Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 51 (1960)

Heft: 20

Artikel: Kraftwerke als Elemente der elektrischen Verbundsysteme

Autor: Kroms, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-917083

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: 29.12.2025

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

mehrte Bedeutung zugemessen werden, denn die Kostenrechnung gibt einer modernen und aufgeschlossenen Unternehmungsleitung die notwendigen Unterlagen, nach denen sie ihre Politik, ihre langfristige Planung und ihre wirtschaftlichen Dispositionen treffen kann. Dies gilt vor allem dann, wenn infolge der steigenden Gestehungskosten allenthalben Preisanpassungen notwendig werden. Es muss aber gesagt sein, dass die Kostenrechnung nicht erst dann zur Betriebsführung herangezogen werden sollte, wenn die wirtschaftliche Situation anfängt schlechter zu werden. Mit Hilfe der Kostenrechnung können schon recht frühzeitig gewisse Entwicklungen gesehen und es kann ihnen rechtzeitig zuvorgekommen werden. Je länger der Zeitraum ist, in dem Ergebnisse der Kostenrechnung miteinander verglichen werden können, um so wertvoller sind diese für die Unternehmungsleitung. Es ist zu hoffen, dass die hier und dort unternommenen Anstrengungen zur Einführung der Kostenrechnung von Erfolg gekrönt sein mögen und dass in der Schweiz sich immer mehr Unternehmungen mit dieser Materie beschäftigen, denn ohne Kostenrechnung ist bei den ständig ansteigenden Kosten und der immer noch sehr starken Zunahme des Energieverbrauches eine moderne, aufgeschlossene und konsequente Geschäftspolitik auf die Dauer nicht zu denken.

Literatur:

[1] *Mross, M.:* Selbstkostenrechnung und Preiskalkulation für elektrische Energie. Hamburg-Stellingen: Albis-Verlag 1952.
[2] *Roller, H.:* Die Grundlagen der elektrizitätswirtschaftlichen Kostenrechnung. Francfort/M.: Verlag für Sozialwissenschaften 1958.
[3] *VDEW:* Kostenrechnung der Energie- und Wasserversorgungs-Unternehmen. Frankfurt a. M.: VDEW 1958.

Adresse des Autors:
F. Dommann, dipl. Elektroing. ETH, Centralschweizerische Kraftwerke, Luzern.

Kraftwerke als Elemente der elektrischen Verbundsysteme

Von *A. Kroms*, Boston

(Fortsetzung aus Bull. SEV Bd. 51(1960), Nr. 19, S. 911...918)

Die Betriebseigenschaften der *Heizkraftwerke* werden massgeblich durch die Maschinentypen bestimmt. Die verfügbare Gegendruckleistung muss vollständig ausgelastet werden und kann durch Regelung der Wärmelieferung nur in geringem Masse verändert werden [34]. Die Wärmelast setzt die verfügbare Gesamtleistung jedes Heizkraftwerkes fest, wobei die Leistung der Gegendruck-Kondensationsgruppen mit steigender Wärmelast zunimmt, wogegen die Leistung der Entnahme-Kondensationsgruppen sich vermindert. Die Kondensationsleistung der Heizkraftwerke ist eine billige Leistung, die zum Ausgleich der Leistungsbilanz dienen kann. Die Kondensationskraftwerke sind unabhängige Kraftwerkanlagen, deren Leistung dem Lastverteiler stets zur Verfügung steht. Am besten eignen sie sich zur Deckung der wenig veränderlichen Last. Grosse Lastschwankungen erhöhen ihren Brennstoffverbrauch; dies ist besonders dann der Fall, wenn zur Deckung einer täglich mehrmals auftretenden Spitzenlast grosse Maschinengruppen angefahren werden müssen. Deshalb kommen Kondensationsgruppen als eine schnell einsetzbare Reserve nicht in Frage. Zur Erhöhung des thermischen Wirkungsgrades wird der Dampfkreisprozess ständig verbessert; dies hat eine Verteuerung der Anlagen zur Folge, weshalb die grossen Kondensationskraftwerke vorwiegend als Grundlastwerke eingesetzt werden. Vor allem gilt dies für diejenigen Werke, welche minderwertige Brennstoffe verfeuern, weil diese Anlagen weniger elastisch und ihre arbeitsabhängigen Betriebskosten niedrig sind. Wenn im Verbundsystem keine Speicherwerke vorhanden sind, müssen Kondensationskraftwerke auch die Spitzenlast decken. Dafür kommen besonders ausgelegte Spitzenwerke in Frage, welche hochwertige Brennstoffe verfeuern. Ein Vorteil der thermischen Spitzenwerke besteht darin, dass sie in der Nähe der Verbrauchszentren errichtet werden können, wodurch die Übertragungskosten verringert werden.

Bei niedrigem Leistungsfaktor ($\cos \varphi$) wird die Wirkleistung der Kondensationsgruppen durch den elektrischen Generator begrenzt, weshalb Dampfturbine und Kessel nicht vollständig belastet werden können. Kondensationskraftwerke sind deshalb zur Erzeugung von Blindenergie wenig geeignet. Diese muss von den unabhängigen Kraftwerken geliefert werden, welche in der betreffenden Zeitperiode wegen niedrigem Energiedargebot ihrer Energiequelle ihre volle Wirkleistung nicht entwickeln können.

Die Brennstoffkraftwerke werden in Zukunft durch die Kernkraftwerke sukzessive aus der Grundlastzone verdrängt werden; deshalb müssen Brennstoffkraftwerke auch für den Betrieb mit niedrigerem Ausnutzungsgrad geeignet sein. Die Gasturbinen-Kraftwerke werden vorerst zur Spitzendeckung eingesetzt, weil sie schnell angefahren werden können, weniger grosse Investitionen erfordern und in der Nähe der Verbrauchsschwerpunkte errichtet werden können. Man versucht aber gegenwärtig, Gasturbinen zu konstruieren, die mit festen Brennstoffen betrieben werden können [35, 36]; solche Werke könnten dann auch zur Deckung der Mittel- und Grundlast verwendet werden.

Die Kernkraftwerke werden in der ersten Periode ihrer Entwicklung als Grundlastwerke arbeiten, weil ihre Baukosten hoch, die Kosten des Energieträgers dagegen gering sind [22]. Die Entwicklung ausgedehnter Netzverbände erfordert, dass immer grössere Spitzenleistungen bereitgestellt werden; diese Lastzone soll vorerst den Speicherwerken, den Pumpspeicherwerken und den entsprechend ausgelegten Kondensations- und Gasturbinenwerken zugewiesen werden. Später werden sich aber auch die Kernkraftwerke an der Deckung der veränderlichen Tageslast beteiligen können.

6. Kraftwerke im Verbundbetrieb

Die naturbedingten Beschränkungen im Bau und im Betrieb einiger Kraftwerkarten — schwankende verfügbare Leistung, begrenzte Möglichkeiten für die Standortwahl u. a. — haben die Ausdehnung der Verbundnetze stark gefördert. Diese müssen so aus-

Kennzeichnung der Kraftwerke Tabelle III

	Wasserkraftwerke		Brennstoffkraftwerke		Kernkraftwerke
	Laufwerke	Speicherwerke	Kondensations-Kraftwerke	Heizkraftwerke	
1. *Energiequelle (Energiereserven)*	mässig, unversiegbar		gross, erschöpfbar		sehr gross, erschöpfbar
energetischer Wirkungsgrad	0,30...0,80[1])		0,25...0,40	0,50...0,75 [2])	0,25...0,35
2. *Verfügbare Leistung*	veränderlich	veränderlich oder konstant	konstant	veränderlich	konstant[3])
Verfügbarkeitsgrad	0,20...0,70[1])	0,50...0,90[1])	0,80...0,90	0,20...0,80[2])	0,80...0,90
3. *Standort*	rohstofforientiert		beliebig oder rohstoff-orientiert	verbrauchs-orientiert	beliebig
Aggregatgrösse, MW	100...200		400 und mehr	50 und mehr	150 und mehr
4. *Betriebseigenschaften* Eignung für schwankende Last oder Reserve	schlecht	sehr gut	schlecht oder mässig	durch den Wärmebedarf bedingt	schlecht
Übliche Lastart	Grundlast	verschieden[1])	Grund- und Mittellast		Grundlast
Ausnutzungsstunden, h/Jahr	3000...7000	1000...6000[1])	4000...8000	2000...5000	6000...8000
5. *Auswirkung auf das Verbundnetz*	benötigen ausgedehnte Verbundnetze		vereinfachen die Verbundnetze; verkürzen die Übertragungslinien		

[1]) je nach Wasserführung, Ausbauleistung und Speicherungsmöglichkeiten;
[2]) je nach Leistungsstruktur;
[3]) für reine Elektrizitätswerke.

gelegt werden, dass sie eine optimale Zusammenarbeit der verschiedenen Kraftwerksgruppen ermöglichen. Die grossen Verbundsysteme erlauben es, die Energieerzeugung der jeweiligen Lage der Energiequellen und den Lastbedürfnissen anzupassen. Dadurch ergeben sich folgende Möglichkeiten:

1. die energetisch vorteilhaften Energiequellen — Wasserkraft, ballastreiche Brennstoffe u. a. — können zweckmässig ausgenutzt werden;
2. der Bau der Energieerzeugungsanlagen erfordert — gesamthaft gesehen — geringere Investitionen, was durch die Inbetriebnahme grosser Maschinensätze und Kraftwerke, durch eine Verringerung der Leistungsreserve und durch die Anpassung der Kraftwerksausrüstung an die vorgesehenen Betriebsverhältnisse (Grund- oder Spitzenlast) erreicht werden kann;
3. die Gesamtlast kann so auf verschiedene Kraftwerkstypen aufgeteilt werden, dass der Brennstoffbedarf und die Betriebsausgaben ihren Kleinstwert erreichen;
4. die Energielieferung wird auch im Falle grösserer Betriebsstörungen nicht unterbrochen.

Die Kraftwerke als Elemente der Verbundsysteme sind in Tabelle III charakterisiert.

Die naturbedingte Energieabgabe und Lage der Wasserkraftwerke fördern die Errichtung ausgedehnter Verbundnetze, welche den Leistungsaustausch zwischen den verschiedenen Kraftwerksarten und Gebieten ermöglichen. Es ist aber nur selten möglich, solche Kraftwerke innerhalb eines reinen Wasserkraftnetzes wirksam auszunützen. Eine optimale Ausnützung der Wasserkräfte kann nur dann erzielt werden, wenn die Wasserkraftwerke im Verbundbetrieb mit Wärmekraftwerken zusammenarbeiten. Viele Wasserkräfte lassen sich nur dann wirtschaftlich ausbauen, wenn die betreffenden Wasserkraftwerke in grosse Netzverbände eingegliedert sind. Der Energieaustausch zwischen den Wasser- und Wärmekraftwerken erlaubt es, die hydraulische Energie auch dann wirksam auszunutzen, wenn die Wasserkraftwerke über keine grossen Speicher zum Leistungsausgleich verfügen. Die Verbundnetze ermöglichen es, alle abhängigen Kraftwerke zweckmässig in die Leistungsbilanz der Energieversorgung einzugliedern [27]. Der UCPTE-Netzverband hat dies eindrücklich bewiesen [37,38, 39].

Die *Kondensationskraftwerke* sind zurzeit die wichtigsten Anlagen zur Erzeugung elektrischer Energie, obgleich sie die Brennstoffenergie unvollständig ausnutzen. Diesem Nachteil stehen zahlreiche energiewirtschaftliche Vorteile, wie z. B. die breite Brennstoffgrundlage, die Freiheit in der Standortwahl u. a., gegenüber. Der Wirkungsgrad der Energieausnutzung ist nicht der einzige energetische Kennwert der Wärmekraftwerke. Ebenso wichtig wie die Verbesserung des Wirkungsgrades sind die Massnahmen, die eine rationellere Ausbeutung der ballastreichen Brennstoffe ermöglichen. Bezüglich der Brennstoffwahl weisen die Kondensationskraftwerke gegenüber den Heizkraftwerken Vorteile auf, weil sie in der Nähe von abseits gelegenen Brennstoffvorräten errichtet werden können. Im Laufe der nächsten Jahrzehnte werden die Kondensationskraftwerke ihre führende Rolle in der Energieversorgung voraussichtlich behalten. Erst gegen Ende unseres Jahrhunderts werden sie allmählich durch Kernkraftwerke ersetzt werden.

Die Rolle der *Heizkraftwerke* in der Energieversorgung ist vorläufig unbedeutend. Die Hochdruckdampftechnik hat aber die Energieausbeute auf der Grundlage der Wärmeversorgung wesentlich verbessert, weshalb die Bedeutung der Heizkraftwerke für die öffentliche Energieversorgung der Städte- und Industriezentren allmählich zunimmt. Obwohl der

Bau von Wärmeübertragungsnetzen grosse Investitionen erfordert und eine rasche Verbreitung dieser Kraftwerke deshalb nicht wahrscheinlich ist, sollten doch die Heizkraftwerke bei der Planung neuer Stadtbezirke — vom Standpunkt einer sparsamen Brennstoffwirtschaft aus betrachtet — als Grundtypen der thermischen Energieerzeugungsanlagen vorgesehen werden. Es ist zu erwarten, dass die Kernenergie die Verbreitung der Heizkraftwerke noch mehr fördern wird. In diesem Zusammenhang ist das Kernenergieprogramm Schwedens erwähnenswert, wo Kernenergie-Heizkraftwerke zur Beheizung von Städtebezirken vorgesehen sind [40].

Kernkraftwerke verkürzen die Entfernungen der Energieübertragung und erleichtern den Ausbau von Verbundnetzen, wobei diese jedoch keineswegs überflüssig werden [41, 42]. Die Kernkraftwerke werden in den kommenden Jahrzehnten die Struktur der Verbundnetze verändern. Dies bedeutet aber nicht, dass die Kernkraftwerke die Wasser- und Brennstoffkraftwerke vollständig verdrängen werden. Die heutigen Kraftwerksarten behalten ihre Bedeutung auch weiterhin, doch werden sie durch die neuen Kernkraftwerke, welche die Brennstoffkraftwerke allmählich ersetzen, ergänzt werden. Dank der Kernenergie wird es möglich sein, den rasch zunehmenden Energiebedarf auch in Zukunft zu decken. Man rechnet damit, dass die Kernkraftwerke in den OECE-Ländern im Jahre 1975 ungefähr 20...25 % des gesamten Bedarfes an elektrischer Energie decken werden; auf Brennstoff-Kraftwerke wird dann noch ungefähr die Hälfte der Gesamterzeugung entfallen. Erst zu einem späteren Zeitpunkt wird die Bedeutung der Kernkraftwerke in der Energiebilanz Westeuropas in einem rascheren Tempo zunehmen.

7. Zusammenfassung

In Verbundsystemen arbeiten verschiedene Kraftwerksgruppen zusammen, welche gemäss ihren energetischen Eigenschaften so ausgelegt und betrieben werden müssen, dass im Verbundbetrieb die besten Ergebnisse bezüglich der Bauaufwendungen, des Brennstoffverbrauchs und der Energiekosten erzielt werden. Eine wichtige Forderung der Energiewirtschaft ist, die hochwertigen Brennstoffe zu sparen, weshalb die elektrische Energie in vermehrtem Mass mit minderwertigen Brennstoffen und in Zukunft mit Hilfe der Kernenergie erzeugt werden sollte. Dieses Ziel kann am besten in grossen Verbundsystemen erreicht werden, wobei die Verbundnetze nicht bloss zum Energietransport dienen, sondern auch die Leistungsbilanz zwischen den verschiedenen Jahreszeiten, unterschiedlichen Gebieten und Kraftwerksgruppen ausgleichen.

Literatur

[1] *UCPTE:* Jahresbericht 1957/58. Bull. SEV Bd. 50(1959), Nr. 4, S. 181...182.
[2] *Kroms, A.:* Struktur der Verbundsysteme. Technik Bd. 8 (1953), Nr. 11, S. 725...733; 752.
[3] *Gibrat, R.:* Problèmes économiques posés par l'exploitation optimum d'une usine marémotrice. Teiltagung der Weltkraftkonferenz Montreal 1958, Abt. A_2, Bericht 19 A_2/3. London: WPC.
[4] *Kroms, A.:* Windkraftwerke im Verbundbetrieb. Bull. SEV Bd. 45(1954), Nr. 5, S. 135...144.
[5] *Pečinar, M.:* Integrale Ausnutzung der Wasserläufe. Teiltagung der Weltkraftkonferenz Belgrad 1957, Abt. B_1, Generalbericht. London: WPC.
[6] *Bachl, H.:* Verbundprozesse zur Wärmekrafterzeugung. Elektr.-Wirtsch. Bd. 56(1957), Nr. 17, S. 592...599.
[7] *Kroms, A.:* Atomkraftwerke. III: Reaktortypen mit Wärmeschaltungen. Energie Bd. 9(1957), Nr. 4, S. 136...144.
[8] *Bachl, H.:* Die wärmetechnische Auslegung von Atomkraftwerken. Energie Bd. 9(1957), Nr. 6, S. 207...216.
[9] *Kroms, A.:* Energieerzeugung durch Umwandlung leichter Atomkerne. Energie Bd. 10(1958), Nr. 9, S. 355...362.
[10] *Aeschimann, Ch.:* Etude du rôle que la production hydraulique sera amenée à jouer à l'avenir dans le diagramme de charge du fait de l'épuisement progressif des ressources hydrauliques. UNIPEDE-Kongress London 1955, Bericht II/1. Paris: UNIPEDE.
[11] *Kroms, A.:* Energetische Charakteristik der Wasserkraftwerke. Wasserwirtschaft Bd. 42(1952), Nr. 6, S. 204...212.
[12] *Jaeger, Ch.:* The Correlation of Nuclear, Thermal and Pumped-Storage Capacity. Water Power Bd. 10(1958), Nr. 6, S. 206...211; Nr. 7, S. 260...264; Nr. 8, S. 292...298.
[13] *OECE, Comité de l'Electricité:* L'industrie de l'électricité en Europe 1957...1975. Paris: OECE 1958.
[14] *Kroms, A.:* Über die Ausbauleistung der Wasserkraftwerke. ÖZE Bd. 8(1955), Nr. 2, S. 48...62.
[15] *Kroms, A.:* Ausnutzung der überschüssigen Leistung der Verbundbetriebe. Technik Bd. 7(1952), Nr. 8, S. 435...444; Nr. 10, S. 581...586.
[16] *Kroms, A.:* Entwicklungsrichtungen in der Energieversorgung im Spiegel der 12. Teiltagung der Weltkraftkonferenz in Montreal. Energie Bd. 11(1959), Nr. 3, S. 110...121; Nr. 5, S. 219...224.
[17] *Schröder, K.:* Die Vollendung des Wasserdampf-Kreisprozesses in Kraftwerken. Elektr.-Wirtsch. Bd. 54(1955), Nr. 17/18, S. 598...607.
[18] *Mangoldt, W., v.:* Neuzeitliche Stromerzeugung. Elektr.-Wirtsch. Bd. 51(1952), Nr. 4, S. 69...79.
[19] *Heizkrafttagung.* Prakt. Energiekde. Bd. 5(1957), Nr. 1/2, S. 1...226.
[20] *Kroms, A.:* Kennwerte der Wärmeausnutzung. Technik Bd. 10(1955), Nr. 11, S. 649...658.
[21] *Hencky, K.:* Städtische Heizkraftversorgung im Grossausbau. Elektr.-Wirtsch. Bd. 57(1958), Nr. 9, S. 269...279.
[22] *OECE:* L'industrie devant l'énergie nucléaire. I; II. Paris: OECE 1957; 1958.
[23] *Hinton, Ch.:* Outlook of Generation. Nuclear Engng. Bd. 3 (1958), Nr. 28, S. 287...288.
[24] *Bachl, H.:* Wodurch unterscheidet sich ein brennstoffgefeuertes Kraftwerk von einem Kernkraftwerk? Brennstoff-Wärme-Kraft Bd. 9(1957), Nr. 8, S. 357...366.
[25] *Kroms, A.:* Kernkraftwerke im britischen Verbundsystem. Schweiz. Bauztg. Bd. 76(1958), Nr. 35, S. 507...515.
[26] *VDEW:* Begriffsbestimmungen in der Energiewirtschaft. Frankfurt/Main: VDEW 1956.
[27] *Kroms, A.:* Leistungs- und Energiebilanz der Verbundsysteme. ÖZE Bd. 11(1958), Nr. 6, S. 265...278; Nr. 8, S. 383...387.
[28] *Kroms, A.:* Reserveleistung in Verbundsystemen. ÖZE Bd. 7(1954), Nr. 1, S. 1...15.
[29] *Grassberger, H.* und *K. Lausch:* Erfahrungen bei Planung und Betrieb einer Kraftwerkskette im Schwellbetrieb. 5. Weltkraftkonferenz Wien 1956, Abt. H, Bericht 40 H/5. London: WPC.
[30] *Kroms, A.:* Leistungskennbilder der Heizkraftwerke. Energie Bd. 9(1957), Nr. 11, S. 417...426.
[31] *Kroms, A.:* Integralkurven der Energie. Bull. SEV Bd. 47 (1956), Nr. 7, S. 302...315.
[32] *Graeger, W. P.* und *I. D. Justin:* Hydroelectric Handbook. New York, London: Wiley.
[33] *Härry, A.:* Die Ökonomik der Wasserkraftausnutzung. Winterthur: Keller 1957.
[34] *Kroms, A.:* Kennwerte des industriellen Energieverbrauchs. Energie Bd. 7(1955), Nr. 11, S. 399...408.
[35] *Bammert, K.:* Vergleich von Dampf- und Heissluftturbinen in Heizkraftwerken kleiner und mittlerer Leistung. Brennstoff-Wärme-Kraft Bd. 8(1956), Nr. 7, S. 323...330.
[36] *Dengler, F.:* Das Coburger Heizkraftwerk. Energie Bd. 9 (1957), Nr. 11, S. 447...451.
[37] *Fleischer, W.:* Die technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für die Entwicklung vom Parallelbetrieb über den Verbundbetrieb zur Verbundwirtschaft. Elektr.-Wirtsch. Bd. 57(1958), Nr. 19, S. 595...598.
[38] *UCPTE:* Résultats obtenus par l'UCPTE en matière d'utilisation la meilleure des moyens de production et de transport de l'énergie électrique. Teiltagung der Weltkraftkonferenz Montreal 1958, Abt. D, Bericht 113 D/8. London: WPC.
[39] Union Promotes Europe's Power Pool. Electr. Wld. Bd. 149 (1958), Nr. 24, S. 47...49.
[40] *Ekefalk, S., P. H. Margen* und *T. Nyten:* The economics of atomic central district heating plants in Sweden. Teiltagung der Weltkraftkonferenz Montreal 1958, Abt. B_3, Bericht 59 B_3/8. London: WPC.
[41] *Roser, H.:* Macht die Atomkraft das Verbundnetz überflüssig? ETZ - A Bd. 78(1957), Nr. 1, S. 1...6.
[42] *CIGRE:* CIGRE Meets in Paris — Focuses on Transmission. Electr. Wld. Bd. 150(1958), Nr. 1, S. 40...42.

Adresse des Autors:

A. Kroms, dipl. Ing., 30 Rockland Avenue, Malden 48/Mass., USA.

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 Sekretariat des VSE einzeln und im Abonnement bezogen werden.