

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 46 (1968)

Heft: 2

Artikel: Der Ausbau des schweizerischen Fernleitungsnetzes 1968-1988 = L'extension du réseau téléphonique interurbain suisse de 1968 à 1988

Autor: Trachsel, Rudolf

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875631>

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: 29.03.2025

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

I. Der Ausbau des schweizerischen Fernleitungsnetzes 1968 — 1988

L'extension du réseau téléphonique interurbain suisse de 1968 à 1988

Rudolf TRACHSEL, Bern

621.395.741/.742(494)

Zusammenfassung. Die wichtigsten im schweizerischen Fernleitungsnetz zur Anwendung gelangenden Übertragungsmittel sind: Koaxial-, Richtstrahl- und paarsymmetrische Trägeranlagen. Als Neuanlagen werden praktisch keine Niederfrequenzkabel mehr ausgelegt. Es ist geplant, bis zum Jahre 1988 sämtliche 51 Netzgruppenthauptämter (mit Ausnahme von Bulle und Langnau i.E.) an das Koaxialnetz anzuschliessen. Zwischen 1952 und 1964 wurden viertubige 4- oder 6-MHz-Koaxialanlagen gebaut. Seit 1965 gelangen zehntubige Kleinkoaxialkabel mit vorerst 1,3-MHz- und von 1969 an mit 6-MHz-Verstärkern zum Einsatz. In den nächsten 20 Jahren bilden die Kleinkoaxial- und Richtstrahlanlagen weitaus die wichtigsten Elemente für den Weiterausbau des Fernleitungsnetzes. Eine bedeutende Kapazitätserweiterung wird ferner durch den Umbau einiger viertubiger Koaxialanlagen auf 12 MHz erzielt.

Résumé. Les principaux moyens de transmission employés dans le réseau téléphonique interurbain suisse sont: les câbles coaxiaux, les faisceaux hertziens et les câbles à paires symétriques. Il n'est pratiquement plus posé de câbles à basse fréquence. On envisage de relier au réseau coaxial, d'ici à 1988, les 51 centraux principaux de groupes de réseaux (Bulle et Langnau i.E. exceptés). Entre 1952 et 1964 ont été construites des installations coaxiales à quatre tubes pour 4 et 6 MHz. Depuis 1965, on pose des câbles à dix tubes coaxiaux de petit diamètre avec amplificateurs de 1,3 MHz; dès 1969, on recourra aux amplificateurs de 6 MHz. Au cours des vingt prochaines années, les câbles coaxiaux de petit diamètre et les faisceaux hertziens seront les éléments de beaucoup les plus importants dans l'extension du réseau interurbain. En outre, la transformation pour 12 MHz de quelques installations coaxiales à quatre tubes permettra d'en augmenter largement la capacité.

Lo sviluppo della rete telefonica interurbana della Svizzera negli anni 1968-1988

Riassunto. I mezzi di collegamento più importanti che verranno impiegati nella rete telefonica interurbana della Svizzera sono: impianti coassiali e ponti radio a frequenze vettrici e cavi a coppie simmetriche. In pratica non verranno più posati nuovi cavi per la bassa frequenza. È progettato d'allacciare fino al 1988 tutte le 51 centrali interurbane principali alla rete di cavi coassiali (eccezion fatta per Bulle e Langnau i.E.). Tra il 1952 ed il 1964 vennero posati degli impianti di cavi coassiali a quattro tubi per 4 e 6 MHz. Dal 1965 si impiegano piccoli cavi coassiali a 10 tubi attualmente con amplificatori a 1,3 MHz e dal 1969 in poi con amplificatori a 6 MHz. Nei prossimi vent'anni i piccoli cavi coassiali ed i ponti radio a frequenze vettrici formeranno l'elemento più importante nello sviluppo della rete telefonica interurbana. Inoltre la rete subirà un importante incremento di capacità portando a 12 MHz alcuni impianti coassiali a quattro tubi.

1. Kurzer geschichtlicher Rückblick

Anfang der fünfziger Jahre erkannten die schweizerischen PTT-Betriebe, dass die damals konventionellen Leitungssysteme, wie niederfrequente Fernkabel oder auch paarsymmetrische Trägerkabel, für die Bewältigung des rasch zunehmenden Nachrichten-Verkehrsvolumens in der Zukunft nicht mehr genügen werden. Ende 1951 wurde deshalb der Entschluss gefasst, auf den wichtigsten Verkehrsachsen Koaxialkabelanlagen zu erstellen, die einerseits die bedeutendsten Fernleitungszentren (Zürich, Bern, Lausanne, Genf, Basel, Lugano und St. Gallen) verbinden sollten und andererseits leistungsfähige Anschlüsse an die ausländischen Leitungsnetze zu gewährleisten hatten.

Interessanterweise wurde dieser Ausbau jedoch nicht mit einer besonders verkehrsreichen Hauptlinie, sondern mit der Anlage Bern-Neuenburg begonnen. Diese gewährleistet jedoch den wichtigen internationalen Anschluss von Bern nach Besançon und Paris. In den Jahren 1952-1958 folgte die Nord-Süd-Verbindung Strassburg-Basel-Zürich-Lugano-Mailand, und schliesslich wurde in der Zeitspanne 1958-1964 die West-Ost-Transversale Genf-Lausanne-Bern-Zürich-St. Gallen fertiggestellt. Die Verbindung St. Gallen-Feldkirch (Österreich) war bereits 1953 gebaut worden.

Das erwähnte Netz wurde einheitlich mit viertubigen Kabeln ausgerüstet, deren Dimensionen den internationalen CCITT-Normen entsprechen (9,5 mm innerer Durch-

1. Brève rétrospective

Autour de 1950, l'entreprise des PTT suisses se rendit compte que les systèmes de liaisons conventionnels exploités alors (câbles interurbains à basse fréquence, câbles à courants porteurs à paires symétriques, etc.) ne suffiraient plus pour assurer à l'avenir l'écoulement du trafic en croissance rapide. C'est pourquoi il fut décidé à la fin de 1951 d'établir pour les principaux axes de trafic des installations de câbles coaxiaux, qui devaient d'une part relier entre eux les plus grands centres interurbains (Zurich, Berne, Lausanne, Genève, Bâle, Lugano et St-Gall) et, d'autre part, permettre d'établir des raccordements à grand trafic avec les réseaux étrangers.

Il n'est pas sans intérêt de relever que cette extension n'a pas débuté sur une ligne principale à trafic particulièrement fort, mais par l'installation Berne-Neuchâtel. Celle-ci assurait cependant la liaison internationale importante de Berne vers Besançon et Paris. La liaison nord - sud Strasbourg - Bâle - Zurich - Lugano - Milan fut établie entre 1952 et 1958, puis, de 1958 à 1964, fut achevée la transversale ouest - est Genève - Lausanne - Berne - Zurich - St-Gall. Le raccordement de St-Gall à Feldkirch (Autriche) avait été construit en 1953 déjà.

Ce réseau fut équipé uniformément de câbles à quatre tubes dont les dimensions correspondaient aux normes établies par le CCITT (diamètre intérieur du conducteur

messer der Aussenleiter und 2,6 mm äusserer Durchmesser der Innenleiter). Aus Sicherheitsgründen und im Sinne einer unabhängigen Trasseewahl wurde in der Regel darauf verzichtet, die bestehenden Rohrleitungen zu benutzen; es wurden meist neue, unabhängige Trassees gewählt mit einer oft sehr gestreckten Leitungsführung zwischen den Endpunkten der Koaxialanlagen. Einzig die Anlage Lausanne-Genf verläuft vollständig in der alten Rohrleitungsanlage.

Bis zum Jahre 1958 gelangten 4-MHz-Verstärker zum Einsatz, die die gleichzeitige Übertragung von 960 Telefongesprächen je Tubenpaar gestatten.

Von 1958 an, erstmals mit der Anlage Genf-Lausanne, wurden 6-MHz-Verstärker mit einer Kapazität von 1260 Telefongesprächen eingesetzt. Diese Anlagen gestatten die Übertragung von Fernsehsignalen, doch wurde von dieser Möglichkeit nur versuchsweise Gebrauch gemacht. Die Hauptgründe für die spärliche Verwendung der Koaxialkabel für Fernsehübertragungen liegen darin, dass die Leitungsführung der Koaxialkabel in erster Linie auf die Bedürfnisse der Telephonie ausgerichtet ist. Ferner sind für Fernseh-Weitübertragungen Richtstrahlanlagen meist wirtschaftlicher, und schliesslich ist zu erwähnen, dass die Koaxialkabel selbst bei günstiger Leitungsführung und gewährleisteter Wirtschaftlichkeit selten für TV ausgenützt werden könnten, weil die Kabelkapazität voll für Telephonie- und Telegraphiezwecke beansprucht wird.

Ein interessanter Zufall wollte es, dass gleichzeitig mit der Fertigstellung der Koaxialhauptachsen Nord-Süd und Ost-West auch die Röhrentechnik ihren Abschluss fand. Die Anwendung der Transistortechnik führte etwa 1963 zur Entwicklung der Kleinkoaxialkabelanlagen, die gegenüber der alten Röhrentechnik einige bedeutende Vorteile aufweisen. Dank dem niedrigen Stromverbrauch der Transistoren und der kompakten Bauweise der Verstärker können diese wesentlich einfacher gebaut und unterirdisch montiert werden. Diese neue Konzeption gestattet wesentlich mehr Verstärker als früher einzusetzen, was zur Folge hatte, dass sich die Tuben- beziehungsweise die Kabeldimensionen beträchtlich reduzieren liessen. Gleichzeitig wurde die Zahl der Tuben je Kabel von vier auf zehn erhöht.

Die erste Kleinkoaxialkabelanlage wurde 1965 zwischen Zürich-Baden-Aarau-Olten dem Betrieb übergeben. Bis Ende 1967 folgten noch die Anlagen Bern-Thun, Bern-Biel, Olten-Luzern und Olten-Langenthal.

Die *Figuren 1a und 1b* zeigen die Übertragungskapazitäten je Kabel seit 1946 sowie die Vergleichszahl der jährlichen Betriebskosten von Kabel und Linienausrüstungen (ohne Endausrüstungen). Man beachte die stark gegenläufige Entwicklung der Kanalzahl je Kabel und der Betriebskosten.

tubulaire 9,5 mm, diamètre du conducteur intérieur 2,6 mm). Pour des raisons de sécurité et pour avoir un tracé indépendant, on renonça généralement à utiliser les canalisations en tuyaux qui existaient; on choisit dans la plupart des cas de nouveaux tracés presque rectilignes entre les points terminaux des installations coaxiales. Seule l'installation Lausanne - Genève emprunte complètement l'ancienne canalisation en tuyaux.

Jusqu'en 1958, on utilisa des amplificateurs 4 MHz, qui permettent la transmission simultanée de 960 conversations par paire de tubes. Par la suite, on recourut, la première fois pour l'installation Lausanne-Genève, à des amplificateurs 6 MHz donnant une capacité de 1260 voies téléphoniques. Ces équipements permettent aussi de transmettre les signaux de télévision, mais cette possibilité ne fut mise à profit que pour des essais. L'emploi limité des câbles coaxiaux pour les transmissions télévisuelles est dû principalement au fait que le tracé de ces câbles est fixé en fonction des besoins de la téléphonie. En outre, pour les transmissions télévisuelles à longue distance, les faisceaux hertziens sont généralement plus économiques. Il faut relever enfin que, même si leur tracé était favorable et leur emploi économique, les câbles coaxiaux ne pourraient que rarement servir à transmettre des signaux de télévision, leur capacité étant entièrement utilisée pour la téléphonie et la télégraphie.

Le hasard a voulu que les axes coaxiaux principaux nord-sud et ouest-est soient achevés au moment où la technique des tubes électroniques cessait de progresser. Vers 1963, on installa des câbles coaxiaux à paires de petit diamètre en utilisant la technique des transistors, qui présente sur celle des tubes électroniques quelques avantages importants. Grâce à la faible consommation de courant des transistors et à la construction compacte des amplificateurs, on peut construire ceux-ci plus simplement et les monter sous terre, ce qui permet d'en insérer un nombre beaucoup plus grand et de réduire en conséquence les dimensions des tubes et des câbles. Simultanément, le nombre des tubes a été porté de 4 à 10 par câble.

Le premier câble coaxial à paires de petit diamètre Zurich-Baden-Aarau-Olten fut mis en service en 1965. Suivirent, jusqu'à fin 1967, les installations Berne-Thoune, Berne-Bienne, Olten-Lucerne et Olten-Langenthal.

Les *figures 1a et 1b* montrent les capacités de transmission par câble depuis 1946 ainsi que, en comparaison, les montants des frais d'exploitation annuels des câbles et équipements de lignes (sans équipements terminaux). On remarquera l'évolution opposée du nombre de canaux par câble et des frais d'exploitation.

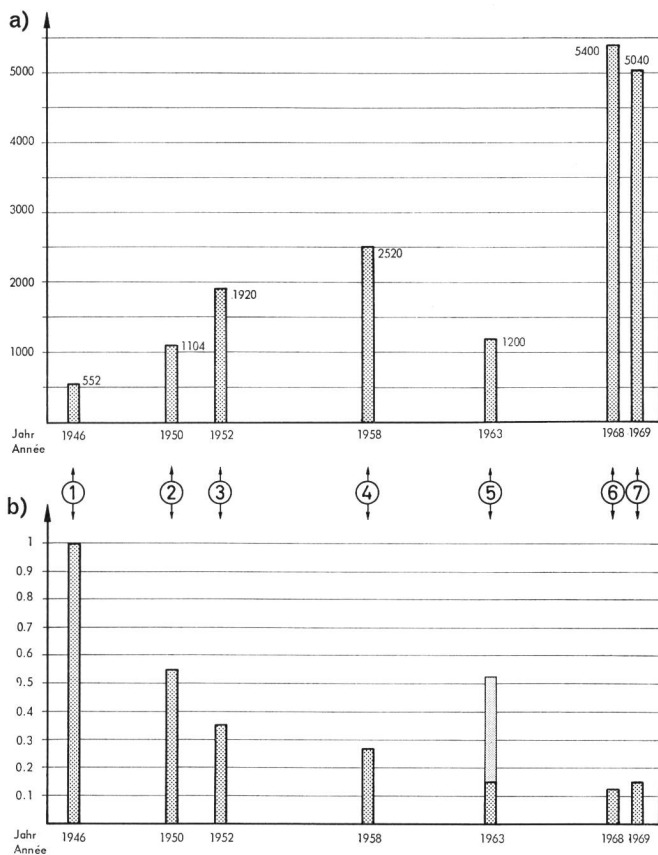


Fig. 1a
Anzahl Telefonkanäle je Kabel
Nombre de voies téléphoniques par câble

Fig. 1b
Vergleichszahl der jährlichen Betriebskosten (ohne Endausrüstung)
Indice comparatif des frais annuels d'exploitation (sans équipements de modulation)

- ① Paarsymmetrisches Trägerkabel
2 × 24 Paare, 24 Kanäle je Paar
Câble à courants porteurs à paires symétriques
2 × 24 paires, 24 canaux par paire
- ② Paarsymmetrisches Trägerkabel
2 × 24 Paare, 48 Kanäle je Paar
Câble à courants porteurs à paires symétriques
2 × 24 paires, 48 canaux par paire
- ③ 4tubiges Koaxialkabel \varnothing 2,6/9,5 mm 4 MHz
Câble coaxial à 4 tubes \varnothing 2,6/9,5 mm 4 MHz
- ④ 4tubiges Koaxialkabel \varnothing 2,6/9,5 mm 6 MHz
Câble coaxial à 4 tubes \varnothing 2,6/9,5 mm 6 MHz
- ⑤ 10tubiges Kleinkoaxialkabel \varnothing 1,2/4,4 mm 1,3 MHz
Câble coaxial à 10 tubes, à paires de petit diamètre \varnothing 1,2/4,4 mm 1,3 MHz
- ⑥ 4tubiges Koaxialkabel \varnothing 2,6/9,5 mm 12 MHz
Câble coaxial à 4 tubes \varnothing 2,6/9,5 mm 12 MHz
- ⑦ 10tubiges Kleinkoaxialkabel \varnothing 1,2/4,4 mm 6 MHz
Câble coaxial à 10 tubes, à paires de petit diamètre \varnothing 1,2/4,4 mm 6 MHz

2. Les besoins futurs en lignes interurbaines

On compte actuellement, en Suisse, près de 1 milliard de conversations interurbaines nationales par an. Ce chiffre correspond, par tête de population, à 165 conversations d'une durée moyenne de 3 min. 40 s. Ce trafic s'écoule par quelque 60 000 circuits interurbains et ruraux d'une longueur totale de 3 000 000 km. La longueur moyenne des circuits interurbains et ruraux est de 50 km, celle des circuits interurbains seuls d'environ 100 km.

L'extension du réseau interurbain est conditionnée en premier lieu par l'augmentation du trafic. En outre, le besoin de renouveler d'anciennes installations se fait également sentir. Le trafic national augmente annuellement de 6,5 à 9,5%; le trafic international se développe plus rapidement: 12–15% par an, même 14–18% pour le trafic intercontinental.

Les calculs du nombre des lignes nécessaires dans le réseau national sont fondés sur les statistiques du trafic établies par les directions d'arrondissement des téléphones. Pendant l'heure chargée, la perte de trafic ne doit pas excéder 1%. L'offre de trafic déterminante se rapporte en règle générale à la moyenne des 2 ou 3 mois de plus fort trafic.

Les prévisions en matière de trafic sont évidemment une partie importante de la planification du réseau. Pour les établir aussi sûrement que possible, on prend en considération les éléments qui déterminent le trafic, c'est-à-dire l'augmentation du nombre des raccordements d'abonné (fig. 2) et leur emploi moyen pour des conversations interurbaines. L'entreprise des PTT a étudié très en détail l'évolution du nombre des raccordements d'abonnés (cf. Bulletin technique PTT n° 12/1963). On admet que le chiffre d'augmentation annuelle de 80 000–90 000 raccordements demeurera relativement constant au cours des 20 prochaines années. En 1988, on compterait alors en Suisse 3,3 millions de raccordements principaux contre 1,63 million à la fin de 1967. Le nombre des conversations interurbaines par raccordement s'est accru assez régulièrement ces dernières années (fig. 3). Il est probable que la progression se maintiendra pendant les 20 ans qui viennent, en ralentissant quelque peu avec le temps. Nous évaluons à 2,6 milliards le nombre des conversations interurbaines en 1988, contre 1 milliard en 1968. Ces prévisions comprennent bien entendu un certain degré d'incertitude. En particulier, une modification de la structure du tarif pourrait par exemple influencer sur l'évolution du trafic et, partant, sur le nombre des circuits.

On a constaté que la situation économique générale n'a qu'une faible incidence sur le trafic téléphonique et télégraphique. L'affirmation fréquente, quelque peu lapidaire, que le trafic téléphonique ne dépend pas de la conjoncture économique, parce qu'en période de pleine prospérité on téléphone pour vendre les produits alors que, lorsque la prospérité baisse, on fait de même tout d'abord pour essayer de

2. Der künftige Fernleitungsbedarf

Gegenwärtig werden in der Schweiz im Jahr nahezu 1 Milliarde inländische Telephon-Ferngespräche vermittelt. Auf den Kopf der Bevölkerung umgerechnet, entspricht dies durchschnittlich 165 Gesprächen mit einer durchschnittlichen Dauer von 3 min 40s. Für die Bewältigung dieses Verkehrsvolumens werden gegenwärtig etwa 60 000 Fern- und Bezirksleitungen mit einer Gesamtlänge von 3 000 000 km benötigt. Die durchschnittliche Länge der Fern- und Bezirksleitungen beträgt 50 km, jene der Fernleitungen ungefähr 100 km.

Der Weiterausbau unseres Fernleitungsnetzes wird in erster Linie durch die Verkehrszunahme bestimmt. Zusätzlich macht sich jedoch bereits auch das Bedürfnis der Erneuerung bestehender Anlagen spürbar. Die jährliche Verkehrszunahme für den nationalen Verkehr liegt zwischen 6,5 und 9,5%. Der internationale Verkehr entwickelt sich wesentlich schneller: jährlich um 12–15%, der interkontinentale Verkehr sogar um 14–18%.

Die Leitungsberechnungen für das nationale Netz basieren auf den Verkehrsstatistiken der Kreistelephondirektionen. In der Hauptverkehrsstunde soll der Verkehrsverlust 1% nicht überschreiten. Das massgebende Verkehrsangebot bezieht sich in der Regel auf das Mittel der verkehrsstärksten 2–3 Monate.

Ein wesentlicher Bestandteil der Leitungsplanung ist selbstverständlich die *Verkehrsprognose*. Am zuverlässigsten kann diese ermittelt werden, indem man auf die den Verkehr bestimmenden Elemente zurückgreift, das heisst auf die Entwicklung der Telephonanschlüsse und deren mittlere Verwendung für Ferngespräche. Die Entwicklung der Telephon-Hauptanschlüsse (Fig. 2) wurde durch die schweizerischen Fernmeldebetriebe sehr gründlich studiert (vgl. Techn. Mitt. PTT Nr. 12/1963). Es wird angenommen, dass die heutige Kadenz von etwa 80 000–90 000 neuen Telephon-Hauptanschlüssen im Jahr in den nächsten 20 Jahren ziemlich konstant bleibt; im Jahre 1988 dürften demnach in der Schweiz 3,3 Millionen Hauptanschlüsse vorhanden sein, gegenüber 1,63 Millionen Ende 1967. Die Anzahl der Ferngespräche je Hauptanschluss ist in den vergangenen Jahren recht gleichmässig angestiegen (Fig. 3.) Es ist damit zu rechnen, dass diese Aufwärtsentwicklung auch in den nächsten zwanzig Jahren anhalten wird, wobei mit der Zeit eine gewisse Verflachung angenommen werden muss. Wir erwarten, dass die Zahl der taxpflichtigen Telefongespräche von 1968 bis 1988 von 1 Milliarde auf etwa 2,6 Milliarden ansteigen wird. Es handelt sich hier selbstverständlich um eine mit gewissen Unsicherheiten behaftete Prognose. Im besonderen könnte beispielsweise eine Änderung der Tarifgestaltung einen Einfluss auf die Verkehrsentwicklung und somit auch auf die Leitungszahl haben.

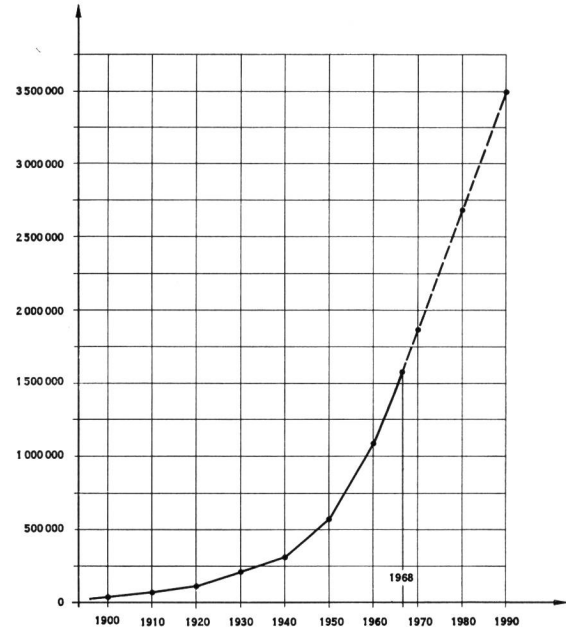


Fig. 2
Telephonhauptanschlüsse
Nombre de raccords principaux

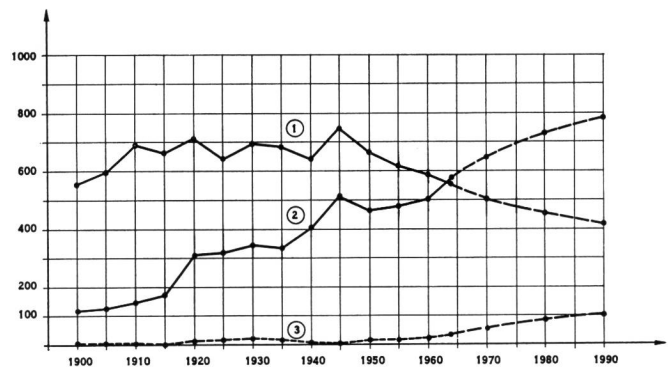


Fig. 3
Gespräche je Teilnehmer
Communications par abonné

- ① Ortsgespräche je Teilnehmer
Conversations locales par abonné
- ② Ferngespräche je Teilnehmer in Einheiten zu 3 min
Conversations interurbaines par abonné, unités de 3 minutes
- ③ Internationale Gespräche pro Teilnehmer in Einheiten zu 3 min
Conversations internationales par abonné, unités de 3 minutes

vendre les produits, ne peut être réfutée purement et simplement. Cette stabilité apparaît clairement aussi dans certains pays voisins du nôtre, où, bien que le développement économique se soit nettement ralenti ces dernières années, le trafic téléphonique et télégraphique n'en a pas été influencé.

Du reste, l'augmentation du nombre des circuits dépend de la structure du réseau, en particulier du maillage des circuits.

Es hat sich gezeigt, dass der Einfluss der allgemeinen Wirtschaftslage auf den Telephon- und Telegraphenverkehr recht bescheiden ist. Die oft erwähnte, vielleicht etwas lapidare These, wonach der Telephonverkehr konjunktur-unabhängig sei, weil in Zeiten der Hochkonjunktur telephoni-ert werde, um die Produkte zu verkaufen, und in Zeiten der Konjunkturbaisse ebenso, jedoch vorerst nur, um zu versuchen, die Produkte zu verkaufen, ist nicht ohne weiteres zu widerlegen. Diese Stabilität zeigt sich auch deutlich in einigen unserer Nachbarländer, wo die Abflachung der Konjunktur in den letzten Jahren besonders deutlich war, ohne dass sich diese Entwicklung entsprechend auf den Telephon- und Telegraphenverkehr ausgewirkt hätte.

Im übrigen sind die Leitungsvermehrungen von der Netzgestaltung, im besonderen von der Leitungsvermaschung abhängig.

In den letzten Jahren sind vermehrt direkte Bündel geschaffen worden, mit der zwangsläufigen Folge, dass der Tandemverkehr prozentual wesentlich vermindert wurde und auch in Zukunft noch weiter reduziert werden wird. Dies ist unter anderem auch eine Folge der Trägerfrequenztechnik. Dank den Fortschritten dieser Technik ist es gelungen, die kilometerischen Kosten stark zu senken.

Der Kostenanteil der eigentlichen Übertragung ist im Vergleich zu den Endausrüstungen wesentlich gesunken, so dass sich die Erstellung von direkten Leitungen mehr und mehr lohnt, obwohl infolge der kleineren Bündelgrößen mehr Kanalkilometer bereitgestellt werden müssen.

Um eine optimale Ausnützung der vorhandenen technischen und personellen Mittel zu erzielen, ist ein gleichmässiger Ablauf der Projektierung, Fabrikation und Auslegung der Koaxialanlagen unbedingt erforderlich. Die langfristige Festlegung der Ausbaupkapazität ist daher sehr wichtig und wurde entsprechend gründlich untersucht.

Unter Berücksichtigung der vorstehend aufgeführten Gegebenheiten erwarten wir in der Zeitspanne 1968–1988 eine Vermehrung der Fern- und Bezirksleitungen von 60 000 auf 175 000 (Fig. 4). Der Zuwachsbedarf an Leitungskilometern beträgt 1968 etwa 215 000 Leitungskilometer und dürfte bis 1988 auf 500 000 Leitungskilometer steigen. Im Jahre 1988 wird sich das Erneuerungsbedürfnis der bestehenden Anlagen bereits fühlbar machen, und wir rechnen damit, dass zu diesem Zeitpunkt zusätzlich zum eigentlichen Leitungszuwachs 10% für Erneuerungen bestehender Anlagen aufgewendet werden muss, das heisst, dass von 1988 an jährlich 550 000 neue Leitungskilometer zu erstellen sind.

Eine mit 1,3-MHz-Verstärkern bestückte Kleinkoaxialkabelanlage gestattet $5 \times 300 = 1500$ Telefongespräche zu übertragen. Wird das Frequenzband je Tube auf 6 MHz er-

Ces dernières années, on a constitué des faisceaux directs en nombre accru. Il s'ensuit nécessairement que le trafic tandem a diminué en proportion et se réduira encore à l'avenir. C'est là une autre conséquence de l'application de la technique des courants porteurs. Les progrès de cette technique ont permis d'abaisser fortement les frais par kilomètre de circuit.

La part des frais afférents à la transmission proprement dite s'est amenuisée par rapport aux frais des équipements terminaux. L'établissement de circuits directs devient ainsi toujours plus avantageux, bien qu'il faille, du fait de la réduction des faisceaux, constituer un plus grand nombre de kilomètres de canaux.

Pour assurer une utilisation optimale des moyens techniques et en personnel, il est indispensable que l'établissement des projets, la fabrication et la pose des installations coaxiales se fassent à un rythme régulier. Il est donc extrêmement important de fixer à long terme la capacité de ces installations, ce qui a donné lieu à des études approfondies.

Compte tenu de ce qui précède, nous estimons que de 1968 à 1988 le nombre des circuits interurbains et ruraux passera de 60 000 à 175 000 (fig. 4). Pour 1968, l'augmentation

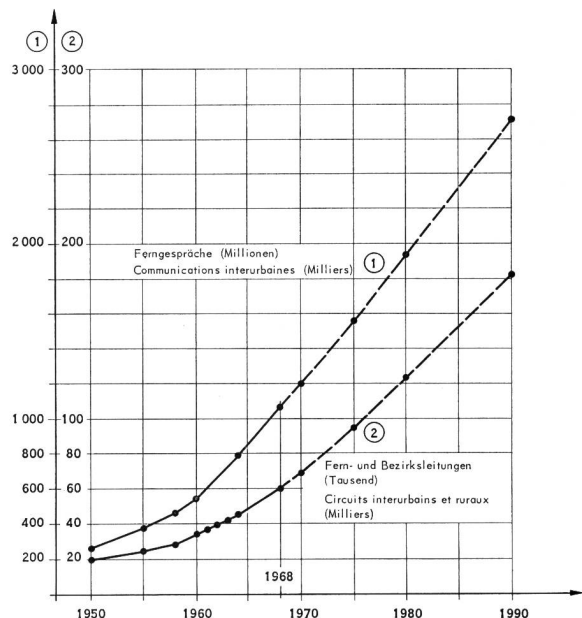


Fig. 4

- ① Anzahl der nationalen Ferngespräche in Einheiten zu 3 min
Nombre des conversations nationales en unités de 3 minutes
- ② Anzahl der nationalen Fern- und Bezirksleitungen
Nombre des circuits interurbains et ruraux nationaux

est de 215 000 kilomètres de circuits et devrait atteindre 500 000 kilomètres en 1988. Cette année-là, le besoin de renouvellement des installations se fera déjà sentir et nous

weitert, so ist die gleichzeitige Übertragung von 5040 oder 6300 Kanälen möglich, je nachdem ob man ein Tubenpaar als Reserve für den Störfall bereithält oder nicht. Die Kabelproduktion wurde auf 75 Rohr-km/Monat festgelegt. Dies ergibt im Jahr rund 90 km zehntubiger Kleinkoaxialkabel oder, in Leitungskilometer umgerechnet:

jährlich 130 000 Fernleitungskilometer bei 1,3-MHz-Technik
oder jährlich 450 000 Fernleitungskilometer bei 6-MHz-Technik

Zusätzlich zu diesen Leitungskilometern können die Leitungen der C-Trägeranlagen, Richtstrahlanlagen sowie die Leitungsvermehrungen infolge Umbaus der 2,6/9,5-mm-Koaxialanlagen von 4 beziehungsweise 6 MHz auf 12 MHz gerechnet werden. Dadurch beträgt die Ausbaupazität von 1968 an effektiv 300 000 Leitungskilometer und von 1970 an, nach der Einführung der 6-MHz-Kleinkoaxialtechnik, 700 000–800 000 Leitungskilometer. Der Ausbau des schweizerischen Fernleitungsnetzes darf deshalb für die Zukunft als gesichert betrachtet werden.

Im übrigen sei erwähnt, dass dank den Anstrengungen der letzten Jahre die Anzahl fehlender Fernleitungen laufend abgebaut werden konnte. Der prozentuale Anteil der fehlenden Fernleitungen, bezogen auf den Gesamtbestand, hat sich in den letzten Jahren wie folgt entwickelt:

1964: 7,2%
1965: 6,5%
1966: 5,4%

3. Das Kleinkoaxialkabelnetz

Bei den Verbindungsaufgaben haben die Kleinkoaxialkabelanlagen gegenüber den Grosskoaxialanlagen etwas andere Funktionen zu übernehmen. Während die 2,6/9,5-mm-Koaxialanlagen nur die acht grössten Fernbetriebszentren verbinden, müssen die Kleinkoaxialanlagen nun die restlichen 43, meist mittleren und kleinen Fernbetriebszentren verbinden und an die grösseren Zentren anschliessen. Zur Erfüllung dieser Aufgaben eignen sich die zehntubigen Kleinkoaxialanlagen besonders gut; denn sie bieten Gewähr für die notwendige flexible Leitungsführung.

Die Leitungsführung des Kleinkoaxialkabelnetzes wurde so gewählt, dass die Betriebssicherheit des Gesamtnetzes weiter verbessert werden kann.

In diesem Sinne wird gemäss den Richtlinien betreffend die Dezentralisierung des Telephonverkehrs angestrebt, bei Hauptleitungsbündeln in der Regel nicht mehr als 60%, höchstens aber 80% der Leitungen über den gleichen Weg zu führen. Unter Berücksichtigung der grossen Sicherheit

comptons qu'il faudra ajouter à l'augmentation proprement dite 10% pour le renouvellement. On devra donc, à partir de 1968, établir chaque année 550 000 kilomètres de circuits.

Une installation coaxiale à paires de petit diamètre équipée d'amplificateurs 1,3 MHz permet de transmettre $5 \times 300 = 1500$ conversations téléphoniques simultanément. Si la bande de fréquences est portée à 6 MHz par tube, on peut constituer 5040 ou 6300 canaux, suivant qu'on tient ou non une paire de tubes en réserve pour le cas de dérangement. La production des câbles a été fixée à 75 km-tubes/mois, ce qui donne pour l'année 90 km de petit câble coaxial à 10 tubes ou, par conversion en kilomètres de circuits:

Annuellement 130 000 km de circuits interurbains avec la technique 1,3 MHz ou
annuellement 450 000 km de circuits interurbains avec la technique 6 MHz

En plus de ces kilomètres de circuits, il faut compter les circuits des installations de porteurs C, des installations de faisceaux hertziens ainsi que les augmentations résultant de la transformation des installations coaxiales 2,6/9,5 mm à 4 ou 6 MHz en installations à 12 MHz. La capacité d'agrandissement atteint ainsi effectivement 300 000 kilomètres de circuits à partir de 1968 et, dès l'application de la technique des petits câbles coaxiaux à 6 MHz en 1970, 700 000–800 000 kilomètres. Le futur agrandissement du réseau interurbain suisse peut être considéré comme assuré.

Relevons encore que grâce aux efforts faits ces dernières années le nombre des circuits interurbains manquants n'a cessé de diminuer. Le pourcentage de ces circuits par rapport à l'état total a évolué de la manière suivante:

1964: 7,2%
1965: 6,5%
1966: 5,4%

3. Le réseau de câbles coaxiaux à paires de petit diamètre

Dans le domaine des liaisons, les installations à paires coaxiales de petit diamètre assument des fonctions quelque peu différentes de celles des installations à paires de grand diamètre. Alors que les installations 2,6/9,5 mm ne relient entre eux que les huit plus grands centres interurbains, celles à paires de petit diamètre relient les 43 autres centres, généralement petits et moyens, entre eux et avec les grands centres. Les installations à dix tubes conviennent ici particulièrement, car elles offrent toutes les garanties de flexibilité voulues.

La structure du réseau de câbles coaxiaux à paires de petit diamètre a été fixée de manière à améliorer encore la sécurité d'exploitation de l'ensemble du réseau.

Conformément aux directives sur la décentralisation du trafic téléphonique, on tend, pour les faisceaux principaux,

von Kabeln in Rohrleitungen dürfen getrennte Kabel in der gleichen Rohrleitung als getrennte Wege angesehen werden.

Die Städte Bern und Zürich bilden infolge der überdurchschnittlichen Leitungskonzentration Spezialfälle. Sie wurden mit der Erstellung der Koaxialzentren und der Umgehungsringe entsprechend behandelt.

Nach der Fertigstellung der Ausbauphase 1968/1988 wird die Vermaschung des Koaxialnetzes einen sehr hohen Stand erreicht haben. Es würde zu weit führen, hier alle Besonderheiten der Verbindungsmöglichkeiten einzeln zu erläutern. Wir beschränken uns auf die Hauptverkehrswege längs und quer durch das schweizerische Mittelland:

- *Die Jurafusslinie* (Kleinkoaxialkabel)
Genf–Lausanne–Yverdon–Neuenburg–Biel–Soleure –
Olten–Aarau–Baden–Zürich–(Winterthur–Frauenfeld–
Weinfelden–St.Gallen)
- *Die Mittelland-Zentralachse* (Koaxialkabel 2,6/9,5 mm)
Genf–Lausanne–Freiburg–Bern–Zürich–St. Gallen
- *Die Alpenfusslinie* (Kleinkoaxialkabel)
Bern–Thun–Interlaken–Luzern–Zug–Rapperswil–Wattwil
St. Gallen (beziehungsweise Rapperswil–Sargans–Chur)
- *Die Nord-Süd-Linien* (Kleinkoaxialkabel)
Basel–Delsberg–Biel–Neuenburg–Yverdon–Lausanne–
Aigle–Martigny–Grosser St. Bernhard–Aosta
Basel–Olten–Langenthal–Burgdorf–Bern–Thun–Zwei-
simmen–Sitten–Martigny–Grosser St. Bernhard–Aosta
Schaffhausen–Zürich–Bellinzona (beziehungsweise
Zürich–Zug–Luzern–Altdorf–Bellinzona)–Lugano–Como
St. Gallen–Sargans–Chur–St. Moritz.

4. Die Ausbautetappen in den Jahren 1968–1988

Ende 1967 stand das in *Figur 5* schwarz dargestellte Netz in Betrieb. Für den Weiterausbau können folgende Etappen unterschieden werden:

Etappe 1968–1971 (in *Figur 5* rot gezeichnet)

Chur–St. Moritz
Langenthal–Burgdorf–Bern
Thun–Interlaken
Thun–Zweisimmen
Olten–Soleure
Lausanne–Yverdon
Lausanne–Aigle–Martigny–Sitten
Zürich–Rapperswil
Zürich–Zug–Luzern

Etappe 1972–1975 (in *Figur 5* blau gezeichnet)

Yverdon–Neuenburg–Biel–Soleure
Frauenfeld–Weinfelden–St. Gallen
Rapperswil–Sargans–Chur

à ce que le même itinéraire ne soit emprunté que par 60%, au plus 80%, des circuits. Etant donnée la grande sécurité qu'offrent les câbles posés dans les canalisations en tuyaux, les câbles posés séparément dans une même canalisation peuvent être considérés comme des voies distinctes.

Par leur concentration des circuits supérieure à la moyenne, les villes de Berne et, Zurich constituent des cas spéciaux, dont il a été tenu compte pour l'établissement des centres coaxiaux et des lignes de détournement.

Lorsque la phase d'extension 1968/1988 aura été menée à chef, le réseau coaxial sera très fortement maillé. Il n'est pas possible d'exposer ici en détail toutes les possibilités spéciales de liaison. Nous nous limitons aux voies de trafic principales sillonnant le Plateau suisse en long et en large:

- *La ligne du pied du Jura* (câbles à paires de petit diamètre)
Genève–Lausanne–Yverdon–Neuchâtel–Bienne–Soleure –
Olten–Aarau–Baden–Zürich–(Winterthur–Frauenfeld–
Weinfelden–St.Gall).
- *L'axe central du Plateau* (câble à paires de 2,6/9,5 mm)
Genève–Lausanne–Fribourg–Berne–Zürich–St.Gall
- *La ligne du pied des Alpes* (câble à paires de petit diamètre)
Berne–Thoune–Interlaken–Lucerne–Zoug–Rapperswil–
Wattwil–St.Gall (et Rapperswil–Sargans–Coire)
- *Les lignes nord-sud* (câbles à paires de petit diamètre)
Bâle–Delémont–Bienne–Neuchâtel–Yverdon–Lausanne–
Aigle–Martigny–Grand-Saint-Bernard–Aoste
Bâle–Olten–Langenthal–Berthoud–Berne–Thoune–Zwei-
simmen–Sion–Martigny–Grand-Saint-Bernard–Aoste
Schaffhouse–Zürich–Bellinzona (et Zurich–Zoug–Lucerne–
Altdorf–Bellinzona) –Lugano–Côme
St.Gall–Sargans–Coire–St.Moritz

4. Les étapes d'agrandissement des années 1968–1988

A la fin de 1967 était en service le réseau représenté en noir à la *figure 5*. Les étapes de son extension seront les suivantes:

Etappe 1968–1971 (dessinée en rouge dans la figure 5)

Coire–St.Moritz
Langenthal–Berthoud–Berne
Thoune–Interlaken
Thoune–Zweisimmen
Olten–Soleure
Lausanne–Yverdon
Lausanne–Aigle–Martigny–Sion
Zürich–Rapperswil
Zürich–Zoug–Lucerne

Etappe 1972–1975 (dessinée en bleu dans la figure 5)

Yverdon–Neuchâtel–Bienne–Soleure
Frauenfeld–Weinfelden–St.Gall
Rapperswil–Sargans–Coire

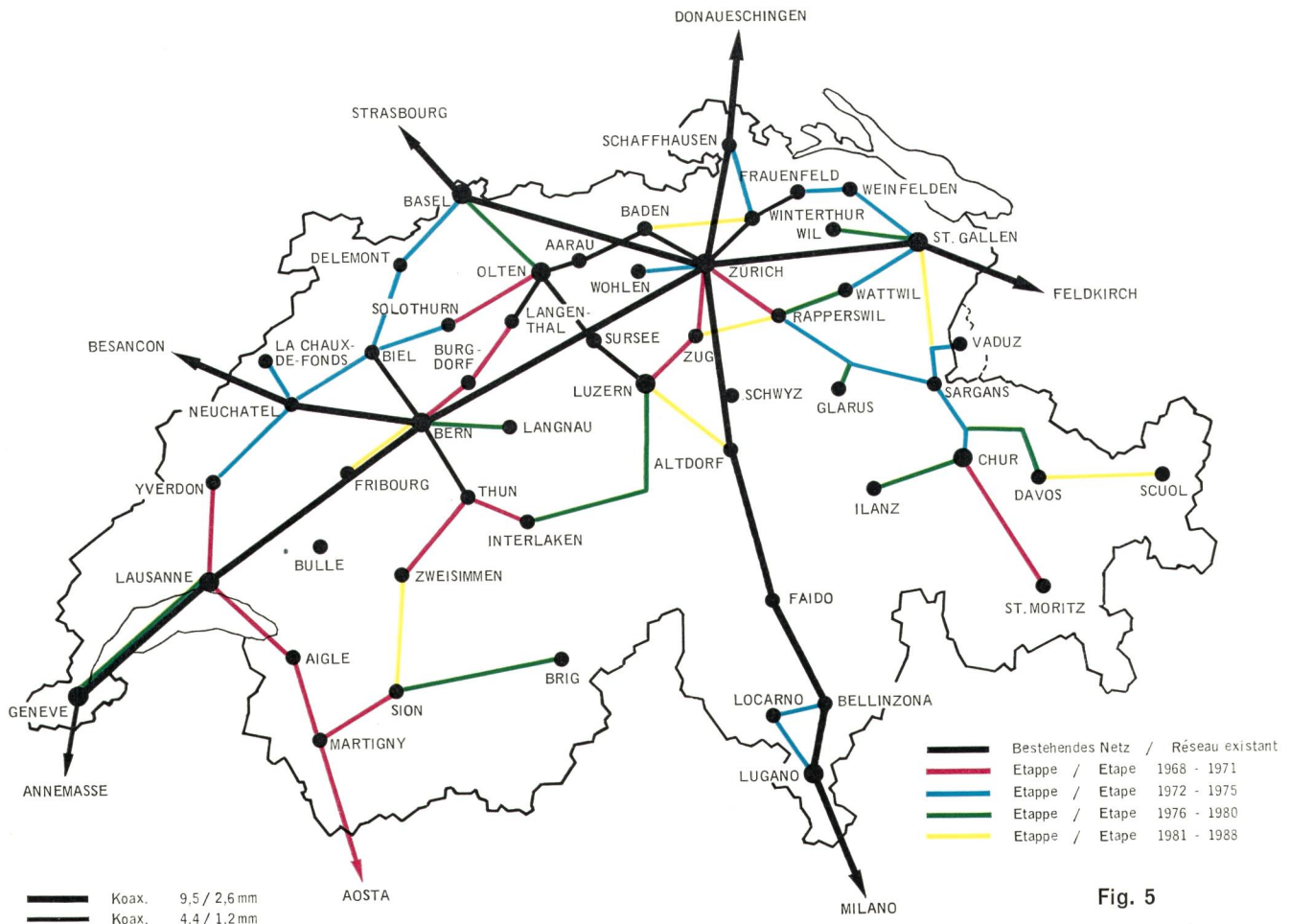


Fig. 5

Légendes, voir page suivante
 Legenden auf der folgenden Seite

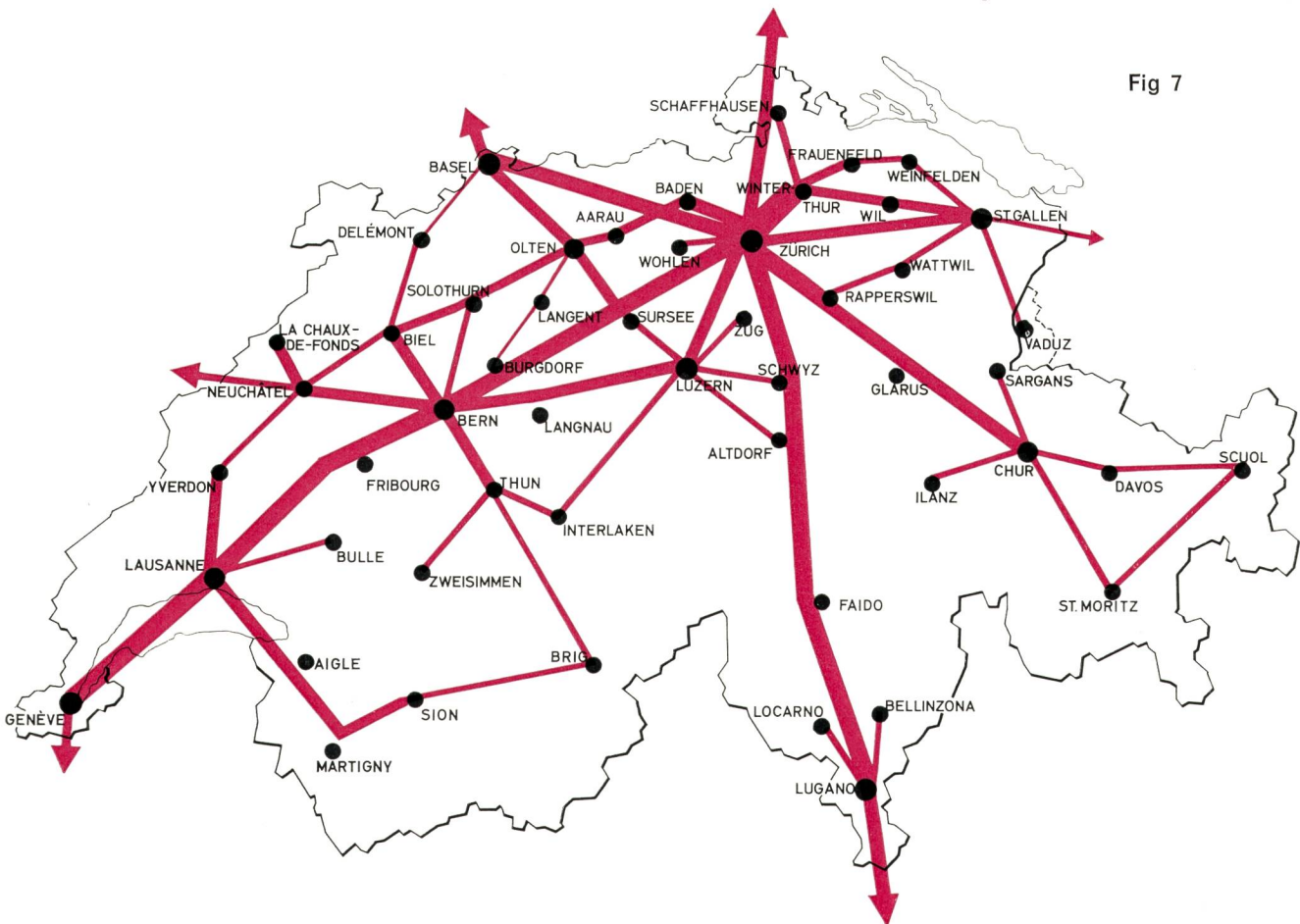


Fig 7

◀ Fig. 5
Die Ausbautetappen des Koaxialkabelnetzes 1968—1988
Les étapes de la construction du réseau coaxial 1968—1988

▼◀ Fig. 7
Die wichtigsten Fernleitungswege der schweizerischen PTT-Betriebe im Jahre 1968
Les artères principales de lignes téléphoniques interurbaines de l'entreprise suisse des PTT en 1968

Basel–Delsberg–Biel
Zürich–Wohlen
Schaffhausen–Winterthur
St. Gallen–Wattwil
Neuenburg–La Chaux-de-Fonds
Vaduz–Sargans
Locarno–Bellinzona
Lugano–Locarno

Etappe 1976–1980 (in Figur 5 grün gezeichnet)

Basel–Olten
Wil–St. Gallen
Bern–Langnau
Rapperswil–Wattwil
Genf–Lausanne
Sitten–Brig
Chur–Ilanz
Davos–Landquart
Interlaken–Meiringen–Lucerne
Niederurnen–Glarus

Etappe 1981–1988 (in Figur 5 gelb gezeichnet)

St. Gallen–Buchs
Baden–Winterthur (Umgehung Zürichs)
Sitten–Zweisimmen (Rawilpass)
Bern–Freiburg
Lucerne–Altdorf
Zug–Rapperswil
Davos–Schuls

Bâle–Delémont–Bienne
Zurich–Wohlen
Schaffhouse–Winterthour
St-Gall–Wattwil
Neuchâtel–La Chaux-de-Fonds
Vaduz–Sargans
Locarno–Bellinzone
Lugano–Locarno

Etape 1976–1980 (dessinée en vert dans la figure 5)

Bâle–Olten
Wil–St-Gall
Berne–Langnau
Rapperswil–Wattwil
Genève–Lausanne
Sion–Brigue
Coire–Ilanz
Davos–Landquart
Interlaken–Meiringen–Lucerne
Niederurnen–Glaris

Etape 1981–1988 (dessinée en jaune dans la figure 5)

St-Gall–Buchs
Baden–Winterthour (évitement de Zurich)
Sion–Zweisimmen (col du Rawil)
Berne–Fribourg
Lucerne–Altdorf
Zoug–Rapperswil
Davos–Schuls

5. Das paarsymmetrische Trägerkabel- und Richtstrahlnetz

Das Bild des schweizerischen Fernkabelnetzes wäre ohne Angaben über das paarsymmetrische Trägerkabel- und Richtstrahlnetz nur unvollkommen.

Obwohl mit Ausnahme der Trägerringe Bern und Zürich seit vielen Jahren keine neuen *paarsymmetrischen Trägeranlagen* erstellt wurden, werden Ende 1967 immer noch 25% aller Fernverbindungen über Trägerkabel abgewickelt. Im allgemeinen sind die Trägerkabel noch in einem recht guten Zustand, wogegen sich bei den röhrenbestückten Verstärkern allmählich Alterserscheinungen zeigen. Nach und nach werden diese durch transistorisierte Verstärker ersetzt, wobei es in einigen Fällen gelingen wird, dank eines Neuausgleiches des Kabels die Übertragungskapazität von 48 auf 60 Kanäle/Aderpaar zu erhöhen..

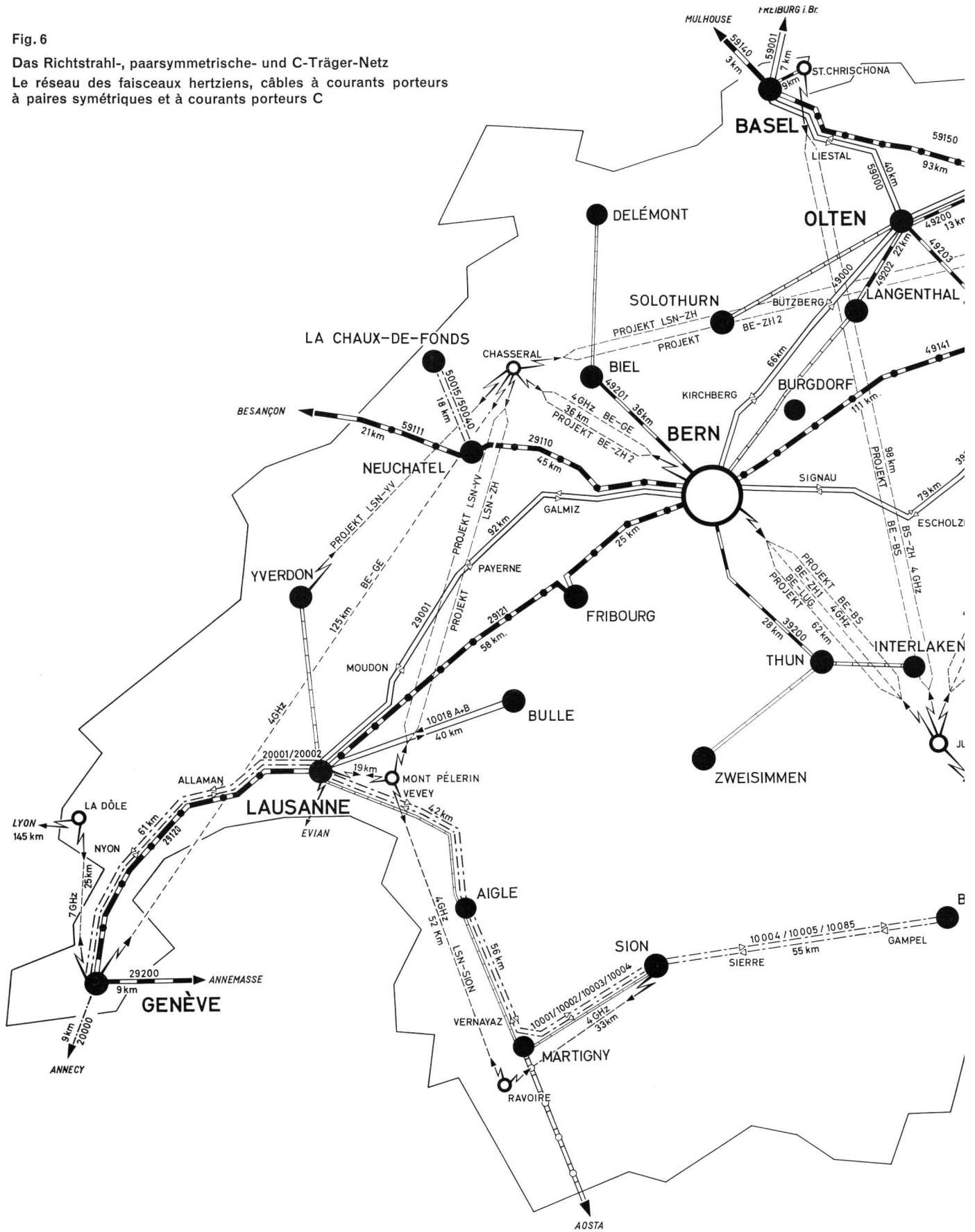
5. Le réseau des câbles à paires symétriques et des faisceaux hertziens

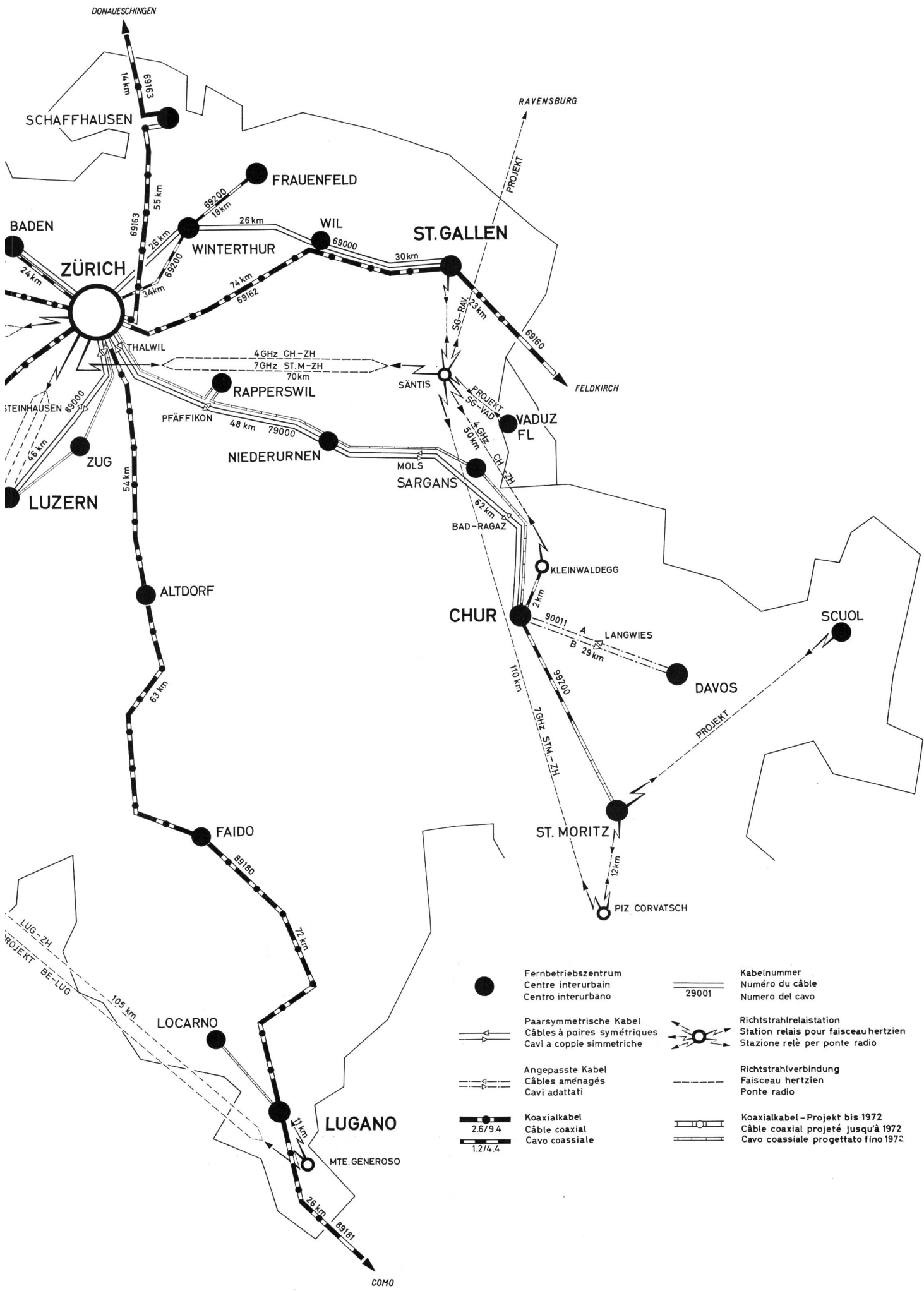
L'image du réseau des câbles interurbains suisses ne serait pas complète si l'on omettait de mentionner les câbles à paires symétriques et les faisceaux hertziens.

Bien que, exception faite des lignes de ceinture à courants porteurs des villes de Berne et Zurich, on n'ait plus établi d'*installations à paires symétriques* depuis de nombreuses années, à la fin de 1967 25% de toutes les liaisons interurbaines empruntaient des câbles à courants porteurs. En général, ces câbles sont encore en bon état, alors que les amplificateurs à tubes électroniques commencent à donner des signes de vieillissement. Ils sont remplacés successivement par des amplificateurs à transistors; on pourra dans certains cas, par un nouvel équilibrage des câbles, porter leur capacité de transmission de 48 à 60 canaux par paire de conducteurs.

Fig. 6

Das Richtstrahl-, paarsymmetrische- und C-Träger-Netz
Le réseau des faisceaux hertziens, câbles à courants porteurs à paires symétriques et à courants porteurs C





- | | | | |
|-----|--|-----------------|--|
| ● | Fernbetriebszentrum
Centre interurbain
Centro interurbano | ===== | Kabelnummer
Numéro du câble
Numero del cavo |
| --- | Paarsymmetrische Kabel
Câbles à paires symétriques
Cavi a coppie simmetriche | --->--->--->--- | Richtstrahlrelaisstation
Station relais pour faisceau hertzien
Stazione relè per ponte radio |
| --- | Angepasste Kabel
Câbles aménagés
Cavi adattati | --- | Richtstrahlverbindung
Faisceau hertzien
Ponte radio |
| —●— | Koaxialkabel
Câble coaxial
Cavo coassiale | —○— | Koaxialkabel - Projekt bis 1972
Câble coaxial projeté jusqu'à 1972
Cavo coassiale progettato fino 1972 |
| --- | --- | --- | --- |

Tabelle I – Tableau I

**Die bestehenden und geplanten Telephonie-Richtstrahlanlagen in der Schweiz
Les faisceaux hertziens pour téléphonie en Suisse**

Verbindung	Übertragungsband	Relaisstationen	Kapazität Telephonie-Kanäle	Baujahr	Bemerkungen
Liaison	Bande de transmission	Relais	Capacité canaux téléphoniques	Année de construction	Observations
1. Ende 1967 bestehende Anlagen – Installations existant à fin 1967					
Genève–Bern (Schliern)	4 GHz	Chasseral	960	1960	1960 Inbetriebnahme für 600 Kanäle – Mise en service pour 600 canaux 1965 Umbau auf 960 Kanäle – Transformation pour 960 canaux
Zürich (Albis) – Lugano	4 GHz	Jungfrauoch, Generoso	960	1964	1961–1963 als Bern – Lugano – en service comme Berne – Lugano
Bern (Breitenrain) – Zürich (Albis)	4 GHz	Jungfrauoch	960	1964	Umbau auf 1260 Kanäle für 1973 vorgesehen – Transformation pour 1260 canaux prévue pour 1973
Lausanne – Sion	4 GHz	Mt-Pèlerin, Ravoire	600	1964	
Zürich (Albis) – St. Moritz	7 GHz	Säntis, Piz Corvatsch	300	1965	In Betrieb bis Ende 1968 – En service jusqu'à fin 1968
Chur (Balzersgasse)–Zürich (Albis)	4 GHz	Säntis	1260	1967	
Olten – Luzern	7 GHz	Frohburg, Rigi	300	1965	
Baden – Luzern	7 GHz	Albis, Rigi	300/600	1966	In Betrieb bis Ende 1967 – En service jusqu'à fin 1967
Genève – Lyon	7 GHz	La Dôle (S), Cuiseaux (F)	300	1966	
Basel (St. Chrischona) – Zürich (Albis)	4 GHz	Jungfrauoch	1260	1967	
2. Geplante Anlagen – Installations prévues					
Lausanne – Yverdon	7 GHz	Mt-Pèlerin, Chasseral	300	1968	Anlage vormals Baden – Luzern – Ancienne installation Baden – Lucerne
Bern (Breitenrain) – Lugano	4 GHz	Jungfrauoch – Generoso	1260	1968	Anlage vormals Olten – Luzern – Ancienne installation Olten – Lucerne
St. Moritz – Schuls	7 GHz	Zernez, Lavin	300	1968	
St. Gallen – Ravensburg	7 GHz	Säntis	120	1968	
St. Gallen – Vaduz	7 GHz	Säntis	300	1969	
Zürich (Albis) – Lausanne	4 GHz	Chasseral–Mt-Pèlerin	1260	1969	
Zürich (Albis) – St. Gallen	4 GHz	Säntis	1260	1970	Erstellung noch ungewiss – Construction encore incertaine
Bern (Schliern) – Zürich (Albis)	4 GHz	Chasseral	1260	1971	
Bern – Basel (St. Chrischona)	4 GHz	Jungfrauoch oder/ou Chasseral	1260	1972	

Über das *Richtstrahl*netz werden etwa 15% aller Fernleitungen geführt. Die Richtstrahltechnik bildet eine vorzügliche Ergänzung der Kabeltechnik (*Tab. I*)

Figur 6 gibt einen Überblick über das 1967 bestehende Koaxial-, Richtstrahl- und paarsymmetrische Trägernetz, wobei auch die bis 1972 projektierten Koaxialkabel- und Richt-

Le *réseau de faisceaux hertziens* assume environ 15% des communications interurbaines. Cette technique complète d'heureuse manière celle des câbles (*tableau I*). La *figure 6* est une représentation synoptique du réseau coaxial, à faisceaux hertziens et à paires symétriques existant en 1967: elle montre également les câbles coaxiaux et

strahlanlagen berücksichtigt sind. Das dargestellte Netz übernimmt 77,3% der gesamten Fernleitungskanalkilometer. Die Niederfrequenzkabelanlagen (17,1% der Kanalkilometer des Fernleitungsnetzes) und C-Träger-Anlagen (5,6%) sind in Figur 6 nicht enthalten.

Abschliessend zeigt *Figur 7* das Verkehrsvolumen auf den verschiedenen Verbindungswegen des schweizerischen Fernleitungsnetzes Ende 1967. Die Dicke der Striche wurde proportional dem Verkehrsvolumen gewählt. Die Ausbauphase 1968 bis 1988 bringt in erster Linie einen Ausgleich zwischen den Haupt- und Sekundärlinien, zum Beispiel durch den Ausbau der Jurafusslinie, der Verbindung Basel-Bern über Delsberg-Biel, der Verbindung Zweisimmen-Sitten und die Erstellung des Verbindungskreuzes Brig-Ilanz und Interlaken-Locarno.

les faisceaux hertziens dont l'établissement est projeté jusqu'en 1972. Ce réseau comprend 77,3% du total des kilomètres de canaux interurbains. Les câbles à basse fréquence (17,1% des kilomètres/canaux) et les installations à porteurs C (5,6%) ne sont pas reportés sur la figure 6.

Enfin la *figure 7* montre le volume du trafic sur les différentes liaisons du réseau interurbain suisse à la fin de 1967. L'épaisseur des traits est proportionnelle au volume du trafic. La phase d'extension de 1968 à 1988 permettra en premier lieu de réaliser un équilibre entre les lignes principales et secondaires, par exemple en augmentant la capacité de la ligne du pied du Jura, de la liaison Bâle-Berne par Delémont-Bienne, de la liaison Zweisimmen-Sion et en établissant la croix Brigue-Ilanz et Interlaken-Locarno.