Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 50 (1959)

Heft: 13

Rubrik: Energie-Erzeugung und -Verteilung : die Seiten des VSE

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: 28.12.2025

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

Freileitungs- und Kabelbau

Bericht über die 19. Diskussionsversammlung des VSE vom 29. April 1959 in Bern

Gegenwärtige Tendenzen beim Bau der elektrischen Verteilnetze

von *L. Carlo*, Genf

621.315.235 + 621.316.1

Der Referent behandelt im ersten Teil die Verlegung von Kabelleitungen, insbesondere in städtischen Gebieten, und geht dabei unter anderem auf folgende Fragen ein: Koordination der Grabarbeiten der verschiedenen öffentlichen Dienste mit unterirdischen Leitungen, Disposition in Trottoir oder Strasse, Wirtschaftlichkeit von Leitungstunnels, Bestimmung der Kabelquerschnitte, Trenner für unterirdische Kabel, Nullleiterquerschnitt, Kabelverlegungsarbeiten, Kabel mit Aluminiumleitern und Aluminiummantel. Im zweiten Teil werden die Freileitungen behandelt, wobei die Verwendung von Aluminium als Leitermaterial und die Wirtschaftlichkeit von sorgfältig und richtig imprägnierten Holzmasten für normale Leitungen und Weitspannleitungen besonders berücksichtigt werden.

L'auteur examine dans la première partie la pose de lignes souterraines dans les réseaux urbains et traite principalement les questions suivantes: coordination des travaux de pose des lignes souterraines des différents services publics, disposition des canalisations sous la chaussée, valeur économique des caniveaux ou des galeries, détermination de la section des câbles, sectionneurs pour canalisations souterraines, sections pour le conducteur neutre, câbles à conducteur d'aluminium, câbles à enveloppe d'aluminium. Dans la seconde partie les questions concernant les réseaux aériens sont examinées en tenant compte surtout de l'utilisation de conducteurs d'aluminium et de la valeur économique du support en bois soigneusement imprégné pour les lignes à moyenne ou à longue portée.

Kabelleitungen

Vorbereitung für das Verlegen von Leitungen

Die Organisation der Arbeiten bei der Verlegung von unterirdischen Kabeln oder Freileitungen und die Koordination der Leitungsverlegung mit Arbeiten, welche eventuell gleichzeitig von andern öffentlichen oder privaten Unternehmungen ausgeführt werden, stellen eine Reihe von wichtigen Problemen.

Die Vorbereitungsarbeiten umfassen die technischen Studien, von denen jedoch hier nicht näher die Rede sein soll, und die Wahl des Leitungsweges (Trasse). Besonders bei der unterirdischen Kabelverlegung ist eine Reihe von Vorbesprechungen mit andern Verwaltungen oder Unternehmungen nötig, welche eventuell auf dem gleichen Trasse unterirdische Leitungen für Telephon, Gas, Wasser oder Elektrizität erstellen wollen.

Diese Vorbesprechungen können in Form von Sitzungen stattfinden, an denen die Vertreter der verschiedenen interessierten Betriebe und Verwaltungen und ein oder mehrere Vertreter des Kantons oder der Gemeinden teilnehmen, welche für die Erteilung der Baubewilligungen zuständig sind. Diese Vertreter bilden zusammen die *Koordinationskommission*, deren Vorsitzender (in Genf z. B. ein Ingenieur des Elektrizitätswerks) alle an diesen Fragen interessierten Instanzen zu periodisch stattfindenden Sitzungen einlädt.

Vor diesen Besprechungen werden allen interessierten Instanzen die Formulare und Pläne mit den notwendigen Angaben über die Bauvorhaben zugestellt. Diese Unterlagen werden nach einem festen Schema versandt, damit niemand vergessen wird.

Im Verlaufe dieser Sitzungen wird die Reihenfolge für die Verlegung der verschiedenen unterirdischen Leitungen festgelegt. Ein Sekretär verfasst über die Beschlüsse ein Protokoll, welches nachher allen Teilnehmern zugestellt wird. Die mit den Bauarbeiten zu beauftragenden Unternehmer werden meistens in diesen Sitzungen bestimmt. Sehr oft wenden sich Architekten an diese Koordinationskommission, wenn sie mit Arbeiten beauftragt sind, welche öffentlichen Grund und Boden in Anspruch nehmen.

Die Zuteilung der genauen Lage für jede einzelne Leitung stellt manchmal sehr schwierige Probleme, weil die Belegung des Untergrundes besonders in grösseren Städten und hier vor allem in den alten Hauptverkehrsadern so stark ist, dass man oft vorhandene unterirdische Leitungen umlegen muss; das ist mit beträchtlichen Kosten verbunden. In diesem Zusammenhang darf nicht vergessen werden, dass für die Leitungen der öffentlichen Dienste eigentlich nur die Verlegung unter den Trottoirs in Frage kommt, weil der Verkehr und der sehr teure Fahrbahnbelag beträchtliche Hindernisse für die Verlegung unter der Strasse darstellen.

Seit einigen Jahren haben in Genf die Architekten in mehreren Fällen von den zuständigen Behörden die Bewilligung erhalten, unter den Trottoirs, d. h. in öffentlichem Grund und Boden, zu Baublöcken gehörende Anlageteile zu erstellen, wie z. B. Garagen, strassenseitig verbreiterte Fundamente, überdeckte Lichtschächte für Kellerfenster und insbesondere unterirdische Öltanks. Es ist nur zu hoffen, dass solche Bewilligungen, welche bisher von den Behörden ohne vorherige Anfrage bei den mit unterirdischen Leitungen arbeitenden öffentlichen Diensten erteilt wurden, in Zukunft nicht mehr möglich sind. Unter den heutigen Verhältnissen sind solche Hindernisse im öffentlichen Grund und Boden untragbar, um so mehr, als bei unterirdischen Öltanks u. U. mit Korrosionen gerechnet werden muss.

In diesem Zusammenhang erscheint es dringend notwendig, dafür zu sorgen, dass allfällige Gesuche für solche Bewilligungen zuerst den interessierten öffentlichen Diensten vorgelegt werden. Es sollte nicht mehr vorkommen, dass die Architekten mit einer von den Behörden bereits ausgestellten Bewilligung bei den öffentlichen Diensten die Umlegung von Leitungen verlangen. Die bisher angewendete Bewilligungsmethode führt zu anarchischen Zuständen, besonders im Falle von Hochspannungsleitungen, seien es nun Kabel- oder Freileitungen.

Anordnung der unterirdischen Leitungen

Wir haben bereits weiter oben erwähnt, dass die Art des Strassenbelags und dessen hohe Kosten sowie die Dichte des Strassenverkehrs in den meisten Fällen dazu zwingen, die unterirdischen Leitungen, gleichgültig ob für Wasser, Gas, Elektrizität oder Telephon, unter den Trottoirs anzuordnen. Aus den genannten Gründen drängt sich auch die gleichzeitige Verlegung von Leitungen auf beiden Seiten der Strassen auf, weil unter der Strassenfahrbahn nicht häufige Querverbindungen erstellt werden können, ausgenommen vielleicht für in Eternit- oder Zementrohre verlegte Telephon- und Elektrizitätskabel.

Die Notwendigkeit, für alle unterirdischen Leitungen die Trottoirs zu benutzen, bringt manchmal schwierige Probleme mit sich. Aber der gute Wille zur Zusammenarbeit, welcher an den Besprechungen bei den Vertretern der verschiedenen Verwaltungen und öffentlichen Dienste vorhanden sein muss, kann auch diese Schwierigkeiten überwinden.

In vielen Fällen stellt sich bei der parallelen Verlegung verschiedener unterirdischer Leitungen (Wasser, Gas, Elektrizität und Telephon) die Frage, ob es nicht zweckmässiger wäre, alle Leitungen in einem einzigen *Leitungstunnel* oder Leitungskanal zu vereinigen. Eine solche Lösung scheint richtig zu sein, sofern sie bei der Erstellung von neuen Strassen von Anfang an geplant wird; denn die nachträgliche Erstellung von unterirdischen Leitungskanälen in seit Jahrzehnten oder sogar seit Jahrhunderten bestehenden Strassen ist so teuer, dass sie praktisch gar nicht in Frage kommt. In Genf hatten die öffentlichen Dienste letzthin Gelegenheit, gemeinsam die Erstellung eines solchen unterirdischen Leitungstunnels in einer der wichtigsten Hauptstrassen zu studieren. Es handelte sich um eine Strasse, deren Belag und Profil vollständig erneuert werden mussten. Trotz dieser für den Bau eines Leitungstunnels günstigen Voraussetzungen hat die nähere Prüfung gezeigt, dass das Projekt wegen der hohen Kosten nicht verwirklicht werden konnte.

Es gibt jedoch besonders für elektrische Verteilkabel ein verhältnismässig einfaches Mittel, um das wiederholte Öffnen von Gräben quer zur Strasse zu vermeiden, nämlich das Verlegen von Reserverohren aus Zement oder Eternit anlässlich der Verlegung der ersten Leitung oder anlässlich der Erneuerung des Fahrbahnbelags. Diese Lösung ist sehr einfach zu verwirklichen und sie ermöglicht es dem Netzinhaber, auf das spätere Öffnen von Gräben zu verzichten, welche quer zur Strasse verlaufen und deshalb die grössten Schwierigkeiten mit sich bringen.

Anschluss von Gebäudeblöcken

In städtischen Gebieten werden Gebäudeblöcke meist über Abzweigkasten an das Verteilnetz angeschlossen. Diese Anschlussart wird in den Vororten beibehalten, während man im eigentlichen Stadtgebiet immer mehr zum direkten Einzelanschluss übergeht.

Die Hausanschlusskasten von Gebäudeblöcken enthalten meistens Hochleistungssicherungen, weil die Anschlusswerte in den städtischen Wohnblöcken immer grösser werden und die Schraubsicherungen nicht mehr genügen, wenn man unerwünschte Erwärmungen vermeiden will.

Bestimmung der Kabelquerschnitte

Der grösste für Mehrleiterkabel (meist dreiphasig, sehr selten zweiphasig) in Frage kommende Querschnitt beträgt ungefähr 150 mm² bei einem Nulleiterquerschnitt von 75 bis 95 mm². Es scheint, dass sich in Städten von einer bestimmten Grösse an (d. h. über ca. 50 000 Einwohner) die Wahl von grossen Kabelquerschnitten immer mehr aufdrängen wird, weil die von einem Wohnblock beanspruchte Leistung sehr leicht 30 bis 40 kW erreicht, so dass ein Kabel von 3×150 mm² + 75 mm² Nullleiter voll belastet ist, wenn einige Wohnblöcke angeschlossen sind. Als Beweis sei nur angeführt, dass es in Genf demnächst notwendig wird, Transformatorenstationen mit einem Verteilradius von nur noch 100 m zu erstellen.

Trenner für unterirdische Kabel

In Städten von einer bestimmten Grösse an können die meisten unterirdischen Kabelleitungen mindestens von zwei verschiedenen Transformatorenstationen aus gespiesen werden. Die Kabelleitungen enthalten oft ziemlich lange Abzweige, welche ihrerseits auch wieder von einer andern Transformatorenstation gespiesen werden können. Das ganze System bildet ein Maschennetz, in welchem die Möglichkeit vorhanden sein muss, die einzelnen Netzabschnitte durch Trenner zu unterteilen. Oft sind auch mit Rücksicht auf die Lastverteilung oder die unter allen Umständen aufrecht zu erhaltende Belieferung eines besonders wichtigen Abonnenten in einem Leitungszug Trenner nützlich, selbst wenn die betreffende Leitung nur an zwei Stationen angeschlossen ist.

Man benützt für diese Zwecke zwei verschiedene Trenner-Typen. Die einfachste Art sind gewöhnliche Trennmesser, bei denen der Anpressdruck für grosse Ströme durch eine seitliche Verriegelung mit Hilfe einer nach Einschalten der Trenner gesicherten Schraube verstärkt werden kann. Die Trenner sind in einen Gusskasten eingebaut, welcher mit einem gesicherten, abnehmbaren Deckel versehen ist, so dass die Trennmesser mit einer besonderen Stange betätigt werden können. In ausgeschalteter Stellung können die Trennmesser durch Isolierstücke ersetzt werden. Es gibt auch ähnliche Trennkasten mit zwei eingebauten Trennern, zwischen denen ein Abzweig angeschlossen werden kann. Die Montage dieser Trennkasten ist aber komplizierter. Bei beiden Modellen ist der Kasten derart mit Isoliermasse gefüllt, dass nur die zu betätigenden Teile herausragen. Der Gusskasten wird in einen Schacht mit Kontrolldekkel eingebaut. Aus leicht verständlichen Gründen

ist es sehr zu empfehlen, die Trennkasten in einem Trottoir und nicht in der Strasse zu placieren.

In mehreren Schweizerstädten werden unterirdische Trennkasten verwendet, welche gegenüber den vorstehend geschilderten Modellen wesentliche Vorteile aufweisen. Diese bessere Bauart ermöglicht das plötzliche und gleichzeitige allpolige Öffnen des Trenners, und die Untertrennung erfolgt unter Öl. Solche Trennkasten werden auch mit zwei, drei oder vier Trennern für die Abtrennung von ebenso vielen Abgängen geliefert. Das Elektrizitätswerk Genf verwendet bereits seit ca. 20 Jahren solche Trennkasten und ist damit sehr zufrieden. Es muss noch erwähnt werden, dass diese Trenner bei Beachtung einiger sehr einfacher Vorsichtsmassnahmen auch bei sehr schlechtem Wetter bedient werden können, was bei dem zuerst geschilderten Modell mit in Luft schaltenden Trennmessern nicht der Fall ist.

Dimensionierung der Leiter; Ein- oder Mehrleiterkabel

Die grossen Anschlusswerte einzelner Abonnenten zwingen heute die Elektrizitätswerke mehr und mehr, Einleiterkabel zu verwenden. Die einzige wirtschaftliche Lösung ist in solchen Fällen die Verwendung von Kabeln mit thermoplastischer Umhüllung.

Mit Rücksicht auf die in Drehstromnetzen zunehmend gleichmässiger auf die einzelnen Phasen verteilte Belastung erscheint uns die Verwendung von Nulleitern mit gleichem Querschnitt wie die Phasenleiter als Verschwendung. Seit langer Zeit wird in Genf, abgesehen von gewissen Spezialfällen, für Kabel mit grösserem Querschnitt als 4×35 mm² für den Nulleiter der halbe Querschnitt des Phasenleiters gewählt.

Bei den klassischen papierisolierten Kabeln stellen sich keine eigentlichen Probleme, sofern die Stationen mit allpoligen, rasch abschaltenden Schaltern ausgerüstet sind.

Die Frage des sorgfältigen Überstromschutzes bei Polythenkabeln sollte besser studiert werden. Wenn man berücksichtigt, wie häufig solche Kabel im Auslande verwendet werden, sollte dies übrigens ohne grosse Schwierigkeiten möglich sein.

Bewehrung der Kabel

Die Kabelbewehrung kann durch Eisenband oder durch Flachdraht (Zugarmatur) erreicht werden. In bezug auf den mechanischen Schutz des Kabels bietet weder die eine noch die andere Bauart eine genügende Garantie. Bestimmt können diese dünnen Metallumhüllungen die Verletzung des Bleimantels nicht verhindern, wenn das Kabel vom Schlag eines Pickels, eines Meissels oder eines Spitzeisens getroffen wird. Die Gefahr ist für das Kabel besonders gross, wenn solche Werkzeuge mit einem Drucklufthammer betätigt werden. Etwas allgemeiner gefasst, entsteht immer dann eine Gefahr für das Kabel, wenn es durch einen harten oder schneidenden Teil von irgendeinem der vielen heute auf den Baustellen verwendeten mechanischen Geräte getroffen wird. Die dünnen, diskontinuierlichen Metallumhüllungen schützen den Bleimantel des Kabels auch nicht genügend gegen chemische oder elektrolytische Korrosion.

Einzig eine Umhüllung aus PVC dürfte einen wirksamen Schutz bieten; solche PVC-Umhüllungen sind für alle Hochspannungskabel angezeigt, und zwar überall dort, wo irgendeine Korrosionsgefahr vorhanden ist.

In der Schweiz sind die Erfahrungen mit papierisolierten Bleikabeln und Polythenkabeln noch zu wenig zahlreich und zu kurzfristig, als dass man sich über die systematische Anwendung dieser Kabel bereits ein Urteil bilden könnte. Wir sind deshalb darauf angewiesen zu beobachten, was auf diesem Gebiet im Ausland geschieht. Wir werden auf diese Frage weiter unten im Zusammenhang mit den Kabeln mit Aluminiummantel zurückkommen.

Dimensionierung der Kabel für den Anschluss von Wohngebäuden

Wohngebäude werden allgemein mit einem Querschnitt von mindestens 4×6 mm² angeschlossen. Auch wenn es sich nur um ein Einfamilienhaus handelt, wäre es doch lächerlich, wenn man einen kleineren Querschnitt wählen würde oder die Zahl der Leiter vermindern wollte, weil die Kosten für das Kabel im Vergleich zu den Kosten für den Kabelgraben und den Kosten für die Einführung in das Haus verhältnismässig gering sind.

Kabel für die öffentliche Beleuchtung

Für die Speisung einer Reihe von Beleuchtungskandelabern sind zwei verschiedene Lösungen möglich:

1. Falls der Abstand zwischen dem ersten und dem letzten Kandelaber nicht zu gross und die zu übertragende Leistung nicht zu hoch sind, kann man das Kabel in jedem Kandelaber einschlaufen. Dies bedingt aber ziemlich kleine Querschnitte und ist nur möglich, wenn im Fuss des Kandelabers entsprechend Platz vorhanden ist.
2. Wenn die Bedingungen für die Einschlaufung des Kabels nicht erfüllt sind, so muss man nach der klassischen Methode vorgehen und vor jedem Kandelaber eine Abzweigmuffe vorsehen.

In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, dass wir mehrere Versuche mit der Speisung von Kandelabern mit einfachen Tdc-Kabeln gemacht haben und dass diese Lösung besonders vorteilhaft ist, weil sie die Einschlaufung und die Herstellung von äusserst einfachen Verbindungen im Innern des Fusses des Kandelabers erlaubt.

Verlegung der Kabel

In den weitaus meisten Fällen werden die Kabel in Gräben verlegt. Diese Kabelgräben, deren Dimension von der Zahl und der Art der zu verlegenden Kabel abhängig ist, werden innerhalb von Siedlungen normalerweise von Hand ausgehoben. Es kommt sehr selten vor, dass man in einer Strasse, wo der Untergrund stark mit Leitungen belegt ist und wo ein starker Verkehr herrscht, die Kabelgräben mit einer Baggermaschine ausheben kann.

Es gibt heute sehr starke Pressen, mit deren Hilfe Metallrohre in den Untergrund eingepresst werden können. Die Erfahrungen, welche wir mit dieser neuen Methode gemacht haben, sind sehr schlecht. Die Pressmethode kann in bestimmten Fällen sogar gefährlich sein, weil die eingepressten Rohre je nach

dem Untergrund stark aus der gewollten Richtung abweichen und mit im Betrieb befindlichen unterirdischen Leitungen in Berührung kommen können. Das Einpressen von Rohren bei den im schweizerischen Mittelland meist vorhandenen Bodenverhältnissen dürfte praktisch nicht in Frage kommen, abgesehen von Ausnahmefällen in Gebieten mit lockerem, geröllfreiem Boden.

Die Kabel können mit der Maschine oder von Hand eingezogen werden. Wenn es das Längenprofil zulässt, d. h. wenn die Höhenlage der vorhandenen Hindernisse gegenüber dem Boden nicht zu unterschiedlich ist und die einzelnen Hindernisse weit genug voneinander entfernt sind, ist der Kabelzug mit der Maschine vorteilhafter als der Handzug, der manchmal eine sehr grosse Anzahl von Hilfskräften für eine verhältnismässig kurze Zeit erfordert.

In jedem Falle ist es vorteilhaft, eine ausreichende Anzahl von Verlegerollen für die Unterstützung des Kabels während des Einzugs vorzusehen. Kabel mit Bleimantel sollten sich nicht zwischen zwei Rollen durchbiegen können, weil dadurch die notwendige Zugkraft sehr stark erhöht wird.

Die im Boden eingelegten Kabel werden entweder durch gebogene Zementsteine, durch Zementplatten oder durch Ziegel, welche auf eine die Kabel nach oben abdeckende Sandschicht gelegt werden, geschützt. Diese Schutzmethode erscheint uns sowohl vom technischen als auch vom wirtschaftlichen Standpunkt aus vorteilhaft. Sie ist billig und gewährleistet die beste Abkühlung der Kabel, welche ohne eine Zwischenschicht von die Wärme schlecht leitender Luft in direkter Berührung mit dem Boden sind. Es sei hier noch betont, dass eine genügend tiefe Verlegung der Kabel günstige Abkühlungsbedingungen schafft.

Die unterirdischen Kabel haben normalerweise keine äusseren Kennzeichen, aus denen ihre Spannung ersichtlich wäre. Das Wiederauffinden von Kabeln muss durch sorgfältig und laufend nachgeführte Kabelpläne sichergestellt werden.

In bestimmten Fällen baut man für die Muffen von Hochspannungskabeln besondere Kontrollkammern ein, in denen auch Temperaturmessungen und die Kontrolle von vagabundierenden Strömen vorgenommen werden können.

Für das Wiederauffüllen der Kabelgräben wird das Aushubmaterial verwendet, wenn dessen Qualität genügend ist. Andernfalls muss für das Wiederauffüllen unsortierter Kies verwendet werden. Letztere Massnahme wird manchmal vom Strassenbauamt verlangt, welches auf eine rasche Wiederherstellung der aufgerissenen Oberfläche drängt.

Die Temperatur für das Verlegen der Kabel sollte im Prinzip nie unter + 5 °C liegen. Es handelt sich dabei um die Temperatur am Kabel selbst. Durch entsprechendes Vorheizen des Kabels ist es leicht möglich, diese Temperatur während der Verlegung einzuhalten.

Schweissen der Kabelleiter oder Verwendung von Muffen

Allgemein werden die Leiter von Hochspannungskabeln geschweisst oder gelötet, besonders für Spannungen über 10 kV.

Die Verbindungen der Leiter von Niederspannungskabeln erfolgen durch Klemmen, und zwar sowohl für Verbindungs- als auch für Abzweigstellen.

Kabel auf stark geneigten Strecken

Bei der Verlegung von papierisolierten Kabeln auf Strecken mit starken Steigungen müssen gewisse Vorsichtsmassnahmen getroffen werden. Diese sind um so notwendiger, als die Kabelfabriken seit dem Krieg für die Kabel Öle mit niedriger Viskosität verwenden, angeblich zur Verminderung der dielektrischen Verluste, was aber für Kabel für 50 Hz Wechselstrom vollständig zwecklos ist. Infolge des verwendeten dünneren Öles kommen die Kabel bereits bei sehr geringen Steigungen unter Flüssigkeitsdruck, falls die Steigungen auf einer genügend langen Strecke vorhanden sind. Als Folge dieses Drucks entstehen Risse im Mantel und an den Bleimuffen sowie erhöhter Druck in den Endmuffen. Meist treten dann bei den periodischen Abkühlungen des Kabels Unterdrücke und manchmal auch Ölverluste auf.

Für Strecken mit starken Steigungen kann man, wenn es für das betreffende Kabel zulässig ist, den erhöhten Flüssigkeitsdruck durch Anbringen von Briden am Kabel verhindern. Die einfachste Lösung ist aber in solchen Fällen die Verwendung von Polythen- oder Thermoplast-Kabeln. Bei Strecken mit schwacher Steigung muss man unterwegs in ölimprägnierten Kabeln sog. Sperrmuffen einbauen. Dieses Problem spielt besonders bei Hochspannungskabeln eine grosse Rolle.

Aluminiumkabel

Es muss im Zusammenhang mit den Kabeln noch einiges über eine Kabelart gesagt werden, welche nach unserer Ansicht in Zukunft immer mehr verwendet werden wird, nämlich das *Kabel mit Aluminiumleitern.*

Das Aluminium wird bereits seit vielen Jahren für die Herstellung von elektrischen Leitern verwendet. Bereits im Jahre 1903 benutzte eine französische Gesellschaft Aluminiumleiter für eine 30 km lange Hochspannungsfreileitung, welche elektrische Energie nach Béziers transportierte. In der gleichen Periode erstellte eine amerikanische Gesellschaft eine 230 km lange Freileitung für den Energietransport nach San Francisco.

Es könnten noch viele Beispiele genannt werden, aber wir möchten uns mit der Feststellung begnügen, dass Hunderte von Kilometern Aluminiumkabel, die vor dem Jahre 1914 verlegt wurden, noch heute im Betrieb sind.

Es scheint also, dass die Aluminiumkabel ihre Bewährungsprobe bestanden haben und dass die bedeutenden Fortschritte, welche seither in der Technik und bei der Fabrikation der Kabel verwirklicht worden sind, dazu führen sollten, das Aluminium als einheimisches Metall in Zukunft beim Bau der elektrischen Leitungsnetze in der Schweiz in wesentlich grösserem Umfang zu verwenden.

Eine weitere wichtige Verwendung von Aluminium ergibt sich im Kabelbau bei den *Kabeln mit Aluminiummantel.* Diese Bauart bietet zwei Vor-

teile, welche Kabel konventioneller Bauart nicht aufweisen, nämlich

1. erhöhte mechanische Festigkeit, welche eine besondere Bandarmierung überflüssig macht,
2. leichtes Gewicht und infolgedessen Ersparnisse beim Transport und besonders beim Verlegen der Kabel.

Es ist klar, dass die notwendige Zugkraft für das Verlegen bei normalen Kupferkabeln wesentlich grösser ist als bei Aluminiumkabeln, denn man darf nicht ausser acht lassen, dass sich ein Kabel normaler Bauart zwischen den einzelnen Verlegerollen durchbiegt, falls diese Rollen nicht sehr nahe beieinander sind. Dieses Durchbiegen bedingt aber sofort eine stark erhöhte Zugkraft für das Verlegen.

Der Bleimantel eines Kabels herkömmlicher Bauart darf nicht mit mehr als 2 kg/mm² Zug beansprucht werden, und auch diese Beanspruchung ist nur zulässig, wenn dem Blei eine bestimmte Menge Zinn zulegiert wurde. Ein Aluminiummantel aus 99,5 % reinem Aluminium erträgt dagegen eine Zugbeanspruchung von 7...9 kg/mm². Die Dehnungen vor dem Bruch sind 25...35 % bzw. 20...25 %.

Bei gleichem Spannungsabfall ist die Temperaturerhöhung in einem Aluminiumleiter 20 % kleiner als in einem Kupferleiter.

Die Leitfähigkeit des Bleis beträgt $4{,}82 \cdot 10^4$ ($\Omega^{-1} \cdot cm^{-1}$), jene des Aluminiums $37{,}6 \cdot 10^4$ ($\Omega^{-1} \cdot cm^{-1}$). Die Leitfähigkeit des Aluminiums ist also rund 8mal grösser als diejenige des Bleis. Dadurch ist es in allen Fällen, d. h. selbst bei Kabeln mit Phasenleitern von grossem Querschnitt, möglich, den Aluminiummantel als Nulleiter zu verwenden. Die Benutzung des Aluminiummantels als Nulleiter bei Aluminiumkabeln (d. h. bei Kabeln mit Aluminiumleitern und mit Aluminiummantel) hat sehr lebhafte Kritik hervorgerufen. Man muss tatsächlich dafür sorgen, dass der als Nulleiter verwendete Mantel keine Unterbrechungsstellen aufweist. Die Verwendung von geklemmten Überbrückungen kann nach Ansicht der Spezialisten und der Überwachungsstellen selbst dann nicht genügen, wenn die Klemmbriden sehr sorgfältig konstruiert worden sind. Deshalb wurde für Überbrückungen anstelle von Klemmverbindungen die Lötung eingeführt. Man verwendet z. B. als Überbrückung Kupferleiter, welche mit dem Aluminiummantel durch die übliche Methode mit einem guten Reiblot verbunden werden.

Freileitungen

Für Niederspannungs-Freileitungsnetze wird in der Schweiz trotz der Konkurrenz des Betonmastes noch ziemlich allgemein der Holzmast verwendet. Der Holzmast bietet gegenüber den andern Mastarten, sei es nun der Eisenmast oder der Betonmast, so grosse Vorteile, dass ihn die Betriebsleiter von Verteilnetzen auch in Zukunft beibehalten werden. Über die Verwendung von Holzmasten für Hochspannungsleitungen bis zu ca. 30 kV sind die Meinungen heute allerdings geteilt, aber auch für diesen Spannungsbereich werden in vielen Netzen noch Holzmasten verwendet. Wir werden weiter unten sehen, was man von Holzmasten für Hochspannungsleitungen zu halten hat. Es sind nicht immer technische Gründe, welche zur Wahl von Beton- oder Eisenmasten anstelle von Holzmasten führen, sondern vielmehr die wachsenden Schwierigkeiten, die sich dem Leitungsbauer bei der Erwerbung von Durchleitungsrechten über private Liegenschaften entgegenstellen. Diese Schwierigkeiten sind besonders gross, wenn es sich darum handelt, Leitungsmasten auf landwirtschaftlich genutztem Boden aufzustellen. Das ist übrigens auch sehr leicht verständlich, wenn man an die technische Entwicklung auf dem Gebiete der Bodenbearbeitung in den letzten Jahrzehnten denkt. Die Mechanisierung ist auch in die Landwirtschaft eingedrungen, und mit der zunehmenden Verwendung von landwirtschaftlichen Maschinen werden die Leitungsmasten auf landwirtschaftlich genutztem Boden immer mehr unerwünscht. Der Landwirt möchte sein Land von allen Hindernissen frei halten, welche die normale Verwendung seiner landwirtschaftlichen Maschinen erschweren könnten. Dieser Gesichtspunkt ist so wichtig, dass es tatsächlich Fälle gibt, wo Landeigentümer die Erteilung von Bewilligungen für die Erstellung einer Leitung über ihr Land verweigert haben, obwohl ihnen sehr grosse Entschädigungen angeboten wurden. Aus diesen Tatsachen ergibt sich für den Leitungsbauer die zwingende Notwendigkeit, die Zahl der Masten so weit wie möglich zu vermindern und Beton- oder Eisenmasten aufzustellen, welche tatsächlich oder manchmal auch nur vermeintlich grössere Spannweiten zulassen. Gegen solche Überlegungen könnte man einwenden, dass es ein Expropriationsgesetz gibt, welches die Verteilunternehmungen anrufen können, besonders wenn es sich um öffentliche Elektrizitätswerke handelt. Unglücklicherweise sind die Formalitäten für die Expropriation langwierig und kostspielig. Sie sind für den Expropriierten verletzend, und man sollte deshalb zur Expropriation nur Zuflucht nehmen, wenn tatsächlich keine andere Verständigungsmöglichkeit mehr vorhanden ist. Meist schafft nämlich die Expropriation bei den Landeigentümern der betroffenen Gegend eine Stimmung, welche sehr ungünstig ist für spätere Verhandlungen, die das betreffende Elektrizitätswerk eines Tages für den Bau weiterer Leitungen in der betreffenden Gegend ganz sicher wird führen müssen. Diese Betrachtungsweise ist das Ergebnis einer grossen Zahl von eigenen Erfahrungen.

Wahl des Leitermaterials

Im Gegensatz zu der in Frankreich, Deutschland, England, Nordamerika und andern Ländern allgemein üblichen Praxis hat man in der Schweiz die Tendenz, für Niederspannungs-Freileitungen *Kupfer* als Leitermaterial zu verwenden. Vielfach ist das nur eine alte Gewohnheit, die aber, wie man weiss, so stark wie ein Gesetz ist. Der *Aluminiumleiter* hat aber trotzdem gewisse Vorteile, welche dazu führen, dass er in den erwähnten Ländern sehr häufig, wenn nicht ganz allgemein, gebraucht wird. Womit kann man wohl das geringe Zutrauen begründen, welches die meisten schweizerischen Leitungsbauer dem Aluminiumleiter entgegenbringen? Wir glauben, dass dies hauptsächlich auf die schlechten Erfahrungen zurückzuführen sein dürfte, welche während des letzten Krieges mit Aluminium-

leitern gemacht worden sind. Die Arbeiten an Aluminiumleitungen wurden nicht mit der notwendigen Vorsicht durchgeführt, und die technischen Bedingungen für die Einregulierung waren dem damit beauftragten Personal entweder nicht recht bekannt oder sie wurden von ihm beim Bau der Leitungen zu wenig beachtet. Daraus haben sich dann Unfälle und Störungen bei grosser Kälte und bei Unwettern ergeben. Es ist nicht zu vergessen, dass beim Bau von Leitungen mit Kupferleitern die Regulierung der Leitung bei normalen Spannweiten sehr oft dem Baugruppenchef überlassen wird, welcher den Durchhang dann mehr oder weniger empirisch regelt. Bei Kupferleitern macht das meist nicht viel aus, aber bei Aluminiumleitern kann das geschilderte Vorgehen sehr schwere Folgen haben. In vielen Fällen hatten die Werke auch Schwierigkeiten mit den Verbindungs- und Abzweigstücken, an denen oft infolge des Zusammentreffens von zwei verschiedenen Metallen Korrosionen aufgetreten sind. Diese Schwierigkeiten lassen sich aber vermeiden, wenn man die Klemmen und die Leiter vor der Montage mit neutralem technischem Vaselin einfettet, das nur wenig kostet.

Das Elektrizitätswerk Genf baut seit dem Jahre 1940 Niederspannungsleitungen mit Aluminiumleitern. Auf diesen Leitungen hat sich noch nie eine bedeutende Störung ereignet.

Die Aldreyseile bieten nicht die gleiche Betriebssicherheit wie die Aluminiumseile. Unter den Nachteilen, welche Aldrey aufweist, ist das Fehlen der Geschmeidigkeit bei den Drähten, welche das Leiterseil bilden, der grösste. Wenn ein Draht der äussersten Schicht eines Seils bricht, so wickelt sich dieser auf eine sehr lange Strecke ab und kann sich frei zwischen den Leitern bewegen; es entsteht dann fast unfehlbar ein Kurzschluss.

Wirtschaftlicher Wert von Holzmasten

Es gibt mehrere Berechnungsmethoden, um den wirtschaftlichen Wert eines Mastes zu bestimmen; ihre Anwendung hängt davon ab, welche Bedeutung man den Kapitalkosten eines Leitungsnetzes beimisst.

Beim Holzmast ist es besonders schwierig, sich im voraus eine genaue Vorstellung seines wirtschaftlichen Wertes zu machen, weil seine Lebensdauer je nach der Art des Mastes und seiner Lebens- und Aufstellungsbedingungen verschieden gross ist, so dass man sehr unterschiedliche Ansätze für die Amortisation anwenden müsste.

Es ist heute zweifellos unbedingt notwendig, die Lebensdauer der Holzmasten so viel als möglich zu verlängern. Die Betriebsbedingungen der Netze werden von Tag zu Tag schwieriger, und es genügt, dass sich diejenigen, die schon vor 25 Jahren mit dem Netzbetrieb zu tun hatten, daran erinnern, dass damals ein Unterbruch von einem halben oder sogar von einem ganzen Tage in einem ländlichen Netz ohne grosse Bedenken als zulässig galt. Heute haben wir aber mit ganz andern Verhältnissen zu rechnen. Ganz abgesehen vom Kleingewerbe hat sich die Verwendung von elektrischen Haushaltapparaten, von Motoren und von andern elektrischen landwirtschaftlichen Betriebseinrichtungen so stark verbreitet, dass ein Stromunterbruch von mehr als zwei Stunden nicht mehr zulässig ist. Selbst dann muss man oft noch zu provisorischen Verbindungen greifen. Der Aufbau der Netze hat sich geändert und ist durch die fast allgemeine Einführung von Drehstromleitungen und Drehstromanschlüssen komplizierter geworden. Dazu kommen noch die Einrichtungen für die öffentliche Beleuchtung.

Alle diese Umstände haben zu einer beträchtlichen Erhöhung der Kosten für das Auswechseln von faulen Holzmasten geführt.

Bereits im Jahre 1951 hatte M. Grossen in einem Bericht der Bernischen Kraftwerke geschrieben:

«Die gewaltige wirtschaftliche Bedeutung der durchschnittlichen Standdauer wird klar, wenn man bedenkt, dass beim heutigen Stangenbestand von 157 000 Stück die Verlängerung um ein einziges Jahr einer Ersparnis von Fr. 1 160 000.— entspricht. Der eingangs zwischen einzelnen Betriebskreisen festgestellte Unterschied der durchschnittlichen Standdauer von fast 11 Jahren würde somit, auf das ganze Gebiet bezogen, einer Mehr- oder Minderausgabe (ca. Fr. 80.— pro Stange) von über 12 Millionen Franken oder jährlich ca. Fr. 430 000.— entsprechen.»

Es könnten noch viele andere Beispiele angeführt werden, aber die genannten Zahlen sollten genügen, um die Bedeutung des wirtschaftlichen Wertes eines Holzmastes zu zeigen. Dieser wirtschaftliche Wert bestimmt schliesslich die tatsächlichen Mastkosten, denn der Ankaufspreis für einen Holzmast kann keinen genauen Maßstab für seinen wirklichen Wert abgeben. Es scheint dies zwar selbstverständlich, aber wir wissen, dass viele Betriebsleiter dieses Problem nicht unter dem richtigen Gesichtspunkt betrachten.

Aus unsern Überlegungen folgt auch, dass die konservierende Nachbehandlung von Holzmasten in jedem Falle ihren Wert behält, unabhängig von der Qualität der ersten Imprägnierung.

Unter den Verfahren für Holzkonservierung, welche am meisten verbreitet sind, möchten wir das «Cobra»-Verfahren nennen, welches, wenn es richtig angewendet wird, unbestreitbar gute Resultate ergibt. Irrtum unserseits vorbehalten, wird dieses Verfahren in der Schweiz seit mindestens 20 Jahren angewendet; man kann sich deshalb ein genaues Bild über seinen Wert machen, und zwar nicht nur auf Grund der im Jahre 1952 durchgeführten Versuche, sondern auch dank der Erfahrung der Elektrizitätswerke, welche dieses Verfahren angewendet haben. Insbesondere haben die Bernischen Kraftwerke, die Compagnie Vaudoise d'Electricité und das Elektrizitätswerk Genf, um nur von uns gut bekannten Beispielen zu sprechen, Tausende von Holzmasten nach dem Verfahren «Cobra» imprägnieren oder nachimprägnieren lassen. Die erhaltenen Resultate sind absolut schlüssig, und man kann ohne die Gefahr sich zu täuschen sagen, dass dieses Verfahren wirtschaftlich ist, gleichgültig, ob es sich um die Grundbehandlung oder um die Nachbehandlung von Holzmasten handelt.

Auf die sich in diesem Zusammenhang stellende Frage, ob spätere Nachimprägnierungen notwendig oder wirtschaftlich seien, kann man ohne den geringsten Zweifel positiv antworten und feststellen,

dass sich Aktionen für das Nachimprägnieren von Holzmasten für das Werk gut bezahlt machen.

Oben wurden bereits die Bernischen Kraftwerke erwähnt. Es sei auch noch kurz auf die Erfahrungen beim Elektrizitätswerk Genf hingewiesen, das ein Freileitungsnetz mit 22 000 Holzmasten unterhält. Während im Jahre 1936 die mittlere Lebensdauer der damals ersetzten Holzmasten 16,2 Jahre betrug, ist sie im Jahre 1946 auf 19,1 Jahre und im Jahre 1958 nach mehreren Nachimprägnierungsaktionen auf 27,3 Jahre gestiegen. Die Zahl der wegen Fäulnis ersetzten Holzmasten nimmt umgekehrt noch stärker ab. In der Periode 1936/1940, d. h. innert 5 Jahren, wurden 2530 Masten ersetzt. In der Periode 1954/58 ist die Zahl der wegen Fäulnis ersetzten Masten auf 945 gesunken. Die mittlere Lebensdauer ist 1,68mal grösser, und die Zahl der ersetzten Stangen 2,68mal kleiner geworden.

Wenn die erstmalige Behandlung noch verbessert wird, und das kann und soll der Fall sein, bestehen sehr günstige Aussichten. Auch die unter ungünstigsten Verhältnissen aufgestellten Holzmasten werden sehr leicht eine Lebensdauer von mehr als 30 Jahren erreichen. Aber schon jetzt hat der Betriebsleiter die Möglichkeit, alle Fälle frühzeitiger Mastfäulnis zu verhindern, welche im Betrieb eines Netzes eine zu grosse Zahl einzelner, örtlich und zeitlich zerstreuter Eingriffe erfordern.

Einfluss der Lebensdauer auf den wirtschaftlichen Wert eines Mastes

Um den wirtschaftlichen Wert eines Holzmastes beurteilen zu können, muss man die Jahreskosten berücksichtigen, welche er während seiner ganzen Lebensdauer im Netz verursacht. Diese Jahreskosten sind früher so berechnet worden, indem die Erstellungskosten durch die Lebensdauer dividiert wurden. Die Vernachlässigung von Amortisation und Verzinsung ergab aber gegenüber den effektiven Jahreskosten einen zu kleinen Wert.

Wenn man richtigerweise auch die Amortisation und die Verzinsung berücksichtigt, ergeben sich die jährlichen Kapitalkosten, von denen der wirtschaftliche Wert abhängt, aus folgender Formel:

$$R = N_1 \cdot f + \frac{N_2 \cdot f}{(1+f)^n - 1} = f \cdot \left(N_1 + \frac{N_2}{(1+f)^n - 1} \right)$$

wobei

R jährliche Kapitalkosten
N_1 ursprünglich beim Bau der Leitung pro Mast investiertes Kapital
N_2 notwendiges Kapital für den Ersatz eines Masts
f Zinsfuss
n durchschnittliche Lebensdauer eines Mastes

In der obigen Gleichung unterscheidet sich das zweite Glied $\frac{f \cdot N_2}{(1+f)^n - 1}$ von der klassischen Formel für die Amortisation eines Kapitals

$$a = \frac{f \cdot N_2 (1+f)^n}{(1+f)^n - 1}$$

weil darin im Zähler das Glied $(1 + f)^n$ fehlt, was bedeutet, dass der Wert N_2 nicht kapitalisiert wird.

Bei den so berechneten jährlichen Kapitalkosten wird also angenommen, dass die Leitung während der ganzen Lebensdauer des Mastes im Betrieb bleibt und dass weder das Anfangskapital N_1 zurückbezahlt noch der für den Ersatz des Mastes notwendige Betrag N_2 während der Lebensdauer n verzinst werden muss. In bezug auf N_2 muss noch erwähnt werden, dass dieser Betrag grösser ist als N_1, weil, wie weiter oben erwähnt, der individuelle Ersatz einzelner infolge Fäulnis in unterschiedlichen Zeitpunkten unbrauchbar gewordener Masten wesentlich teurer ist als die Aufstellung eines Mastes beim erstmaligen gleichzeitigen Bau der ganzen Leitung.

In *Tabelle I* haben wir als Beispiel die obige Formel für einen Zinsfuss von 3,5 % numerisch ausgewertet. Die Anwendung der Formel ist einfach und ermöglicht eine rasche Bestimmung der jährlichen Kapitalkosten eines Mastes unabhängig vom Masttyp und dessen charakteristischen Eigenschaften. Natürlich muss die Tabelle in gleicher Weise noch für die andern in Frage kommenden Zinsfüsse durchgerechnet werden wie dies in *Tabelle I* für den Zinsfuss von 3,5 % geschehen ist.

Berechnung der Jahreskosten R eines Leitungsmastes mit der oben erläuterten Formel

$$R = f \cdot N_1 + \frac{f \cdot N_2}{(1+f)^n - 1}$$

Tabelle I

N_1 Fr.	N_2 Fr.	Jahreskosten R in Franken bei einer Lebensdauer n					
		20 Jahre	25 Jahre	30 Jahre	35 Jahre	40 Jahre	50 Jahre
200.—	300.—	17,60	14,70	12,80	11,50	10,55	9,30
200.—	400.—	21,15	17,30	14,75	13,10	11,75	10,05
250.—	350.—	21,15	17,75	15,55	14,00	12,90	11,40
250.—	500.—	26,45	21,60	18,45	16,25	14,65	12,60
300.—	450.—	26,40	22,05	19,20	17,25	15,80	13,95
300.—	600.—	31,70	25,90	22,10	19,50	17,60	15,10
400.—	600.—	35,20	29,40	25,60	23,00	21,10	18,60
400.—	800.—	42,30	34,55	29,50	26,00	23,45	20,10

Die in der Tabelle angeführten Beispiele zeigen deutlich die finanzielle Bedeutung der Verlängerung der Lebensdauer der Masten, ganz abgesehen von den Umtrieben, welche beim Betrieb eines Netzes durch die vorzeitige Fäulnis von Holzmasten um so häufiger entstehen, je kürzer die mittlere Lebensdauer der Masten ist.

Es zeigt sich aber auch, dass der *Ankaufspreis* eines Mastes bei richtiger Betrachtung für die Wirtschaftlichkeit im Rahmen eines Elektrizitätsunternehmens nur eine *sekundäre Rolle* spielt.

Es ist heute bekannt, dass die Lebensdauer von Holzmasten beträchtlich verlängert werden kann. Die Ausnutzung der vorhandenen Möglichkeiten hängt zum Teil vom Willen der schweizerischen Elektrizitätswerke und besonders von der PTT ab, welche die weitaus grössten Abnehmer für Holzmasten sind. Was die Lieferanten der Holzmasten betrifft, so wissen diese heute, was sie vorzukehren haben, wenn sie der starken Konkurrenz der Betonmasten begegnen wollen.

Holzmastenleitungen für mittlere und grosse Spannweiten

Wir haben die Vorteile einer Verlängerung der Lebensdauer von Holzmasten für die Elektrizitäts-

werke und deren Abonnenten darzustellen versucht; die verlängerte Lebensdauer erlaubt es aber auch, den Holzmast höher als bisher zu bewerten und ihm dort, wo es möglich ist, Aufgaben zu übertragen, für die bisher andere Mastarten verwendet worden sind. Man darf in diesem Zusammenhang nicht vergessen, dass die grosse Verbreitung des Betonmastes in Frankreich zum grossen Teil auf die schlechten Erfahrungen zurückzuführen ist, welche die Werke mit den in der Zeit nach dem ersten Weltkrieg von 1918...1926 gelieferten Holzmasten gemacht haben, welche zugegebenermassen im allgemeinen mangelhaft waren. Übrigens haben wir in der Schweiz mit Holzmasten aus der Kriegs- und Nachkriegszeit die gleichen ungünstigen Erfahrungen gemacht. Um objektiv zu bleiben, sei jedoch festgehalten, dass nicht immer ein Fehler der Lieferanten vorlag, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Eine grosse Anzahl Masten musste in sehr kurzer Zeit geliefert werden.
2. Die Imprägnierungsmittel (Kupfersulfat) konnten nur in beschränktem Umfang angewendet werden und waren vielfach nur in schlechter Qualität verfügbar.
3. Es musste ungenügend getrocknetes Holz von teilweise zweifelhafter Qualität verwendet werden.

Wird der Betonmast die Werke vor ähnlichen Unfällen und schlechten Erfahrungen schützen, wie man sie dem Holzmast zur Last legt?

Die Verwendung von Betonmasten bietet bestimmt sehr aussichtsreiche Möglichkeiten, aber bis zur Aussage, dass der Betonmast ohne weiteres den Holzmast ersetzen könne, ist doch noch ein grosser Schritt.

Was die gesetzlichen Vorschriften für Holzmasten anbetrifft, kann man sich fragen, ob nicht eine Revision von Artikel 77 der eidgenössischen Verordnung über die elektrischen Starkstromanlagen zweckmässig wäre, damit man die durch die Holzmasten gegebenen Möglichkeiten besser ausnutzen könnte.

Mehrere Elektrizitätsunternehmungen haben sich diese Frage schon gestellt, denn bei fast allen Werken ergeben sich wachsende Schwierigkeiten beim Erwerb von Durchleitungsrechten. So haben sich, um nur Werke aus der Westschweiz zu nennen, die Compagnie Vaudoise d'Electricité, die Société Romande d'Electricité, die Entreprises Electriques Fribourgoises, die Société des Forces de l'Aubonne und das Elektrizitätswerk Genf mit diesen Problemen beschäftigt.

Die Compagnie Vaudoise d'Electricité liess durch Herrn Ing. Treyvaud eine ausführliche Untersuchung dieser Probleme durchführen. Die folgenden Abschnitte sind diesem Bericht entnommen:

«*Durchleitungsrechte.* Die fortlaufende Verteuerung beim Erwerb von Durchleitungsrechten und die ständig wachsenden Schwierigkeiten, diese überhaupt zu erhalten, veranlassen die Leitungsbauer immer mehr, die normale Bauart mit Holzmasten und einer grössten Spannweite von 50 m zu Gunsten von Leitungen mit grösseren Spannweiten und mit Masten aus Eisen oder Beton aufzugeben. Trotz gewisser technischer Vorteile sind diese Weitspannleitungen aber wesentlich teurer als Leitungen herkömmlicher Bauart mit gleicher Leistungsfähigkeit (Mittelspannungsleitungen). Anderseits sind Leitungen mit grosser Spannweite mit Eisen- oder Betonmasten weniger geeignet für Trasseänderungen oder für Spannungsänderungen.

Imprägnierung des Holzes. Die Holz-Imprägnierverfahren sind in den letzten Jahren stark verbessert worden. Die Pilze, welche durch Kupfersulfat nicht bekämpft werden konnten, sind durch neue Verfahren ausgeschaltet worden (Verfahren «Cobra», UA-Salze). Man kann deshalb annehmen, dass sich die Lebensdauer der Holzmasten wesentlich erhöhen und im Durchschnitt zwanzig Jahre überschreiten wird. Dies erlaubt uns voraussichtlich, den Holzmast als «dauerhaft» im Sinne der eidgenössischen Gesetze und Verordnungen zu betrachten, wenn man anderseits berücksichtigt, dass Umbauten oder Änderungen an Leitungen in einem Zeitraum von 20...30 Jahren sehr wohl in Frage kommen können.

Wahl einer Übertragungsleitung und Ziel der Untersuchung. Diese verschiedenen Überlegungen haben uns veranlasst, die technischen und wirtschaftlichen Fragen von Weitspannleitungen mit Holzmasten zu untersuchen, da diese wesentlich billiger sind als Leitungen mit Eisen- oder Betonmasten. Bei einem Vergleich der Gesamtkosten einer gewöhnlichen Leitung mit normaler Spannweite (exkl. Leiterkosten) mit einer Weitspannleitung mit Holzmasten stellt man fest, dass die Kosten ungefähr gleich gross sind.»

Nachstehend folgen einige diesbezügliche Zahlenangaben:

1. *10-kV-Leitung mit gemischten Masten (Holz und Eisen)*

Hauptdaten:
Länge 6348 m
Mittlere Spannweite 151 m
grösste Spannweite 363 m
Leiter 3 × 95 mm² Aldrey
Isolatoren Motor, Typ 6595
Zubehör « + GF + »
Transportleistung
(bei cos φ = 0,8 und 5 % Verlust) 1500 kW

Gestehungskosten pro km Leitung:

Alle Lieferungen inkl. Montage, Transporte usw.	Fr. 18 500.—
Durchleitungsrechte, Landschaden	Fr. 1 000.—
Total	Fr. 19 500.—

2. *20-kV-Leitung mit gemischten Masten (Holz und Eisen)*

Hauptdaten:
Länge 3736 m
Mittlere Spannweite 143,7 m
grösste Spannweite 271,5 m
Leiter 3 × 95 mm² Aldrey
Isolatoren Motor, Typ 6807
Zubehör « + GF + »
Transportleistung
(bei cos φ = 0,8 und 5 % Verlust) 10 000 kW

Gestehungskosten pro km Leitung

Alle Lieferungen inkl. Montage, Transporte usw.	Fr. 20 000.—
Durchleitungsrechte, Landschaden	Fr. 1 500.—
Total	Fr. 21 500.—

Zum Schluss seien noch einige Angaben gemacht über zwei neuere kleinere Versuche des Elektrizitätswerks Genf. Es handelt sich dabei nicht um eine umwälzend neue Bauart. Die grösste Spannweite der einen Leitung von Sézenove beträgt 82 m, jene der anderen Leitung in Avully 71 m.

Beide Leitungen haben folgende Merkmale: Die Masten (Typ «dick») messen unten 26,5 cm, mit einer Konizität von weniger als 6 mm pro m. Sie werden 1,8...1,9 m tief in den Boden eingelassen. Die Masten wurden nach dem Verfahren Boucherie mit Kupfersulfat imprägniert und dann an Ort und Stelle auf 2 m Länge nach dem Cobra-Verfahren so behandelt, dass sich die Kontaktstelle mit der Erde in der Mitte dieser speziell behandelten Zone befindet. Ausserdem sind die Masten noch mit «Solignum» angestrichen und als zusätzliche Vorsichtsmassnahme nach der Aufstellung mit Wolman-Bandagen umwickelt worden.

Die Leitung in Sézenove ist 853 m, diejenige von Avully 436 m lang.

Bei der Berechnung der Leitungen sind die eidgenössischen Vorschriften über die zulässigen Beanspruchungen beachtet worden. Die einzige kleine Abweichung von den Vorschriften ist das Fehlen der Mastsockel. Art. 92, Ziff. 1, der Verordnung über elektrische Starkstromanlagen schreibt allerdings vor: «Tragwerke von Weitspannleitungen sollen in der Regel aus haltbarem Material bestehen, wobei für Tragmasten in besonderen Fällen auch Holz zulässig ist.» Dabei wird nicht ausdrücklich erwähnt, dass Sockel unbedingt nötig sind.

Die beiden beschriebenen Leitungen haben Kupferleiter mit 28,3 mm² Querschnitt. Mit einer Zusatzlast von 2 kg/m beträgt der minimale Bodenabstand über Wiesen 6,2 m bei der Leitung von Sézenove und 8 m bei der Leitung von Avully. Die Leiter sind so angeordnet, dass der mittlere Leiter überhöht ist. Sie haben unter sich einen Abstand von 90 cm.

Die Isolatoren (Typ Rig, Rosenthal) sind fest montiert, ermöglichen aber ein gewisses Gleiten des Leiters und verhindern das Auftreten von Drehmomenten, weil in Richtung der Leitung der Leiter in der Achse der Isolatorenstütze liegt. Die Kosten für Leitungen dieser Bauart überschreiten in ebenem Gelände den Betrag von 11 Franken pro m Leitungslänge nicht; bei Leitungen von über 2 km Länge lassen sich die spezifischen Kosten sogar auf 10 Franken pro m senken. Dieser Preis ist ohne Trenner aber einschliesslich Abspannung an beiden Leitungsenden gerechnet.

D. : Tr.

Adresse des Autors:
L. Carlo, Chef de la section des réseaux du Service de l'Electricité de Genève, Genève.

Wirtschaftliche Mitteilungen

Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie in Belgien im Jahre 1958 und das Ausbauprogramm 1958/62

31 : 621.311(493)

Dem ausführlichen Jahresbericht 1958 der «Fédération professionnelle des producteurs et distributeurs d'électricité en Belgique» entnehmen wir die folgenden, durch einige Zahlen aus anderen Quellen ergänzten Angaben über die belgische Elektrizitätswirtschaft; diese versorgt ein Gebiet von rund 30 000 km² mit einer Bevölkerung von rund 9 Millionen Einwohnern (Schweiz: rund 41 000 km² mit rund 5 Millionen Einwohnern).

Die *verfügbare Nettoleistung* aller belgischen Kraftwerke betrug im Jahre 1958 3304 MW. Sie hat damit innert 5 Jahren nach Abzug der abgebrochenen alten Anlagen um 17,1 % zugenommen (Höchstleistung des schweizerischen Landesverbrauchs im Jahre 1958 2690 MW). Für die Aufteilung der belgischen Gesamtleistung auf die einzelnen Kraftwerkarten verweisen wir auf die ausführlichen Angaben für das Jahr 1957 in dieser Zeitschrift [1]).

Die *jährliche Netto-Energieerzeugung* in den Jahren 1957 und 1958 sowie die prozentuale Veränderung gegenüber dem Vorjahr ist in *Tabelle I* dargestellt.

Jährliche Netto-Energieerzeugung Tabelle I

	1957 GWh	1958 GWh	Veränderung %
Werke der Allgemeinversorgung			
Private Werke	6 666	6 606	—0,9
Werke der öffentlichen Hand	436	442	+1,6
Industriekraftwerke			
Gemeinsame Kraftwerke	1 149	1 211	+5,4
Eigene Kraftwerke	4 360	4 259	—2,1
Total	12 611	12 518	—0,7

Während die Nettoerzeugung aller Werke zusammen im Jahre 1957 gegenüber 1956 noch um 6,4 % zugenommen hatte, ist im Jahre 1958 gegenüber dem Vorjahr eine Verminderung der Gesamtproduktion von 0,7 % eingetreten. Bemerkenswert ist, dass in Belgien, im Gegensatz zu den Verhältnissen in der Schweiz, ein sehr grosser Teil der Gesamtproduktion auf die Industriekraftwerke und von der Produktion der Werke der Allgemeinversorgung rund 94 % auf private Werke entfallen.

Die *Verteilung der jährlichen Netto-Energieerzeugung auf die verschiedenen Energiequellen* ist aus *Tabelle II* ersichtlich.

Verteilung der jährlichen Netto-Energieerzeugung auf die verschiedenen Energiequellen Tabelle II

Art der Erzeugung und verwendeter Brennstoff	1957 GWh	1958 GWh	1958 Anteil am Gesamttotal in %
Thermische Werke			
Kohle	9 446	9 093	72,6
Abgase	1 607	1 637	13,1
Erdölprodukte	1 386	1 591	12,7
Total	12 439	12 321	98,4
Hydraulische Werke	172	197	1,6
Gesamttotal	12 611	12 518	100,0

Bei den Kraftwerken, welche Abgase als Brennstoff verwenden, handelt es sich in erster Linie um Hüttenwerke; der Anteil der Abgase als Brennstoff ist im Rahmen der Gesamterzeugung beträchtlich. Der Anteil der Kohle an der Deckung des Gesamtbedarfs ist von 74,9 % im Jahre 1957 auf 72,6 % im Jahre 1958 zurückgegangen; die Kohle ist aber immer noch der wichtigste Energieträger für die Erzeugung elektrischer Energie in Belgien. Der verschwindend kleine Anteil der hydraulischen Kraftwerke ist durch die topographischen Verhältnisse des Landes bedingt.

Die *Aufteilung des Gesamtlandesverbrauchs auf die Abgabe in Hochspannung und Niederspannung und deren Unterteilung auf einige Hauptanwendungsgebiete* geht aus *Tabelle III* hervor.

Auffallend ist die unterschiedliche Entwicklung der Abgabe in Niederspannung (vorwiegend Haushalt und Gewerbe) mit einem Mehrbedarf von 132 GWh oder 8 % im Vergleich zum Vorjahr und der Abgabe in Hochspannung (vorwiegend Industrie) mit einem Verbrauchsrückgang von 98 GWh oder 1 %. Die Aufteilung des Gesamtverbrauchs auf die drei Verbrauchergruppen Industrie, Haushalt und Gewerbe und Bahnen ist in Belgien wesentlich anders als in der Schweiz. Während in Belgien die Industrie den grössten Teil der Landeserzeugung von elektrischer Energie beansprucht, gilt für die

[1]) Bull. SEV, Seiten des VSE, 49 Jg.(1958), Nr. 21, S. 1043.

Jährlicher Verbrauch an elektrischer Energie

Tabelle III

	1957 GWh	1958 GWh	Veränderung %
Abgabe in Niederspannung			
Beleuchtung in Haushalt und Gewerbe inkl. übrige Haushaltanwendungen	1 373	*	*
Öffentliche Beleuchtung und öffentliche Gebäude	169	*	*
Kleinkraft (gewerbliche Motoren)	115	*	*
Total	1 657	1 789	+ 8,0
Abgabe in Hochspannung			
Industrie	9 351	9 209	— 1,5
Bahnen	615	641	+ 4,2
Beleuchtung	177	195	+ 9,9
Total	10 143	10 045	— 1,0
Totaler Landesverbrauch	11 800	11 834	+ 0,3

Schweiz gegenwärtig die folgende Verteilung: Industrie (ohne Elektrokessel) 42 %, Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft 48 %, Bahnen 10 %.

Der *Energieverkehr mit dem Ausland* ist in Belgien lange nicht so gross wie in der Schweiz. Abgesehen von einem Ausfuhrüberschuss im Jahre 1957 hatte Belgien in den Jahren 1949...1958 jeweils einen Einfuhrüberschuss, der zwischen wenigen GWh und rund 100 GWh schwankte. Die Gesamteinfuhr bewegte sich in dieser Periode zwischen 200 und 300 GWh pro Jahr. Für das Jahr 1958 ergibt sich als Resultat von 296 GWh Einfuhr und 234 GWh Ausfuhr ein Einfuhrüberschuss von 62 GWh. In der Ausfuhr 1958 sind auch 41 GWh nach der Schweiz gelieferter Energie enthalten. Im Jahre 1957 hatte die Ausfuhr von Belgien nach der Schweiz 217 GWh erreicht.

Tabelle IV zeigt die *Gesamtbilanz der Erzeugung und des Verbrauchs.*

Gesamtbilanz der Erzeugung und des Verbrauches in den Jahren 1957 und 1958

Tabelle IV

	1957 GWh	1958 GWh	Veränderung %
Erzeugung	12 611	12 518	— 0,7
Einfuhr	295	296	+ 0,3
Im Inland verfügbar (brutto)	12 906	12 814	— 7,2
Inlandverbrauch (netto)	11 800	11 834	+ 0,3
Ausfuhr	399	234	—41,3
Verluste	707	746	+ 5,5
Total	12 906	12 814	— 7,2

Die Verluste machen in Belgien nur 6 % des Gesamtbedarfs aus (Schweiz rund 10 %), was vor allem damit zusammenhängen dürfte, dass der grosse Industriebedarf meist durch Werke in der Nähe der Verbrauchsstellen gedeckt wird. Der spezifische Elektrizitätsverbrauch pro Kopf der Bevölkerung betrug in Belgien im Jahre 1958 1311 kWh (Vorjahr 1318 kWh), gegenüber dem Jahr 1939 (640 kWh/Kopf) hat sich der spezifische Verbrauch mehr als verdoppelt. In der Schweiz ist der spezifische Verbrauch mit 2980 kWh pro Einwohner rund 2,3mal so gross wie in Belgien.

Die *langfristigen Ausbaupläne* der belgischen Elektrizitätswerke basieren auf einer jährlichen Verbrauchszunahme von 5,5 %, was auch der mittleren tatsächlichen Zunahme in den Jahren 1953...1958 entspricht. In den letzten Jahren hat der Verbrauch im Haushalt und Gewerbe mit durchschnittlich 6,5 % stärker zugenommen als in der Industrie (5,3 %). Da aber der Industriebedarf in Belgien stark überwiegt, dürfte die Gesamtentwicklung des Elektrizitätsverbrauchs in erster Linie doch von den Verhältnissen in der Industrie abhängen. Der Ausbauplan für die fünf Jahre 1958 bis 1962 sieht in Belgien die Installation von insgesamt 1600 MW neuer Kraftwerkleistung vor, das ist fast die Hälfte der heute überhaupt verfügbaren Werkleistung. Dazu kommen noch Projekte für zwei belgische Atomkraftwerke mit zusammen ca. 150 MW. In den neuen Dampfkraftwerken soll an Stelle der bisherigen Maschinengrösse von normal 50 bis 60 MW eine rund doppelt so grosse Type mit 115 bis 120 MW Einheitsleistung installiert werden. Die erste Gruppe von 115/120 MW des neuen Ausbauprogramms ist bereits im Dezember 1958 in Betrieb gesetzt worden. Während die bisherigen 50-MW-Gruppen der Bauperiode 1950...1955 mit 85 kg/cm² und 510 °C betrieben wurden, sind die neuen Einheiten für 140 kg/cm² und für Dampftemperaturen von 540 bis 560 °C gebaut. Parallel mit der Grössenentwicklung ging die Verbesserung des Wirkungsgrades von 22 % bei den früheren 30-MW-Gruppen über 29 % bei den 50-MW-Gruppen auf heute 35 % und mehr bei den 115 MW-Gruppen. Die Aufstellung noch grösserer Maschinengruppen von 250 MW wird in Betracht gezogen. — Die höchste im belgischen Landesnetz verwendete Spannung beträgt 150 kV, und auch die Mehrzahl der Verbindungsleitungen mit dem Ausland werden mit dieser Spannung betrieben, abgesehen von wenigen Leitungen mit 70 kV Betriebsspannung. Gegenwärtig wird der Ausbau von 380-kV-Verbindungsleitungen mit den entsprechenden Netzen der Nachbarländer studiert, so dass voraussichtlich die Spannungsstufe von 220 kV in Belgien in der Entwicklung übersprungen wird.

P. Troller

Ausbau der Wasserkräfte in Norwegen

Nach einer vom norwegischen Wasser- und Elektrizitätsamt ausgearbeiteten Übersicht [1]) erreichte die installierte Leistung der Wasserkraftwerke Norwegens (über 100 kW) am 31. Dezember 1957 etwa 4860 MW. Im Jahre 1958 betrug der Zuwachs durch Neuanlagen sowie durch Erweiterungen und Umbauten bestehender Anlagen etwa 537,4 MW, wodurch sich die total installierte Leistung per Ende 1958 auf etwa 5400 MW erhöhte.

Die Eigentumsverhältnisse der Wasserkraftwerke zeigen folgendes Bild:

Zuwachs 1958:	Staat	143 MW	= 27 %
	Gemeinden	303 MW	= 56 %
	Private	91 MW	= 17 %
Total Ende 1958:	Staat	1 373 MW	= 25 %
	Gemeinden	2 453 MW	= 46 %
	Private	1 572 MW	= 29 %

Hinzu kommen thermische Anlagen mit einer installierten Leistung von etwa 100 MW.

Die Produktion elektrischer Energie wurde für das Jahr 1958 auf 28 000 GWh veranschlagt; nach den letzten vorliegenden Angaben wurde eine Produktion von 27 580 GWh erreicht.

Die Aufteilung des Energieverbrauches auf die einzelnen Verbrauchergruppen in den letzten drei Jahren war die folgende:

	1955 GWh	1956 GWh	1957 GWh
Totale Produktion	22 682	23 750	25 840
Übertragungsverluste	2 832	3 030	3 360
Netto-Abgabe	19 850	20 720	22 480
Verbrauch:			
Elektrochemische Industrie usw.	8.430	8 890	9 750
Holzveredelung	1 800	1 620	1 900
Bergwerke	195	210	215
Andere Industrie und Handwerk	2 110	2 230	2 375
Total der Grossindustrie	12 535	12 950	14 240
Eisen- und Strassenbahnen	275	290	300
Haushalt, Landwirtschaft usw.	7 040	7 480	7 940

Von der Verbrauchszunahme 1956/57 beanspruchte die Industrie rund 75 %. Der Anteil der Industrie am Energieverbrauch machte im Jahre 1957 etwa 63 % aus gegenüber 75 % im Jahre 1939.

Das Bauprogramm für die kommenden fünf Jahre sieht eine Vergrösserung der installierten Leistung um 2184 MW vor; der durchschnittliche Zuwachs in der Periode 1959/63 wird rund 435 MW pro Jahr betragen.

Der Zuwachs 1959/60 verteilt sich auf die einzelnen Eigentümergruppen wie folgt:

Staat	1 007 MW	= 46 %
Gemeinden	1 131 MW	= 52 %
Private	42 MW	= 2 %

Bhn.

Das Eidg. Amt für Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1958

06.046.38 : 621.311(494)

Dem Bericht des Bundesrates über die Tätigkeit des Amtes für Elektrizitätswirtschaft 1958 entnehmen wir folgendes:

Der *Landesverbrauch elektrischer Energie* erreichte im Berichtsjahr (1. Oktober 1957 bis 30. September 1958), ohne die fakultativen Lieferungen an Elektrokessel und den Eigen-

[1]) «Teknisk Ukeblad», Oslo, Heft Nr. 12, 1959.

verbrauch der Elektrizitätswerke für Speicherpumpen, 15 085 (Vorjahr 14 653) Millionen Kilowattstunden (kWh), das sind 432 Millionen kWh oder 2,9 Prozent mehr als im Vorjahr. Seit dem im Jahre 1950/51 eingetretenen Konjunkturaufschwung ist dies die geringste Zuwachsrate, die, in chronologischer Reihenfolge aufgezählt, gegenüber dem jeweiligen Vorjahr 16,2, 6,7, 3,1, 6,2, 7,3, 4,9, und 6,8 Prozent betragen hat.

Die grösste Abnehmergruppe, Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft, auf die im Berichtsjahr 48 Prozent des Verbrauches entfielen, wies mit 5,4 (7,0) Prozent imer noch eine sehr ausgeprägte Bedarfszunahme auf, wogegen die Zunahme des gesamten industriellen Verbrauches, der 42 Prozent des Landesverbrauches beanspruchte, mit 0,6 (8,8) Prozent und diejenige der Bahnbetriebe, deren Anteil am Landesverbrauch 10 Prozent betrug, mit 0,3 (2,6) Prozent nur bescheiden war. Die Gruppe Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft zeichnet sich seit dem Jahre 1940/41, wie nachstehende Tabelle zeigt, durch die weitaus stärkste Verbrauchszunahme aus.

Relative Verbrauchssteigerung gegenüber 1930/31:

Hydr. Jahr (1. Okt./30. Sept.)	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft	Industrie ohne Elektrokessel	Bahnen	Alle drei Gruppen inkl. Verluste
1930/31	100	100	100	100
1940/41	150	162	150	153
1950/51	344	263	185	271
1957/58	576	356	223	391

Der gesamte Landesverbrauch elektrischer Energie einschliesslich Elektrokessel und Speicherpumpen belief sich im Berichtsjahr auf 15 761 (15 240) Millionen kWh oder 3,4 Prozent mehr als im Vorjahr.

Die *Erzeugung der Wasserkraftwerke* erreichte 16 703 (15 704) Millionen kWh, wovon 40 (43) Prozent auf das Winter- und 60 (57) Prozent auf das Sommerhalbjahr entfielen. Die beträchtliche Mehrerzeugung von 999 Millionen kWh ist ausschliesslich auf die Mehrerzeugung im Sommerhalbjahr zurückzuführen, während die Erzeugung im Winterhalbjahr, trotz Inbetriebnahme neuer Werke, wegen der ungünstigeren Wasserführung etwas geringer war als im Vorjahr. Die Erzeugung der thermischen Reservekraftanlagen betrug 175 (190) Millionen kWh, wovon 144 (142) Millionen kWh auf das Winterhalbjahr entfielen. Sie deckte im Winter 1,9 (1,9) Prozent des Landesverbrauches, während weitere 10 (6) Prozent desselben durch die Einfuhr von Energie befriedigt werden mussten.

Der *Energieverkehr mit dem Auslande* war in beiden Richtungen sehr intensiv. In den Hauptwintermonaten Dezember und Januar wurden rund 21 Prozent des Landesverbrauches durch eingeführte Energie gedeckt, während in den Monaten August und September rund 23 Prozent der landeseigenen Erzeugung an das Ausland abgegeben werden konnten. Die Einfuhr erreichte für das ganze Winterhalbjahr 783 (467) Millionen kWh oder 10 Prozent des Landesverbrauches, die Ausfuhr für das ganze Sommerhalbjahr 1900 (1121) Millionen kWh oder 19 (13) Prozent der Landeserzeugung. Beides sind bisherige Höchstwerte.

Zur Verwendung der Energieüberschüsse wurden im Berichtsjahr 114 meist kurzfristige, wiederholt erneuerte Ausfuhrbewilligungen erteilt.

Die verschiedenen offiziellen *internationalen Organisationen*, in denen das Amt vertreten ist, befassten sich vorwiegend mit Fragen der gegenwärtigen und zukünftigen Energiebedarfsdeckung.

Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft

(Auszüge aus «Die Volkswirtschaft» und aus «Monatsbericht Schweizerische Nationalbank»)

Nr.		April 1958	April 1959
1.	Import . . . . . (Januar-April) . . . Export . . . . . (Januar-April) . . . (10⁶ Fr.)	630,6 (2 465,1) 514,6 (2 110,9)	696,8 (2 480,0) 580,1 (2 185,7)
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden	2 958	2 696
3.	Lebenskostenindex*) (Aug. 1939 = 100)	180,7	179,9
	Grosshandelsindex*) (Aug. 1939 = 100)	218,3	210,5
	Detailpreise*): (Landesmittel) (August 1939 = 100)		
	Elektrische Beleuchtungsenergie Rp./kWh	33	33
	Elektr. Kochenergie Rp./kWh	6,6	6,6
	Gas Rp./m³	29	30
	Gaskoks Fr./100 kg	21,21	19,20
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 42 Städten	1 443	2 013
	(Januar-April)	(4 219)	(7 025)
5.	Offizieller Diskontsatz . . . %	2,5	2,0
6.	Nationalbank (Ultimo)		
	Notenumlauf . . . . . 10⁶ Fr.	5 512,7	5 715,7
	Täglich fällige Verbindlichkeiten . . . . . 10⁶ Fr.	2 716,9	3 003,9
	Goldbestand und Golddevisen . . . . . 10⁶ Fr.	8 227,3	8 804,8
	Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten durch Gold %	93,09	95,82
7.	Börsenindex	am 25. April	am 24. April
	Obligationen	97	101
	Aktien	385	501
	Industrieaktien	522	665
8.	Zahl der Konkurse	30	29
	(Januar-April)	(154)	(137)
	Zahl der Nachlassverträge . . .	10	15
	(Januar-April)	(60)	(60)
9.	Fremdenverkehr	März 1958	März 1959
	Bettenbesetzung in % nach den *vorhandenen* Betten . . .	24,3	29,9
10.	Betriebseinnahmen der SBB *allein*	März 1958	März 1959
	Verkehrseinnahmen aus Personen- und Güterverkehr . . . . (10⁶ Fr.)	65,1	67,4
	(Januar-März)	(181,2)	(181,7)
	Betriebsertrag	71,7	74,0
	(Januar-März)	(200,6)	(201,2)

*) Entsprechend der Revision der Landesindexermittlung durch das Volkswirtschaftsdepartement ist die Basis Juni 1914 = 100 fallen gelassen und durch die Basis August 1939 = 100 ersetzt worden.

Verbandsmitteilungen

87. Meisterprüfung

Vom 31. März bis 3. April 1959 fand im Museggschulhaus in Luzern die 87. Meisterprüfung statt. Von insgesamt 28 Kandidaten aus der deutschsprechenden Schweiz haben folgende die Prüfung mit Erfolg bestanden:

Baumgartner Erwin, Oberschan
Bechtiger Walter, St. Gallen
Boss Alfred, Sigriswil
Breitenmoser Willi, Rebstein
Burri Werner, Zürich
Egger Willi, Zürich
Fehr Ernst, Winterthur
Fehr Walter, Schaanwald
Forrer Toni, Schaffhausen
Jünger Armin, Bazenheid
Krebs Albert, Pfäffikon (ZH)
Mattenberger Hans-Jörg, Schaffhausen
Moosberger Christian, Chur
Stäbler Johann, Wettingen
Stork Max, Pratteln
Spinnler Rudolf, Liestal
Weber Hugo, Spiez
Ziegler Urs, Zuchwil

Meisterprüfungskommission VSEI/VSE

Aus den Geschäftsberichten schweizerischer Elektrizitätswerke

(Diese Zusammenstellungen erfolgen zwanglos in Gruppen zu vieren und sollen nicht zu Vergleichen dienen)

Man kann auf Separatabzüge dieser Seite abonnieren

	Bernische Kraftwerke A. G. Bern		Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau Arbon		Elektra Baselland Liestal		Gemeindewerke Uster Uster	
	1957	1956	1957	1956	1957	1956	1956/57	1955/56
1. Energieproduktion . . . kWh	**495 320 800**	495 491 900	—	—	**84 000**	1 840 000	—	—
2. Energiebezug . . . . . kWh	**1577731694**[1])	1394371026[1])	**291 757 479**	276 712 194	**175 606 000**	166 405 000	**25 145 489**	23 476 608
3. Energieabgabe . . . . . kWh	**2 073 052 494**	1 889 862936	**283 304 132**	268 719 174	**167 104 000**	159 434 000	**24 159 861**	22 684 214
4. Gegenüber Vorjahr . . %	**+ 9,7**	+ 5,3	**+ 5,42**	+ 7,48	**+ 5**	+ 6	**+ 6,5**	+ 6,52
5. Davon Energie zu Abfallpreisen . . . . . kWh	—	—	**471 600**	2 992 099	**4 299 000**	3 347 000	**1 252 250**	1 534 850
11. Maximalbelastung . . . kW	**499 100**	457 900	**50 960**	47 800	**34 500**	34 000	**5 500**	5 320
12. Gesamtanschlusswert . . kW	**1 757 844**	1 663 377	**461 060**	440 890	**219 600**[4])	201 700[4])	**42 215**	39 847
13. Lampen . . . . . Zahl	**1 836 397**	1 761 771	**813 600**	790 700	—	—	**61 623**	59 895
13. Lampen . . . . . kW	**85 006**	81 156	**39 645**	38 665	—	—	**3 191**	3 082
14. Kochherde . . . . . Zahl	**102 834**	96 225	**18 300**	17 200	**11 700**	10 900	**1 586**	1 421
14. Kochherde . . . . . kW	**620 965**	581 551	**106 140**	99 760	**76 600**	70 600	**10 083**	8 935
15. Heisswasserspeicher . . Zahl	**75 869**	70 351	**15 150**	14 050	**8 900**	8 100	**2 054**	1 881
15. Heisswasserspeicher . . kW	**154 595**	165 120	**21 200**	19 700	**16 800**	15 200	**3 348**	2 956
16. Motoren . . . . . Zahl	**170 094**	158 486	**52 000**	50 200	**31 500**	28 500	**2 906**	2 890
16. Motoren . . . . . kW	**327 165**	305 702	**175 550**	125 370	**57 300**	52 500	**9 032**	9 012
21. Zahl der Abonnemente	**318 561**	309 249	**334**	339	**17 100**	16 400	**7 285**	7 350
22. Mittl. Erlös p. kWh Rp./kWh	—	—	**4,598**	4,669	—	—	**6,934**	6,743
Aus der Bilanz:								
31. Aktienkapital . . . . . Fr.	**56 000 000**	56 000 000	—	—	—	—	—	—
32. Obligationenkapital . . . . »	**25 000 000**	—	—	—	—	—	—	—
33. Genossenschaftsvermögen. »	—	—	—	—	**4 046 156**	4 285 964	—	—
34. Dotationskapital . . . . . »	—	—	**6 000 000**	6 000 000	—	—	—	—
35. Buchwert Anlagen, Leitg. »	**85 922 121**	83 884 489	**1 247 000**	1 208 340	**2 520 002**	2 380 002	**1 710 002**	1 496 281
36. Wertschriften, Beteiligung »	**14 717 925**	11 370 925	**8 835 000**[3])	9 139 360[3])	**4 204 004**	4 004 004	—	—
37. Erneuerungsfonds . . . . . »	**21 967 000**	21 107 000	**1 000 000**	1 000 000	**706 000**[5])	650 000[5])	**325 000**	281 000
Aus Gewinn- und Verlustrechnung:								
41. Betriebseinnahmen . . . . Fr.	**78 716 432**	70 852 655	**12 525 200**	11 896 130	**2 185 922**	2 548 639	**1 675 419**	1 529 718
42. Ertrag Wertschriften, Beteiligungen . . . . . »	**533 760**	572 167	**422 700**	405 570	**166 492**	114 238	—	—
43. Sonstige Einnahmen . . . . »	**2 624 624**	2 052 688	**1 000**	955	**27 283**	19 743	—	—
44. Passivzinsen . . . . . »	—	—	**82 800**	283 750	**138 649**	116 382	**39 329**	26 945
45. Fiskalische Lasten . . . . . »	**4 195 285**	3 955 505	—	—	**231 506**	175 273	—	—
46. Verwaltungsspesen . . . . . »	—	—	**349 000**	315 400	**421 071**	339 495	**135 422**	120 915
47. Betriebsspesen . . . . . »	**23 610 754**[2])	21 855 898[2])	**636 600**	598 400	**637 103**	905 032	**164 126**	158 499
48. Energieankauf . . . . . »	**41 593 906**	35 174 955	**9 590 000**	8 887 670	—	—	**996 410**	890 997
49. Abschreibg., Rückstell'gen »	**9 501 822**	9 502 352	**1 218 000**	1 148 520	**1 116 746**	1 052 694	**202 078**	160 000
50. Dividende . . . . . »	**3 080 000**	3 080 000	—	—	—	—	—	—
51. In %	**5,5**	5,5	—	—	—	—	—	—
52. Abgabe an öffentliche Kassen . . . . . »	—	—	**200 000**	200 000	—	—	**50 000**	50 000
Übersicht über Baukosten und Amortisationen								
61. Baukosten bis Ende Berichtsjahr . . . . . Fr.	—	—	**15 468 000**	14 880 000	**19 617 178**	18 381 573	**4 738 711**	4 322 913
62. Amortisationen Ende Berichtsjahr . . . . . »	—	—	**14 221 000**	13 672 000	**17 097 176**	16 001 571	**3 028 709**	2 826 632
63. Buchwert . . . . . »	**83 850 000**	79 580 000	**1 247 000**	1 208 340	**2 520 002**	2 380 002	**1 710 002**	1 496 281
64. Buchwert in % der Baukosten	—	—	**8,06**	8,12	**13**	13	**36,09**	34,61

[1]) inkl. Bezug aus Partnerwerken
[2]) inkl. Verwaltungsspesen
[3]) Buchwert
[4]) ohne Lampen
[5]) in Ziff. 33 inbegriffen

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.