Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 53 (1962)

Heft: 16

Artikel: Der Ausgleich in der Erzeugung, Weiterleitung und Verteilung von elektrischer Energie

Autor: Marciani, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-916965

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: 15.12.2025

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

VI. Internationale Vergleiche

Es ist klar, dass die vom Unterausschuss angebahnten Untersuchungen nur in dem 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 hiefür 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 vorgesehenen 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 Gleichzeitigkeit[1]) 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 UNIPEDE 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, welch bedeutende Rolle die Gleichzetigkeit 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 UNIPEDE Baden-Baden 1961, Bericht VIII a. 2.

[1]) Neuerdings wird in Deutschland hiefür 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].

Dieser Bericht wurde mit der Absicht verfasst, das Wenige zusammenzustellen das bis heute auf diesem Gebiet, das immer noch als prakisch unerforscht angesehen werden kann, bekannt ist [2]). Er soll vor allem den Betriebs- und Wirtschaftsingenieuren vor Augen führen, welche Bedeutung die rationelle Ausnützung der Gleichzeitigkeit vor allem beim Ausbau ihrer Netze (man denke an die hiefür nötigen Investitionen) und auch bei der Werbung für bestimmte Elektrizitätsanwendungen haben könnte.

II. Darlegung des Problems

1. Das Spiel der Gleichzeitigkeit kann durch den Wert gekennzeichnet werden, den der Gleichzeitigkeitsfaktor (K_s) von Fall zu Fall einnimmt.

Dieser Faktor ist definiert [3]) als «Verhältnis der Höchstlast (P_{max}) einer Gruppe von Verbrauchseinrichtungen oder Abnehmern zu der Summe der einzelnen Höchstlasten (P_{max}) in einem bestimmten Zeitraum».

$$K_s = \frac{P_{max}}{\sum_{i=1}^{n} p_{max\,i}} \qquad (1)$$

Experimentell hat man festgestellt, dass je nach der Art der untersuchten Abnehmergruppe der Wert von K_s in verschiedenem Masse von der Anzahl der Abnehmer dieser Gruppe und von ihren Belastungscharakteristiken abhängt. Der Wert von K_s ändert sich ferner auch mit der Zeit (t) in Funktion der täglichen, wöchentlichen, jahreszeitlichen und andern Schwankungen der Belastung der untersuchten Abnehmer. Man kann also schreiben [4])

$$K_s = K_s\,(n, \alpha, t) \qquad (2)$$

wobei α die Belastungscharakteristiken der betrachteten Verbraucher darstellt. Nach dem Ausdruck (2) wird hervorgehoben, dass die Gleichzeitigkeit ein komplizierter Vorgang ist, dessen Analyse — auch im Falle von möglichst homogenen Abnehmern — eine grosse Anzahl von Elementen bedingt, die man nur durch systematische Erhebungen ermitteln kann.

2. Der *Gleichzeitigkeitsfaktor* K_s nimmt ab, wenn «n» zunimmt, und nähert sich einem *asymptotischen* Wert, der für jede Abnehmerkategorie charakteristisch ist.

Die Anzahl der Verbraucher n, für die diese asymptotische Grenze in der Praxis erreicht wird, schwankt entsprechend der Belastungscharakteristik der betrachteten Abnehmer zwischen einigen wenigen Vielfachen von 10 und mehreren hundert Verbrauchern.

Gestützt auf Forschungsarbeiten, gibt das «Manual of procedure for load surveys» des Load Research Comittees (USA) [5]) als Mindestanzahl an Abnehmern für die Bestimmung von K_s 60 an, wenn der Belastungsfaktor K_u [6]) der untersuchten Gruppe klein ist bzw. 40 für Gruppen mit *mittlerem* Belastungsfaktor K_u und für Gruppen mit einem hohen K_u.

Alle Autoren sind darüber einig, dass es in der Regel nicht zweckmässig ist, Gruppen mit weniger als 30 Abnehmern zu untersuchen. Jedoch mag es sich manchmal als notwendig oder auch nützlich erweisen,

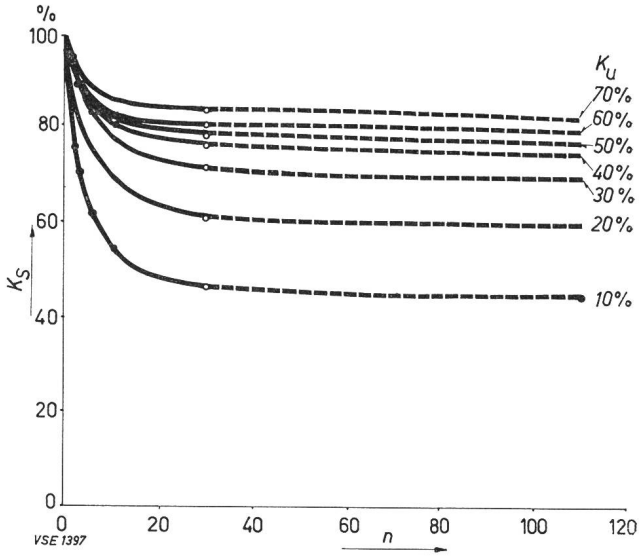


Fig. 1
Abhängigkeit des Gleichzeitigkeitsfaktors von der Zahl der Abnehmer

n Zahl der Abnehmer
K_s Gleichzeitigkeitsfaktor (in Prozent)
K_u Monatlicher Belastungsfaktor (in Prozent)

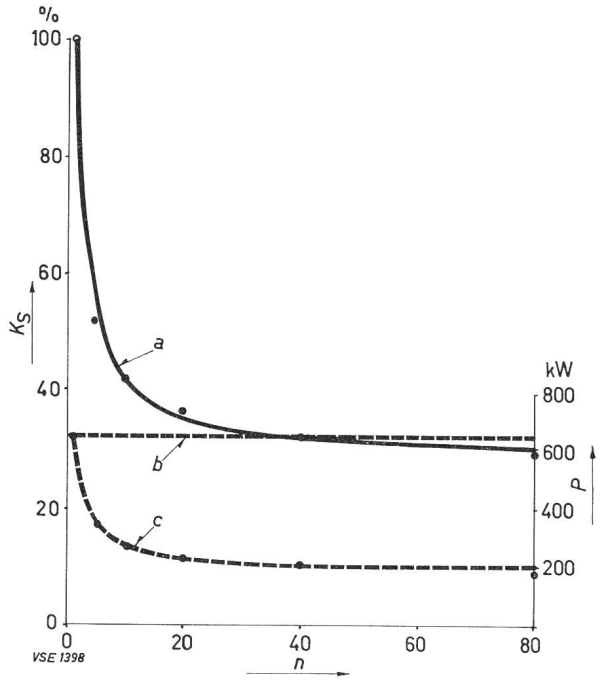


Fig. 2
Abhängigkeit des Gleichzeitigkeitsfaktors von der Zahl der Abnehmer

n Zahl der Abnehmer
K_s Gleichzeitigkeitsfaktor in Prozent (Kurve a)
P Durchschnittsleistung je Abnehmer in kW
b Nicht gleichzeitiger Leistungsbezug in kW
c Gleichzeitiger Leistungsbezug in kW

[2]) *Morel, Ch.:* Bericht VII A, UNIPEDE-Kongress von Lausanne 1958.

[3]) Siehe auch: Terminologien — L'Economie Electrique No. 22-2. Quartal 1960 bzw. Bull. SEV Bd. 51(1960), Nr. 17, S. 822.
Anstatt K_s kann man seinen Kehrwert, den Verschiedenheitsfaktor K_d verwenden $\left(K_d = \frac{K_s}{1}\right)$

[4]) Ähnliche Erwägungen treffen auch bei dem Verschiedenheitsfaktor K_d zu.

[5]) New York 1951, S. 32...33.
Das «Load Research Comittee» koordiniert seit 1936, im Rahmen der Gemeinschaft der Edison Illuminating Companies, die Forschungsarbeiten, welche in den USA über die Belastungskurven der Elektrizitätsverbraucher ausgeführt werden.

[6]) Der Belastungsfaktor ist definiert als Verhältnis der mittleren Last zur Höchstlast einer Verbrauchseinrichtung, eines Abnehmers, einer Gruppe von Verbrauchseinrichtungen oder Abnehmern in einem bestimmten Zeitraum (Tag, Woche, Monat, Jahr) (s. Terminologie, auf die schon hingewiesen wurde).

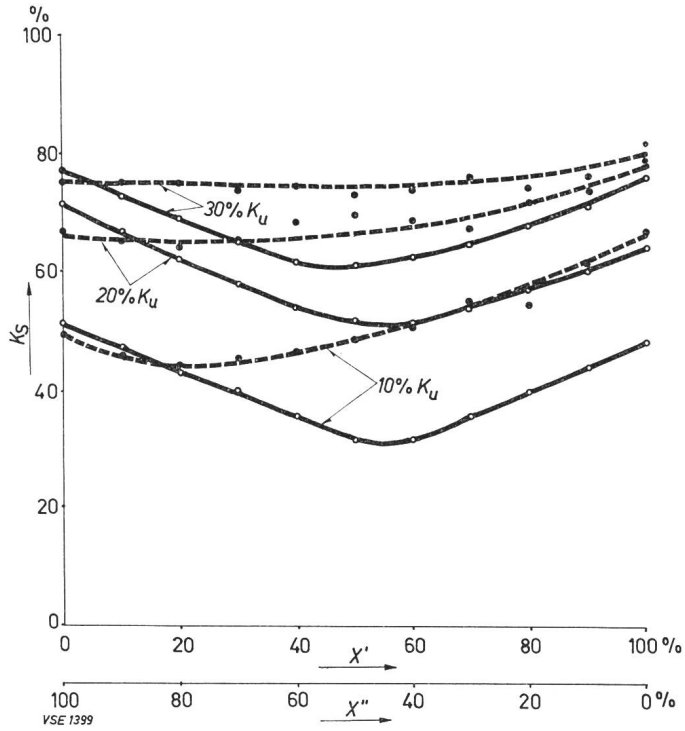


Fig. 3
Abhängigkeit des Gleichzeitigkeitsfaktors von verschiedenen Abnehmerkombinationen

X' Prozentsatz der Abnehmer mit überwiegender Abendlast
X'' Prozentsatz der Abnehmer mit überwiegender Taglast
K_s Monatlicher Gleichzeitigkeitsfaktor (in Prozent)
K_u Monatlicher Belastungsfaktor der Verbraucher (in Prozent)
---- Stadt A
—— Stadt B

auch kleinere Verbrauchergruppen zu untersuchen. In solchen Fällen ist es erforderlich, jedem Ergebnis eine gewisse «Wahrscheinlichkeit» zuzuschreiben, andernfalls würde es nichts aussagen.

Obwohl sich wiederum die Zahl der Abnehmer, die für eine Studie in Betracht gezogen werden, in den Kosten dieser Untersuchung widerspiegelt, erscheint es doch ratsam — sofern dies die finanziellen Erwägungen zulassen — etwas grössere Gruppen als die mit den oben angegebenen Mindestzahlen zu untersuchen. Allerdings dürfte es — von Einzelfällen abgesehen —

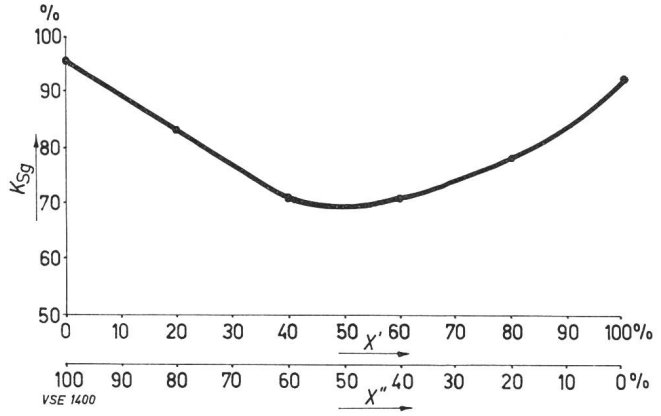


Fig. 4
Werte des Gruppengleichzeitigkeitsfaktors für verschiedene Abnehmerkombinationen

X' Prozentsatz der Abnehmer, die vornehmlich eine Abendlast haben
X'' Prozentsatz der Abnehmer, die vornehmlich eine Taglast haben
K_{sg} Gruppengleichzeitigkeitsfaktor (in Prozent)

feststehen, dass Gruppen von 100 Abnehmern gut ausreichen, um zuverlässige Ergebnisse zu erzielen.

Die Figuren 1 und 2 zeigen den typischen Verlauf von K_s in Abhängigkeit von der Anzahl untersuchter Abnehmer. Diese K_s-Werte wurden im Laufe von Untersuchungen ermittelt, die man bei Gruppen von kleinen Gewerbe- und Industrieabnehmern sowie von Haushaltabnehmern durchgeführt hat [7]).

Fig. 3 zeigt die Ergebnisse von Untersuchungen, die man in zwei grösseren Städten bei Gruppen von kleinen gewerblichen und industriellen Abnehmern erhalten hat, und zwar, wie sich der Gleichzeitigkeitsfaktor mit der Zusammensetzung der betrachteten Gruppen verändert [8]). Diese Gruppen, welche je aus 30 Einheiten bestanden, wurden in der Weise gebildet, dass man Abnehmer in verschiedenem Verhältnis zusammenfasste, deren Bedarf entweder zur Hauptsache während des Tages oder am Ende des Tages anfiel. Die Kurven wurden für drei Werte von K_u nämlich 10, 20 und 30 % gezeichnet.

3. Wenn das Verhalten eines genügend grossen Teiles eines Elektrizitätsnetzes betrachtet wird, wo es demzufolge — zumindest theoretisch — möglich ist, eine bestimmte Anzahl von Verbrauchergruppen sehr homogener Zusammensetzung zu isolieren, stellt man experimentell fest, dass die Netzbelastungen nicht nur dem Einfluss der Gleichzeitigkeit innerhalb der einzelnen Gruppen unterliegen, sondern auch derjenigen der Gruppen untereinander.

In solchen Fällen ist es notwendig, einen *Gruppen-Gleichzeitigkeitsfaktor* K_{sg} einzuführen, welcher als Verhältnis der Höchstlast des betrachteten Netzes während einer gegebenen Zeitspanne zur Summe der individuellen Höchstlasten der Gruppen während der gleichen Zeitspanne definiert wird.

Die früheren qualitativen Betrachtungen über den Gleichzeitigkeitsfaktor K_s treffen im allgemeinen auch für den Gruppengleichzeitigkeitsfaktor K_{sg} zu (und natürlich auch auf sein Reziproke, den Gruppenverschiedenheitsfaktor K_{dg}).

Die bisher auf diesem Gebiet durchgeführten Forschungsarbeiten zeigen, dass der Wert von K_{sg} immer sehr hoch ist und hauptsächlich von der Homogenität der untersuchten Verbrauchergruppen abhängt. Es hat sich herausgestellt, dass für Haushaltverbraucher der Wert von K_{sg} zwischen 88 und 95 % liegt und für kleinere Gewerbe- und Industrieverbraucher zwischen 69 und 95 % [9]).

Fig. 4 zeigt den Wert von K_{sg} für kleinere Gewerbe- und Industrieabnehmer bei verschiedenen Kombinationen von je 100 untersuchten Abnehmern [10]).

Die Untersuchungen über das Verhalten des Gruppengleichzeitigkeitsfaktors K_{sg} sind im allgemeinen sehr komplex. Bisher wurde den verschiedenen Gesichtspunkten dieses Problems trotz seiner offensichtlichen Bedeutung nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet.

4. Wir haben bereits gesagt, dass der Gleichzeitigkeitsfaktor K_s nicht nur von der Gesamtheit der be-

7) Fig. 1, s. Load Research Committee Report 1939...40, New York 1940, S. 50.
Fig. 2, s. *A. F. Rehberg:* Edison Electric Institute Bulletin, April 1946, S. 103.
8) Siehe Load Research Committee. Report 1939...40, S. 42.
9) Load Research Committee. Report 1939...40.
10) Diese Kurve ist das Ergebnis der Beobachtung von 289 Verbrauchern. Man erhielt die verschiedenen Kombinationen, indem man verschiedene Prozentsätze von Abnehmern beobachtete, deren Leistungsanforderungen hauptsächlich entweder am Tage oder gegen Abend anfielen. (Load Research Committee. Report 1939...40, S. 48).

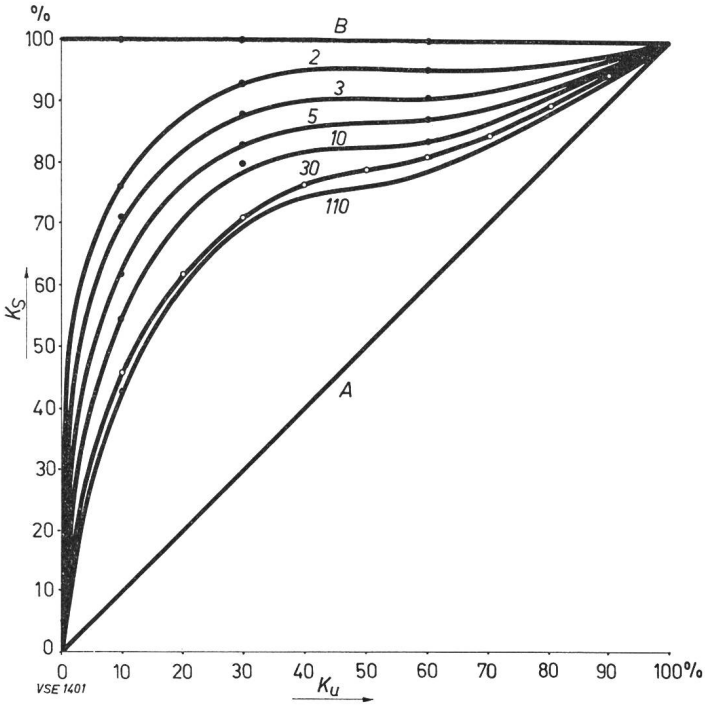


Fig. 5

Beziehungen zwischen dem Gleichzeitigkeitsfaktor, dem Belastungsfaktor und der Grösse einer Abnehmergruppe

K_u Mittlerer monatlicher Belastungsfaktor der einzelnen Abnehmer (in Prozent)

K_S Monatlicher Gleichzeitigkeitsfaktor einer Gruppe (in Prozent)

A Untere Grenze

B Obere Grenze

trachteten Abnehmer abhängt sondern wesentlich vom Belastungsfaktor K_u.

Diesem Thema wurde in den USA in den Jahren 1937...1938 systematische Forschungsarbeit gewidmet. Aus Kontrollgründen wurde die Untersuchung im Jahre 1951 wiederholt, vor allem um das Verhalten der kleineren Gewerbe- und Industrieverbraucher zu beobachten.

Diese Forschungsarbeit hat zu der Aufstellung der *Bary's* Kurven geführt, die die Wechselbeziehungen zwischen dem Gleichzeitigkeitsfaktor (K_s), dem Belastungsfaktor (K_u) und der Grösse der untersuchten Gruppe darstellen [11]).

In Fig. 5 ist der Verlauf von K_s für Gewerbe- und Industrieabnehmer als Funktion von K_u dargestellt, für Werte von *n* zwischen 2 und 110. Es soll hier betont werden, dass die Kurven von *Bary* den Gleichzeitigkeitsfaktor einer Gruppe zu dem mittleren Belastungsfaktor der Einzelabnehmer in Beziehung setzen. Tatsächlich hängt die Gleichzeitigkeit weniger vom Belastungsfaktor der Gruppe ab, als vielmehr von der Streuung der Belastungsfaktoren der einzelnen Verbraucher innerhalb der Gruppe.

Im Rahmen einiger Untersuchungen kann es sich als interessant erweisen festzustellen, wie sich der Wert des Gruppenbelastungsfaktors als Funktion der individuellen Belastungsfaktoren der Abnehmer in der Gruppe selbst ändert.

Fig. 6 zeigt diese Veränderung, wie sie vor kurzem im Laufe einer Reihe von Untersuchungen an Industrieverbrauchern in England festgestellt wurde.

Die Kurven der Fig. 5 zeigen, dass der Gleichzeitigkeitsfaktor mit dem Belastungsfaktor zunimmt und, dass es für einen gegebenen Wert des letzteren bei steigender Zahl der Abnehmer in der Gruppe abnimmt.

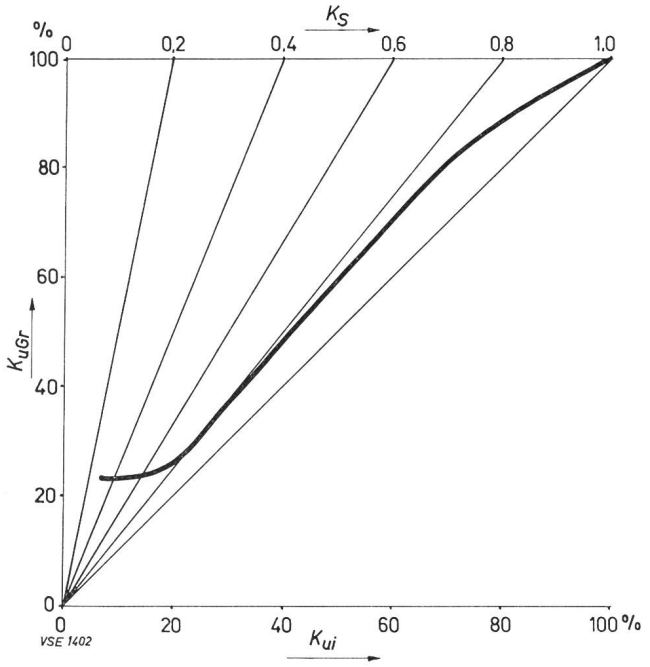


Fig. 6

Beziehung zwischen dem Belastungsfaktor der Gruppe und dem Belastungsfaktor des einzelnen Abnehmers innerhalb der Gruppe

K_{ui} Belastungsfaktor des einzelnen Abnehmers (in Prozent)

K_{uGr} Belastungsfaktor der Gruppe (in Prozent)

K_S Gleichzeitigkeitsfaktor

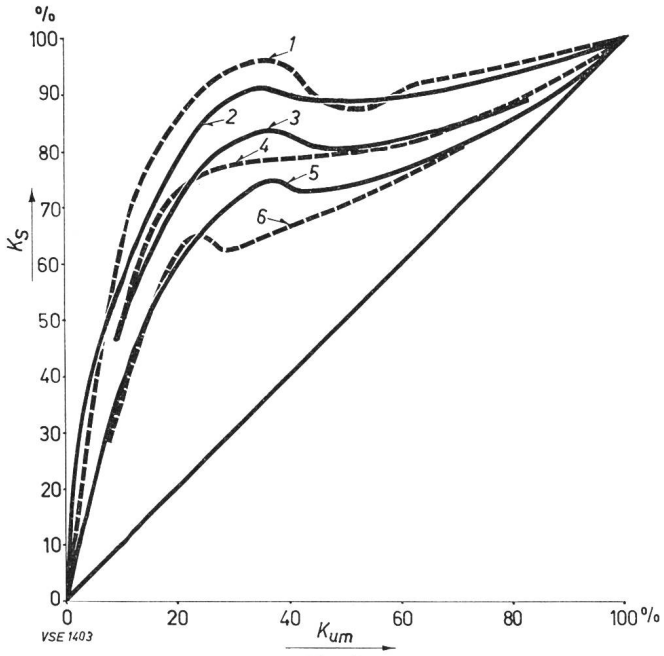


Fig. 7

Schwankungsgrenzen der Beziehung zwischen dem Gleichzeitigkeitsfaktor und dem Belastungsfaktor

K_{um} Durchschnittswert der monatlichen Belastungsfaktoren der einzelnen Abnehmer (in Prozent)

K_S Monatlicher Gleichzeitigkeitsfaktor der Gruppe (in Prozent)

Kurve *1* und *2* obere Grenze

Kurve *3* und *4* Durchschnitt

Kurve *5* und *6* untere Grenze

----1937...38

——1951

[11]) Load Research Committee Report 1939...40, New York 1940 und Report 1951...52, New York 1954. C. *Bary*, Electrical Engineering, September 1945. Die Gültigkeit der erfahrungsmässigen Beziehungen zwischen K_s K_u und *n* ist durch mathematische Überlegungen von *H. E. Eisenmenger* bestätigt worden. (Study of the theoretical relationship between load factor and diversity factor, New York, 1939).

[12]) Siehe Manual of procedure for load surveys S. 34.

Fig. 7 [13]) stellt die Ergebnisse der in den USA bei Industrie- und Gewerbeverbrauchern durchgeführten Forschungsarbeiten, die wir oben erwähnt haben, dar.

Die 1951 durchgeführte Kontrolle hat die 1937... 1938 erzielten Ergebnisse bestätigt, nämlich, dass K_s praktisch seinen Höchstwert bei K_u = ca. 35 % erreicht und dann bis K_u = 50 % abnimmt. Oberhalb dieses Wertes von K_u nimmt K_s wieder zu, jedoch hat dieser Kurven-Abschnitt keine praktische Bedeutung für Werte von K_u über 70 %. Interessant ist es festzustellen, dass die Schwankungen von K_s und K_u Werte zwischen 35 und 70 % sehr gering sind. Dies ist die Zone, die für Elektrizitätswerke von grösstem technischem und wirtschaftlichem Interesse ist, und zwar hauptsächlich bei der Werbung für solche Anwendungen, die keinen proportionalen Belastungszuwachs und damit keine zusätzlichen Kapitalinvestitionen nach sich ziehen.

Im Laufe der Beobachtungen, auf welche die Fig. 5 und 7 bezogen sind, wurden monatliche Belastungsfaktoren K_u berücksichtigt. Es ist jedoch in bestimmten Fällen besser, jährliche Belastungsfaktoren anzuwenden. Fig. 8 zeigt die *Bary*-Kurve in Funktion vom jährlichem Belastungsfaktor, welcher, wie wir es oben gesagt haben, im Rahmen von Untersuchungen über Industrieverbraucher in England bestimmt wurde.

Jährliche Belastungsfaktoren müssen vor allem bei Untersuchungen über die Verschiedenheit in Zusammenhang mit der Aufstellung neuer Tarife, besonders neuer Zweigliedtarife (Leistungsglied) zugrunde gelegt werden.

Wenn man die bereits erwähnten allgemein bekannten Ergebnisse ausser Betracht lässt, so ist es klar, dass nur systematische Untersuchungen bei verschiedenen Verhältnissen eine sinnvolle Anwendung der aufgedeckten Korrelationen gestatten werden.

5. Jeder Verbraucher trägt zu der Höchstlast seiner Gruppe in Abhängigkeit von seiner installierten Leistung und seiner spezifischen Belastungscharakteristiken bei. In diesem Zusammenhang scheint es angezeigt zu sein, auf einen andern Aspekt der Gleichzeitigkeit hinzuweisen, nämlich das Verhältnis des «Höchstlastanteiles» und des «Höchstlastanteiles des Anschlusswertes» eines Verbrauchers zur Gruppe zu welcher er gehört (oder auf einer, im Rahmen des Netzes, zu welchem sie gehört, genügend homogene Verbrauchergruppe).

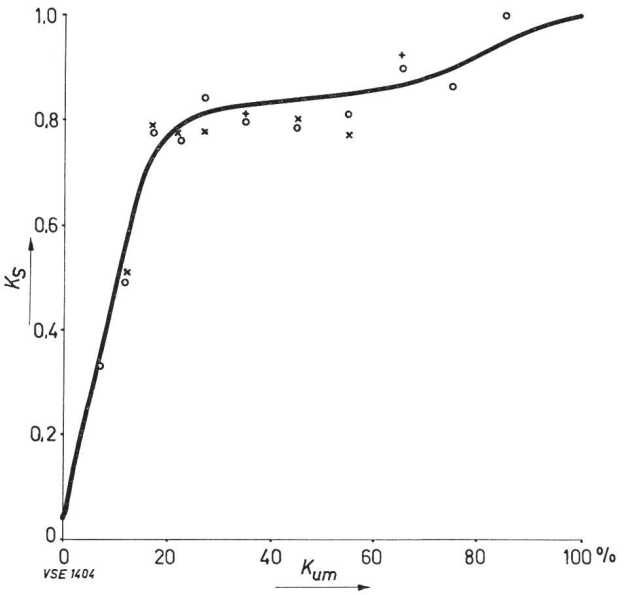


Fig. 8

Beziehung zwischen dem Gleichzeitigkeitsfaktor und dem Durchschnittswert der Jahresbelastungsfaktoren der Abnehmer

K_{um} Durchschnittswert der jährlichen Belastungsfaktoren der einzelnen Abnehmer (in Prozent)

K_g Gleichzeitigkeitsfaktor

[13]) Siehe Load Research Committee. Report 1951...1952, S. 17.

Der Faktor des Höchstlastanteils (K_p) ist definiert als «Verhältnis der Last einer Gruppe von Verbrauchseinrichtungen oder Abnehmer zur Zeit einer Höchstlast des betreffenden Netzes zu dieser Netzhöchstlast. Beide Werte müssen sich auf die gleiche Verteilungsstufe beziehen» [14]).

Der Höchstlastanteilfaktor des Anschlusswertes (K_{rp}) ist definiert als «Verhältnis der Last einer Gruppe von Verbrauchseinrichtungen oder Abnehmern im Zeitpunkt der Netzhöchstlast zum Anschlusswert dieser Gruppe» [15]).

Diese beiden Definitionen können auch auf irgendeine Belastungsspitze der Netzbelastungskurve und nicht nur auf die maximale Höchstlast angewendet werden. Ganz allgemein gesagt, wird es manchmal nützlich sein, diese erwähnten Faktoren für bestimmte Teile der Gesamtbelastungskurve (einer Abnehmergruppe oder eines Netzteiles) in denen relative Spitzen auftreten, anzugeben.

Es ist aber auch nicht weniger gewiss, dass das, was hier gesagt wurde, besonders für die höchste Spitze der in Betracht gezogenen Belastungskurve wichtig ist.

6. Wenn man irgendeine Gruppe von Abnehmern studiert, so ist es immer nützlich, die «spezifische Belastungskurve» zu betrachten, anders ausgedrückt diejenige, die man erhält, indem man die Ordinaten der Gruppenbelastungskurve (kW) durch die Anzahl der Abnehmer in der Gruppe teilt (kW je Abnehmer).

Wenn die betrachtete Gruppe ausreichend homogen ist, kann die spezifische Belastungskurve als die «Standardbelastungskurve» der Gruppe (je Abnehmer der Gruppe) angesehen werden.

In diesem Falle stimmt die Durchschnittsbelastung der Gruppe mit genügender Annäherung mit derjenigen Belastung je Abnehmer überein, welche aus dem Spiel der Verschiedenheit resultiert.

Daraus folgt offensichtlich, dass die «Standardbelastungskurve» einer gegebenen Gruppe das Endziel des Studiums über die Verschiedenheit darstellt. Diese dem Anschein nach einfache Schlussfolgerung soll nicht irreführend sein: die praktische Identifizierung der durchschnittlichen Belastungskurve mit der «Standardbelastungskurve» bedingt — als conditio sine qua non —, dass die untersuchte Gruppe eine genügende Homogenität aufweist.

Der Begriff «Standardbelastung» ist daher sehr viel heikler, als es auf den ersten Blick den Anschein hat. Seine Anwendung erfordert grösste Vorsicht, besonders was die Aufnahmemethoden anbetrifft, welche direkt oder indirekt zur Aufstellung der entsprechenden Kurve führen (siehe Kapitel III).

Wenn es angebracht ist, die Standardbelastung zu betrachten, kann die entsprechende Kurve nicht nur als solche benutzt werden, sondern ebenfalls für sehr interessante Korrelationsstudien. Darüber sind bisher noch keine gründlichen Studien ausgeführt worden. Die beiden Diagramme in Fig. 9 zeigen, als Beispiel, die Wechselbeziehungen zwischen der Standardbe-

[14]) Siehe die bereits erwähnten Terminologien.
[15]) Siehe die bereits erwähnten Terminologien.

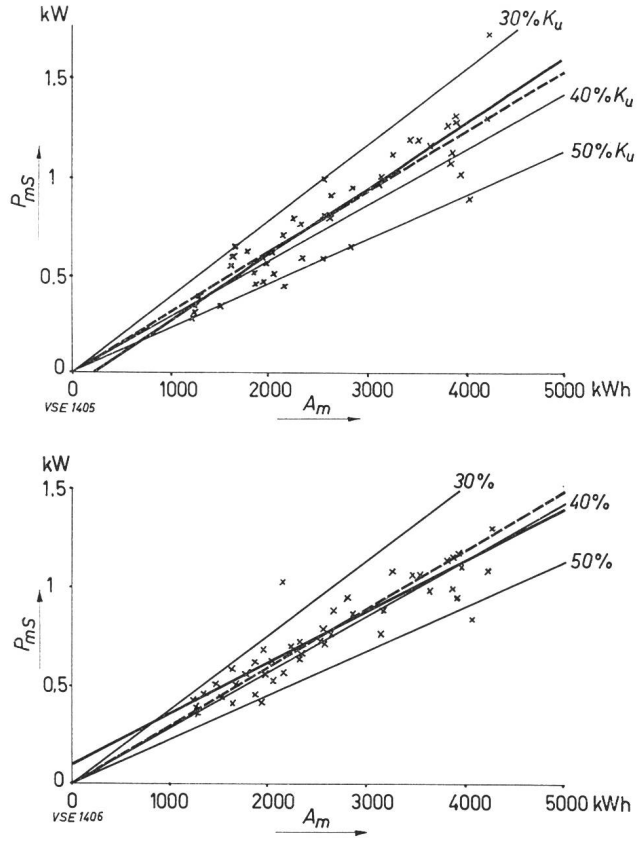


Fig. 9

Beziehungen zwischen der mittleren Standardbelastung und dem jährlichen Durchschnittsverbrauch je Abnehmer

Fig. oben: am Morgen (08.00...08.30) registrierte Belastung

Fig. unten: am Abend (17.00...17.30) registrierte Belastung

A_m Jährlicher Durchschnittsverbrauch in kWh je Abnehmer

P_{mS} Mittlere Standardbelastung in kW je Abnehmer

K_u Belastungsfaktor (in Prozent)

lastung (kW je Abnehmer) und dem durchschnittlichen jährlichen Verbrauch (kWh je Abnehmer), die in England bei Haushaltabnehmern kürzlich beobachtet wurden. (Die beiden Diagramme beziehen sich auf die Leistungen, die zwischen 8 und 8.30 Uhr morgens und ferner nachmittags zwischen 17 und 17.30 Uhr beobachtet wurden).

7. Es ist auch oft sehr nützlich, bei Untersuchungen über die Verschiedenheit den Ausnutzungsfaktor des Anschlusswertes (K_c) [16]) des Abnehmers oder der Abnehmergruppe, die untersucht werden, zu berücksichtigen.

[16]) Der Ausnutzungsfaktor des Anschlusswertes ist definiert als Verhältnis der Höchstlast eines Abnehmers oder einer Gruppe von Abnehmern innerhalb eines bestimmten Zeitraums zu seinem oder ihrem Anschlusswert. (S. bereits erwähnte Therminologie.)

Die Anwendung dieses Faktors setzt eine genaue Kenntnis aller Verbrauchergeräte und ihrer Leistungen voraus, die nicht immer einfach zu erlangen ist. Ganz sicher ist jedoch, dass eine vorherige Untersuchung der allgemeinen Charakteristik der Abnehmer von grosser Wichtigkeit ist, wenn man die Verschiedenheit systematisch erforschen will.

Unter Bezugnahme auf die Definition des Ausnutzungsfaktors des Anschlusswertes (K_c) und des Höchstlastanteilfaktors des Anschlusswertes (K_{rp}) kann man schreiben:

$$K_{rp} = K_c \frac{P(t_{\max})}{P_{\max}} \qquad (3)$$

worin $P\ (t)_{\max}$ den Leistungsbezug eines Abnehmers (oder einer Gruppe von Abnehmern) zur Zeit $t_{\max}$, in welcher die Leistungsspitze der Gruppe (oder eines Teiles des Netzes) auftritt, und worin $P_{\max}$ den maximalen Leistungsbezug des Abnehmers (oder einer Gruppe von Abnehmern) darstellt.

Es müsste sehr interessant sein, den Wert des Verhältnisses (3) experimentell zu bestimmen. Bisher scheinen aber in dieser Hinsicht keine Versuche gemacht worden zu sein.

Die Verschiedenheit tritt in allen Stadien der Elektrizitätsversorgung auf, vor allem in der Verteilung, aber sogar auch in der Erzeugung und Fortleitung der Energie.

Da die Anzahl der Abnehmer beträchtlich zunimmt, wenn man von der Verteilung zur Erzeugung [17]) übergeht, nimmt der Einfluss der Verschiedenheit innerhalb jeder Abnehmergruppe in den Fortleitungs- und Erzeugnisstadien ab. Dafür gewinnt der Einfluss der *Verschiedenheit zwischen den Gruppen* eine grössere Bedeutung. Um, soweit dies irgendwie möglich ist, vollständig zu sein, muss das Studium der Verschiedenheit das ganze Versorgungsnetz einbeziehen, vom Einzelverbraucher [18]) und den kleinsten Verästelungen des Verteilungssystems (Steigeleitungen usw.) bis zu Mittelspannungs- und Hochspannungsnetzen sowie den Fernleitungen und Erzeugungsanlagen.

Die obigen Überlegungen sind eigentlich selbstverständlich. Trotzdem ist es immer wieder notwendig, die technisch-wirtschaftliche Bedeutung der Verschiedenheit zu betonen, deren Kenntnis eine der Hauptbedingungen für die genaue Auslegung der Netze in allen Stufen des Verteilungsprozesses ist.

Fortsetzung folgt

[17]) *Sanders, R. Y.:* Bericht VII-I, UNIPEDE-Kongress in London, 1955.

[18]) Das Studium des Einzelabnehmers — natürlich unter Berücksichtigung seiner normalen Charakteristiken — ist notwendig, um die Verschiedenheit seiner eigenen Geräte feststellen zu können.

Redaktion der «Seiten des VSE»: Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1, Postadresse: Postfach Zürich 23, Telephon (051) 27 51 91, Postcheckkonto VIII 4355, Telegrammadresse: Electrunion Zürich.

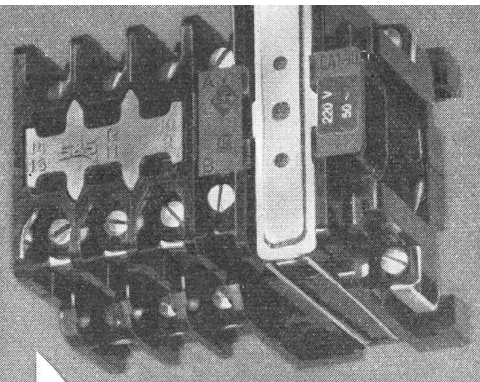
Redaktor: Ch. Morel, Ingenieur.

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

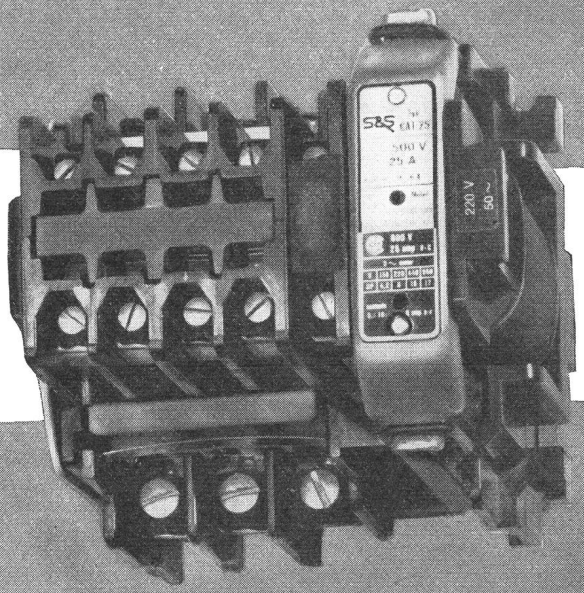
Der 25-A-Schütz von S&S ist da

Die Lücke hat sich geschlossen

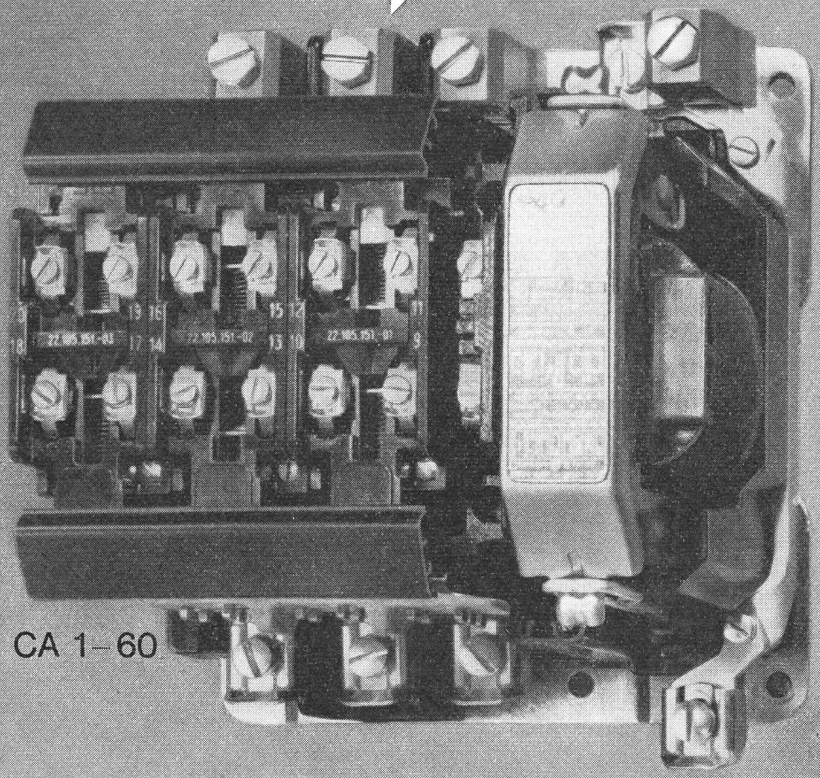
CA 1-10 / 1-25 / 1-60 / 1-150



CA 1-10



CA 1-25



CA 1-60

Grosse Schaltleistung

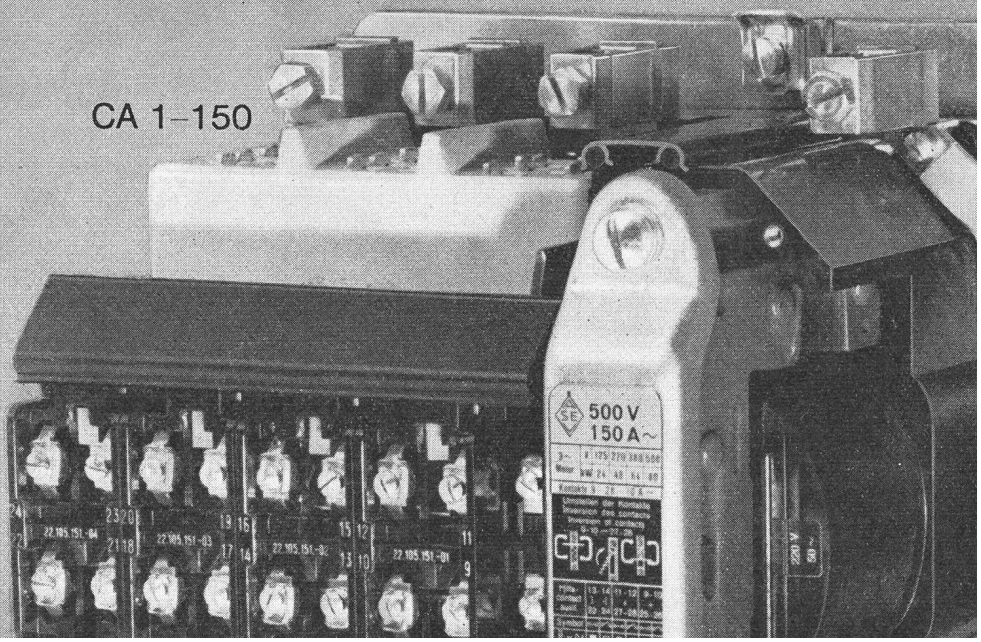
Lange Lebensdauer,
10 Millionen Schaltspiele

Spule und Kontakte
ohne Lösen der Verdrahtung
auswechselbar

Drahtkanäle für einfache,
saubere Installation

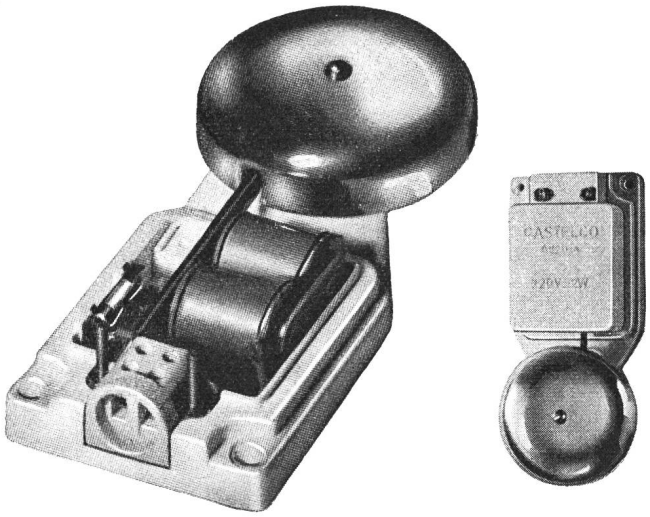
Übersichtlich angeordnete
Hilfskontakte

CA 1-150



Sprecher & Schuh AG Aarau

S&S



Läutewerke für 220 V ~

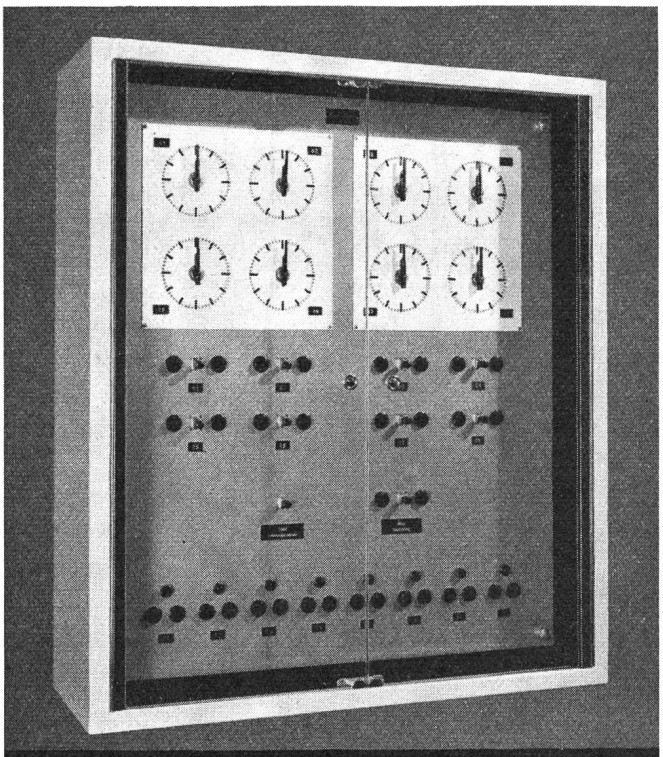
SEV-geprüft, nun sofort lieferbar

Grosse Auswahl in Läutewerken und elektrischen Gongs. Vorteilhafte Preise und prompte Lieferung.

Verlangen Sie bitte Offerte!

J. KASTL DIETIKON ZH

Elektrotechn. und Radioartikel en gros
Telephon (051) 88 85 88 und 88 85 89



Industrieanlagen

Baumann, Koelliker

AG für elektrotechnische Industrie Sihlstr. 37, Zürich 1

TUFLEX

NYLON

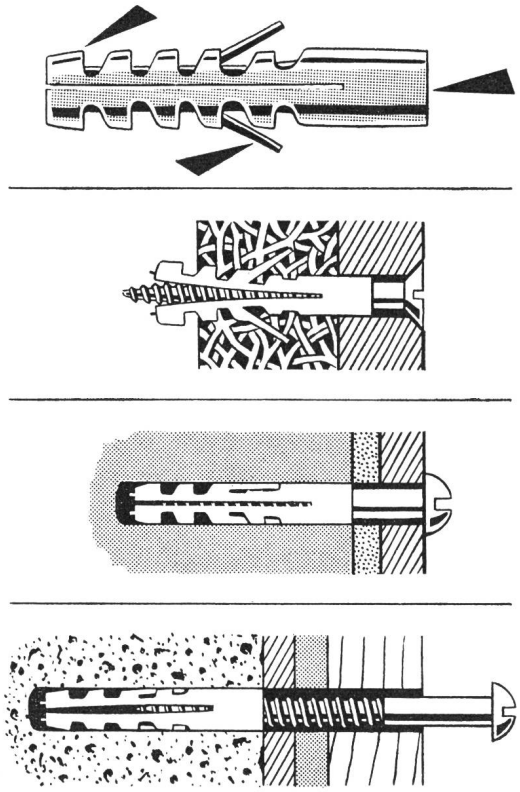
TAMPONS

S

TUFLEX SA.

Machines Outils Tampons
Eichstrasse 29 Glattbrugg/ZH.
✆ 051 / 83 69 66

ON PEUT SE FIER AUX TAMPONS EN NYLON TUFLEX S



tenue parfaite en tous matériaux grâce aux dents profondes et aux languettes empêchant toute rotation

conviennent aussi bien pour montage normal ou **traversant** pour **vis à bois**, d'où stockage simple

seulement 8 grandeurs de tampons pour vis de ⌀ 2,5 à 15 mm et longueurs quelconques

sont en **nylon**, donc indestructibles, résistants aux coups, insensibles au vieillissement et à la corrosion.

Autres éléments de fixation en **nylon** pour les entreprises travaillant le bois:

tampons basculants pour plafonds creux, montage d'un nouveau genre étonnamment simple

ancres pour fixations sur panneaux, parois et plafonds minces ayant derrière eux un espace vide ou une matière isolante.

Demandez échantillons et prospectus

Livrables aussi par les grossistes UFE