Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 30 (1939)

Heft: 18

Artikel: Die Gleichstrom-Kraftübertragung, ihr heutiger Stand und ihre Zukunft

Autor: Kern, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1060866

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: 09.12.2025

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

Die Gleichstrom-Kraftübertragung, ihr heutiger Stand und ihre Zukunft.

Von *E. Kern*, Ennetbaden.

621.315.051.024

Es wird gezeigt, dass die Uebertragung grosser Leistungen auf grosse Distanzen mittels Gleichstrom heute wirtschaftlich und technisch im Bereich der Möglichkeit liegt. Gegenüber der Drehstromübertragung hat die Gleichstromübertragung wesentliche Vorteile, die begründet werden. Das Beispiel der Versuchsanlage Wettingen-Zürich (50 kV, 500 kW) wird erwähnt.

L'auteur démontre que la transmission à grande distance de fortes puissances en courant continu est aujourd'hui parfaitement possible, tant au point de vue économique qu'à celui de la technique. La transmission à courant continu possède sur la transmission à courant triphasé des avantages importants que l'auteur fait ressortir. L'étude se termine par une brève allusion à l'installation d'essai entre Wettingen et Zurich (50 kV, 500 kW).

a) Kritik am Drehstrom als Uebertragungssystem.

Schon seit Jahren wird, veranlasst durch die stetig wachsenden Anforderungen hinsichtlich Leistung und Distanz, die Kritik an dem Verhalten des Drehstroms als Uebertragungsstromart lauter. Dieses klassische System konnte den technischen Anforderungen so lange noch entsprechen, als seine vielen unbestritten guten Eigenschaften: Einfachheit der Erzeugung, der Transformation, der Verteilung und der Rückwandlung in mechanische Leistung, bei weitem im Vordergrund standen. Mit andern Worten: Solange der Einfluss der eigentlichen Uebertragungsleitung zurücktrat, solange also die Orte der Elektrizitätserzeugung und des Elektrizitätsverbrauchs sich in kleinen Abständen von einigen Dutzend bis wenigen 100 km gegenseitig durchsetzten und keine allzu grossen Anhäufungen von Energieerzeugern oder von Energieverbrauchern in Erscheinung traten, so lange konnte das Drehstromsystem sowohl als Erzeugungssystem, als auch als Uebertragungssystem und als Verteilungssystem seinen Zweck erfüllen. Da, wo bei grossen Uebertragungsdistanzen schon die unangenehmen Erscheinungen der Drehstromleitungen sich stark störend geltend machten, suchte man durch Kompensation der störenden Blindströme mit beträchtlichem Kapitalaufwand den Betrieb zu verbessern.

Mit zunehmender Ausnützung der nächstliegenden Wasserkräfte und Brennstofflager muss die Suche nach neuen Energiequellen auch immer weiter abseits liegende Energiequellen zu erfassen suchen. Muss mit Rücksicht auf eine möglichst geringe Belastung des Energiepreises beim Verbraucher durch den Kapitalaufwand für die Fernübertragung die zu übertragende Leistung des Systems desto höher angesetzt werden, je grösser die Distanz zwischen Erzeuger und Verbraucher wird, so trifft gerade dieses angestrebte steile Anwachsen des Produktes aus Leistung und Distanz, im folgenden mit «Leistungsdistanz» bezeichnet, das Verhalten der Drehstromleitung am empfindlichsten. Während also an und für sich die Wirtschaftlichkeit einer Fernübertragung mit zunehmender Uebertragungslänge auch eine zunehmende Leistung erfordert, müsste umgekehrt beim Drehstromsystem aus technischen Gründen mit zunehmender Uebertragungslänge eine Verminderung der Uebertragungsleistung oder besser eine Erhöhung der Spannung eintreten. Einer willkürlichen Spannungserhöhung steht aber schon das äusserst steile Anwachsen der Korona-Verluste an der Leiter-Oberfläche entgegen. Es muss aus diesem Grunde angestrebt werden, die Spannungsamplitude nicht über einen durch die elektrische Feldstärke auf der Leiteroberfläche festgelegten Wert ansteigen zu lassen. Die günstigste Ausnützung eines Dielektrikums liegt ja in der dauernden Einhaltung einer konstanten Grenzspannung, also am besten der dieser entsprechenden Gleichspannung. Jegliches Unterschreiten dieses Grenzwertes vermindet die Materialausnützung, also auch die Uebertragungsleistung, wogegen das Ueberschreiten eine Wirkungsgradeinbusse durch Koronaverluste bei Freileitungen oder eine Zerstörung der Isolation bedeutet. Somit ist also mit dem dauernden Wechsel des Spannungszustandes beim Drehstrom-System eine beträchtliche Verschlechterung der Material-Ausnützung oder also ein spezifisch höherer Materialaufwand verbunden. Betrachtet man sodann die Auswirkung der Ladeströme einer Leitung auf die ohmschen Verluste in ihr selbst, so ergibt sich im Endresultat ein weiterer einschränkender Einfluss der Frequenz auf die Ausnützung der Leitung, der bei den anzuwendenden Uebertragungsspannungen eine wichtige Rolle spielt. Mit zunehmender Leistungsdistanz der Uebertragung müssen beim Drehstromsystem grosse Summen für die Beherrschung der Spannungsabfälle, der Verluste in der Leitung und der Stabilität der beidseitigen Synchronmaschinen aufgewendet werden, welche die Uebertragungskosten stark belasten. Zusammenfassend ergibt sich das Bild, dass die Ausschaltung des Einflusses des mit dem Drehstrom verbundenen periodischen Wechsels der Ströme und Spannungen in der Uebertragungsleitung selbst um so entscheidender wird, als die Leistungsdistanz wächst. Mit dem Ausschalten dieses Frequenzeinflusses gewinnt der Betriebsleiter auch eine bessere Unabhängigkeit zwischen Spannung und Belastung. Aber noch mehr. Eine rein transformatorische Kupplung aller Generatoren eines Netzes im hergebrachten Sinne erzwingt den synchronen Lauf aller so miteinander verbundenen und erregten Synchronmaschinen, gleich welcher Funktion. Verantwortlich für diesen synchronen Lauf sind Ausgleichströme, deren Grösse in erster Linie von der Phasendifferenz zwischen der Netzspannung und der Maschinen-EMK abhängig ist. Nun kann aber unter Umständen der Wunsch sich geltend machen, zwei durch eine lange Uebertragungsleitung verbundene Kraftwerksgruppen in ihrer Frequenz unabhängig voneinander zu halten. Diesem Wunsche kann nur auf dem einen Wege entsprochen werden, die genannten Ausgleichströme, soweit sie von der Phasendifferenz der Spannungen der beiden Gruppen abhängig sind, zu unterbinden.

Auch dies bedeutet aber einen völligen Verzicht auf die einfache transformatorische Verbindung der beiden Gruppen, Verzicht auf rein elektrische Uebertragung durch Wechselstrom überhaupt. Mit diesem Schritt wird auch das Stabilitätsproblem insofern räumlich eingeschränkt, als die Stabilität dann nur noch innerhalb der beiden Kraftwerksgruppen für sich und nicht mehr in beiden Gruppen zusammen über die Uebertragungsleitung hinweg überwacht werden muss.

b) Die Gleichstromübertragung.

Mit dem immer ausgeprägteren Hervortreten des Gewichtes der eigentlichen Uebertragungsleitung durch die wachsende Leistung und Länge der Uebertragung verstärkte sich der Ruf nach erneuter Heranziehung des Gleichstromsystems. War noch der geniale Genfer Konstrukteur René Thury auf die rein maschinelle Erzeugung und Rückwandlung des Gleichstroms angewiesen, so hat er als erster unter diesen erschwerenden Umständen den Beweis der Lebensfähigkeit des Gleichstroms als Fern-Uebertragungssystems erbracht. Seine Schöpfungen verdienen auch heute noch unsere höchste Anerkennung [1]).

Selbst die unabänderliche Tatsache, dass mit der Einführung einer besonderen Stromart für die Uebertragung allein eine zusätzliche doppelte Umformung der Leistung verbunden ist, kann heute die Vorteile des Gleichstromsystems nicht mehr zudecken. Massgebend für diese Wandlung der Verhältnisse sind u. a. die Fortschritte im Bau der Mutatoren. Innerhalb von ca. 25 Jahren hat dieser Apparat eine Entwicklung durchgemacht, die sowohl in der Richtung der Spannung, als auch in der des Stromes durch das Verhältnis 100 : 1 gekennzeichnet ist. Die Deckung des Bedarfes von Hochspannungs-Gleichstromquellen auch für Radiosender führte die Entwicklung in einen Spannungsbereich hinein, welcher schon als vielversprechender Anfang für die Entwicklung der zukünftigen Gleichstromübertragung bewertet werden durfte. Der Mutator hat aber mit der Einführung der Gittersteuerung auch das Problem der Rückwandlung des Gleichstromes in Drehstrom in einwandfreier Weise gelöst. Für die Weiterentwicklung der eigentlichen Umformer in der Richtung nach höheren Spannungen und Leistungen sind daher die für den Hochspannungsmutatorbau massgebenden Gesichtspunkte in grossem Umfang gemeinsam anwendbar. Und die weitere Tatsache, dass in aller Welt Kraftübertragungsprojekte bestehen, deren Ausführbarkeit und Wirtschaftlichkeit durch die Verwendung des Gleichstroms als Uebertragungssystem überhaupt entschieden wird, gab Anlass, die hier liegenden Möglichkeiten mit aller Energie weiter zu verfolgen. Wir denken dabei an eine Gleichstromübertragung Norwegen-Deutschland, die Nutzbarmachung der grossen Flusswasserkräfte in Russland, in Süd-Ost-Afrika, der Tennessee-Talsperre und andere. Ueber die Frage, ob der Gleichstrom über seine Hauptaufgabe, «Ueberwindung der grossen Distanzen», hinaus etwa auch zur Erzeugung oder Verteilung herangezogen werden soll, ist keinesfalls zu diskutieren: Die Vorteile des Drehstromes überwiegen auf diesen Gebieten dermassen, dass an eine Kürzung seiner Verwendung zugunsten des Gleichstromes gar nicht zu denken ist. Die Möglichkeit der Verlegung der Uebertragungsleitung in Kabel, die bessere Materialausnützung, die geringeren Uebertragungsverluste, die leichtere Spannungshaltung und der Wegfall des Stabilitätsproblems über die Leitung überhaupt, sichern der Gleichstromübertragung auch über den Nachteil der zusätzlichen doppelten Umformung hinweg den Vorrang in der zukünftigen Grosskraftübertragung auf grosse Distanzen.

Zur Systemsfrage: Konstantstrom- oder Konstantspannungs-System, 2- oder 3-Leiter-System, ohne oder mit Erdung, unmittelbare oder mittelbare Erdung, lässt sich sagen, dass das 2-Leiter-System mit konstanter Spannung mit unmittelbarer Erdung des Mittelpunktes nach heutigem Ermessen den Vorzug verdient. Für die damit im Zusammenhang stehende Frage der Abschaltung von Erdschlüssen im Kabel lassen sich an Hand der heutigen Erkenntnisse Hochspannungs-Gleichstromschalter bauen, welche mit dem bei Erdschluss auftretenden Kurzschlußstrom innerhalb einer Abschaltzeit von der Grössenordnung einer Millisekunde fertig werden. Auf dieser Grundlage kann dann mit der elektrisch eindeutigen unmittelbaren Erdung des Systemsmittelpunktes gearbeitet werden. Eine uneingeschränkte Verwendung der Gleichstromübertragung setzt die Möglichkeit des Betriebes verzweigter und sogar vermaschter Uebertragungssysteme voraus, ja es ist zu erwarten, dass das Uebertragungssystem sich zu einer kontinentalen Sammelschiene entwickeln wird. Auch von dieser Seite her ergibt sich damit die Forderung, einzelne Leitungsabschnitte bei Störung automatisch abtrennen zu können. Wie weit das Uebertragungssystem als Freileitung oder als unterirdisches Kabel ausgeführt wird, kann heute kaum allgemein beantwortet werden. Nach heutigem Ermessen wird das Bestreben dahin gehen, wo immer möglich die billigere und betriebssicherere Verlegung in Kabel anzuwenden, wobei aber dem Einfluss des Geländes auf die Verlegungskosten Rechnung zu tragen sein wird, so dass unter Umständen streckenweise auf die Freileitung zurückgegriffen werden muss. Soweit die Uebertragung in Kabel verlegt wird, muss bei unvermaschten Netzen mit Rücksicht auf die Weiterführung des Betriebes bei Erdschluss der Gesamtquerschnitt der Uebertragungsleitung in mindestens 2 einadrige Kabel aufgeteilt werden, so dass beim Abtrennen eines gestörten Stranges der Strom sich ohne weiteres auf die übrigen Stränge verteilt. Zu diesem Zwecke werden in gewissen Abständen Querschaltstationen eingeschaltet werden müssen, in denen nicht nur die erforderlichen automatischen Schalter für die einzelnen Stränge aufgestellt sind, sondern auch die nötigen Querverbindungen zwischen den in Betrieb befindlichen Strängen der einzelnen Abschnitte hergestellt werden können. Auch die Beaufsichtigung des Isolationszustandes der ein-

[1]) Bull. SEV 1930, Nr. 5, S. 157.

zelnen Stränge und Abschnitte wird zu den Aufgaben dieser Querschaltstationen gehören. Die Notwendigkeit der vollkommenen Abschaltung eines Stranges bei Erdschluss hängt mit der Tatsache zusammen, dass im allgemeinen unterirdische Kabel bei einem Erdschluss durch den Gleichstromlichtbogen, der auch noch nach Abschaltung der Energiezufuhr von der Kapazität des Kabelabschnittes bis zu dessen völliger Entladung gespeist wird, betriebsunfähig gemacht werden.

Hier interessiert auch das Verhalten des eigentlichen Uebertragungssystems, bestehend aus dem Drehstrom-Gleichstrom-Umformer, der Leitung und dem Gleichstrom-Drehstrom-Umformer, hinsichtlich der Aufnahme und Uebertragung von induktiver oder kapazitiver Blindleistung. Die Uebertragung mehrphasiger Blindleistung ist aus dem einfachen Grunde gegenstandslos, weil die Summe der Momentanwerte der Blindleistung aller Phasen eines symmetrischen Mehrphasensystems dauernd gleich Null ist gemäss der bekannten Beziehung, dass die Wirkleistung eines symmetrischen Mehrphasensystems bei $\cos \varphi = 0$ konstant und gleich Null ist und somit eine mehrphasige Blindleistung im Gleichstromsystem überhaupt in keiner Weise in Erscheinung treten kann. In der heute vorliegenden Form der Umformer ist mit der Durchführung der Umschaltvorgänge des Lichtbogens zwischen den einzelnen Elektroden noch die Aufnahme einer gewissen induktiven Blindleistung aus den beiden gekuppelten Netzen verbunden. Indessen zeichnen sich heute schon vielversprechende Anfänge ab, um auch diese unerwünschte Beanspruchung von nacheilender Blindleistung auszuschalten oder noch besser in eine willkürliche Beherrschung auch der Blindleistung in bezug auf Abgabe und Aufnahme überzuführen.

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich, dass die Weiterentwicklung der Gleichstromübertragung in der Richtung höherer Spannungen und Leistungen hauptsächlich auf der Entwicklung der eigentlichen Umformer, also des Drehstrom-Gleichstrom- und des Gleichstrom-Drehstrom-Umformers sowie des Hochspannungs-Gleichstromschalters ruht. Nach heutigem Ermessen werden auch die Gleichstromschalter einen Aufbau erhalten, der demjenigen der Umformer sehr nahe kommt. Beides werden Lichtbogenapparate sein, in denen der Lichtbogen die Rolle des Stromwenders bei den Umformern und die Rolle der Kontaktbrücke bei den Hochspannungsschaltern übernimmt. So bestechend einfach scheinbar die Wirkungsweise dieser Apparate auch ist, so undurchsichtig sind heute noch die physikalischen Vorgänge, die sich in ihnen abspielen. In dieser Beziehung besteht somit ein ungeheurer Gegensatz gegenüber beispielsweise der Hochvakuum-Elektronenröhre, die der rechnerischen Erfassung viel leichter zugänglich ist. Vergegenwärtigt man sich die Ansprüche, die an gewisse Teile dieser Apparate in vakuumtechnischer, thermischer und elektrischer Hinsicht gestellt werden müssen, und sucht sich ein Bild zu machen über den Einfluss der Restgase, der Metalldämpfe, der Materialzerstäubung, der Temperatur, der Kondensation, der Ueberhitzung, der Strömungserscheinungen und der Ionisation, so hat man ein physikalisches Bild vor sich, das dem Mann der Berechnung ein helles Entsetzen einjagt. Mit diesem Hinweis ist die Tatsache begründet, dass noch heute diese Apparate der Berechnung nur im allergeringsten Teil zugänglich sind. Praktisch bedeutet dies nichts weniger, als dass jeder Schritt im Bau dieser Apparate mehr oder weniger gefühlsmässig eingeleitet und mit unerhörtem Aufwand an Energie, Zeit und Geld durch fort-

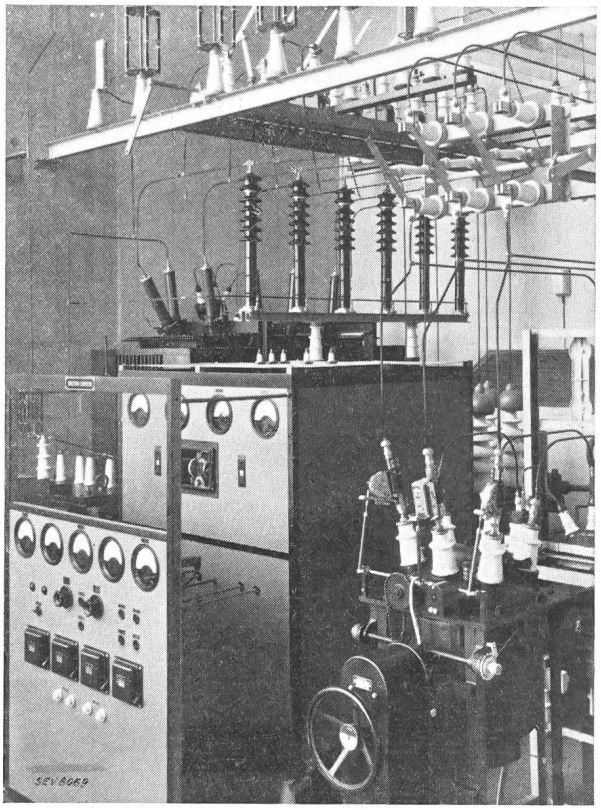

Fig. 1.
Drehstrom-Gleichstrom-Mutator-Gruppe in Wettingen der 50 kV-Gleichstromübertragung Wettingen-Zürich mit Umformung in Wettingen von Drehstrom in Gleichstrom und in Zürich von Gleichstrom in Drehstrom. Uebertragungsleistung 500 kW.

während Versuche erkämpft werden muss. Soweit es sich dabei um Einzelprobleme handelt, muss die physikalische Forschung in weitem Umfang herangezogen werden. Wenn ein elektrischer Apparat besteht, dessen Weiterentwicklung der physikalischen Forschung bedarf, so ist es der Hochspannungsmutator, und wenn schon ganz allgemein die Technik immer enger mit der physikalischen Forschung zusammenfliesst und auf diese angewiesen ist, so gilt dies im höchsten Grade für die Technik des Mutators. Die diesbezüglichen Bestrebungen der Maschinen- und Elektro-Industrie, die physikalisch-technische Forschung unter Heranziehung aller mit ihr verbundenen Kräfte, einschliesslich der Hochschulen, zusammenzufassen und auszubauen, verdienen daher volle Unterstützung. Dieser Forschung harren Probleme, deren Endresultat u. a. die Erhöhung der Einheitsleistung und der Betriebssicher-

heit des Mutators sein muss. Hand in Hand mit dieser Forschung muss aber nach den gemachten Erfahrungen der Betriebsversuch unter normalen Be-

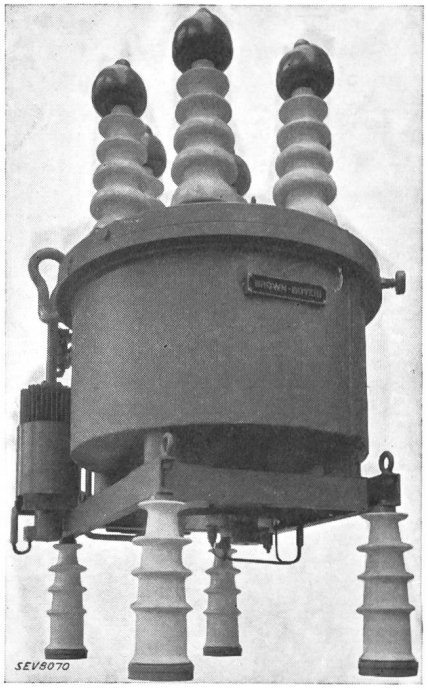

Fig. 2.
Drehstrom-Gleichstrom-, bzw. Gleichstrom-Drehstrom-Mutator, 50 kV, 500 kW.

triebsbedingungen mit voller, besser noch mit übersetzter Leistung parallel laufen. Immer wieder hat auch eine vorsichtige Uebertragung der im kleinen Versuch gewonnenen Erkenntnisse auf den Betriebsversuch zu bösen Ueberraschungen geführt. Ein endgültiges Bild der Wirkung jeglicher Massnahme kann nur aus einem zeitlich über Monate und Jahre ausgedehnten Dauerversuch unter betriebsmässigen Verhältnissen gewonnen werden. Letzten Endes läuft somit der Fortschritt auf diesem Gebiet der Gleichstromübertragung auf die Möglichkeit hinaus, Hochleistungsdauerversuche durchführen zu können. Diese Entwicklung stellt nach dem oben Gesagten sowohl finanziell als auch rein physikalisch an den Konstrukteur sehr hohe Ansprüche. Darüber hinaus setzen derartige Versuche aber noch die opferfreudige Mitarbeit von Elektrizitätserzeugungs-Gesellschaften voraus, die in der Lage sind, die erforderlichen grossen Energiemengen für derartige Dauerversuche zur Verfügung stellen zu können.

Fig. 1, eine Aufnahme von der 50 000-V-Gleichstromübertragung Wettingen-Zürich der Schweiz. Landesausstellung, stellt die im Kraftwerk Wettingen der Stadt Zürich aufgestellte Mutator-Gruppe dar. Aus Fig. 2 ist der Aufbau des Mutators selbst ersichtlich, der in einer einzigen Stufe sowohl die Umformung Drehstrom-Gleichstrom in Wettingen, als auch die Rückwandlung in Drehstrom in der Landesausstellung in Zürich bewirkt. Nachdem schon früher von anderer Seite praktische Uebertragungsversuche mit Mutatoren durchgeführt wurden, wird mit diesen Bildern die Tatsache veranschaulicht, dass die Entwicklung nun aus den Anfängen des Versuchsstadiums herausgetreten und der erste Schritt in den praktischen Betrieb getan ist.

Verteilungsanlagen.

Von *J. Gysel*, Zürich, mit *H. Buri*, Zürich, *G. Heusser*, Luzern, *M. Roesgen*, Genf, *C. Schedler*, Zürich, und *M. Wettstein*, Zürich.

621.316

Das vielfältige Gebiet der Elektrizitätsverteilung wird in den wesentlichsten Zügen behandelt: Gesetzliche Grundlagen, Hochspannungs- und Niederspannungs-Freileitungen, Transformatorenstationen, Ueberspannungs- und Ueberstromschutz, Spannungsregulierung, städtische Kabelnetze, Hausinstallationstechnik und Berührungsschutz.

Les auteurs examinent dans ses traits essentiels le vaste domaine de la distribution d'électricité: bases légales, lignes aériennes à haute et à basse tension, postes de transformateurs, protection contre les surtensions et les surintensités, réglage de la tension, protection contre les contacts accidentels, réseaux urbains de câbles et technique des installations intérieures.

Mit dem sehr weitschichtigen Thema «Verteilungsanlagen» befasst sich ein grosser Teil der vielen Artikel, aus denen die heute gültige, auf das Elektrizitätsgesetz vom Jahr 1902 sich stützende bundesrätliche «Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen», datiert vom 7. Juli 1933, und die sie ergänzende «Verordnung über die Parallelführungen und Kreuzungen» vom gleichen Datum zusammengesetzt ist. Ueber die ebenfalls zu den Verteilungsanlagen gehörenden Hausinstallationen ist in der Starkstromverordnung allerdings nur das Notwendigste gesagt; denn die Ausführungsbestimmungen dazu enthält die grosse SEV-Publikation «Vorschriften betreffend Erstellung, Betrieb und Instandhaltung elektrischer Hausinstallationen», letztmals ergänzt und herausgegeben 1936, denen gemäss Artikel 120 der Starkstromverordnung gleiche allgemeinverbindliche Kraft zukommt wie den Bundesvorschriften [1]).

Damit sind bereits die *Grundlagen* unserer Elektrizitätsverteilung genannt. Ueber den heutigen Umfang der Anlagen, sowohl nach den einzelnen Werken ausgeschieden als auch für die ganze Schweiz zusammengefasst, geben die periodisch erscheinenden statischen Mitteilungen des SEV Aufschluss, deren letzte unter dem Titel «Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz nach dem Stande auf Ende 1936» im Dezember 1937 zur Ausgabe gelangte. Die wesentlichen Bauteile endlich, aus denen sich unsere Verteilungsanlagen zusammensetzen, sind in der Elektrizitätshalle der Schweizerischen Landesaus-

[1]) Die «Hausinstallationsvorschriften» vom Jahr 1936 sind z. Zt. vergriffen; eine Neuauflage auf Ende 1939 ist in Bearbeitung.