte haben gezeigt, dass es verschiedene Methoden zur Analyse der Belastungskurven gibt und dass je nach den Gesichtspunkten zwischen analytischen und synthetischen Methoden oder zwischen mathematischen und experimentellen Methoden unterschieden werden kann. Es wurde festgestellt, dass die analytischen Methoden in der Regel leichter anzuwenden sind und dass sich unter diesen die mathematischen Methoden, die keiner speziellen Apparatur bedürfen, einer steigenden Beliebtheit erfreuen, insbesondere diejenige der «mehrfachen Regression». Aus den vielen durchgeführten Untersuchungen geht hervor, dass die Anwendung dieser Methode oft auf Schwierigkeiten stösst, und dass gewisse Bedingungen erfüllt sein müssen, wenn sie zum Erfolg führen soll.

Aus diesem Grunde hat es der Unterausschuss für zweckmässig erachtet, die Frage näher zu prüfen, und er hat damit eine von Herrn Védère präsidierte Arbeitsgruppe betraut. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist im Bericht Nr. VIIIa-1 wiedergegeben. Dieser verfolgt einen doppelten Zweck: Einerseits soll er allen Ingenieuren zeigen, dass allgemein zugängliche mathematische Methoden eine optimale Auswertung der aus dem Betrieb erhältlichen statistischen Unterlagen ermöglichen. Andererseits will er die verantwortlichen Leiter der Unternehmungen davon überzeugen, dass es in ihrem Interesse liegt, die zur praktischen Anwendung dieser Methoden nötigen, bescheidenen Geldmittel bereitzustellen.

Nach einer kurzen Einleitung legt der Verfasser in knappen Zügen das Grundsätzliche der Regressions-

*) Kongress UNIPEDE Baden-Baden 1961. Generalbericht des Präsidenten des Unterausschusses für die Analyse der Belastungskurven der UNIPEDE. Bericht VIII a.

methode dar, um die wichtigsten Anwendungsmöglichkeiten zu beschreiben: Die Analyse der Belastung und die Analyse des Verbrauchs. Je nach Wahl der unabhängigen Variablen wird die Rechnung zu einer Zerlegung der abhängigen Variablen (Belastung oder Verbrauch) in der Zeit oder nach geographischen Zonen (bzw. im Raume) führen. Diese Wahl übt übrigens einen starken Einfluss auf das Ergebnis der Analyse aus und muss deshalb besonders sorgfältig überlegt werden. Ein ganzes Kapitel ist der Gültigkeit der Ergebnisse, den das Ergebnis beeinflussenden Faktoren und Annahmen sowie der (theoretischen und experimentellen) Nachprüfung der Gültigkeit gewidmet.

Es scheint uns angezeigt, hier die hauptsächlichsten Schlussfolgerungen des Berichtes zu wiederholen, um sie zu unterstreichen:

«Zu Anfang unseres Berichtes haben wir gesagt, dass der Ingenieur immer bestrebt sein muss, die statistischen Elemente die ihm zur Verfügung stehen, möglichst gründlich auszuwerten. Es ist für uns klar, dass dieser Geist den ganzen Betrieb durchdringen soll. Einige unbedeutende Schwierigkeiten, die der Ingenieur zunächst überwinden muss, um das Problem anpacken zu können, lassen ihn jedoch oft zögern und glauben, er sei für solche Untersuchungen ungenügend vorbereitet, während die ausgebildeten Statistiker ihrerseits — durch andere Aufgaben voll beansprucht — keine Zeit finden, sich mit den grundwissenschaftlichen Problemen zu befassen.

Ein Ziel dieses Berichtes war, zu zeigen, dass diese Schwierigkeiten für einen Ingenieur minim sind. Einzig die Prüfung der Gültigkeitskriterien verlangt unter gewissen Gesichtspunkten einige, dem Statistiker wohl geläufige Überlegungen, die aber dem Nichtspezialisten anfänglich doch etwas Kopfzerbrechen verursachen. Wir unterstreichen also gerne — ohne natürlich das Interesse jedes Ingenieurs an den statistischen Methoden zu verkennen — dass für die Lösung des Problems elementare Kenntnisse der mathematischen Statistik genügen.

Im gleichen Sinne möchten wir darauf hinweisen, dass viele Untersuchungen einfach sein und keiner mechanischen Hilfsmittel (z. B. Lochkarten) bedürfen werden.

Schliesslich wollen wir nicht vergessen, dass viele andere Probleme der Elektrizitätswirtschaft mit dieser Methode angepackt werden können: wir denken, dass die Analyse der Belastung oder des Verbrauchs, wie wir sie dargestellt haben, als bestes Beispiel dafür gelten kann. Wir hoffen, dass sich dieser Forschungsgeist, der in der "operational research" seinen Ausdruck findet, mit der Zeit allgemein durchsetzen wird.»

IV. Hilfsgeräte

Die mathematischen Methoden gestatten ohne kostspielige Geräte auszukommen, was einen ihrer wesentlichen Vorteile darstellt. Anders verhält es sich mit den experimentellen Methoden, für deren Anwendung oft komplizierte und teure Messapparaturen erforderlich sind. Es scheint uns deshalb nützlich, zu prüfen, ob es nicht möglich wäre, mit einem Mindestaufwand zu befriedigenden Ergebnissen zu gelangen.

Das für diese Untersuchungen geradezu prädestinierte Gerät ist zweifelsohne der Zähler. Mit wenigen,

unbedeutenden Änderungen kann dieses Instrument in vielen Fällen wertvolle Dienste leisten, besonders in Verbindung mit einer Rundsteueranlage oder mit Schaltuhren. Dieses Verfahren war bereits Gegenstand früherer Berichte.

Es gibt ferner auf dem Markte kleine, tragbare Registriergeräte, mit Streifen oder Scheiben, die sich leicht in einen Abnehmerkreis einbauen lassen; auf diese Weise können Einzelbelastungskurven aufgenommen werden (synthetische Methode).

Handelt es sich um Abnehmergruppen oder auch um einzelne Grossabnehmer, so können etwas teurere Apparate, wie der «Maxigraph» oder der «Maxiprint» verwendet werden, die ferngesteuert sein müssen, damit die Aufzeichnungen zeitlich übereinstimmen.

Bezüglich der komplizierten Apparaturen sei auf frühere Kongressberichte sowie auf den Aufsatz von *Strauch* (Bull. SEV, «Seiten des VSE», Bd. 50 (1959) Nrn. 25 und 26) hingewiesen.

V. Die Gleichzeitigkeit

Die Erscheinung der Gleichzeitigkeit bildet das zweite Thema, dem der Unterausschuss im Hinblick auf den Kongress von Baden-Baden seine Aufmerksamkeit geschenkt hat. Das Studium der Belastung, besonders die Analyse der Belastungskurven ist in der Tat ohne Kenntnis des Spiels der Gleichzeitigkeit kaum denkbar. Es ist sogar behauptet worden, die Elektrizitätswirtschaft lebe von der Gleichzeitigkeit. Ohne so weit zu gehen glauben wir, dass die Kenntnis der Gleichzeitigkeitsgesetze für die Betriebsführung lebenswichtig ist, und dass die Anwendung dieser Gesetze beim Studium der Belastung nur ein Teilgebiet dieses heute noch so wenig erforschten Fragenkomplexes darstellt.

Unter der Leitung von Herrn Marciani hat eine Arbeitsgruppe des Unterausschusses eine systematische Untersuchung angefangen, deren erste Ergebnisse im Bericht Nr. VIIa-2 enthalten sind. Dieser noch lückenhafte Bericht versucht, die Problemstellung zu präzisieren, eine Übersicht über die bisherigen Bemühungen auf diesem Gebiet zu geben, die von verschiedenen Fachleuten vorgeschlagenen Untersuchungsmethoden kritisch zu beleuchten und Schlussfolgerungen für die künftige Arbeit des Unterausschusses zu ziehen. Dieser verpflichtet sich dabei, im Hinblick auf den nächsten Kongress, auf internationaler Basis Studien in die Wege zu leiten, die den gleichen Gegenstand betreffen und sich der gleichen Methoden bedienen, um vergleichbare Unterlagen zu erhalten. Zunächst sollen die Untersuchungen auf die Stufe der Verteilung beschränkt und besonders auf die Haushaltabnehmer konzentriert werden. Es ist alsdann beabsichtigt, die Studien auf die gewerblichen Bezüger und später auf die in Niederspannung belieferten Industrieabnehmer auszudehnen. Hernach werden die Hochspannungsabnehmer an die Reihe kommen, und schliesslich soll noch die Rolle der Gleichzeitigkeit bei der Übertragung und der Erzeugung der Energie untersucht werden.

Der Bericht von Herrn Marciani schliesst mit der Behauptung, dass die Elektrizitätswirtschaft aus einer besseren Kenntnis des Spiels der Gleichzeitigkeit nützliche Lehren ziehen können. Das Studium der Gleichzeitigkeit sei als Hauptbestandteil der "operational research" in der Elektrizitätswirtschaft zu betrachten.

VI. Internationale Vergleiche

Es ist klar, dass die vom Unterausschuss angebahnten Untersuchungen nur in der Masse einen Wert haben werden, als sich ihre Folgerungen auf eine grosse Anzahl Messungen stützen können, die in mehreren Ländern durch Unternehmungen mit strukturell möglichst verschiedenen Absatzgebieten durchgeführt werden. Wir richten deshalb an alle Elektrizitätswerke der Mitgliedstaaten die Bitte, sie möchten sich an den Studien über die Gleichzeitigkeit beteiligen, indem sie Teiluntersuchungen übernehmen und deren Ergebnisse dem Unterausschuss zur Verfügung stellen, damit dieser aus den Einzelstudien eine Synthese machen kann, zum Nutzen der Elektrizitätswirtschaft als Ganzes.

VII. Schlussfolgerungen

Bereits haben wir die grossen Züge der für die nächsten Jahre vorgesehenen Arbeiten skizziert. Wenn bis heute unsere Studien eher theoretischer Natur waren, so hat dies seinen guten Grund: vor Inangriffnahme einer längeren Arbeit hat erst eine Lagebeurteilung

stattzufinden; dann müssen die zu erreichenden Ziele gesteckt und die sich hierfür am besten eignenden Methoden festgehalten werden. Wir befinden uns jetzt im «Stadium der Methoden». Unser nächster Schritt wird derjenige der Verwirklichungen sein. Wir beabsichtigen, dem nächsten Kongress die ersten Ergebnisse vorzulegen, vielleicht zunächst in beschreibender Form; wir werden uns aber bemühen, auch den tieferen Ursachen der festgestellten Änderungen nachzugehen, sei es bezüglich der Entwicklung der Belastungskurve, der Gleichzeitigkeitsfaktoren oder anderer Erscheinungen, denen wir im Verlaufe der vorgeesehenen Studien begegnen könnten.

Es liegt uns sehr daran, unseren Kollegen des Unterausschusses und der Arbeitsgruppen, insbesondere den beiden Berichterstattern, für die im Geiste schönsten Zusammenwirkens geleistete grosse Arbeit unseren besten Dank auszusprechen.

Adresse des Autors:

Ch. Morel, Ingenieur beim Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1.

Der Ausgleich in der Erzeugung, Weiterleitung und Verteilung von elektrischer Energie*)

Von E. Marciani, Mailand

621.31

Das Ziel dieses Berichtes ist es, die verschiedenen Aspekte der Gleichzeitigkeit¹⁾ in der Elektrizitätswirtschaft so vollständig wie möglich darzustellen.

Zunächst wird die grundsätzliche Bedeutung der Gleichzeitigkeit in allen Stufen der Elektrizitätswirtschaft behandelt; sodann werden die einzelnen Faktoren, die das Problem kennzeichnen, untersucht.

Der Bericht gibt einen Überblick über die verschiedenen angewandten Untersuchungsmethoden und betont, dass z. Zt. vom Unterausschuss für die Analyse der Belastungskurven der UNPEDE ein internationales Forschungsprogramm ausgearbeitet wird.

Le rapport a pour but d'exposer, de façon aussi complète que possible, les différents aspects du problème de la diversité dans l'industrie électrique.

Après avoir souligné l'importance essentielle du jeu de la diversité à tous les niveaux de l'exploitation électrique, il est procédé à un examen des éléments qui caractérisent le problème.

Le rapport passe en revue les différentes méthodes utilisées pour les études en question et précise qu'un programme de recherches sur le plan international est en cours d'organisation par les soins du Sous-Comité d'Etudes de l'Analyse des Courbes de Charge.

I. Einleitung

1. Es mag überflüssig erscheinen, über die Gleichzeitigkeit zu sprechen und diesem Thema noch einen Bericht allgemeinen Charakters zu widmen. Sind wir uns nicht alle bewusst, welche bedeutende Rolle die Gleichzeitigkeit in der Elektrizitätswirtschaft spielt? Ist nicht sogar behauptet worden, dass sie aus der Gleichzeitigkeit lebt! In der Praxis scheint jedoch dieser Erscheinung bisher nicht die nötige Aufmerksamkeit gewidmet worden zu sein, um deren Wirkung auf die verschiedenen Stufen der Erzeugung, Weiterleitung und Verteilung in konkreten Zahlen erfassen zu können. In Wirklichkeit wird, von Sonderfällen abgesehen, die Gleichzeitigkeit nur dadurch berücksichtigt, dass man aus der Erfahrung einige empirische Kriterien ableitet und zur Anwendung bringt. Ist es aber sicher, dass diese Art des Vorgehens auch wirklich befriedigt? Oder sollte man dabei nicht das Risiko schlechter Ausgangswerte mit ihren unvermeidbaren wirtschaftlichen Folgen fürchten?

2. Die Elektrizitätswerke beliefern immer eine grosse Anzahl von Abnehmern, die obgleich sie in mehr oder weniger homogenen Kategorien zusammengefasst sind, doch ein unterschiedliches Verhalten aufweisen, sodass ihre gleichzeitige maximale Leistungsanforderung immer niedriger ist als die Summe ihrer einzelnen Höchstleistungen.

Die günstigen Folgen des immer verschiedenartigen Bezuges der Abnehmer sind offensichtlich. Es scheint möglich noch mehr zu behaupten: durch eine bessere Ausnutzung der Gleichzeitigkeit könnte der Gesamtwirkungsgrad der Elektrizitätswirtschaft — hauptsächlich bei der Verteilung — erhöht werden.

Dies setzt aber eine aufmerksame und systematische Untersuchung der hier diskutierten Gleichzeitigkeitserscheinung und zu diesem Zweck, die Ausarbeitung einer genauen Methodologie voraus. Eine systematische Forschung auf diesem Gebiet dürfte sicher zu positiven, eventuell zu überragenden Ergebnissen führen.

3. Im Anschluss an diverse Überlegungen hat es der Unterausschuss für die Analyse von Belastungskurven für dringend und nützlich angesehen, umfassend über das Problem der Gleichzeitigkeit in der Elektrizitätswirtschaft Bericht zu erstatten.

*) Kongress UNPEDE Baden-Baden 1961, Bericht VIII a. 2.

¹⁾ Neuerdings wird in Deutschland hierfür der Ausdruck «Durchmischung» verwendet. In französisch und englisch sprechenden Ländern ist dafür der Ausdruck «diversité» bzw. «diversity» (Verschiedenheit) gebräuchlich [s. Definition im Bull. SEV «Seiten des VSE» Bd. 51(1960), Nr. 17, S. 821...826].