

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 62 (1971)
Heft: 23

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: 21.02.2026

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

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Ansprache an der Generalversammlung der CVE vom 8. Juni 1971

von *J. Desmeules*, Lausanne

Unser Jahresbericht weist vor allem in der Niederspannung einen erfreulichen Zuwachs unserer Energielieferungen aus, die von 1969 bis 1970 um mehr als 8 % gestiegen sind.

Wie wir anlässlich der Generalversammlung 1970 ausführten, bietet dieser Verbrauchszuwachs die beste Gewähr für die Stabilisierung der Energiepreise, trotz der beträchtlichen Erhöhungen der hauptsächlichsten Kostenfaktoren (insbesondere was die Zinsen und die Löhne betrifft).

Um unsere Tarife noch besser stabilisieren zu können, muss die erfreuliche, bereits erwähnte Verbrauchszuwachsrate anhalten und es dürfen keine neuen Teuerungseinflüsse hinzutreten.

In bezug auf den Verbrauchszuwachs führen wir unsere Verkaufsbemühungen fort, insbesondere auf dem Gebiet der elektrischen Raumheizung, welche einem steigenden Interesse begegnet. In unserem Versorgungsgebiet werden schon über 150 Wohnungen elektrisch geheizt. Die Vorteile dieser Heizungsart, vor allem der direkten Heizung, überzeugen sofort alle jene, die einen Neubau planen und die rechtzeitig über die für einen erhöhten Komfort notwendige und einzuplanende Gebäude-Isolation orientiert werden. Die einzigen Fragen, die man uns hinsichtlich der Wahl zwischen diesem System und der Zentralheizung mit anderer Energie stellt, sind glücklicherweise für uns einfach zu beantworten, sie betreffen die Risiken eines Energiemangels oder einer Tarif erhöhung.

In der Tat ist die Elektrizitätsversorgung unseres Landes gesichert dank einer fast unbeschränkten Produktionsmöglichkeit der Atomkraftwerke, deren Funktionieren glücklicherweise nicht von der internationalen politischen Situation abhängt. Andererseits hat man erst kürzlich bei den eingetretenen Ölpreiserhöhungen erlebt, dass der Preis für die elektrische Energie viel stabiler als derjenige anderer Energieträger ist. In unserem Kanton untersteht er übrigens der Kontrolle durch die öffentliche Hand. Die jährlichen Heizkosten sind gegenwärtig für ein elektrisch geheiztes Haus bei entsprechender Isolation gleich hoch wie für ein öligeheiztes Haus. In Wirklichkeit würde dieser Vergleich für das voll elektrifizierte Haus noch viel günstiger ausfallen, wenn man den andern Energieträgern die Millionen von Franken zurechnen würde, die die Öffentlichkeit zur Bekämpfung der Umweltverschmutzung, die diese Energieträger nach sich ziehen, ausgeben muss.

Die Legende der teuren Elektrizität muss verschwinden; sie wäre schon verschwunden, wenn man die «Sozialkosten» einkalkulieren würde. Ein Experte, Präsident eines französischen Städtefernheizwerkes, hat ausgerechnet, dass, wenn

man alle Nachteile berücksichtigt, die aufgrund der heutigen Heizungswahl den Haushaltungen zugeschrieben werden müssen, die Kosten für die Bekämpfung der Verschmutzung und die Abfallbeseitigung sich für die Allgemeinheit auf ungefähr Fr. 500.– pro Jahr und Haushalt stellen würden. Wir sind also auf dem richtigen Weg, wenn wir die vollständige Elektrifizierung von Neubauten vertreten. Es soll uns gelingen, die Billigsten zu sein, mit einem Maximum an Annehmlichkeiten, sowohl für den einzelnen als auch für den Staat.

Wir haben Ihnen versichert, dass unsere Tarife so lange als möglich stabil bleiben werden, sofern keine neuen Teuerungsfaktoren auftreten. In unserem Jahresbericht haben wir die Frage der Verkabelung von elektrischen Leitungen erwähnt und auf die finanziellen Aspekte (Kosten für die Kabelleitung drei- bis zwölffach höher als für die Freileitung) und die technischen Probleme (Betriebsschwierigkeiten und Risiken längerer Störungen) hingewiesen. Die Verkabelung aller existierenden Hoch-, Mittel- und Niederspannungsleitungen der CVE würde Investitionen von rund 500 Millionen Franken erfordern und zu einer mittleren Verteuerung der Energie um rund 100 % führen. Zieht man in Betracht, dass auch die Übertragungsleitungen der EOS zu verkabeln wären (was gegenwärtig praktisch undurchführbar ist), würde die totale durchschnittliche Erhöhung für die CVE sogar etwa 140 % betragen.

Es gilt deshalb, die Dinge realistisch zu sehen. Es ist bestimmt richtig, dass der Umweltschutz und der Kampf gegen die Verschmutzung zu den wichtigsten Anliegen unserer Generation zählen.

Aber wir müssen zuerst leben und alsdann darüber wachen, dass unser Lebensraum nicht verunstaltet wird. Diese Prioritätsordnung muss gewahrt bleiben. Sie bestimmt, dass die Luft geatmet werden kann und dass das Wasser nicht verschmutzt ist. Obschon die Zeitungen häufig von schweren Gewässerverschmutzungen durch Heizöl oder über Fälle von Luftverunreinigung (jedermann kennt den Smog) berichten, wird nie hervorgehoben, dass es eine theoretisch einfache Lösung für diese Probleme gibt. Die Luft in unseren Städten wäre weniger verunreinigt, wenn die Elektrizität für die Heizung in Neubauten und für den Antrieb der Automobile benutzt würde.

Es mutet eigenartig an, dass im Zeitpunkt, wo die Luft durch den starken Verkehr immer schlechter wird, gewisse Städte den Ersatz der geräuscharmen und sauberen Trolleybusse durch lärmige Autobusse mit schädlichen und widerlichen Abgasen planen.

Wir glauben, dass die Elektrizität im Haushalt alle andern Energieträger ersetzen kann; das «vollelektrische» Haus,

schon verbreitet in den USA und in verschiedenen Ländern Europas, stellt eine einfache und unmittelbare Antwort auf die Frage dar: «Wie können wir die Verschmutzung unseres Grundwassers verhüten und wie können wir die feine Öl-schicht, die dem Genfersee persische oder libysche Reflexe verleiht, zum Verschwinden bringen?»

Um der Nachfrage nach Elektrizität zu genügen, müssen die Elektrizitätswerke allerdings mehr Energie produzieren, transportieren und verteilen. Die Kernkraftwerke werden in Zukunft den nötigen Strom in fast unbeschränkter Menge liefern. Die Risiken einer radioaktiven Strahlung sind ganz unbedeutend, wie dies alle durch unsere Behörden durchgeführten Kontrollen zeigen. Der Transport und die Verteilung erfordern wohl eine Verstärkung der bestehenden oder den Bau von neuen Leitungen und Transformatorenstationen, ein Teil lässt sich aber auch mit den bestehenden Anlagen bewältigen, die so mit einem günstigeren Ausnützungsgrad arbeiten können. Wenn mittels einiger zusätzlicher Stangen und Masten die Luft wieder besser wird und unsere Gewässer geschützt werden können, wird jedermann, um überleben zu können, bereit sein, den entsprechenden Preis zu bezahlen. Dies um so mehr, als die Eingriffe in die Natur, welche durch Freileitungen entstehen, nicht endgültig sind, was sich leider von der Verschmutzung des Grundwassers nicht behaupten lässt. Es wird immer möglich sein, das Nieder- oder Mittelspannungs-Freileitungsnetz ganz oder teilweise verschwinden zu lassen, wenn alle andern Aufgaben des Umweltschutzes erfüllt sein werden. Letztlich wird dieser Entscheid nicht von

den Elektrizitätswerken, sondern von den Behörden und vom Schweizervolk abhängen.

Wäre der Konsument bereit, doppelt soviel für die Elektrizität zu bezahlen, um die Freileitungen durch Kabel ersetzen zu lassen? Falls er dies tut, mit welchen Arbeitskräften würde man diese enorme Arbeit ausführen können und zum Nachteil welcher Wohnungs-, Schul- oder Strassenbauten müsste dies geschehen? Die Antworten auf diese Fragen sind gegeben. Vernünftigerweise soll man nicht alles gleichzeitig ausführen wollen. Wenn wir zuerst die Luft und das Wasser schützen und die beschränkt verfügbaren Mittel nicht vergeuden wollen, muss die Elektrizität besser und vermehrt eingesetzt werden. Ihr Preis darf nicht durch vermeidbare Lasten setzt werden, die sie daran hindern, die ihr zustehende heilsame Rolle für die Gesundung unseres Lebensraumes zu spielen.

Die Elektrizität kann unmittelbar zum Umweltschutz beitragen und wird ihre Aufgabe im allgemeinen Interesse um so besser erfüllen, als man ihr nicht kostspielige Lasten auferlegt, um gewissen, zum Teil egoistischen Einzelinteressen unter dem Vorwand eines möglicherweise überspitzten Landschaftsschutzes entgegenzukommen.

Weil die CVE sich um das Allgemeinwohl bemüht und weil sie, wie alle andern Elektrizitätswerke, ihren Kunden die Energie zum bestmöglichen Preis liefern möchte, ist es ihr Anliegen, dass der Umweltschutz in einem vernünftigen Rahmen erfolgt.

Adresse des Autors:

J. Desmeules, Direktor der CVE, 1001 Lausanne.

Probleme des Baus und Betriebes von Mittel- und Niederspannungsnetzen unter dem Gesichtswinkel der Sicherheit

Bericht über die 37. Diskussionsversammlung des VSE vom 2./3. Juni 1971 in Lausanne

Aufbau von Mittelspannungsnetzen in ländlichen Gebieten

Von *A. Fonjallaz, Lausanne*

Ist es nötig daran zu erinnern, dass der Aufbau jedes Netzes eine Funktion von geographischen, wirtschaftlichen, historischen, persönlichen sowie einer Reihe von politisch-technischen und kaufmännischen Faktoren darstellt, mit mehr oder weniger Sicherheit, für jedes Elektrizitätswerk nach eigener Konzeption.

Daher die verschiedenen Arten der gewählten Lösungen für scheinbar gleiche Probleme. Diese Unterschiede röhren nicht nur von den verantwortlichen Personen, sondern auch von der Tatsache her, dass keine exakte, rationelle Methode über diese Fragen besteht. Es ist zu hoffen, dass die Studien, die gegenwärtig in verschiedenen Ländern durchgeführt werden, in absehbarer Zeit den Verantwortlichen analytische Methoden für eine harmonische Entwicklung der Netze vermitteln. Dieses Bedürfnis macht sich in vielen elektrischen Unternehmungen spürbar, hauptsächlich infolge der raschen Entwicklung gewisser zu versorgenden Zonen von ländlichen Gebieten in Vororte der benachbarten Städte. Man muss sich aber im klaren sein, dass für unsere relativ kleinen Netze die «Massenherstellung»

kaum in Frage kommt. Man hat es praktisch nur mit Einzelfällen zu tun. So ist es sehr selten, ein Gebiet zu haben, welches mehrere Transformatorenstationen benötigt und eine optimale Berechnung der Investierungen für Leitungen und Stationen rechtfertigen würde.

Die für den Vortrag zur Verfügung stehende beschränkte Zeit erlaubt es nicht, alle Fragen über den Aufbau von Mittelspannungsnetzen in ländlichen Gegenden zu behandeln. Ich werde mich auf einige wenige beschränken, und in verschiedenen Fällen beziehe ich mich auf den Vortrag von Herrn V. Huber, Oberbetriebsleiter der EKZ, anlässlich der Veranstaltung in Luzern.

Ist das Ringnetz dem Radialnetz vorzuziehen? Es ist sicher wirtschaftlicher, jedoch unter der Voraussetzung einer guten Lastverteilung der Ringleitung und dass die jährlichen Betriebskosten der teuren Schutzapparate nicht zu gross sind. Für die Beurteilung, in welchen Fällen sich ein an und für sich kompliziertes System rechtfertigen lässt, kann eine Kostenberechnung, in welcher unter anderem die mittleren Übertragsleistungen, die Verteilung und

die Wichtigkeit der Strombezüger sowie die Betriebsbedingungen zu berücksichtigen sind, Auskunft geben.

Der Bau eines guten Ringnetzes hängt von den geographischen Bedingungen und vor allem vom guten Willen der Grundstückbesitzer beim Erwerb von Durchleitungsrechten ab. Ein anderes wichtiges Element der Mittelspannungsnetze ist die Erdung oder Nichterdung des Sternpunktes. Diese Frage wurde bereits durch die Herren Wild (Direktor des EKTh) und Utz (AEW) in Luzern behandelt, und ihre Vorträge sind in den Seiten des VSE Nr. 8, 9 und 10 erschienen. Ich beschränke mich darauf hinzuweisen, dass das System des isolierten Sternpunktes, gültig für Netze mit vorwiegend Freileitungen, zu überprüfen ist, sobald ein ansehnlicher Teil des Netzes verkabelt wird.

In der Nr. 22/1969 der «Elektrizitätswirtschaft» wurde eine interessante Vergleichsstudie betreffs der Behandlung des Sternpunktes, der Struktur und des Betriebes von drei in Deutschland, Frankreich und Italien ausgewählten Mittelspannungsnetzen von einer Arbeitsgruppe bestehend aus Vertretern der VDEW, EDF und Enel veröffentlicht.

Das Schutzproblem eines Mittelspannungsnetzes ist schwieriger zu lösen, wenn man, unter Berücksichtigung der neusten Auffassungen der Lebensgefährdung durch elektrischen Strom, die Wahrscheinlichkeit des Eintrittes eines Defektes berücksichtigen will.

Die Mittelspannungsnetze der CVE werden gegenwärtig mit Überstromauslösern betrieben, die erste Auslösung erfolgt sofort ohne Verzögerung, gefolgt von zwei Wiedereinschaltungen, einer raschen (0,3 Sek.) und einer verzögerten (30 Sek.). Die Verwendung von Sekundärstromrelais erlaubt ohne Schwierigkeit eine Selektivität im Falle eines Defektes in der Nähe der Station. (Kurzschlußstrom $> 3 \text{ kA}$) Ein höherer Kurzschlußstrom verhindert die zweite Wiedereinschaltung.

Die standardisierten Apparate erlauben eine Anpassung an die Charakteristik der städtischen, gemischten oder ländlichen Versorgungsnetze. Ein Programmschalter erlaubt die Aufhebung oder eine Beschränkung der Anzahl von Wiedereinschaltungen.

Dieses System erlaubt eine gute Selektivität zwischen unseren verschiedenen entfernten (Kurzschlußstrom $< 3 \text{ kA}$)

und nahen Schutzstationen unseres Netzes. Beiläufig kann man erwähnen, dass diese Stationen mit automatischem Alarmsender ausgerüstet sind. Verschiedene Telephonnummern werden zyklisch aufgerufen, und die Meldung wird in Klarsprache dem ersten Antwortenden durchgegeben.

Um das Aufsuchen eines Defektes zu erleichtern, haben wir eine gewisse Anzahl wichtiger Abzweigungen mit Freiluft-Kurzschlussanzeigern ausgerüstet.

In bezug auf das notwendige Betriebspersonal sowie auf die Qualität unseres Kundendienstes, gibt uns das Sicherheitssystem unserer Mittelspannungsnetze volle Zufriedenheit.

Unter Berücksichtigung der gesammelten Erfahrungen können wir sogar feststellen, dass wir ohne weiteres verschiedene Apparate (Schalter mit Relais) durch billigere (Lasttrenner mit Sicherungen) hätten ersetzen können, dies allerdings unter Beeinträchtigung der Selektivität. Die Qualität unseres Kundendienstes hätte durch die gemachten Ersparnisse kaum gelitten, vorausgesetzt, dass ein Unterbruch von 0,3 Sekunden für die Abonnenten keine Störung bedeutet, wenigstens für die grosse Mehrzahl.

Dieses kleine Beispiel soll unsere Techniker daran erinnern, dass ein Problem nicht nur vom technischen, sondern auch vom wirtschaftlichen Standpunkt aus zu studieren ist. (Betriebs- und Investierungskosten, Störungsanfälligkeit und natürlich auch über Personalmangel.)

Was die Dimensionierung der Mittelspannungs-Freileitungen anbetrifft, erinnern wir daran, dass für Netze wie unsere die Belastung und die Kurzschlussleistung nur ausnahmsweise eine Rolle spielen. Dagegen beginnt sich in verschiedenen Gegenden der Spannungsabfall unbeliebt bemerkbar zu machen. Sobald die Übertragungsleistung einige MVA erreicht, wird es interessant, den günstigsten Querschnitt zu suchen; er ist im allgemeinen ziemlich grösser als der für die maximale Erwärmung berechnete Querschnitt. Dieser kann so gross werden, dass durch die mechanische Belastung eine Verstärkung der Isolatoren-Stützen notwendig wird. Eine interessante Lösung besteht in diesem Falle durch die Verwendung von Stützisolatoren («Pives»).

Es ist klar, dass man vor einer Querschnittvergrösserung und selbst vor der Erhöhung der Abschaltleistung der Schalter in der Transformatorenstation in der Nähe der

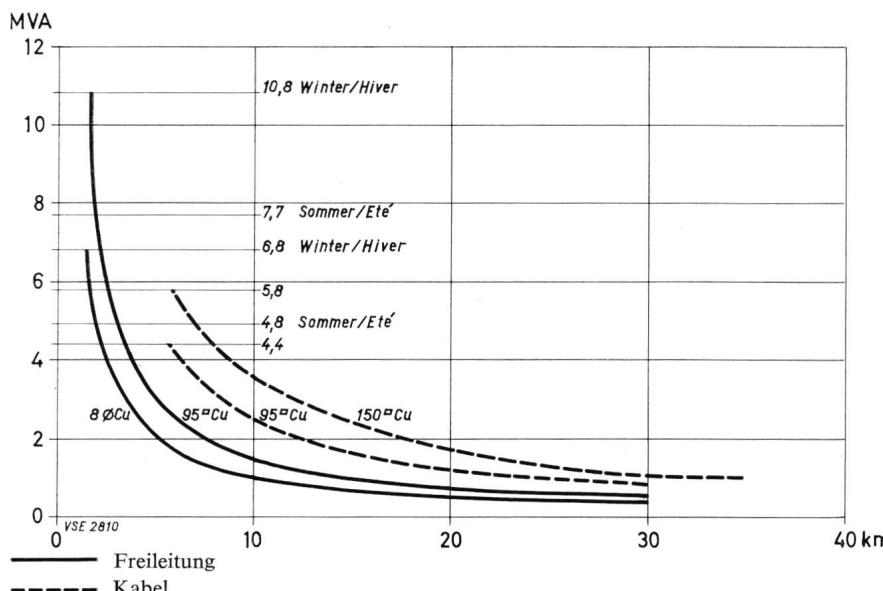
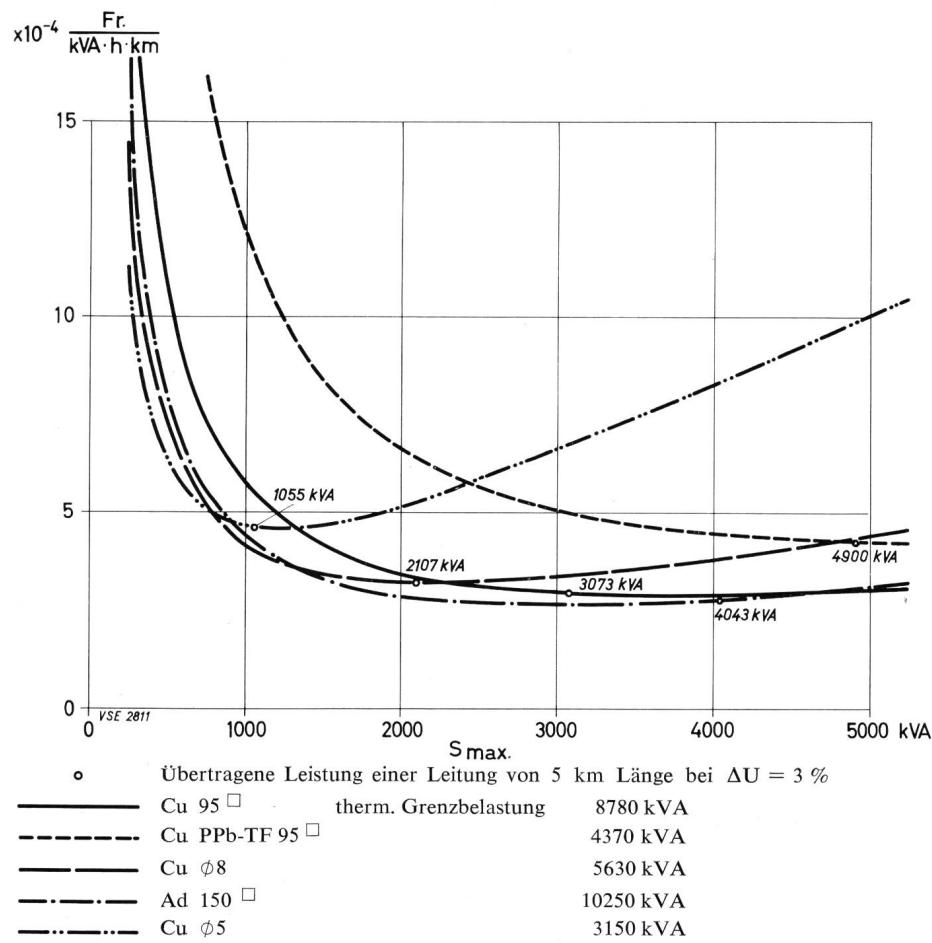


Fig. 1
Übertragungskapazität von Leitungen und Kabel
(13 KV)
Einzellast in x km Distanz von der Trafostation
 $\cos \phi = 0,86$ $\Delta U_{\max} = 3 \%$



Hochspannungs-/Mittelspannungs-Station mit hoher Kurzschlussleistung, durch entsprechende Änderung des Schaltzustandes, versucht, den maximalen Kurzschlussstrom zu begrenzen (z. B. durch Sammelschienentrennung).

Unsere ungefähr 30 km langen Mittelspannungsleitungen grosser Spannweiten, das heisst von 90 bis 120 m auf Holzmasten, mit Horizontalkonsolen und Isolatoren mit geraden Stützern für gleitende Befestigung, Baujahr 1959, haben noch nie zu Störungen Anlass gegeben, und zwar sowohl der Broye entlang als auch im Jura.

Betreffs der Spannungsabfälle in den Mittelspannungsnetzen würden uns die angenommenen Normen interessieren, und zwar nicht nur die Maximalwerte, sondern ebenfalls die Werte in bezug auf die Unterschiede zwischen den Stunden mit starker und schwacher Belastung.

Am Ende der Freileitungen findet man noch einen beträchtlichen Teil von Stangen-Transformatorenstationen, die nicht mit Blitzableitern ausgerüstet sind. Ich komme nicht auf die Einzelheiten der Gründe zurück (Unfallverhütung), die uns dazu geführt haben, die HS-MS-Patronen in diesen Stationen zu entfernen. Ich habe schon Gelegenheit gehabt, diese Gründe hier im gleichen Lokal zu erklären. Erlauben Sie mir jedoch, Sie über den Anfang unserer Erfahrungen bis zum heutigen Tag zu orientieren.

Während der drei Jahre 1968 bis 1970 musste 53mal eingeschritten werden, um 68 MS-Patronen auf Stangenstationen auszuwechseln. 75 % der Fälle wurde durch Gewitter verursacht, und nur ein einziges Mal musste der Transfomator ausser Betrieb genommen werden. Also hätte in allen andern Fällen durch eine Ausschaltung, gefolgt von einer automatischen Schnell-Wiedereinschaltung des Linienschalters, der Defekt behoben werden können.

Im Frühling 1970 haben wir in 32, mit Blitzableitern ausgerüsteten, Stangenstationen die MS-Patronen entfernt, und zwar in 4 Zonen mit verschiedenartigem Klima.

Ein interessanter Fall ereignete sich kurz nachher. Während eines Gewitters schlug der Blitz in eine Niederspannungsleitung in der Nähe einer der 32 Stationen. Für den Linienschalter waren natürlich die verschiedenen Belastungen, denen er ausgesetzt war, zu gross; der Transfomator ist bis heute immer noch in Betrieb. Der Kurzschlussstrom wurde schlussendlich durch eine Kurzunterbrechung der Mittelspannungs-Speiseleitung abgeschaltet.

Wir werden unsere Versuche weiterführen. Alle unsere neuen Stangenstationen werden ohne Leiter und ohne Plattform gebaut und ohne MS-Patronen ausgerüstet. Das gleiche gilt auch für Stationen auf Masten aus vorgespanntem Beton, welche wirtschaftlicher zu sein scheinen als Stangenstationen.

Soweit die charakteristischen Elemente der Mittelspannungsnetze in ländlichen Gebieten. Es wird sicher nicht an Diskussionsstoff fehlen; sei es auch nur über:

- die Netzstruktur (Ring oder Radial)
- die Sternpunktterdung
- Schutzprobleme
- die Dimensionskriterien
- die Spannungsschaltung
- die Abschaffung der MS-Patronen auf Stangenstationen

Adresse des Autors:

A. Fonjallaz, Vizedirektor der Compagnie Vaudoise d'Electricité, 1001 Lausanne.

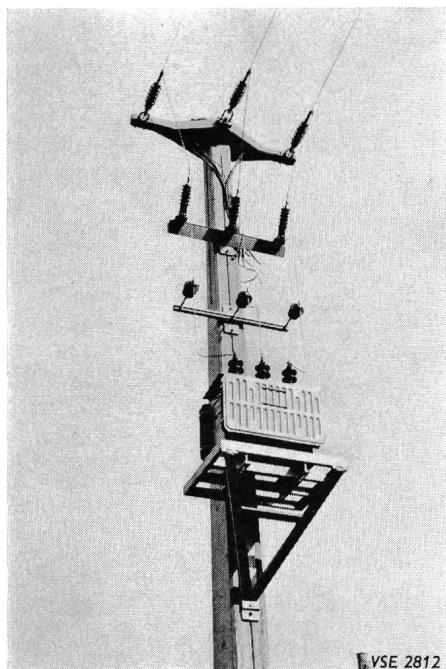


Fig. 3

Station auf Mast aus vorgespanntem Beton ohne Mittelspannungssicherungen

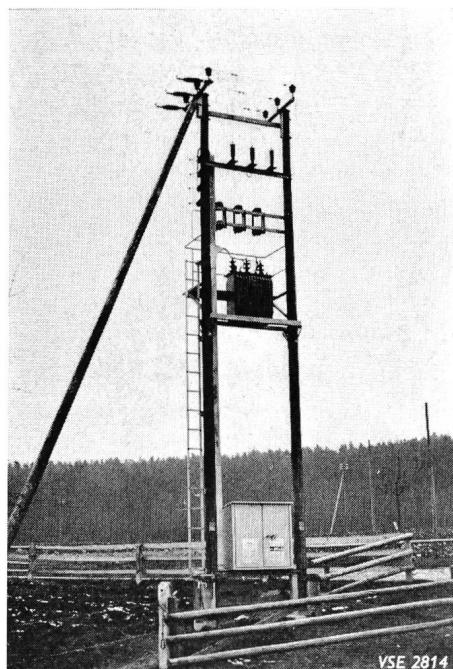


Fig. 5

Vollständig ausgerüstete Maststation

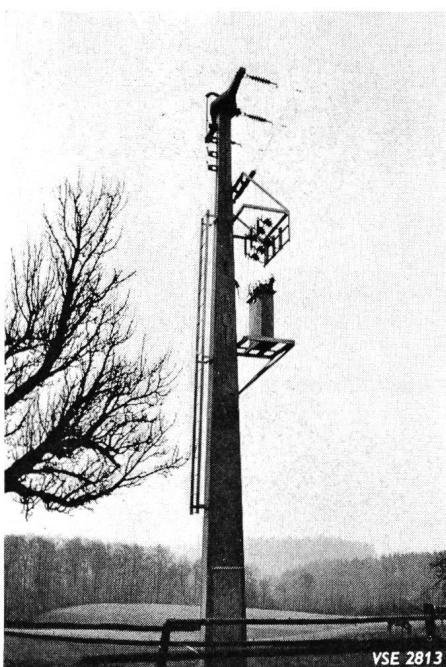


Fig. 4

Station auf Mast aus vorgespanntem Beton mit Mittelspannungssicherungen und Leiter

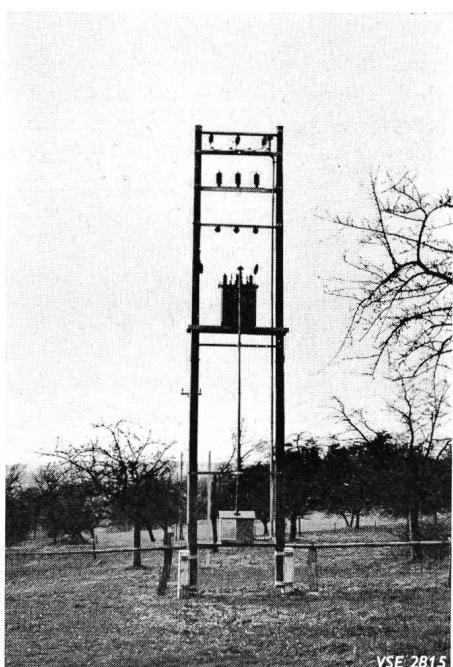


Fig. 6

Unfallsichere Maststation ohne Mittelspannungssicherungen, Leiter und zusätzliche Plattform

Bauweise eines ländlichen Niederspannungsnetzes

Von R. Desponts, Leysin

Nach den Vorträgen, die wir während dieser Tage gehört haben, ist die Bezeichnung «ländliches Niederspannungsnetz» sehr klar umschrieben.

In fast allen ländlichen Gebieten unseres Landes trifft man am Wegrande diese scheinbar vergessenen Stangen-Transformatorenstationen an, von welchen mehrere lange Niederspannungsleitungen weggehen. Der flächenmäßig schwache Stromverbrauch in diesen schwach bevölkerten Gebieten hat die Erbauer von Verteilnetzen dazu geführt, folgende technische und wirtschaftliche Elemente zu berücksichtigen:

- Schwierigkeiten und Erstellungskosten der Mittelspannungsleitungen
- Anzahl der Abonnenten, welche an einen Schwerpunkt, gebildet aus Belastung und Länge der Niederspannungsleitungen, angeschlossen werden können
- Zugänglichkeit
- möglichst gute Konstruktions- und Betriebsbedingungen

Für die Bestimmung des Standortes der Transformatorenstation waren diese erwähnten Kriterien massgebend. Die verhältnismässig kleinen in Frage kommenden Leistungen haben erlaubt, den Spannungsabfall in den Mittelspannungsleitungen praktisch zu vernachlässigen, auf jeden Fall bis in den letzten Jahren. Die Entwicklung der Elektrifizierung auf dem Lande zwingt uns aber jetzt, den Sachverhalt zu überprüfen!

Für die Dimensionierung der Landnetze war und ist die Berechnung des Spannungsabfalles der Sekundärleitungen massgebend. Die Energieübertragungen im Jura und in den Alpentälern sowie zu abgelegenen Bauernhöfen des Mittellandes wurden nach diesen Grundprinzipien gebaut.

Wenn unsere Vorfahren es vorerst meistens mit einphasigen 125- oder 220-V-Verteilleitungen für Lichtanspeisung zu tun hatten, so ist doch sehr rasch die Nachfrage unaufhaltsam gestiegen. Die Stromlieferanten dieser schwach bevölkerten Gebiete konnten sich mit Recht die Frage stellen, ob für die allgemeine Verteilung 3 Leiter (Nulleiter und zwei Phasen) genügen, oder ob 4 Leiter notwendig seien. Die Ersparnis eines Leiters, oft von grossem Querschnitt, hat sicher etwas an sich. Man muss jedoch darauf hinweisen, dass bei uns die Konstrukteure fast keine einphasigen 380-V-Apparate entwickelt haben. Ausserdem ist festzustellen, dass in einem ländlichen Netz, bezüglich der gleichmässigen Phasenbelastung des Dreiphasensystems, das Gesetz der Gleichzeitigkeit nicht spielen kann. Aus diesen Gründen hat, nach unserer Kenntnis wenigstens, die Mehrzahl der Elektrizitätsunternehmungen für die allgemeine Verteilung das 4-Leitersystem gewählt.

Wir wollen etwas bei diesen verhältnismässig langen, unvermaschten Niederspannungsleitungen verweilen, welche die Transformatorenstationen mit den verschiedenen anzuspeisenden Gebäuden verbinden. Sie bestehen im allgemeinen aus nackten Kupferleitern auf Holzstangen mit normalen Abständen, die Einführungen in die Gebäude erfolgen in der Fassade durch Dachständer, oft auch durch isolierte, armierte, unterirdische Kabel von der nächsten Stange aus.

Vom elektrischen Standpunkt aus gesehen, zeichnen sich diese Netze durch eine starke spezifische Reaktanz aus. Diese

Freileitungen sind allen Unbilden der Witterung der Gegend, in der sie gebaut sind, ausgesetzt; sie bilden Hindernisse für Raubvögel sowie für durch einen Orkan weggerissene Bleche; durch Sturm oder Schneelast sich biegende Bäume fegen sie gelegentlich in die Luft; herunterfallende trockene Äste bleiben zu oft tückisch hängen; fallende grosse Steine oder Bäume werden manchmal durch Leitungsstangen aufgehalten, wenn sich nicht eine Kuh an einem Ankerseil kratzt oder austobt. Infolge der langen Leitungen der Land-Niederspannungsnetze machen sich auch die atmosphärischen Überspannungen durch Störungen und Ausschaltungen leichter bemerkbar. Fast ebensoviele Naturstörungen sind meistens von kurzer Dauer, welche uns mit unangenehmem Gefühl erfüllen, wenn wir eine Leitung wieder einschalten müssen, ohne den wirklichen Grund der Ausschaltung zu kennen.

Nach den vorstehenden Darstellungen können folgende Grundlagen festgelegt werden:

- Die Linienführung einer Leitung in ländlichem Gebiete muss in bezug auf Sicherheit und Erleichterung des Betriebes sehr sorgfältig studiert werden.
- Die Regulierung der während des Baues genau festgelegten Leitungsverbindungen muss genau kontrolliert und, wenn nötig, nachreguliert werden.
- Das Montieren von Niederspannungsblitzableitern soll sich weiter entwickeln wie auch die periodische Kontrolle ihrer Wirksamkeit.

Was den letzten Punkt anbelangt, so besteht nach unserer Ansicht die sicherste Art darin, die Ableiter periodisch auszuwechseln, um sie in der Werkstatt oder in der Fabrik kontrollieren zu können.

Man hört sehr häufig die Meinung, dass in Gebirgsgegenden oder in Gebieten starker Gewitteranfälligkeit der Nulleiter mit Vorteil als oberster Leiter anzubringen sei.

Es wäre interessant, in der nachfolgenden Diskussion die Meinung der Befürworter in bezug auf Landleitungen oder ganz allgemein auf Niederspannungsleitungen vernehmen zu können.

Trotz aller Sorgfalt und Pflege der Niederspannungs-Überlandleitungen können Ausschaltungen praktisch nicht verhindert werden, sie sind sogar, je nach dem Grunde der Störung, erwünscht.

Hier ist das ganze Schutzproblem der Leitungen aufgeworfen. Die gewählten Lösungen ändern von Werk zu Werk, wie ja natürlich auch die entsprechenden Begründungen! Die Befürworter einpoliger Ausschaltungen möchten den Betrieb mit der oder den nicht gestörten Phasen aufrechterhalten, die Befürworter allpoliger Ausschaltungen betrachten diese aus Sicherheitsgründen als unerlässlich. Die «Société Romande d'Electricité» hat für die Landnetze die einpolige Ausschaltung gewählt und bleibt bis auf weiteres bei diesem System. Es wird vorausgesetzt, dass die Drehstrommotoren richtig geschützt sind und dass die Abonnenten ihre Installation, wenn nötig, selber gegen das eventuelle Fehlen einer Phase schützen. Dieses System ist gut eingeführt, unsere Monteure sind sich bewusst, dass jede Arbeit mit einem Manöver in der Transformatorenstation beginnt.

Es wird in der nachfolgenden Diskussion interessant sein, die Befürworter sowie die Gegner dieser Lösung hören zu können.

Der Personen- und Sachwertschutz ist im Prinzip durch den Nulleiter gewährleistet. Man muss zugeben, dass, trotz der Verbesserungen der Erdung des Nulleiters in jedem Gebäude, es nicht immer einfach ist, den Verordnungen und deren Auslegungen gerecht zu werden! Für die konventionellen Freileitungen grosser Länge verbleibt oft nur die unpraktische Lösung des Einbaus von Sicherungen in der Leitung. Die Bestimmung des günstigsten Einbauortes und die Kalibrierung der Sicherungen sind nicht einfach. Es scheint üblich zu sein, dass die Monteure bei jedem Auswechseln grössere Sicherungen einbauen, bis dann das Auswechseln nicht mehr nötig ist! Der wirkliche Sachverhalt müsste sicher in der Praxis noch geprüft werden!

Um einen relativ besseren Schutz zu erreichen, sollte die allgemeine Verwendung der Fehlerstromschalter in den Gebäuden, die an Landnetze angeschlossen sind, vorgesehen werden. Über die Wahl des Schutzniveaus und der Kontrollhäufigkeit herrschen grosse Meinungsverschiedenheiten, und ich hoffe, dass über diesen Punkt ausgiebig diskutiert wird.

Theoretisch kann man sich gut vorstellen, dass die konventionellen Freileitungen, deren störendes Element wegen ihrer Reaktanz die Spannungsverluste sind, durch isolierte, verdrillte Leiter ersetzt werden könnten. Wichtige Unternehmungen in Belgien und die EDF sollen sich, gemäss einem Artikel von Herrn Fonjallaz, erschienen im Bulletin des SEV No 4-1970, scheinbar nicht scheuen, ganze Niederspannungs-Verteilnetze mittels selbsttragenden, verdrillten, isolierten Kabeln zu errichten. Diese 4-Leiterkabel, dessen Nulleiter gleichzeitig für die Übernahme der Zugkräfte dient, kann zwischen Stützen aufgehängt oder gegen die Hausfassaden gebrüdet werden.

In der gegenwärtigen Zeit, wo auf dem Lande immer mehr und noch grössere Maschinen und Geräte eingesetzt werden, ist der Schutz, den solche isolierte Leitungen gegen unbeabsichtigtes Berühren bieten, sicher nicht zu missachten. Es wäre interessant, Näheres über die gemachten Erfahrungen unserer Nachbarn zu erfahren.

Werden die isolierten, aufgehängten Kabel uns zwingen, unsere Gewohnheiten zu ändern? Wir haben tatsächlich seit langem die thermischen Erwärmungen der Leiter unserer Landnetze vergessen. Hauptsächlich aus Ersparnisgründen hat uns die Praxis gelehrt, wenn immer möglich, vorhandene Installationen weiter zu verwenden.

Wenn durch Wirtschafts- oder Bevölkerungsexplosion aus einem landwirtschaftlichen ein Industrie- oder stark überbautes Gebiet entsteht, ist auch die Stromverteilung wie alle übrigen Elemente der Unterbauten von Grund auf neu zu überdenken und zu ändern.

Für die Ortsnetze ist die Fortentwicklung weniger offensichtlich, und vor allem sind für den Stromlieferanten die Aussichten auf neue Einnahmequellen im Verhältnis zu den durch die Erhöhung der installierten Leistung notwendigen Investitionskosten sehr beschränkt. Wenn am Anfang der Entwicklung die Landnetze hauptsächlich für die elektrische Beleuchtung gebaut wurden, so sind allmählich die Haushaltapparate dazugekommen und heute immer mehr und immer grössere Motoren. Es ist zum Beispiel keine Seltenheit, dass

ein Landwirtschaftsbetrieb einen Heuaufzug mit einem Elektromotor von 6 bis 12 PS anschafft. Diese durch den gegenwärtigen Personalmangel begründeten Neuanschaffungen machen sich überall bemerkbar, sie verbreiten sich wie die Epidemie, denn was auf einem Bauernhof geschieht, lässt dessen Nachbarn nicht gleichgültig. Die meisten Arbeiten in der Landwirtschaft sind saisonbedingt, sie sind vom Wetter und oft sogar von der Tageszeit abhängig! Dadurch treten in den Landnetzen durch die gleichzeitigen Arbeiten Belastungsspitzen auf, die von den Lieferanten kaum geschätzt werden. Die Spannungsstabilität wird stark in Mitleidenschaft gezogen, und der auf dem Lande schon angezweifelte gute Ruf der Elektrizitätsunternehmung wird durch diese Netzschwankungen nicht verbessert. Vom finanziellen Standpunkt aus betrachtet, stellen diese durch die Gebräuche der Landwirtschaft gleichzeitig entstehenden grossen Strombezüge während kurzer Perioden ein gutes Beispiel für ein unlösbares Problem dar. Wenn die örtlichen Verhältnisse günstig sind, kann die Anzahl der MS/NS-Transformatorenstationen vermehrt werden, was aber selten rentabel ist.

An der Diskussionsversammlung vom 19./20. Januar in Luzern hat Herr Dätwyler der CKW eine interessante Lösung vorgeschlagen, nämlich die Energieübertragung mit 1000 Volt. Im Prinzip handelt es sich darum, längere Niederspannungs-freileitungen statt mit 380 V mit 1000 Volt zu betreiben und die Spannung nahe am Verbraucherort, d.h. nahe vor jedem Gebäude oder Gebäudekomplex wieder auf 220/380 Volt zu transformieren. Dieses System geht bis an die Grenzen der bestehenden Sicherheitsverordnungen und dem in Frage kommenden Niederspannungsmaterial. Um wirtschaftlich annehmbar zu sein, erfordert diese Lösung das Weglassen der Sicherungen «Seite 1000 V» vor den Transformatoren. Man kann sogar so weit gehen und sich fragen, ob nicht der Überstromschutz «Seite 220/380 V» den eigentlichen allgemeinen Kurzschlusschutz der angespriesenen Hausinstallation darstellt. Die CKW haben diese Methode bereits mit recht gutem Erfolg in die Praxis umgesetzt, mit erheblichen Ersparnissen und mit genügend technischen Garantien bei normalen Betriebsbedingungen.

Die Frage der Verluste, die durch die doppelte Transformierung entstehen, verdient genau untersucht zu werden, und es ist interessant, je nach den geographischen Verhältnissen für eine Transformatorenstation die Wahl eines MS/1000 V oder eines MS/220-380 V Transformators zu untersuchen. Nach den Erfahrungen der CKW lassen sich auf diese Weise Leistungen in der Grössenordnung von 20 kW mit den gleichen Spannungsabfällen von 5 % auf rund siebenmal grössere Distanzen transportieren. Um diese Methode rentabel zu gestalten, sollte auf die Primärsicherungen verzichtet werden können, und einige Probleme der für 500 V gebauten NHS-Patronen sind sicher nicht unlösbar.

Erlauben Sie mir, nach diesem ländlichen «Tour d'horizon» eine Lanze für die Normalisierung des für die Verteilnetze verwendeten Materials zu brechen. Unter Fachleuten haben wir von wirtschaftlichen Kriterien, Rationalisierungen und auch, warum es nicht sagen, von möglichen Verbilligungen gesprochen. Würde es sich nicht lohnen, dass wir uns alle bemühen würden, uns vorzustellen, wir würden tatsächlich etwas weniger egoistisch, mit normalisierten Lösungen vorliebnehmen.

Die Typenmodelle entsprechen vielleicht nicht dem Perfectionismus gemäss helvetischer Mentalität, wir suchen vielmehr für jeden Fall eine eigene vollkommene Lösung. Was aber kostet diese «Sondertümelei» unsere Volkswirtschaft? Es lohnt sich, daran zu denken und sich mit der Idee der Normalisierung von Material und elektrischen Apparaten vertraut zu machen, bevor wir durch die Wirtschaftslage eines Tages dazu gezwungen werden.

Adresse des Autors:
R. Desponds, Ingenieur der SRE, 1854 Leysin.

Erratum

Tagesprobleme der amerikanischen Energieversorgung von A. Kroms (Nr. 21/1971)

Im genannten Artikel sind bedauerlicherweise 2 Clichés verwechselt worden. Fig. 6 und Fig. 11 müssen gegeneinander ausgetauscht werden. Aus Versehen des Autors wurden auf S. 258 die Werte um eine Zehnerpotenz zu gering angegeben, die richtigen Zahlen lauten:

	1930	1969
Haushalt	cents/kWh	6,0 1,5
Gesamtverbrauch	cents/kWh	2,75 2,0

Wirtschaftliche Mitteilungen

Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft

(Auszüge aus «Die Volkswirtschaft» und aus «Monatsbericht der Schweizerischen Nationalbank»)

Nr.		Sept.	
		1970	1971
1.	Import (Januar-Sept.) Export (Januar-Sept.)	10 ⁶ Fr. { 2 303,6 (20 404,7) 1 922,9 (15 983,6)	2 543,6 (21 949,2) 2 002,8 (17 092,7)
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellen-suchenden	131	151
3.	Lebenskostenindex ¹⁾ Sept. 1967 = 100 (Aug. 1939 = 100) Grosshandelsindex ¹⁾ Jahressdurch-schnitt 1963 = 100	113,7 (256,8)	121,3 (274,0)
	Grosshandelsindex ausgewählter Energieträger: Feste Brennstoffe Gas Elektrische Energie	111,8	114,0
	1963 = 100 { 160,4 96,2 112,9	163,0 100,1 118,5	
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 65 Städten (Januar-Sept.)	2 242 (26 907)	2 424 (23 688)
5.	Offizieller Diskontsatz %	3,75	3,75
6.	Nationalbank (Ultimo) Notenumlauf 10 ⁶ Fr. Täglich fällige Verbindlichkeiten 10 ⁶ Fr. Goldbestand und Gold-devisen 10 ⁶ Fr. Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten durch Gold. %	12 088,0 6 614,7 17 591,5 62,93	13 103,4 11 657,0 22 448,3 47,98
7.	Börsenindex Obligationen (eidg.) Aktien Industrieaktien	25. 9. 70 90,24 147,9 151,0	24. 9. 71 97,70 150,7 147,3

¹⁾ Entsprechend der Revision der Landesindexermittlung durch das Volkswirtschaftsdepartement ist die Basis Aug. 1939 = 100 fallengelassen und durch die Basis Sept. 1966 = 100 ersetzt worden, für den Grosshandelsindex Jahr 1963 = 100.

Redaktion der «Seiten des VSE»: Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1; Postadresse: Postfach 8023 Zürich; Telefon (01) 27 51 91; Postcheckkonto 80-4355; Telegrammadresse: Electruron Zürich.

Redaktor: Dr. E. Bucher

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

Wir haben in der Nachrichtentechnik etwas zu sagen.

Mehrfrequenzcode-Signalisierung

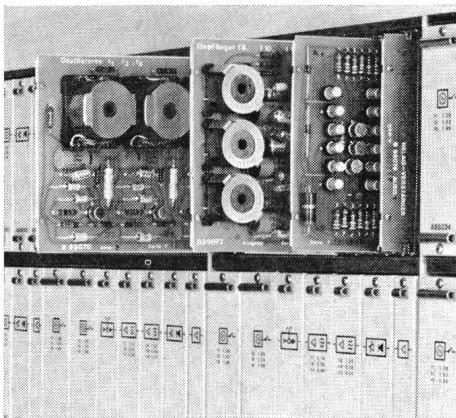
Drehwählersysteme in Telephonzentralen sind im Unterhalt anspruchsvoll. Deshalb haben wir ab 1966 in enger Zusammenarbeit mit den schweizerischen PTT-Betrieben die sogenannten PENTACONTA-Koordinaten-schalter eingeführt: Kurze Schaltwege ermöglichen nun hohe Durchschaltegeschwindigkeiten, und der Anrufer wird schneller mit seinem Gesprächspartner verbunden. Zudem arbeiten diese neuen Schalter erschütterungsfrei und sehr geräuscharm. Sie haben nur wenige bewegliche Teile und sind deshalb auch minim störanfällig.

Doch bald stellte sich die Frage, ob zwischen so modernen Schaltzentralen die Signale in hergebrachter Art und Weise als Impulse übertragen werden sollten (nur ca. eine Ziffer pro Sekunde), oder ob es nicht möglich wäre, diese langsame und störanfällige Impulswahl durch eine neuzeitliche Methode zu ersetzen. Vor diese Aufgabe gestellt, hatten wir als erste den Mut, eine neue Signalisierungsart einzusetzen, die damals durch Anregung der Schweizer PTT auf internationaler Ebene erst zur Diskussion stand.

Die Lösung: MFC Mehrfrequenzcode-Signalisierung

Die Zeichen zur Übermittlung werden aus tonfrequenten Signalen gebildet. Zur Verfügung stehen 12 Frequenzen. Sechs davon (1380 ... 1980 Hz) dienen als Vorwärts-, die restlichen sechs (540 ... 1140 Hz) als Rückwärtssignale. Jedes Zeichen wird durch 2 von 6 Frequenzen dargestellt, daher: 2-von-6-Code (selbst-

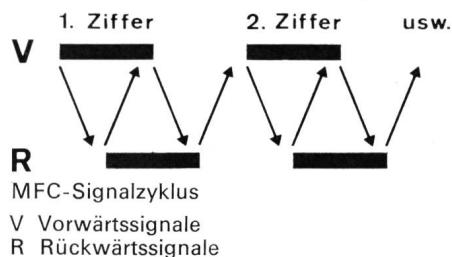
prüfender Code). Dieses System ermöglicht die Übertragung von je 15 verschiedenen Zeichen in beiden Richtungen. Die Übertragungsgeschwindigkeit dieser Signale ist etwa vier- bis fünfmal grösser als beim alten Impulssystem, das heisst ca. 5 Ziffern pro Sekunde. Beim Verbindungsaufbau von einem Teilnehmer zum andern regt der Sender in der Zentrale A den elektronischen Signalsatz dazu an, die entsprechende Frequenzkombination nach der Zentrale B auszusenden. Das Signal wird im Register des Empfängers gespeichert und in der Folge durch den Signalsatz in B mit einem Rückwärtsignal quittiert.



Offene Einschübe eines MFC-Signalsatzes

Mit dieser Quittung wird das Vorwärtsignal unterbrochen, worauf auch das Rückwärtssignal aufhört (Zwangslauf-Verfahren). Jetzt kann der nächste Signalzyklus beginnen. Dabei gibt das Rückwärtssignal stets an, welche Ziffer oder Angabe als nächste vorwärts gesendet werden soll. Diese Steuerbefehle des Quittungssignals erlauben es, Ziffern oder ganze Zifferngruppen zu wiederholen. Transitämter empfangen nur noch so viele Ziffern, wie sie für die Durchschaltung benötigen. Die restlichen Ziffern der Teilnehmernummer laufen

dann vom Anfang bis zum Ende der Verbindung durch. Die Signale gelangen so über grosse Distanzen, ohne unterwegs umgesetzt, verzögert oder gar verfälscht zu werden. Durch dieses System werden überdies die Steuer-Stromkreise rascher für den Aufbau neuer Verbindungen frei.



Die Anzahl der bei MFC-Signalisierung möglichen Signale ist wesentlich grösser als bei Impulssystemen. Ausser der Teilnehmernummer und den Steuerkriterien für den Sender können Befehle zur Einleitung der Identifizierung des Anrufers, Teilnehmerkategorien, Taxkennzeichen für die internationale Teilnehmerselbstwahl usw. übertragen werden. Es ist also wohl kein Zufall, dass das MFC-System unterdessen auch auf internationaler Ebene eingeführt wurde.

Die Ersetzung der Impulswahl durch MFC-Signalisierung ist nur eines der vielen nachrichtentechnischen Probleme, das wir als erste in der Schweiz gelöst haben. Wir werden auch bei der Lösung zukünftiger Probleme etwas zu sagen haben.

Standard Telephon und Radio AG
8038 Zürich und 8804 Au-Wädenswil

STR
Ein ITT-Unternehmen

DAS VOLLSTÄNDIGE ZUBEHÖRPROGRAMM
FÜR NIEDERSPANNUNGS-KABELNETZE AUS BRUGG:
Verbindungs-, Abzweig- und Kreuzmuffen
in Grauguss oder Kunststoff
mit Schraub-, Press- und Lötverbindungsklemmen
mit Ausgussmasse oder Giessharz
Kabelendverschlüsse (für Innen- oder Freiluftmontage)
in Leichtmetallguss oder Kunststoff
mit Ausgussmasse oder Giessharz
mit allen erforderlichen Zusatzteilen (Kabelschuhe, Verbindungs-
klemmen, Anschlussbolzen)
Hausanschlusskästen
in Leichtmetallguss oder Kunststoff
mit allen erforderlichen Anschlusssteilen
Kabelbefestigungsmaterial und Erdungsmaterial

**Das zweckmässigste Kabelzubehör
können Sie nur dann wählen,
wenn Ihr Lieferant
auch alle Zubehörtypen führt
(wie z.B. Brugg)**

Brugg – für unsichtbare Sicherheit



Kabelwerke Brugg AG
5200 Brugg, 056-41 11 51