

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 36 (1945)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Betrachtungen zur Frage der Netzgestaltung für einen zukünftigen drahtlosen Mehrkanal-Tlephonverkehr in der Schweiz  
**Autor:** Huber, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1060281>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 03.04.2025

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

lumer ou d'éteindre tout l'éclairage public, d'éclairer ou d'éteindre les escaliers de tous les immeubles, de commuter les tarifs sur l'ensemble du réseau, d'enclencher ou de couper les chauffe-eau et autres appareils à accumulation. De plus, la souplesse du système est très grande; il n'est plus lié à des horaires rigides d'horloges éparpillées sur tout le réseau. L'heure d'obscurcissement peut changer à volonté, l'opération est immédiatement exécutable; les changements d'horaire saisonniers se résument à un ordre à donner au personnel d'exploitation. Enfin, si en été on possède des excédents d'énergie en fin de semaine, rien n'est plus simple que d'augmenter la durée de chauffe des chauffe-eau le samedi et le dimanche. Les abonnés en bénéficieront par une fourniture d'eau chaude plus abondante au moment précis où ils en ont davantage besoin, et l'entreprise

réalisera une vente supplémentaire. En temps de restriction hivernale, il sera très facile d'exécuter le coup de frein indispensable pendant la période critique tout en mettant les abonnés sur un pied d'égalité.

Constatons pour conclure que l'action à distance est une belle réalisation de l'esprit français et constitue un instrument de première valeur pour l'exploitation rationnelle d'un réseau de distribution. Ajoutons enfin qu'elle présente aussi un intérêt tout particulier pour les constructeurs suisses puisque le 95 % de l'appareillage d'émission a été fourni par nos industriels tandis que les télérelais sont entièrement fabriqués dans notre pays.

**Adresse de l'auteur:**

D. Burger, chef de section des compteurs et horloges du Service de l'électricité de Genève, Genève.

## Betrachtungen zur Frage der Netzgestaltung für einen zukünftigen drahtlosen Mehrkanal-Telephonverkehr in der Schweiz

Von E. Huber, Zürich

621.396.41

*Durch verschiedene neue Publikationen wurde das Interesse der an der Entwicklung der Nachrichtentechnik interessierten Kreise für die kombinierte Richtstrahl- und Trägerfrequenztechnik geweckt. Da sich auch die Schweizer Industrie seit geraumer Zeit mit diesen Problemen beschäftigt, erscheint es als angezeigt, vor den Publikationen der rein technischen Probleme einige Betrachtungen über Zweck, Ziel und die Anwendungsmöglichkeiten zu veröffentlichen.*

*Als Uebertragungsmittel sind Richtstrahlverbindungen auf Meter-, Dezimeter- oder Zentimeterwellen besonders gut geeignet. Die erforderliche optische Sicht zwischen den Endpunkten einer Verbindung bedingt die Schaffung eines Hochwachtennetzes. Die durch mehrere Nachrichtenkanäle ausgenutzten derartigen Verbindungen erscheinen als «drahtlose Vielfachkabel».*

*Unter der Annahme, dass der gesamte schweizerische Telephon-Fernverkehr mit Hilfe eines Richtstrahlnetzes bewältigt werden soll, werden drei Varianten eines derartigen Netzes besprochen und an Hand von Karten gezeigt. Natürlich bestehen für schweizerische Verhältnisse weder der Wunsch noch das Bedürfnis, das bestehende Kabelnetz durch ein Richtstrahlnetz vollständig zu ersetzen. Diese Annahme dient lediglich zur Veranschaulichung der bestehenden Möglichkeiten und die Musterbeispiele zeigen die Art und Weise des Aufbaues von Richtstrahlnetzen.*

Der vorliegende Aufsatz wurde in grossen Zügen bereits anfangs 1940 bearbeitet und geschrieben und diente damals als erste Vorstudie für den Beginn neuer Entwicklungsarbeiten im Hochfrequenzinstitut der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich. Den Anstoss für dessen heutige Veröffentlichung gaben die neuesten Forschungs- und Entwicklungsergebnisse auf den Gebieten der Hochfrequenz- und Nachrichtentechnik, insbesondere die erzielten Fortschritte in der Technik der drahtlosen Mehrkanal-Telephonie<sup>1)</sup>.

Die hier folgenden Ausführungen stützen sich zwar auf bestimmte neue Entwicklungsarbeiten und -ergebnisse, sollen aber — es sei dies ausdrücklich hervorgehoben — kein reifes Zukunftsprojekt dar-

*L'intérêt que portent les techniciens au développement des communications par ondes dirigées combinées avec des fréquences porteuses a été éveillé par différentes publications parues récemment. Etant donné que l'industrie suisse s'occupe depuis un certain temps de ces problèmes, il paraît indiqué de publier quelques études sur le but et les possibilités d'application de ce domaine des communications, ceci avant la publication de la partie purement technique.*

*Les liaisons à ondes dirigées dans le domaine métrique, décimétrique ou centimétrique, sont particulièrement désignées comme moyen de transmission sans fil. La nécessité d'une vision directe entre les points terminaux d'une simple liaison exige l'établissement d'un réseau de relais sur les hauteurs. Une liaison de ce genre où plusieurs canaux de transmission sont utilisés simultanément peut être qualifiée de «câble multiple sans fil».*

*En supposant que tout le trafic interurbain de la Suisse doit être assuré à l'aide d'un réseau à ondes dirigées, l'auteur a décrit et dessiné trois variantes d'un tel réseau. Naturellement vu les conditions qui se présentent en Suisse il n'est ni désirable ni nécessaire de remplacer le réseau de câbles existant par un réseau à ondes dirigées. La supposition faite plus haut sert uniquement à la démonstration des possibilités d'application; les exemples-types montrent la façon dont serait établi un réseau de communications multiples à ondes dirigées.*

stellen, sondern lediglich Richtungen zukünftiger Möglichkeiten andeuten.

In der Entwicklung des Nachrichtenwesens während der letzten Jahrzehnte erkennt man in grossen Zügen die verfolgte Richtung auf Erreichung immer grösserer Uebertragungsdistanzen, kleinerer Wartezeiten, erhöhter Betriebssicherheit und vor allem auf Erreichung einer grösstmöglichen ökonomischen Ausnutzung der vorhandenen Einrichtungen. Der rasch anwachsende Fernsprechkverkehr lenkte die Entwicklung gewaltsam auf Wege zur bestmöglichen Ausnutzung der Leitungen. Durch die Verwendung der Zweidrahtsprechkreise und den Ausbau der Phantom- und Superphantomkreise wurden die ersten Ziele in dieser Richtung erreicht. Durch die Automatisierung, die besonders in der Schweiz einen hohen Stand erreicht hat, konnte der Fernsprech-

<sup>1)</sup> F. Tank: Probleme der drahtlosen Vielfach-Telephonie. Bull. SEV 1943, Nr. 4, S. 87...93.

verkehr durch Verkürzung der Zeit zur Herstellung einer Verbindung, durch die nötige Umgestaltung der vermaschten in gebündelte Netze und eine zweckmässige Gruppierung zu Netzgruppen in diesem Sinne weiter erheblich verbessert werden. Einen weiteren und entscheidenden Fortschritt brachten die Trägerfrequenzsysteme, die je nach der Art der Leitung gleichzeitig bis zu 200 Gespräche über ein einziges Leitungspaar zu übertragen gestatten und dadurch in hohem Masse dazu beitragen, die gesamten Fernsprechanlagen wirtschaftlicher zu gestalten. In neuerer Zeit wurden zur Ueberbrückung der grossen Entfernungen nach überseeischen Ländern Funkverbindungen aufgenommen, die in Verbindung mit den kontinentalen Fernsprechnetzen, die bisher auf die Verwendung der Drahtleitung beschränkt blieben, ein weltumfassendes Nachrichtenübermittlungsnetz bilden.

Der neueste Entwicklungszweig bedient sich der Funkverbindung in ganz neuartiger Form und schafft eine *Technik der drahtlosen Mehrkanaltelephonie*. Dabei erstrecken sich die drahtlosen Verbindungen über 50 bis höchstens 200 km und lassen sich in ein regionales Fernsprechnetzeingliedern. Verglichen mit den Trägerfrequenzsystemen auf Leitungen, die schon einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht haben, befinden sich die drahtlosen Mehrkanalsysteme noch in den Anfängen der Entwicklung. Aber bereits haben ausländische und auch schweizerische Hochfrequenzlaboratorien und die Industrie derartige «drahtlose Vielfachkabel» konstruiert und durch Versuche gezeigt, dass diese den normalen Telephonkabeln und den leitungsgerichteten Trägerfrequenzsystemen in keiner Beziehung nachstehen werden. Der Grundstein für die neue Entwicklungsrichtung und für die Technik der drahtlosen Mehrkanaltelephonie ist somit auch in der Schweiz bereits gelegt.

Den folgenden Ausführungen liegt die Frage zugrunde, wie sich der Einsatz von drahtlosen Mehrkanalsystemen innerhalb des schweizerischen Fernsprechnetzes gestalten könnte. Die Frage wird unter der Annahme diskutiert, dass der gesamte schweizerische Fernverkehr im heutigen Umfange von diesem neuen Netz bewältigt werden soll. Es ist selbstverständlich nicht daran zu denken, das bestehende Leitungsnetz durch ein drahtloses Mehrkanalnetz vollständig zu ersetzen; aber es ist doch anzunehmen und vorauszusehen, dass die neuen «drahtlosen Vielfachkabel» nach und nach im Weiterausbau als Kabelersatz Verwendung finden werden. Dabei kann ein einmal aufgestellter Netzplan für den schrittweisen Einsatz und Ausbau wertvolle Dienste leisten.

Für die Zwecke der drahtlosen Mehrkanaltelephonie erscheint das Frequenzgebiet der Meter-, Dezimeter- und Zentimeterwellen besonders geeignet. Der geringe Störpegel ist vergleichbar mit jenem einer Drahtverbindung; die nur mässigen Schwunderscheinungen gewährleisten eine grosse Betriebssicherheit der Verbindung; die äusserst breiten zur Verfügung stehenden Frequenzbänder erlauben die Gruppierung einer grossen Anzahl von Kanälen mit relativ grossem Frequenzabstand und ermöglichen

im Gegensatz zu den drahtgebundenen Systemen die kombinierte Verwendung von Amplituden- und Frequenzmodulation. Durch eine wirksame Wellenbündelung mittels Richtantennen ergeben sich wirtschaftlich günstige Uebertragungsmöglichkeiten auch bei relativ schwachen Sendeleistungen.

Die Verwendung von Dezimeter- und Zentimeterwellen stellt nun aber eine grundlegende Bedingung an den Aufbau eines drahtlosen Mehrkanalnetzes. Die für eine einwandfreie Verbindung zwischen den Sende- und Empfangsstationen erforderliche direkte optische Sicht bedingt die Schaffung eines Richtstrahlnetzes. Ganz ähnlich wie in früheren Zeiten unsere Hochwachten, müssen auch hier zur Aufstellung der Sender und Empfänger Punkte im Gelände ausgesucht werden, zwischen denen direkte optische Sicht besteht (Fig. 1a). Diese Bedingung ist aber in

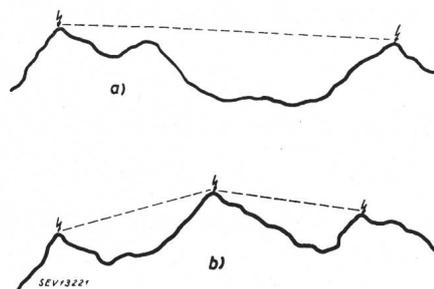


Fig. 1.

- a) Richtstrahlverbindung zwischen zwei Punkten mit optischer Sicht  
 b) Richtstrahlverbindung zwischen zwei Punkten ohne direkte optische Sicht unter Zwischenschaltung einer Relaisstation

der Schweiz verhältnismässig einfach zu erfüllen, denn in unserem hügeligen und bergigen Land finden sich selbst in der Nähe von Verkehrs- und Wirtschaftszentren geeignete Punkte als Standorte für die Aufstellung der erforderlichen Apparate. Genau wie früher bei den Hochwachten werden Verbindungen zwischen zwei Punkten ohne direkte optische Sicht über sogenannte Relaisstationen hergestellt (Fig. 1b). Ueber diese Relaisstationen kann ein aus vielen Teilstrecken bestehendes Netz in geeigneter Weise zusammengeschaltet werden.

Wegleitend für die Wahl der Verbindungswege ist natürlich das heute bestehende Leitungsnetz. Es ist einleuchtend, dass ein drahtloses System nur dort wirtschaftlich eingesetzt werden kann, wo es gilt, teure und vor allem lange Leitungen zu ersetzen, also im Fernverkehr, als Ersatz des vieladerigen Fernkabels. Das schweizerische Fernkabelnetz und die Einteilung der Netzgruppen bilden somit die Grundlage für die Gestaltung eines drahtlosen Mehrkanal-Richtstrahlnetzes.

Eine eingehende Diskussion über das schweizerische Telephonnetz soll berufenen Fachleuten vorbehalten bleiben. Hier sei nur das Nötigste erwähnt, wobei vereinfachte Annahmen und approximative Zahlenangaben für eine überschlagsmässige Orientierung vollauf genügen.

Nur kurz skizziert zeigt der Aufbau eines modernen Fernsprechnetzes folgende Merkmale: Die Leitungen der Telephonteilnehmer eines kleinen Ge-

bietes sind in einer Zentrale, gewöhnlich in einem Endamt, zusammengefasst. Die Endämter innerhalb eines grösseren Gebietes sind, bildlich dargestellt, in einer höheren Ebene zusammengefasst zu einem Knotenamt. Die Knotenämter oder je nach der geographischen Lage auch Endämter sind in einer dritten Ebene zu einem Fernendamt zusammengefasst. Das Einzugsgebiet eines Fernendamtes bildet eine Netzgruppe, die mit andern benachbarten Gruppen zusammen wieder eine Netzgruppe höherer Ordnung darstellen und deren Zentrum ein Fernknotenamt bildet. Im internationalen Verkehr können solche Fernknotenämter (auch Verteilämter genannt) zu einem Durchgangsfernamt, einige solcher weiter zu einem Weltfernamt zusammengefasst werden.

In der Schweiz besitzen wir 10 Fernknotenämter, die 8 automatische Netzgruppen darstellen. Diese sind gekennzeichnet durch die Fernkennziffern und es bedeuten bekanntlich:

02	Genf und Lausanne	06	Basel und Olten
03	Bern	07	St. Gallen
04	Luzern	08	Chur
05	Zürich	09	Lugano

Zwischen den 10 Fernknotenämtern<sup>2)</sup> sind 45 verschiedene Verbindungen möglich. Zur Bewältigung des Telefonverkehrs über die wichtigen Verbindungen stehen direkte Leitungen zur Verfügung; die

verkehrsstunden zu bewältigen vermögen. Fig. 2 zeigt die Verbindungen zwischen den 10 Fernknotenämtern; es sind deren 32 eingezeichnet, die restlichen 13 Verbindungen können durch die erwähnte Tandemschaltung oder durch Handvermittlung hergestellt werden. Die in die Verbindungsstrecken eingetragenen Zahlen geben die ungefähre Zahl der für die betreffenden Verbindungen zur Verfügung stehenden Leitungen an. Diese Angaben erheben keinerlei Anspruch auf absolute Genauigkeit; rein grössenmässig sind sie ungefähr richtig.

Mit diesem Netz als Grundlage soll im folgenden versucht werden, ein gleichwertiges Mehrkanal-Richtstrahlnetz zu entwerfen. Als erstes erhebt sich die Frage nach geeigneten Standorten, von denen aus direkte optische Sicht zu mindestens einem Nachbarstandort besteht und die in der Nähe der Fernknotenämter liegen.

Aus den Triangulationsnetzen unserer Landesvermessung und aus aufgenommenen Längsprofilen, unter Berücksichtigung der Erdkrümmung und der terrestrischen Refraktion, lassen sich geeignete Standorte leicht bestimmen. Für Genf kommen der Salève oder die allerdings etwas weit gelegene Dôle in Frage. Unter Umständen liesse sich Genf aber auch von geeigneten, viel weiter nördlich gelegenen Jurahöhen direkt erreichen. Die Höhen des Jorat

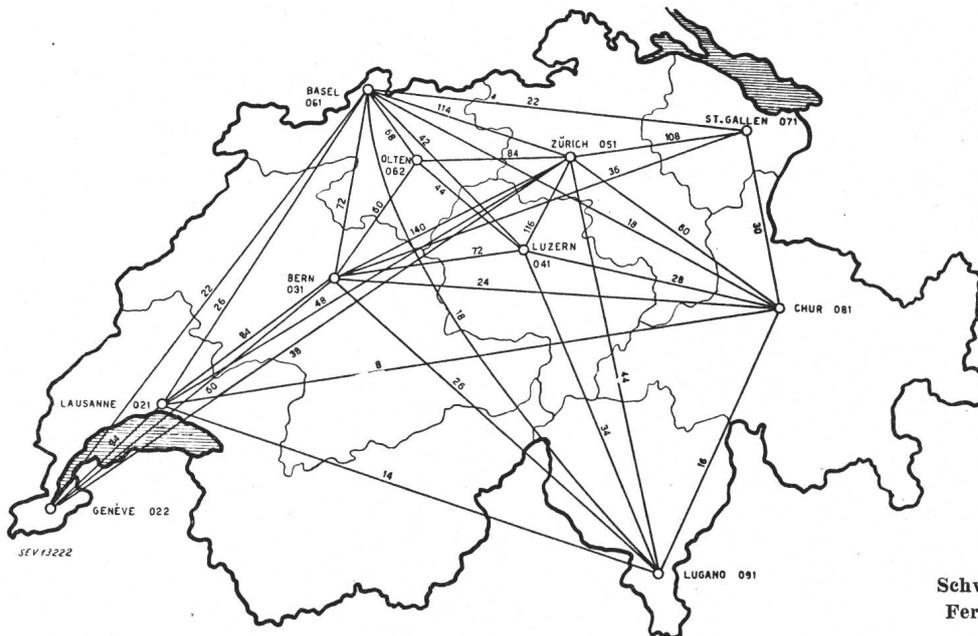


Fig. 2.  
Schweizerisches  
Fernkabelnetz

weniger wichtigen werden durch Zusammenschalten einzelner Teilstücke hergestellt; die automatische Zusammenschaltung erfolgt in den sogenannten Tandemämtern. Die Verteilung der Leitungen auf die verschiedenen Verbindungen erfolgt auf Grund der Telefonverkehrsstatistik, wobei die Zahl der pro Tag in beiden Richtungen ausgewechselten Gesprächseinheiten zu 3 Minuten massgebend ist. Aus dieser statistisch messbaren Zahl kann nach bestimmten Regeln die Zahl der nötigen Leitungen berechnet werden, die den Verkehr in den Haupt-

oder der auch etwas weit gelegene Mont Pélerin würden sich als Standorte für Lausanne eignen. Der Gurten für Bern, Pilatus oder Rigi für Luzern und der Uetliberg für Zürich erscheinen fast selbstverständlich und sind geographisch in nächster Nähe der Fernknotenämter äusserst günstig gelegen. Als Punkte für Basel können Gempfen, Blauen oder am besten die Chrischona in Betracht gezogen werden. St. Gallen verfügt im Säntisgebiet, Chur am Calanda und Olten in den Jurahöhen im Rücken, z. B. am Wisenberg, über gute Standorte. Für die Verbindung von der Ost-, Nord- und Zentralschweiz mit der Westschweiz bedarf es einer unabhängigen Re-

<sup>2)</sup> A. Reding: Die Automatik im Telefon-Fernverkehr. Bull. SEV 1942, Nr. 25, S. 732...742.

laisstation, für welche der Chasseral oder Suchet in Frage kommen können. Die Ueberquerung der Alpenkette mittels einer Richtstrahl-Funkverbindung mag einige Schwierigkeiten bereiten; denn es wird nicht viele Möglichkeiten eines geeigneten «Ueberganges» geben. Eine noch einigermaßen ver-

muss zwischen Basel und Olten übertragen werden. Diese Betrachtungsweise lehrt, dass zur Uebertragung des gesamten schweizerischen Ferntelefonverkehrs im heutigen Umfang über ein derartiges Mehrkanal-Richtstrahlnetz Apparaturen zur Verfügung stehen müssten, die mindestens 94...402 Kanäle

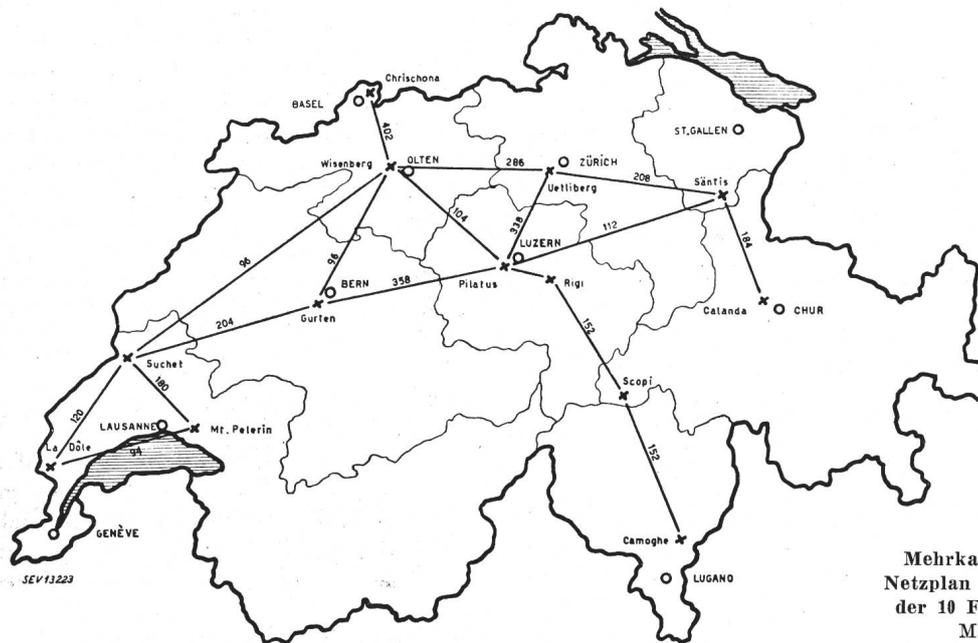


Fig. 3.  
Mehrkanal-Richtstrahl-  
Netzplan zur Verbindung  
der 10 Fernknotenämter  
Maschennetz

nünftige Lösung ergibt sich in zwei Teilstrecken von der Rigi zum Scopi und von dort zum Camoghe, wobei die Rauheit des Scopi wohl mit in Kauf genommen werden muss. Als Netzplan zusammengestellt ergibt sich das in Fig. 3 dargestellte Bild.

Dieses modernisierte Hochwattennetz besteht somit aus total 13 Standorten, wovon 8 Relaisstandorte sind, und aus 15 Verbindungsstrecken. Von allen 45 Verbindungen verlaufen deren 11 direkt, 16 über je 1 Relaisstation, 10 über 2, 6 über 3 und 2 Verbindungen über 4 Relaisstationen. Je nachdem, wie der einer Netzgruppe zugeordnete Standort mit seinem Fernknotenamt verbunden werden soll, müssten noch mehr Relaisstationen eingesetzt werden. Für diese relativ kurzen Verbindungen bestehen hauptsächlich drei Möglichkeiten: entweder drahtlos als kurze Richtstrahlverbindung direkt zum zugehörigen Amt, oder mit einem vieladrigen Kabel, das jedes Gespräch einzeln bis zu den Mehrkanalgeräten an den Standort leitet, oder mit einem Breitbandkabel, das die Gespräche bereits vormoduliert simultan über ein einziges Leiterpaar überträgt. Die Diskussion dieser Frage erscheint aber jetzt noch als verfrüht und diese wird erst nach weitem eingehenden Studien und Versuchen in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium abgeklärt werden können.

Überträgt man die Zahl der ursprünglich für das Kabelnetz angenommenen Leitungen sinn gemäss auf das Richtstrahlnetz, so zeigt sich, dass insgesamt 2934 Kanäle übertragen werden müssen, was im Durchschnitt 195 Kanälen pro Verbindungsstrecke entspricht. Die maximale Kanalzahl von 402

gleichzeitig zu übertragen imstande wären. Die Kanalzahlen sind für alle Teilstrecken in die Karte eingetragen.

Dieses Maschennetz kann unter Beibehaltung fast aller Standorte auch als Sternnetz ausgebildet werden. Als Sternpunkt muss im Gelände ein Standort gefunden werden, von welchem aus möglichst viele Netzgruppen direkt erreicht werden können. Dieser Punkt erhält die Bedeutung einer zentralen Relaisstation, über welche der gesamte Sprechverkehr geleitet werden sollte. Im europäischen Netzplan entspräche diese Stellung einem Durchgangsfernamt. Ein geographisch sehr günstig gelegener Standort ist für diesen Zweck der Chasseral. Er gestattet die direkte Verbindung zu 7 Fernknotenämtern, denn es besteht direkte Sicht zu den entsprechenden Standorten von Genf, Lausanne, Bern, Luzern, St. Gallen, Zürich und Olten. Die Verbindung nach Basel kann entweder über den Standort von Olten (wie in Fig. 4) oder dann unter Zwischenschaltung einer weitem Relaisstation direkt in Richtung auf Basel erstellt werden. Die Netzgruppe Chur ist wieder über die Verbindung Säntis-Calanda am einfachsten zu erreichen, ebenso Lugano über Rigi-Scopi und Camoghe. Dieser sternförmige Netzplan ist in Fig. 4 dargestellt. Das Netz besteht wieder aus 13 Standorten, aber die Zahl der Relaisstationen hat sich damit auf 6 reduziert. Auf den 10 Verbindungsstrecken werden total 3812 Kanäle, im Durchschnitt also 381 Kanäle, übertragen, wobei 3076 Kanäle über den Chasseral geführt werden. Die maximale Zahl von 752 muss zwischen Zürich und dem Chasseral übertragen werden.

Ein Vergleich der beiden Netzpläne zeigt, dass der sternförmige vom verkehrstechnischen Standpunkt aus betrachtet zweifellos die günstigere Lösung darstellt und besonders im Hinblick auf die Verwirklichung eines europäischen Fernsprechnetzplanen die besten Möglichkeiten bietet. Da ein Zah-

Luzern, Olten-Zürich und Zürich-St. Gallen direkt verbunden werden. Dadurch bleibt der sternförmige Charakter des Netzes vollständig erhalten, aber die Station Chasseral hat 1714 Kanäle weniger zu übertragen. Fig. 5 zeigt diesen kombinierten Netzplan. Alle Fernknotenämter können vom Sternpunkt aus

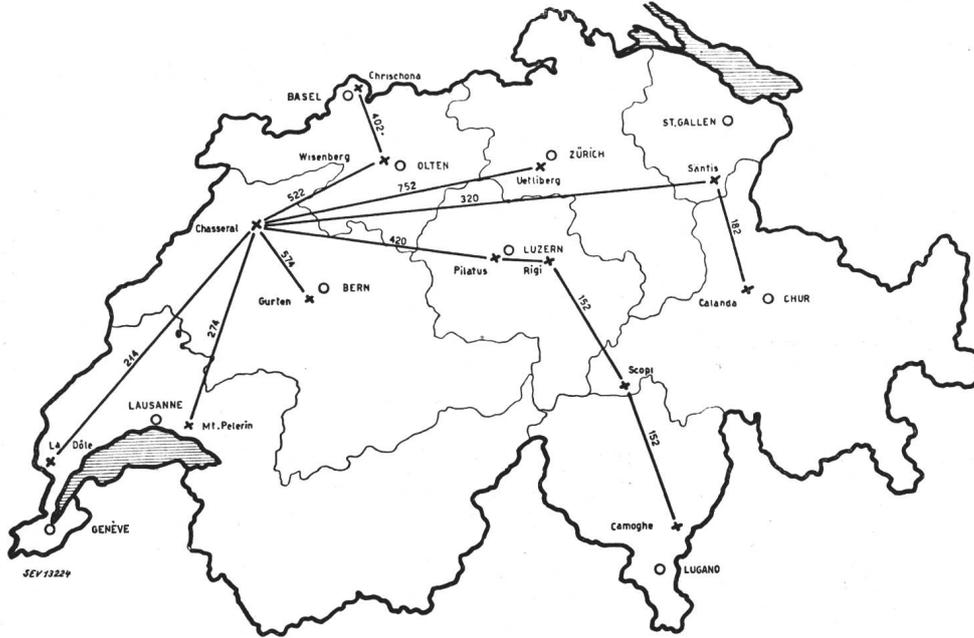


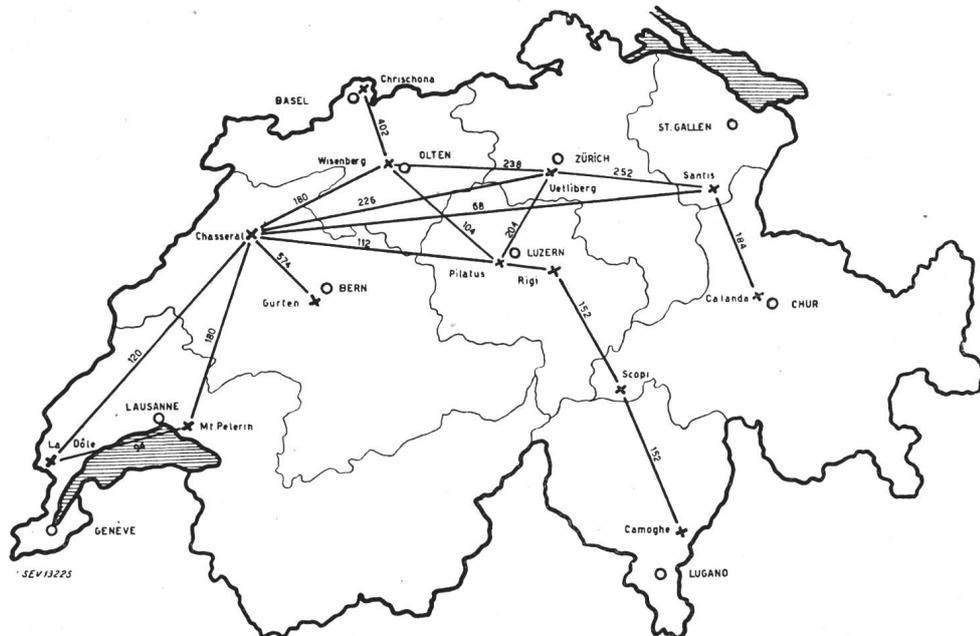
Fig. 4.  
Mehrkanal-Richtstrahl-Netzplan zur Verbindung der 10 Fernknotenämter Sternnetz

lenvergleich der insgesamt und der pro Verbindungsstrecke übertragenen Kanäle weder für die Beurteilung des nötigen technischen Aufwandes, noch für die Verkehrskapazität ohne weiteres zulässig ist, sind die 878 im Sternnetz mehr übertragenen

auf dem direktesten Wege erreicht werden, wobei dieser aber von vielen Querverbindungen entlastet ist.

Diese Netzpläne können vorläufig noch mit Luftschlössern verglichen werden, denn ihre Projektie-

Fig. 5.  
Mehrkanal-Richtstrahl-Netzplan zur Verbindung der 10 Fernknotenämter Kombiniertes Stern- und Maschennetz



Kanäle kein Mass für den Mehraufwand an Apparaturen. Für die zentrale Relaisstation ergibt sich aber zweifellos eine wesentliche Vereinfachung, wenn gewisse Verbindungen direkt geführt werden. Unter Umgehung des Sternpunktes können die Verbindungen Genf-Lausanne, Olten-Luzern, Zürich-

lung ist dem Stand der Technik weit vorausgeeilt. Bis heute wurden erst Geräte mit 4, 6 und 9 Kanälen praktisch erprobt, aber die Entwicklung schreitet weiter und die Ergebnisse der nächsten Jahre werden zeigen, inwiefern die Technik mit den Wünschen und aufgestellten Forderungen Schritt zu

halten vermag. Riesenprojekte sind noch nie auf einen Schlag verwirklicht worden, sondern langsam, schrittweise. Die heutigen Forderungen lauten auch noch nicht auf Hunderte von Kanälen über Tausende von Kilometern, sondern auf 10 oder 20 Kanäle zur Verbesserung einer stark überlasteten

Verbindung innerhalb eines regionalen Fernsprechnetzes; deren Erfüllung liegt aber auch im Bereich des heute schon Möglichen.

Adresse des Autors:

Dr. E. Huber, Ingenieur, Stapferstr. 43, Zürich 6.

## Kleintransformatoren in Verbindung mit Meßschaltungen

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 7. Oktober 1944 in Luzern, von A. Tüüber-Greiter, Zürich

621.314.22.08

Es werden einige Meßschaltungen beschrieben, in denen als wesentliche Teile Transformatoren enthalten sind, welche mindestens eine der bei Messwandlern charakteristischen Eigenschaften aufweisen. Zu diesen wird hier ausser der Konstanz des Uebersetzungsverhältnisses und eines kleinen Fehlwinkels innerhalb des jeweiligen Arbeitsbereiches, die Isolierung der Primärwicklung von der Sekundärwicklung gerechnet. Ausser Betracht fallen die in das Gebiet der Nachrichten- und Hochfrequenztechnik gehörenden Meßschaltungen.

Brève description de quelques couplages de mesure, qui comportent essentiellement des transformateurs présentant au moins une des propriétés caractéristiques des transformateurs de mesure. Il s'agit non seulement de la constance du rapport de transformation et d'un faible angle d'erreur dans chaque étendue de fonctionnement, mais également de l'isolement de l'enroulement primaire par rapport à l'enroulement secondaire. M. Tüüber laisse toutefois de côté les couplages de mesure utilisés dans la technique des télécommunications et de la haute fréquence.

### Anleger-Stromwandler

Bei Stromwandlern, die ausschliesslich der Strommessung mit Ampèremetern dienen, ist der Fehlwinkel ohne Einfluss. Verzichtet man zudem auf eine Auswechselbarkeit des Ampèremeters, so kann die Ampèrewindungs-Zahl des Wandlers bedeutend reduziert werden. Instrument und Wandler müssen alsdann zusammen geeicht werden. Eine seit Jahren bekannte Anwendung sind die Anleger mit angebauten oder getrennten elektromagnetischen Ampèremetern mit 1...3 Messbereichen. Ihr Verbrauch beträgt 1...2 VA. Bei einer Bürde von 2 VA kommt man bei noch handlichen Abmessungen des Anlegerkernes auf 30...50 Ampèrewindungen herunter.

Seit der Einführung der Kupferoxyd- und Selengleichrichter in die Messtechnik kann durch Verwendung von Drehspulinstrumenten und solchen Gleichrichtern der Messbereich nach unten auf 5...10 A erweitert werden, da der Eigenverbrauch der Drehspulinstrumente nur einige Hundertstel Watt beträgt. Ein Nachteil ist die Abhängigkeit von der Kurvenform, wie in allen Fällen, wo Trocken-gleichrichter zur Messung von Wechselströmen und -spannungen herangezogen werden.

### Beeinflussung des Skalencharakters von Ampèremetern

Wird der Kern eines Stromwandlers so bemessen, dass er innerhalb des Messbereiches des zugehörigen Ampèremeters, beispielsweise von  $\frac{1}{3}$  des Skalen-Endwertes an, gesättigt ist, so wirkt sich dies in einer gegen das Skalenende hin stetig enger werdenden Teilung aus (Fig. 1). Man erreicht damit gleichzeitig einen Ueberstromschutz für das Instrument. Im Sättigungsbereich sind die Angaben jedoch von der Kurvenform des Primärstromes abhängig.

Bei ferrodynamischen und Ferraris-Ampèremetern hat der Skalenverlauf quadratischen Charakter. Fig. 2 zeigt den Einfluss auf den Skalencharak-

ter bei einer schon von 10% des Endwertes an wirksamen Kernsättigung des Stromwandlers.

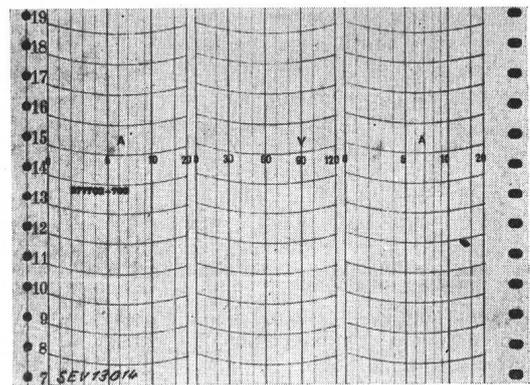


Fig. 1.

Diagramm-Vordruck mit Eichteilung zu einem Störschreiber, bestehend aus zwei Drehspulampèremetern und einem Drehspulvoltmeter für Wechselstrom in Verbindung mit Gleichrichtern.

Die Ampèremeter besitzen kleine Zwischenwandler, die infolge Kernsättigung ein von ca. 5 A an gegen das Skalenende zunehmendes Engerwerden der Intervalle bewirken.

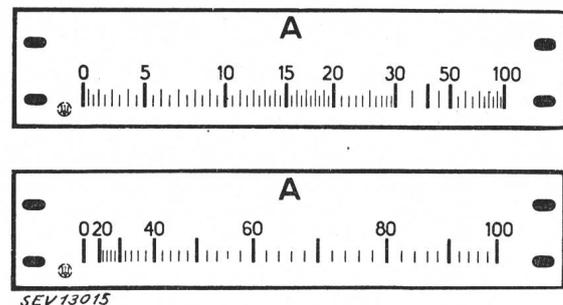


Fig. 2.

Skalenbilder von ferrodynamischen Registrier-Ampèremetern

Obere Skala: gegen das Ende stark gedrückte Intervalle, erzielt durch Kernsättigung von 10% des Endwertes an.

Untere Skala: normaler, angenähert quadratischer Verlauf.

### Summen- und Differenzstromwandler

Sollen die Leistungen mehrerer auf dasselbe Sammelschienen-System arbeitender Generatoren in