

Die Gestaltung des schweizerischen Telephon-Fernnetzes = La structure du réseau téléphonique interurbain suisse

Autor(en): **Frei, Robert**

Objektyp: **Article**

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**

Band (Jahr): **49 (1971)**

Heft 11

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874307>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Gestaltung des schweizerischen Telephon-Fernnetzes La structure du réseau téléphonique interurbain suisse

Robert FREI, Bern

621.395.52.001.1 (494)

Zusammenfassung. Seit Ende des zweiten Weltkrieges hat sich der nationale Fernverkehr etwa verfünffacht. Für die nächsten 20 Jahre wird mit einer Verdreifachung des heutigen Verkehrs gerechnet. Der vorliegende Artikel befasst sich mit dem Werdegang der gegenwärtigen Fernnetzgestaltung sowie den Planungsgrundlagen und Richtlinien für die künftige Abwicklung des nationalen Fernverkehrs. Die Verkehrsabwicklung über Hochleistungsbündel mit einer Überlaufmöglichkeit auf einen zweiten Leitweg wird besonders behandelt.

Résumé. Depuis la fin de la deuxième guerre mondiale, le trafic national interurbain a presque quintuplé et, selon les prévisions, sera dans 20 ans le triple de ce qu'il est actuellement. Le présent article traite du développement de la structure actuelle du réseau interurbain ainsi que des principes de planification et des directives pour l'écoulement futur du trafic national interurbain. Il étudie spécialement l'écoulement du trafic sur des faisceaux à charge élevée avec possibilité de débordement sur une deuxième voie d'acheminement.

La struttura della rete telefonica svizzera interurbana

Riassunto. Dalla fine della seconda guerra mondiale il traffico interno interurbano si è circa quintuplicato. Inoltre si giudica che nei prossimi 20 anni il traffico attuale triplicherà. L'articolo illustra lo sviluppo dell'attuale formazione della rete interurbana e la base delle pianificazioni come pure le direttive a proposito dello svolgimento della corrispondenza interurbana interna. Si discute in modo particolare lo svolgimento del traffico su fasci di circuiti ad alta capacità con possibilità di trabocco su una seconda via d'istramento.

1. Einleitung

1.1 Die Gestaltung der Netzgruppen

Das schweizerische Telephonnetz ist in 51 Netzgruppen unterteilt. Unter einer Netzgruppe versteht man die Zusammenfassung aller Ortsnetze, die im Fernverkehr über dieselbe Fernkennzahl (zum Beispiel 021) erreichbar sind. Der Mittelpunkt einer solchen Netzgruppe ist das sogenannte Netzgruppenhauptamt. An dieses sind Knotenämter und Endämter angeschlossen. In den Knotenämtern endigen die Verbindungslinien von Endämtern, welche zusammen mit dem Knotenamt eine vom Hauptamt abgelegene, geographische wie verkehrstechnische Einheit bilden. Der Netzaufbau innerhalb einer Netzgruppe erfolgt sternförmig, doch können auch einzelne Knotenämter oder Endämter derselben Netzgruppe über Querleitungen direkt miteinander verbunden sein. Der Verkehr zwischen den Zentralen verschiedener Netzgruppen wird fast ausschliesslich über die entsprechenden Netzgruppenhauptämter abgewickelt.

1.2 Das Fernnetz am Ende des zweiten Weltkrieges

Die einzelnen Netzgruppenhauptämter waren durch ein sehr weitgehendes *Maschennetz* untereinander verbunden.

Die damaligen verschiedenen Betriebsmethoden zur Abwicklung des Fernverkehrs (manuelle, halbautomatische und teilweise bereits automatische Vermittlung) setzten alle das Vorhandensein direkter Leitungen zwischen den wichtigeren Zentren voraus. Das immer ausgeprägter werdende Maschennetz bedingte eine allmähliche Auflösung und Zersplitterung des bereits grosszügig aufgebauten Fernleitungsnetzes in viele kleine Einzelbündel, womit die wirtschaftliche Ausnützung des vorhandenen Kabelnetzes in Frage gestellt wurde. Die Beschleunigung der Vollautomatisierung und die Verknotung des Fernleitungsnetzes stellte

1. Introduction

1.1 La structure des groupes de réseaux

Le réseau téléphonique suisse est subdivisé en 51 groupes de réseaux. Par groupe de réseaux, on entend l'ensemble de tous les réseaux locaux pouvant être atteints par l'entremise du même indicatif interurbain (par exemple 021) dans le trafic interurbain. Le point central d'un groupe de réseaux est le central principal dit de groupe de réseaux, auquel sont raccordés les centraux nodaux et terminus. Aux centraux nodaux aboutissent les lignes de jonction des centraux terminus qui, en commun avec le central nodal, constituent une unité géographique séparée du central principal pour le trafic. A l'intérieur d'un groupe, le réseau se présente sous la forme d'une étoile, certains centraux nodaux ou terminus pouvant toutefois être reliés directement entre eux par des lignes transversales. Le trafic entre les centraux de différents groupes de réseaux s'écoule presque exclusivement par le biais des centraux principaux de groupes de réseaux considérés.

1.2 Le réseau interurbain à la fin de la deuxième guerre mondiale

Un *réseau maillé* très étendu reliait les différents centraux principaux de groupes de réseaux entre eux.

Les méthodes d'exploitation appliquées à l'époque à l'écoulement du trafic interurbain (commutation manuelle, semi-automatique et en partie déjà automatique) supposaient toutes l'existence de lignes directes entre les centres plus importants. Le réseau maillé prenant une forme de plus en plus précise, il fallut morceler progressivement le réseau des lignes interurbaines déjà très vaste et le diviser en de nombreux petits faisceaux indépendants, l'utilisation économique du réseau des câbles existant étant mise en question. C'est pourquoi l'accélération de l'automatisation et la

daher die logische Weiterentwicklung dar und wurde von 1944 an innerhalb weniger Jahre verwirklicht.

2. Die Verwirklichung des automatischen Fernnetzes

In Zusammenarbeit mit der Privatindustrie stellte die damalige Telegraphen- und Telephonverwaltung die in einem Pflichtenheft zusammengefassten «Grundforderungen für den automatischen Fernverkehr» auf. In diesen wurden alle Einzelheiten über Organisation und Aufbau des künftigen Fernnetzes, Auswahl und Bündelung der Leitungen, Umrechnung der Fernkennzahl in verschiedene Impulsreihen zur Steuerung der Verbindungen, Übertragung der Wahlimpulse und Rücksignale, Einschaltung und Regulierung von automatischen Sprachverstärkern usw. geregelt.

Von den bereits bestehenden 51 Netzgruppen-Hauptämtern wurden 10 als Fernknotenämter oder Tandemämter (Lausanne, Genf, Bern, Luzern, Zürich, Basel, Olten, St. Gallen, Chur und Lugano) und die übrigen 41 als Fernendämter vorgesehen.

Das Netz war in seinem Aufbau klar und übersichtlich. Die Zahl der Leitungsbündel betrug nur noch knapp den vierten Teil des Bestandes im Maschennetz.

Im übrigen war schon die damalige Netzgliederung eine Kompromisslösung. Einerseits schenkte man der Bildung kräftiger Leitungsbündel grösste Beachtung, andererseits wurde im Interesse der Betriebssicherheit und zur Kürzung der Durchschaltzeiten festgelegt, dass eine Verbindung höchstens drei Tandemämter durchlaufen durfte.

Aus diesen Erwägungen heraus und in Anpassung an die bestehenden Kabelanlagen wurden die drei wichtigsten Fernknotenämter Basel, Bern und Zürich über *Hauptleitungen* unter sich und mit den übrigen Fernknotenämtern verbunden. Die direkte Verbindung der übrigen Fernknotenämter geschah nur, soweit die Verkehrsbeziehungen zwischen zweien dieser Zentren mindestens 10 Leitungen in einer Richtung rechtfertigten. Im gleichen Sinne und auch zur Vermeidung von Spitzkehren wurden die Fernendämter zum Teil an 2 bis 3 Fernknotenämter über *Sammelleitungen* angeschlossen. Zur Entlastung der Sammelleitungen verband man benachbarte Netzgruppen mit grossem Verkehr über *Verbundleitungen* direkt miteinander. Ausnahmsweise vermittelten einige Fernendämter auch unverstärkten Transitverkehr (Hintereinanderschaltung zweier Verbundleitungsbündel).

In der Folge erfuhr das bis 1948 fertig erstellte automatische Fernnetz nur geringfügige Änderungen.

3. Die Planung 1960

Die bedeutende jährliche Zunahme des Verkehrs und damit auch der Leitungen ergab bereits 1955 neue Gesichtspunkte. Viele Leitungsbündel enthielten schon eine so grosse Anzahl von Leitungen, dass sie in den Ausgangs-

concentration du réseau des lignes interurbaines représentèrent l'évolution logique, ce qui se réalisa en l'espace de quelques années à partir de 1944.

2. La réalisation du réseau interurbain automatique

De concert avec l'industrie privée, l'ancienne administration des télégraphes et des téléphones établit les «Principes fondamentaux de la téléphonie automatique interurbaine» qu'elle réunit en un cahier des charges. Ces principes fondamentaux réglaient tous les détails de l'organisation et de la structure du futur réseau interurbain, le choix des lignes et leur formation en faisceaux, la traduction de l'indicatif interurbain en différentes séries d'impulsions pour la commande des communications, la transmission des impulsions de sélection et des signaux de retour, l'intercalation et l'ajustage d'amplificateurs vocaux automatiques, etc.

Des 51 centraux principaux de groupes de réseaux déjà existants, 10 furent prévus comme centraux nœuds interurbains ou centraux tandems (Lausanne, Genève, Berne, Lucerne, Zurich, Bâle, Olten, St-Gall, Coire et Lugano) et les 41 autres comme centraux terminus interurbains.

La structure du réseau était claire et bien disposée. Le nombre des faisceaux de lignes atteignait à peine le quart de l'effectif du réseau maillé.

Au reste, la configuration du réseau était à l'époque déjà un compromis. D'une part, on vouait la plus grande attention à la constitution de faisceaux de lignes de grande capacité, d'autre part, dans le dessein d'assurer la sécurité du service et de réduire les temps d'établissement, on fixait qu'une communication devait tout au plus passer par trois centraux tandems.

Ces considérations et l'adaptation aux installations de câbles ont eu pour effet que les trois plus importants centraux nœuds interurbains de Bâle, Berne et Zurich ont été reliés entre eux et avec les autres centraux nœuds interurbains par des *lignes principales*. La liaison directe des autres centraux nœuds interurbains ne s'est réalisée que lorsque les relations de trafic entre deux de ces centres justifiaient au moins 10 lignes dans une direction. Dans le même ordre d'idées et pour que fussent évitées des pointes de trafic, les centraux terminus interurbains étaient en partie raccordés à 2 ou 3 centraux nœuds interurbains par des *lignes collectrices*. Pour décharger les lignes collectrices, on a relié des groupes de réseaux voisins à grand trafic directement entre eux par l'entremise de *lignes directes*. Exceptionnellement, quelques centraux terminus interurbains écoulaient aussi du trafic de transit non amplifié (connexion successive de deux faisceaux de lignes directes).

Par la suite, le réseau interurbain automatique établi définitivement jusqu'en 1948 n'a subi que de minimes modifications.

ämtern nicht mehr vollkommen erreichbar waren und damit der Gewinn an Verbindungswegen durch die Verkehrszusammenfassung wiederum in Frage gestellt wurde. Die Tandemämter wurden immer grösser, was zu technischen Schwierigkeiten führte und vor allem die Raumfragen in den Gebäuden komplizierte.

So wurde damals eine Studiengruppe beauftragt, nach einer Lösung zu suchen, um die Tandemämter wirksam zu entlasten und die Anzahl der übertrieben grossen Leitungsbündel herabzusetzen. Dabei war man sich von Anfang an klar, dass die Lösung nur in einer neuerdings weitergehenden Vermaschung gefunden werden konnte.

Die Studiengruppe rechnete mit einer jährlichen Verkehrszunahme von 7% (was sich übrigens in der Zwischenzeit als richtig erwiesen hat). Bei dieser Annahme verdoppelt sich der Verkehr in 10 Jahren und vervierfacht sich in 20 Jahren. Da häufige Änderungen in der Planung des Netzaufbaues mit einer langfristigen Planung des Kabelnetzes und der Fernbetriebsämter unvereinbar sind, setzte man sich zum Ziele, eine bis zum Jahre 1980 gültige Lösung zu suchen.

Die Wirtschaftlichkeit einer neuen Vermaschung ergab sich auch aus folgenden Umständen: Bei der Einführung des automatischen Fernnetzes gab es nur niederfrequente 2-Draht-Leitungen. Bei dieser Leitungsart sind die Kosten je Leitungskilometer hoch, jene für Endausrüstungen jedoch niedrig. Aus wirtschaftlichen Überlegungen musste daher zur Abwicklung eines bestimmten Verkehrs die Zahl der Leitungskilometer möglichst klein gehalten werden, was durch die Schaffung von Bündeln mit grösstmöglicher Kapazität und unter Anwendung der Technik der Tandemverbindungen erreicht wurde. Seither führte die starke Verkehrszunahme zur Einführung der Trägertechnik. Im Gegensatz zu den niederfrequenten 2-Draht-Leitungen zeichnen sich aber die Trägerleitungen dadurch aus, dass die Leitungskosten je Kilometer verhältnismässig niedrig, die Kosten der Endausrüstungen jedoch hoch sind [1].

In bezug auf die eigentlichen Vermittlungseinrichtungen (Zentralausrüstungen) ergeben die Vergleichsberechnungen im allgemeinen schon bei verhältnismässig kleinen Verkehrswerten Vorteile zugunsten der direkten Verkehrsabwicklung, da hier die Leitungslänge ausser Betracht fällt.

Gestützt auf das Untersuchungsergebnis der Studiengruppe wurde im Jahre 1960 die neue Netzgestaltung bis zum Jahre 1980 festgelegt.

Es ist beabsichtigt, in verschiedenen Etappen 162 neue Fernleitungsbündel zu schaffen und die gesamte Instradierung den neuen Verhältnissen anzupassen. Der gesamte Tandemverkehr wird durch die neue Instradierung um etwa 45% entlastet.

Für die künftige Netzgestaltung und Leitungsberechnung gelten im übrigen folgende, zum grössten Teil bereits bewährte Grundsätze:

3. La planification de 1960

L'importante augmentation annuelle du trafic et, partant, aussi du nombre des lignes a suscité de nouveaux points de vue en 1955 déjà. Nombre de faisceaux renfermaient un si grand nombre de lignes qu'ils n'étaient plus parfaitement accessibles dans les centraux de départ et qu'ainsi le gain de voies de jonction était à nouveau remis en question par le groupement du trafic. Les centraux tandems devenaient toujours plus grands, ce qui provoquait des difficultés techniques et rendait difficiles les questions de place dans les bâtiments.

Un groupe d'études a été alors chargé de chercher une solution pour décharger efficacement les centraux tandems et réduire le nombre des faisceaux de lignes démesurément grands. Dès le début, on savait pertinemment que la solution ne résidait que dans un nouveau maillage plus poussé.

Le groupe d'études a compté avec une augmentation annuelle du trafic de 7% (ce qui s'est du reste révélé exact dans l'intervalle). Dans cette optique, le trafic est doublé en 10 et quadruplé en 20 ans. Etant donné que de fréquentes modifications dans la planification de la structure du réseau sont incompatibles avec une planification à long terme du réseau des câbles et des centraux d'exploitation interurbaine, on s'est fixé pour objectif de rechercher une solution valable jusqu'en 1980.

La rentabilité d'un nouveau maillage a été établie sur la base des conditions suivantes: Lors de l'introduction du réseau interurbain automatique, il n'y avait que des lignes à deux fils à basse fréquence, dont les frais par kilomètre étaient élevés alors que les frais des équipements terminaux étaient faibles. Pour des motifs économiques, il a donc fallu, pour écouler un trafic déterminé, maintenir aussi bas que possible le nombre des kilomètres de lignes, ce qui a été réalisé par la création de faisceaux à capacité aussi grande que possible et par l'application de la technique des liaisons tandems. Depuis lors, l'augmentation considérable du trafic a eu pour effet d'instaurer la technique des courants porteurs. Mais, contrairement aux lignes à deux fils à basse fréquence, les circuits à courants porteurs se caractérisent par des frais relativement faibles par kilomètre de ligne, tandis que le coût des équipements terminaux est élevé [1].

En ce qui concerne les équipements de commutation proprement dits (équipements de centraux), les calculs comparatifs font généralement apparaître, déjà pour des valeurs de trafic relativement petites, les avantages de l'écoulement du trafic direct, la longueur de la ligne n'entrant pas en considération ici.

Au vu du résultat des recherches du groupe d'études, on a fixé en 1960 la nouvelle structure du réseau jusqu'en 1980.

Il est envisagé de créer en différentes étapes 162 nouveaux faisceaux de lignes interurbaines et d'adapter l'acheminement complet aux nouvelles conditions. Le trafic

- Sämtlicher Verkehr ist gerichtet, das heisst Verbindungen von A nach B und umgekehrt werden über getrennte Leitungsbündel geführt
- Die Hauptleitungen zwischen zwei Fernknotenämtern sowie die Sammelleitungen in der Richtung Fernendamt nach Fernknotenamt werden in der Regel in Terminal- und Tandemleitungen unterteilt
- Überlaufmöglichkeit von den Terminal- auf die Tandemleitungen der gleichen Richtung. Die Zahl der Terminalleitungen ist so zu wählen, dass praktisch beide Leitungsarten zusammen ein gemeinsames, vollkommenes Bündel bilden
- Fernendämter vermitteln in der Regel keinen Transitverkehr
- Ausnahmsweise führen Sammelleitungen von einem Fernendamt nach einem Fernknotenamt nur Terminalverkehr, das heisst der entsprechende Tandemverkehr geht über ein anderes 1. Tandemamt
- Auf Umwegschaltungen – worunter zum Beispiel die Überlaufmöglichkeit von einem Sammelleitungsbündel auf ein anderes zu verstehen ist – wird verzichtet
- Transitverbindungen sind nach Möglichkeit nur über ein Tandemamt zu führen, Verbindungen über mehr als zwei Tandemämter sind unzulässig
- Der Transitverkehr wird in der Regel über den kürzesten Weg instradiert. Sind zwei Transitwege annähernd gleichwertig, so wird der Verkehr über das kleinere Tandemamt geleitet
- Die Fernleitungen sind bis zu 60 Leitungen je Richtung vollkommen zu bündeln
- Die notwendigen Leitungen werden für einen Angebotsverlust von $B = 1\%$ und – zur Erreichung einer gewissen Elastizität gegen Überlastungen – einer Erreichbarkeit von $k = 30$ berechnet
- Überschreitet der Terminal (TE)-Verkehr einer Richtung mit TE- und Tandem (TA)-Leistungen 45 Erlang, so wird der Überlauf von TE auf TA aufgehoben und beide Bündel separat berechnet
- Auf einen Überlauf von TE auf TA wird ebenfalls verzichtet, wenn der TA-Verkehr weniger als 20% des TE-Verkehrs beträgt
- Ist der TE-Verkehr kleiner als 10 Erlang und beträgt er weniger als 20% des TA-Verkehrs, so wird der ganze Verkehr über TA-Leitungen abgewickelt

Heute können wir feststellen, dass die Verwirklichung der Planung von 1960 programmgemäss fortschreitet. So sind seit Ende 1970 etwa 60% der vorgesehenen neuen direkten Bündel in Betrieb.

4. Hochleistungsbündel mit Überlauf auf einen zweiten Leitweg

4.1 Allgemeines

Um den Verkehr zwischen zwei Vermittlungsstellen möglichst wirtschaftlich abzuwickeln, sehen viele Vermittlungs-

tandem total sera déchargé d'environ 45% par le nouvel acheminement.

Les principes suivants, qui ont en majeure partie déjà donné satisfaction, s'appliquent du reste à la structure du réseau et au calcul des lignes futures:

- Tout le trafic est dirigé, c'est-à-dire que les communications de A vers B et vice versa s'écoulent sur des faisceaux de lignes séparés
- En règle générale, les lignes principales entre deux centraux nodaux interurbains ainsi que les lignes collectrices en direction du central terminus interurbain vers le central nodal interurbain sont réparties en lignes terminales et lignes tandems
- Possibilité de débordement des lignes terminales sur les lignes tandems de la même direction. Le nombre des lignes terminales sera choisi de façon que les deux genres de lignes forment pratiquement ensemble un faisceau commun parfait
- En règle générale, les centraux terminus interurbains n'établissent pas de trafic de transit
- Les lignes collectrices n'écoulent qu'exceptionnellement du trafic terminal d'un central terminus interurbain vers un central nodal interurbain, c'est-à-dire que le trafic tandem considéré passe par un autre premier central tandem
- Il convient de renoncer aux connexions de détournement – on entend par exemple par là la possibilité de débordement d'un faisceau de lignes collectrices sur un autre
- Les communications de transit ne doivent dans la mesure du possible emprunter qu'un central tandem; les communications passant par plus de deux centraux tandems ne sont pas admises
- En règle général, le trafic de transit est acheminé par le chemin le plus court. Lorsque deux voies de transit sont approximativement identiques, le trafic sera acheminé sur le plus petit central tandem
- Les lignes interurbaines doivent être formées en faisceaux parfaits jusqu'à 60 lignes par direction
- Les lignes nécessaires seront calculées pour une qualité d'écoulement du trafic $B = 1\%$ et – pour qu'une certaine souplesse contre les surcharges soit atteinte – une accessibilité de $k = 30$
- Si le trafic terminal (TE) d'une direction avec lignes TE et tandems (TA) excède 45 erlangs, le débordement de TE sur TA est supprimé et les deux faisceaux sont calculés séparément
- Il y a lieu de renoncer à un débordement de TE sur TA, lorsque le trafic TA est inférieur à 20% du trafic TE
- Si le trafic TE est plus faible que 10 erlangs et qu'il est inférieur à 20% du trafic TA, tout le trafic s'écoule sur des lignes TA

systeme bereits heute neben den *Direktwegen* (das heisst sogenannten Hochleistungsbündeln) auch *Überlaufwege* vor.

Diese, die teurer als Direktwege sind, nehmen nur Belegungen auf, für die auf dem Direktweg keine Durchschaltmöglichkeit mehr besteht. (In der deutschen Landesfernwahl werden «Direktweg» und «Überlaufweg» auch «Querweg» oder «Kennzahlweg» genannt).

Es stellt sich vorab die Kernfrage: wie ist ein gegebenes Angebot *wirtschaftlich* auf Direkt- und Überlaufleitungen aufzuteilen [2]? Die Kostenrechnung, die über diese Aufteilung entscheidet, muss sowohl die *unterschiedlichen Kosten* der beiden Wege als auch die *mittlere Belastung* der Überlaufleitungen (entsprechend der Grösse dieser Leitungsbündel) berücksichtigen. Der Verkehr soll erst dann auf Überlaufleitungen geführt werden, wenn beim Einsetzen von weiteren Direktleitungen deren Belastung so gering wird, dass die Benutzung der Überlaufleitungen trotz der höheren Kosten je Leitung wirtschaftlich ist.

4.2 Das Kostenverhältnis oder der Kostenfaktor p

$$p = \frac{\text{Kosten der Überlaufleitungen}}{\text{Kosten einer Direktleitung}}$$

Bei sogenannter gestreckter Linienführung (das heisst Direktleitung und Überlaufleitungen benützen annähernd den gleichen Weg) ergeben die Berechnungen für unsere Verhältnisse einen durchschnittlichen Kostenfaktor $p = 1,8$ (siehe späteres Beispiel Thun – Lausanne). Bei «Umgang-Linienführung», das heisst die Überlaufleitungen benützen einen wesentlich längeren Weg als die Direktleitung, erhöht sich der Kostenfaktor. Wir rechnen in solchen Fällen mit $p = 2,5$ (Neuenburg–Yverdon über Bern).

4.3 Mittlere Belastung α einer Überlaufleitung

Es kann nachgewiesen werden, dass bei einem Leitungsbündel mit mehr als 12 Erlang *Zufallsverkehr* ($k = 30$, $B = 1\%$) für je ein Erlang Mehr- oder Minderverkehr, sich ein Mehr- oder Minderbedarf von 1,2 Leitungen ergibt, was einer mittleren Belastung von 0,83 Erlang je Leitung entspricht. Somit können bei *genügend grossen Bündeln* Angebotsveränderungen einfach in Leitungsbedarfsveränderungen umgerechnet werden.

Es ist naheliegend, ein ähnliches, vereinfachtes Verfahren auch bei der Berechnung der Leitungsbedürfnisse für *Überlaufverkehr* anstelle des sehr zeitraubenden Streuwertverfahrens anzuwenden.

Wie Berechnungsbeispiele zeigen, kann die Tatsache, dass sich der Überlaufverkehr nicht wie der Zufallsverkehr verhält, in der Weise berücksichtigt werden, dass statt wie bei Zufallsverkehr 1 Erlang \triangleq 1,2 Leitungen, die Beziehung für Überlaufverkehr in 1 Erlang \triangleq 1,44 Leitungen geändert

Nous pouvons constater actuellement que la planification de 1960 se réalise conformément au programme. Ainsi, à fin 1970, 60% environ des nouveaux faisceaux directs prévus étaient en service.

4. Faisceaux à charge élevée avec débordement sur une deuxième voie d'acheminement

4.1 Généralités

Pour écouler aussi économiquement que possible le trafic entre deux centraux téléphoniques, de nombreux systèmes de commutation prévoient aujourd'hui déjà des *voies de débordement* à côté des *voies directes* (c'est-à-dire des faisceaux dits à charge élevée). Ces voies qui sont plus onéreuses que les voies directes n'absorbent que des occupations pour lesquelles il n'existe plus aucune possibilité de connexion sur la voie directe. Dans la sélection interurbaine nationale allemande, la «voie directe» («Direktweg») et la «voie de débordement» («Überlaufweg») sont aussi appelées «voie transversale» («Querweg») ou «voie à préfixe» («Kennzahlweg»).

Mais la question primordiale se pose: comment une offre donnée doit-elle être répartie *économiquement* entre les lignes directes et les lignes de débordement [2]? Le calcul des prix de revient qui décide de cette répartition doit tenir compte des *frais différentiels* des deux voies ainsi que de la *charge moyenne* des lignes de débordement (en fonction de la capacité de ces faisceaux de lignes). Le trafic ne s'écoulera sur les lignes de débordement que si la charge de lignes directes supplémentaires qui seraient mises en place est si faible que l'utilisation des lignes de débordement est économique, malgré les frais plus élevés par ligne.

4.2 Le rapport des frais ou le facteur des frais p

$$p = \frac{\text{frais des lignes de débordement}}{\text{frais d'une ligne directe}}$$

S'agissant d'une ligne rectiligne (c'est-à-dire que la ligne directe et les lignes de débordement empruntent approximativement la même voie), les calculs donnent pour nos conditions un facteur de frais moyen $p = 1,8$ (voir plus loin l'exemple Thoune–Lausanne). Dans le cas d'une «ligne de détournement», c'est-à-dire que les lignes de débordement utilisent une voie nettement plus longue que la ligne directe, le facteur de frais s'accroît. En pareils cas, nous calculons avec le facteur $p = 2,5$ (Neuchâtel–Yverdon par Berne).

4.3 Charge moyenne α d'une ligne de débordement

On peut prouver que, dans le cas d'un faisceau de lignes ayant plus de 12 erlangs de *trafic de pur hasard* ($k = 30$, $B = 1\%$), un supplément ou une réduction de 1,2 ligne est nécessaire par erlang de trafic en plus ou en moins, ce qui

wird. Hieraus ergibt sich für Überlaufverkehr eine mittlere Belastung je Leitung von $\alpha = 0,7$ (wenn als Grundlastverkehr bereits mindestens 12 Erlang vorhanden sind).

Bei einem Grundlastverkehr zwischen 5 und 12 Erlang kann mit einem $\alpha = 0,6$ und bei einem Grundlastverkehr von ≤ 5 Erlang müsste mit einem α von 0,5 gerechnet werden.

4.4 Die Leitungsberechnung

a) Direktleitungen

Sind nun das Angebot an ein Direktleitungsbündel, die mittlere Belastung der Überlaufleitungen und das Kostenverhältnis von Überlaufleitung zu Direktleitung für einen bestimmten Fall bekannt, so kann die Zahl der Direktleitungen und gleichzeitig der entsprechende Überlaufverkehr bestimmt werden (Tabelle I).

b) Überlaufleitungen

Die notwendigen Überlaufleitungen erhält man, indem der Überlaufverkehr durch 0,7 dividiert wird, sofern der Grundlastverkehr des Überlaufbündels bereits selbst mindestens 12 Erlang beträgt (20 Leitungen).

4.5 Schlussfolgerung

Die Einführung von Hochleistungsbündeln mit Überlaufmöglichkeit stand bereits bei der Planung 1960 zur Diskussion. Schon damals waren gewisse finanzielle Vorteile errechnet worden. Trotzdem wurde in der Folge entschieden, diese Methode nicht zur Anwendung zu bringen.

Massgebend für diesen Entscheid waren folgende Gründe:

- Nur bei einer kleinen Zahl aller Bündel wäre diese Variante wirtschaftlich
- Geringere Entlastung der Tandemämter
- Unübersichtlichkeit in der Verkehrsabwicklung und Verkehrsüberwachung
- Erschwerung bei der Störungseingrenzung und bei den Leitungsbedarfberechnungen

Demgegenüber kam die Arbeitsgruppe für die Planung 1968 zur Auffassung, diese Methode – unter Berücksichtigung bestimmter Prinzipien – wieder aufzugreifen.

Hiefür sprechen folgende Gründe (zum Teil erst in den Ausführungen im Abschnitt 5 erhärtet):

- Die Wirtschaftlichkeit ist voraussichtlich für eine weit grössere Zahl Bündel, als früher angenommen, gegeben
- Diese Methode rechtfertigt Direktleitungen schon für kleine Verkehrswerte, wodurch eine ganz besondere Entlastung der Tandemämter erreicht wird
- Neue Direktleitungsbündel können ohne ins Gewicht fallende Leitungsvermehrungen in den Ausgangsbeziehungsweise Eingangsämtern geschaffen werden

correspond à une charge moyenne de 0,83 erlang par ligne. Ainsi, lorsque les faisceaux sont suffisamment grands, les variations de l'offre se traduisent simplement par des modifications du nombre de lignes nécessaires.

Il est tout naturel d'appliquer une méthode simplifiée analogue aussi pour le calcul des lignes nécessaires au trafic de débordement au lieu de la méthode très longue du calcul de la valeur de dispersion.

Le fait que le trafic de débordement n'est pas assimilable au trafic de pur hasard peut, ainsi que le montrent les exemples de calculs, être pris en considération dans une mesure telle que la relation pour le trafic de débordement est convertie en 1 erlang \triangleq 1,44 ligne au lieu de 1 erlang \triangleq 1,2 ligne comme dans le cas du trafic de pur hasard. Il en résulte pour le trafic de débordement une charge moyenne par ligne de $\alpha = 0,7$ (sous réserve qu'il y ait déjà 12 erlangs au moins comme trafic de charge de base).

Pour un trafic de charge de base entre 5 et 12 erlangs, on peut compter avec $\alpha = 0,6$ et, pour un trafic de charge de base ≤ 5 erlangs, il faudrait compter avec $\alpha = 0,5$.

4.4 Le calcul des lignes

a) Lignes directes

Lorsque l'offre d'un faisceau de lignes directes, la charge moyenne des lignes de débordement et le rapport des frais entre la ligne de débordement et la ligne directe sont connus pour un cas déterminé, le nombre des lignes directes et simultanément le trafic de débordement correspondant peuvent être définis (tableau I).

b) Lignes de débordement

On obtient les lignes de débordement nécessaires en divisant le trafic de débordement par 0,7, en tant que le trafic de charge de base du faisceau de débordement se monte déjà lui-même à 12 erlangs au moins (20 lignes).

4.5 Conclusions

L'introduction de faisceaux à charge élevée avec possibilité de débordement avait déjà été discutée lors de la planification de 1960. A l'époque, certains avantages financiers avaient déjà été supputés et, malgré cela, il a été décidé par la suite de ne pas appliquer cette méthode.

Les motifs suivants ont déterminé cette décision:

- Cette variante ne serait économique que pour un petit nombre de faisceaux
- Soulagement minime des centraux tandems
- Imprécision dans l'écoulement et la surveillance du trafic
- Complication lors de la localisation des dérangements et des calculs des lignes nécessaires

Par contre, le groupe d'études chargé de la planification de 1968 a émis l'avis de reprendre cette méthode – compte

Tabelle 1. Direktleitungen und Überlaufverkehr für k = 30, nach SEL-Projektierungsunterlagen für Vermittlungssysteme [2]

Tableau 1. Lignes directes et trafic de débordement pour k = 30, selon documents SEL pour l'établissement des projets de systèmes de commutation [2]

$\alpha = 0,6$	$p = 1,54$	$p = 1,71$	$p = 2,14$	$\alpha = 0,6$	$p = 1,54$	$p = 1,71$	$p = 2,14$						
$\alpha = 0,7$	$p = 1,80$	$p = 2,00$	$p = 2,50$	$\alpha = 0,7$	$p = 1,80$	$p = 2,00$	$p = 2,50$						
A_0	N	A_1	N	A_1	N	A_1	N	A_1					
1,0	1	0,50	1	0,50	2	0,20	7,5	9	1,11	10	0,75	10	0,75
1,2	1	0,65	2	0,30	2	0,30	8,0	10	0,97	10	0,97	11	0,65
1,4	2	0,41	2	0,41	2	0,41	8,5	10	1,23	11	0,85	12	0,56
1,6	2	0,53	2	0,53	3	0,24	9,0	11	1,09	11	1,09	12	0,75
1,8	2	0,66	2	0,66	3	0,32	9,5	11	1,35	12	0,96	13	0,65
2,0	2	0,80	3	0,42	3	0,42	10	12	1,20	13	0,84	13	0,84
2,2	3	0,53	3	0,53	3	0,53	11	13	1,30	14	0,94	15	0,65
2,4	3	0,64	3	0,64	4	0,33	12	14	1,41	15	1,03	16	0,72
2,6	3	0,77	3	0,77	4	0,42	13	15	1,51	16	1,12	17	0,80
2,8	3	0,90	4	0,51	4	0,51	14	17	1,21	17	1,21	18	0,88
3,0	4	0,62	4	0,62	5	0,33	15	18	1,29	18	1,29	19	0,96
3,2	4	0,73	4	0,73	5	0,41	16	19	1,38	19	1,38	21	0,75
3,4	4	0,85	5	0,49	5	0,49	17	20	1,46	21	1,10	22	0,81
3,6	4	0,97	5	0,59	5	0,59	18	21	1,54	22	1,18	23	0,88
3,8	5	0,69	5	0,69	6	0,39	19	22	1,62	23	1,25	24	0,94
4,0	5	0,80	5	0,80	6	0,47	20	23	1,70	24	1,32	15	1,00
4,2	5	0,91	6	0,55	6	0,55	21	24	1,78	25	1,39	26	1,07
4,4	5	1,03	6	0,65	6	0,65	22	25	1,85	26	1,46	27	1,13
4,6	6	0,74	6	0,74	7	0,44	23	27	1,53	27	1,53	29	0,91
4,8	6	0,85	6	0,85	7	0,52	24	28	1,60	28	1,60	30	0,96
5,0	6	0,96	7	0,60	7	0,60	25	29	1,67	30	1,32	31	1,03
5,5	7	0,84	7	0,84	8	0,52	26	30	1,73	30	1,73	32	1,09
6,0	7	1,11	8	0,73	9	0,45	27	31	1,81	31	1,81	33	1,16
6,5	8	0,98	8	0,98	9	0,64	28	32	1,89	33	1,54	34	1,23
7,0	9	0,85	9	0,85	10	0,55	29	33	1,97	34	1,61	35	1,30

A_0 = Verkehrsangebot – Offre de trafic

A_1 = Überlaufverkehr – Trafic de débordement

α = mittlere Belastung einer Überlaufleitung – Charge moyenne d'une ligne de débordement

p = Kostenverhältnis – Rapport des frais

N = Anzahl Direktleitungen – Nombre de lignes directes

- Mit den heute zur Verfügung stehenden Unterlagen ist eine entsprechende Leitungsbedarfberechnung ohne grosse Erschwernisse möglich
- Die Leitungsvermehrungen bei den Direktleitungsbündeln mit Überlaufmöglichkeit könnten in grösseren Zeitintervallen vorgenommen werden (zum Beispiel entsprechend den Kapazitäten der Trägersysteme)
- Die eigentliche Verkehrsüberwachung könnte sich auf eine reduzierte Anzahl von Leitungsbündeln beschränken (das heisst Bündel mit Überlaufverkehr und Bündel ohne Überlaufmöglichkeit)
- Die in zentralisierten Einheiten enthaltene «Überlaufintelligenz» würde bei Kabel- und Transitzentralenstörungen bedeutende Vorteile bieten, indem allenfalls sehr rasch Verkehr zusätzlich umgeleitet werden kann

tenu de certains principes – en invoquant les motifs suivants (en partie rendus plus rigoureux uniquement dans les explications du chiffre 5):

- L'économie est probablement réalisée par un nombre nettement plus grand de faisceaux que cela n'avait été admis antérieurement
- Cette méthode justifie des lignes directes déjà pour de petites valeurs du trafic, ce qui décharge les centraux tandems de façon toute particulière
- De nouveaux faisceaux de lignes directes peuvent être créés dans les centraux de sortie ou d'entrée sans augmentations importantes de lignes
- Les documents actuellement à disposition permettent de calculer les lignes nécessaires de façon adéquate sans grandes difficultés

- Ausgleichsmöglichkeiten zwischen Leitungsbündeln mit verschiedener zeitlicher Lage der Hauptverkehrsstunde
- Die Erfahrungen mit den bereits vorhandenen Möglichkeiten eines zweiten Leitwegs in Basel, Genf und Zürich bestätigen die Vorteile dieser Methode

5. Die Planung 1968

In den letzten Jahren zeigte sich, besonders bei der Erstellung von Raumplanungsunterlagen auf lange Sicht, immer mehr ein Bedürfnis nach einer über das Jahr 1980 hinausreichenden Planung des Fernleitungsnetzes. 1966 wurde erneut eine Arbeitsgruppe beauftragt, diesbezüglich Studien vorzunehmen und neue Vorschläge über die Gestaltung des Fernnetzes bis zum Jahre 1990 auszuarbeiten.

5.1 Voraussetzungen und Grundsätze für die neue Studie

- Als Ausgangslage dient die im Jahre 1960 festgelegte Gestaltung des Fernnetzes bis zum Jahre 1980
- Als Grundlage für die neuen Verkehrsprognosen wird die Tabelle Tfg 2 - 80.815 «Verkehr von Netzgruppe zu Netzgruppe, Hauptverkehrsstunde im Jahre 1965» verwendet
- Vergleichsberechnungen sollen für das Jahr 1980 erstellt werden, damit die neuen Vorschläge mit der bisherigen Planung verglichen werden können
- Die Netzplanung ist bis zum Jahre 1990 auszudehnen. Es sind auch neuartige, unkonventionelle Lösungen zu studieren. Die Möglichkeiten der modernen Vermittlungstechnik sind mit einzubeziehen, indem beispielsweise besonders die Vor- und Nachteile eines Überlaufverfahrens (Direktleitungen mit Überlaufmöglichkeit auf einen 2. Leitweg) neuerdings überprüft werden sollen.

5.2 Varianten

Folgende vier Varianten werden für die Vergleichsberechnungen für das Jahr 1980 in Betracht gezogen (Fig. 1).

Variante 0: Netzgestaltung und Instradierung gemäss Planung 1960.

Variante 1: Neue Netzgestaltung durch die Bildung *weiterer direkter Leitungsbündel* und entsprechend angepasster Instradierung, unter Einhaltung der Grundsätze gemäss Planung 1960.

Variante 2: Wie Variante 1, jedoch mit Einbezug von sogenannten Hochleistungsbündeln mit einer Überlaufmöglichkeit auf einen zweiten Leitweg.

Variante «3 TA»: Netzgestaltung und Überlaufmöglichkeit ähnlich Variante 2, jedoch mit einer Konzentration des gesamten Tandemverkehrs auf 3 Tandemämter (Bern, Luzern und Zürich).

- Le nombre de lignes des faisceaux directs avec possibilité de débordement pourrait être augmenté à de plus grands intervalles (par exemple en fonction de la capacité des systèmes à courants porteurs)
- La surveillance proprement dite du trafic pourrait se limiter à un nombre réduit de faisceaux de lignes (par exemple aux faisceaux avec trafic de débordement et à ceux qui n'ont pas de possibilité de débordement)
- La «mémoire de débordement», contenue dans les unités centralisées, offrirait des avantages importants lors des dérangements de câbles et de centraux de transit, du trafic supplémentaire pouvant, le cas échéant, être détourné très rapidement
- Possibilités de compensation entre des faisceaux de lignes à régime horaire différent de l'heure chargée
- Les expériences faites avec les possibilités déjà offertes d'une deuxième voie d'acheminement à Bâle, Genève et Zurich confirment les avantages de cette méthode

5. La planification de 1968

Ces dernières années, il s'est révélé que, en particulier lors de l'établissement des documents de planification des locaux à long terme, une planification du réseau des lignes interurbaines allant au delà de 1980 devenait de plus en plus nécessaire. En 1966, un groupe de travail a été derechef chargé d'entreprendre les études y relatives et d'élaborer de nouvelles propositions concernant la structure du réseau interurbain jusqu'en 1990.

5.1 Conditions et principes pour les nouvelles études

- La situation initiale est donnée par la structure du réseau interurbain fixée en 1960 et valable jusqu'en 1980
- Le tableau Tfg 2-80.815 «Trafic entre groupes de réseaux, heure chargée en 1965» sert de base aux nouvelles prévisions du trafic
- Les calculs comparatifs doivent être établis pour 1980, pour que les nouvelles propositions puissent être comparées avec la planification actuelle
- La planification du réseau sera élaborée jusqu'en 1990. Il convient aussi d'étudier des solutions révolutionnaires non conventionnelles. Les possibilités de la technique de commutation moderne y seront incluses, par exemple les avantages et inconvénients d'un procédé de débordement (lignes directes avec possibilité de débordement sur une deuxième voie d'acheminement) devant à nouveau être spécialement examinés

5.2 Variantes

Les quatre variantes suivantes ont été retenues pour les calculs comparatifs pour 1980 (fig. 1).

Variante 0: Structure du réseau et acheminement selon le plan de 1960.

5.3 Berechnungsgrundlagen

Als voraussichtlicher Verkehrszuwachs wird angenommen für

- 1966...1980: 6%
- 1981...1990: 4%

dies ergibt einen Gesamtverkehr (an der Quelle) für

- 1965: etwa 10 110 Erlang
- 1980: etwa 24 240 Erlang
- 1990: etwa 36 000 Erlang

Jährliche Kosten

a) Zentralen-ausrüstungen

12,5% der Anschaffungskosten, das heisst 9% Kapitalwiedergewinnungsfaktor (bei einer Lebensdauer von 15 Jahren) und 3,5% für Unterhalt.

b) Linien-ausrüstungen (Endausrüstungen)

11,5% der Anschaffungskosten, das heisst 9% (15 Jahre) + 2,5%.

c) Kabelanlagen (Weg)

5,9% der Anschaffungskosten, das heisst 5,6% (33 Jahre) + 0,3%.

Kostenelemente (Jahreskosten):

Zentralen (alle Systeme) je Leitung	Fr. 712.—
Linien-ausrüstung je Leitung	Fr. 1064.—
Kabelanlage (Weg) je Kilometer Leitung	Fr. 4.15

Für die Mehrleitwegmöglichkeit in den Zentralen werden keine Kosten eingesetzt, da diese entweder schon vorhanden ist (Basel, Genf und Zürich) oder nur in neuen Zentralen-systemen eingeführt würde.

5.4 Grundsätzliche Untersuchung

Es galt vorerst folgende zwei Fragen zu beantworten:

- a) Bietet allenfalls doch für die Zukunft ein System mit mehreren Leitwegmöglichkeiten gegenüber dem bisherigen System der einfachen Leitwege wirtschaftliche und betriebliche Vorteile?
- b) Ab welchem Verkehrsangebot ist zwischen zwei automatischen Fernämtern ein direktes Leitungsbündel gerechtfertigt?

zu Frage a)

Die Beantwortung wird auf Grund eines «Modellfalles» versucht. Es werden vom Fernendamt Thun aus Verkehrsbeziehungen in Betracht gezogen, die im Jahre 1980 voraussichtlich einen Verkehr von mindestens 6 Erlang erreichen werden, jedoch gemäss Programm 1960 nicht direkt instradiert sind (Beispiel Fig. 1). In der Berechnung werden nur jene Anlageteile berücksichtigt, die sich in den Varianten unterschiedlich auswirken.

Variante 1: Nouvelle structure du réseau résultant de la constitution de nouveaux faisceaux de lignes directs et de l'adaptation adéquate de l'acheminement, les principes de la planification de 1960 étant maintenus.

Variante 2: Comme la variante 1, mais avec adjonction de faisceaux dits à charge élevée offrant une possibilité de débordement sur une deuxième voie d'acheminement.

Variante «3TA»: Structure du réseau et possibilité de débordement analogues à la variante 2, mais avec une concentration de tout le trafic tandem sur 3 centraux tandems (Berne, Lucerne et Zurich).

5.3 Bases de calculs

On admet une augmentation de trafic probable de

- 6% pour 1966...1980
- 4% pour 1981...1990

ce qui donne un trafic global (à la source) de

- 10 110 erlangs environ pour 1965
- 24 240 erlangs environ pour 1980
- 36 000 erlangs environ pour 1990

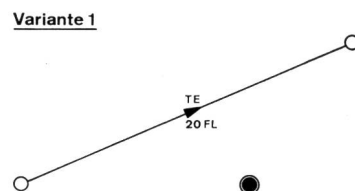
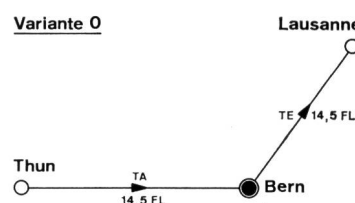
Frais annuels

a) Equipements de centraux

12,5% des frais d'acquisition, c'est-à-dire 9% du facteur de rentabilité du capital (pour une durée de vie de 15 ans) et 3,5% pour l'entretien.

$\alpha = 0,83$ (für Zufallsverkehr) Variante 0
(pour trafic de pur hasard)

$$FL = \frac{A}{\alpha} = \frac{12}{0,83} = 14,5$$



$p = 1,8$ $\alpha = 0,7$
(für Überlaufverkehr)
(pour trafic de débordement)

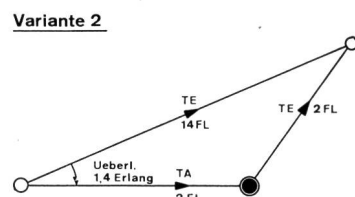


Fig. 1

Beispiel für die Abwicklung des Verkehrs Thun-Lausanne, Verkehrsangebot A = 12 Erlang im Jahre 1980

Exemple d'écoulement du trafic Thoune-Lausanne, offre de trafic A = 12 erlangs en 1980

Jahreskosten / Frais annuels
Tsd. Fr. / en milliers de francs

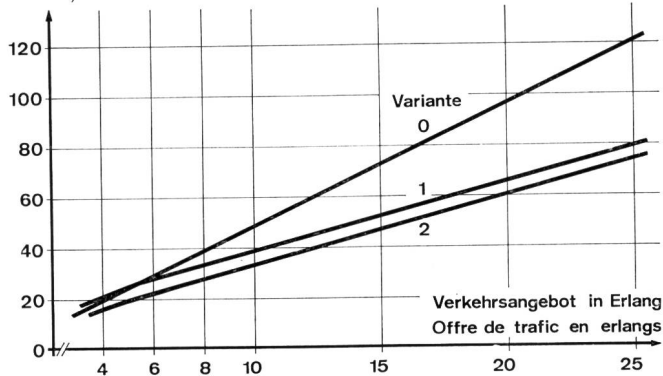


Fig. 2

Minderkosten / Réduction des frais

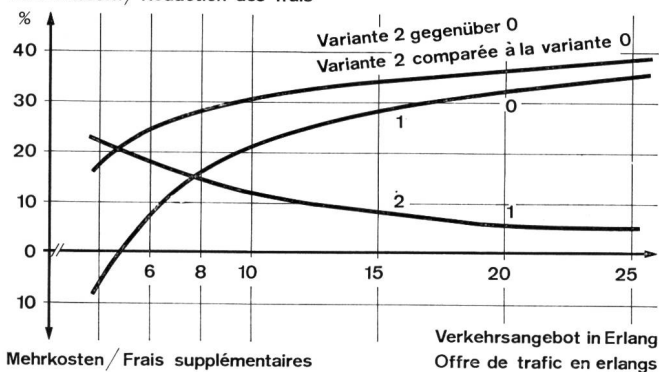


Fig. 3

Fig. 2 und 3

Jahreskosten (2) beziehungsweise Minder- oder Mehrkosten (3) eines Fernleitungsbündels für verschiedene Varianten der Verkehrsabwicklung. Kostenfaktor $p = 1,8$
Beispiel: Thun-(Bern)-Lausanne (Fig. 1)

Fig. 2 et 3

Frais annuels (2), respectivement frais en moins ou en plus d'un faisceau de lignes interurbaines pour différentes variantes d'écoulement du trafic. Facteur de frais $p = 1,8$
Exemple: Thoune-(Berne)-Lausanne (fig. 1)

Ergebnis der Berechnungen (Jahreskosten):

Variante 0: Fr. 510 400.—

Variante 1: Fr. 435 700.— (— 15% gegenüber Variante 0)

Variante 2: Fr. 384 900.— (— 25% gegenüber Variante 0)

zu Frage b)

Anhand von zwei unterschiedlichen Beispielen werden die Kosten der Varianten 0, 1 und 2 für verschiedene Verkehrswerte berechnet.

Beispiel 1: Kostenfaktor $p = 1,8$ (Thun-Lausanne)

Beispiel 2: Kostenfaktor $p = 2,5$ (Yverdon-Neuenburg)

Die Resultate sind aus den Figuren 2 bis 5 ersichtlich.

b) Equipements de lignes (équipements terminaux)

11,5% des frais d'acquisition, c'est-à-dire 9% (15 ans) + 2,5%.

c) Installations de câbles (voie)

5,9% des frais d'acquisition, c'est-à-dire 5,6% (33 ans) + 0,3%.

Eléments de frais (frais annuels):

Centraux (tous les systèmes) par ligne Fr. 712.—

Equipement de ligne par ligne Fr. 1064.—

Installation de câble (voie) par kilomètre de ligne Fr. 4.15

Les frais ne sont pas inclus pour la possibilité de voies d'acheminement supplémentaires dans les centraux, étant donné qu'elle existe déjà (Bâle, Genève et Zurich) ou qu'elle ne serait instaurée que dans de nouveaux systèmes de centraux.

5.4 Analyse fondamentale

Il s'est agi avant tout de répondre aux deux questions suivantes:

- Un système comptant plusieurs possibilités de voies d'acheminement offre-t-il le cas échéant, pour l'avenir, des avantages économiques et d'exploitation par rapport au système actuel des voies d'acheminement simples?
- A partir de quelle offre de trafic un faisceau de lignes direct est-il justifié entre deux centraux interurbains automatiques?

ad question a)

On tente de répondre à cette question en se fondant sur un «cas type». On considère les relations de trafic au départ du central terminus interurbain de Thoune, qui atteindront en 1980 probablement un trafic d'au moins 6 erlangs mais qui ne sont pas acheminées directement selon le programme de 1960 (exemple de la figure 1). Dans le calcul ne sont prises en considération que les parties d'installations qui se répercutent de façon différente sur les variantes.

Résultat des calculs (frais annuels):

Variante 0: Fr. 510 400.—

Variante 1: Fr. 435 700.— (— 15% par rapport à la variante 0)

Variante 2: Fr. 384 900.— (— 25% par rapport à la variante 0)

ad question b)

En se fondant sur deux exemples différents, on calcule les frais des variantes 0, 1 et 2 pour diverses valeurs de trafic.

Exemple 1: facteur de frais $p = 1,8$ (Thoune-Lausanne)

Exemple 2: facteur de frais $p = 2,5$ (Yverdon-Neuchâtel)

Les résultats sont illustrés par les figures 2 à 5.

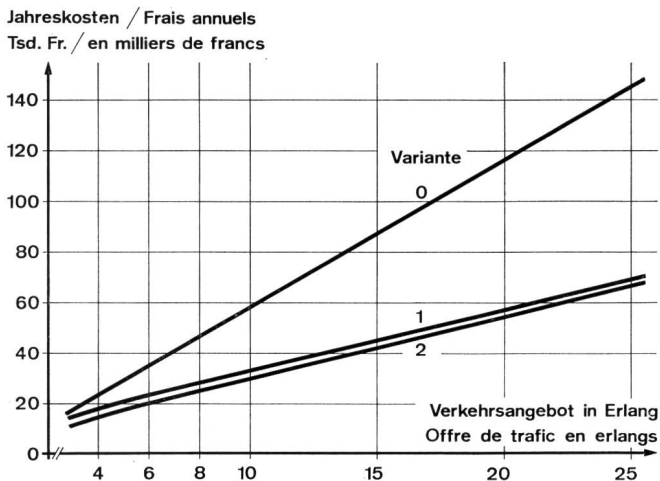


Fig. 4

Fig. 4 und 5

Jahreskosten (4) beziehungsweise Minderkosten (5) für verschiedene Varianten der Verkehrsabwicklung. Kostenfaktor $p = 2,5$
 Beispiel: Neuenburg-(Bern)-Yverdon

Folgerungen aus den Rechnungsbeispielen

- Die wirtschaftlichen Vorteile der Varianten 1 und 2 gegenüber 0 sind offensichtlich
- Bei verhältnismässig kleinen Verkehrsmengen ist auch Variante 2 gegenüber 1 wesentlich günstiger
- Bei grossen Verkehrsmengen sind die Kostenersparnisse der Variante 2 gegenüber 1 nur noch gering

Hieraus lassen sich folgende Grundsätze ableiten:

- Neue direkte Bündel werden vorgesehen von 4 Erlang an je Verkehrsbeziehung (Summe Eingang und Ausgang mindestens 8 Erlang)
- Leitungsbündel mit reinem TE 1-Verkehr werden als Hochleistungsbündel mit Überlaufmöglichkeit auf einen zweiten Leitweg betrieben. Die Überlaufmöglichkeit wird theoretisch nicht mehr berücksichtigt für Verkehr über 20 Erlang bei verhältnismässig kleinem Kostenfaktor ($p = \text{ca. } 1,8$) und für Verkehr über 10 Erlang bei grossem Kostenfaktor ($p = \text{gegen } 2,5$)
- Ein neues TE-Bündel kann auch mit TA-Verkehr ergänzt werden, wenn dieser selbst mindestens 4 Erlang beträgt.

5.5 Ergebnis der gesamtschweizerischen Berechnungen

Instradierung für Variante 1 und 2 gemäss Tfg 2 - 80.873.3.

Die Kosten der verschiedenen Varianten sind aus Tabelle II ersichtlich.

Aus der Kostenzusammenstellung ergibt sich, dass die Jahreskosten zu etwa 33% auf die Automaten-ausrüstungen, zu etwa 49% auf die Linien-ausrüstungen (Endausrüstungen)

Conclusions tirées des exemples de calculs

- Les avantages économiques des variantes 1 et 2 par rapport à la variante 0 sont évidents
- Pour des quantités de trafic relativement faibles, la variante 2 est nettement plus favorable que la variante 1
- S'agissant d'importantes quantités de trafic, les économies de frais de la variante 2 par rapport à la variante 1 ne sont que minimales

Les principes suivants découlent de ce qui précède:

- De nouveaux faisceaux directs seront prévus à partir de 4 erlangs par relation de trafic (somme entrée et sortie au moins 8 erlangs)
- Des faisceaux de lignes écoulant du trafic TE 1 pur seront exploités comme faisceaux à charge élevée avec possibilité de débordement sur une deuxième voie d'acheminement. La possibilité de débordement n'est théoriquement plus prise en considération pour du trafic de plus de 20 erlangs au facteur de frais relativement faible ($p = \text{envion } 1,8$) et pour du trafic de plus de 10 erlangs au facteur de frais important ($p = \text{approximativement } 2,5$)
- Un nouveau faisceau TE peut aussi être complété par du trafic TA, lorsqu'il atteint lui-même au moins 4 erlangs

5.5 Résultat des calculs pour l'ensemble de la Suisse

Acheminement pour les variantes 1 et 2 selon Tfg 2 - 80.873.3.

Les frais des différentes variantes figurent sur le tableau II.

La récapitulation montre que les frais annuels se répartissent ainsi qu'il suit: environ 33% sur les équipements de centraux automatiques, environ 49% sur les équipements de lignes (équipements terminaux) et environ 18% sur les installations de câbles et les amplificateurs intermédiaires

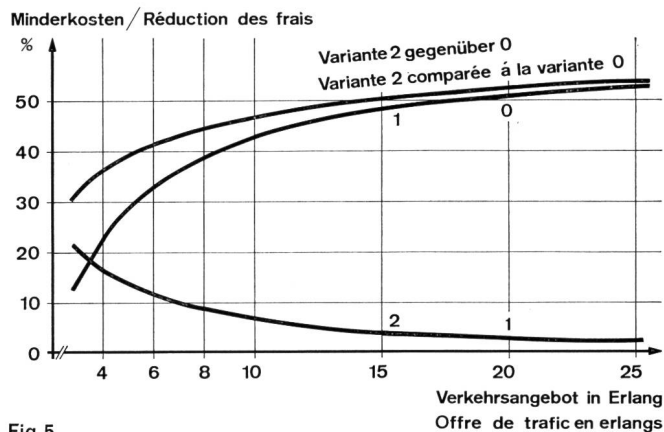


Fig. 5

Fig. 4 et 5

Frais annuels (4), respectivement frais en moins (5) pour différentes variantes d'écoulement du trafic. Facteur de frais $p = 2,5$
 Exemple: Neuchâtel-(Berne)-Yverdon

und zu etwa 18% auf die Kabelanlagen und Zwischenverstärker (Weg) fallen. Varianten, bei denen an Leitungen gespart werden kann, fallen günstig aus. Die Leitungslängen dagegen üben nur einen untergeordneten Einfluss aus.

Theoretisch ist die Variante «3TA» am vorteilhaftesten. In den wegfallenden Tandemämtern werden jedoch über das Jahr 1980 hinaus betriebsfähige Anlagen vorhanden sein. Selbstverständlich kann die Ausserbetriebsetzung solcher Anlagen nicht zu stark forciert werden.

Als ebenfalls sehr wirtschaftlich erweist sich Variante 2, ergibt sich doch aus ihr eine jährliche Kostenersparnis von etwa 5,8 Mio Franken.

5.6 Wichtige Merkmale der Variante 2 im Jahre 1980

Verkehr an der Quelle total	24 242 Erlang	100%
davon		
Direktverkehr	21 663 Erlang	89,4%
Transitverkehr über 1 Tandemamt	1 915 Erlang	7,8%
Transitverkehr über 2 Tandemämter	130 Erlang	0,6%
Überlauf-Transitverkehr	533 Erlang	2,2%

Leitungsbündel

Total	894
davon Bündel mit Überlaufmöglichkeit	459
Vermehrung der Bündel gegenüber Variante 0	420

Transitverkehr in Erlang in den Tandemämtern gemäss Tabelle III

5.7 Künftige Fernnetzgestaltung

Entsprechend den Ergebnissen der neuen Studie ist folgendes weitere Vorgehen beschlossen worden:

(voie). Les variantes permettant de faire des économies de lignes sont favorables. Les longueurs des lignes, par contre, n'ont qu'une influence secondaire.

Théoriquement, la variante «3 TA» est la plus avantageuse. Mais des installations à même de fonctionner existeront au delà de 1980 dans les centraux tandems supprimés. Il va de soi que ces installations ne peuvent être mise hors service à un rythme accéléré.

La variante 2 se révèle être également très économique, car elle permet de réaliser une économie de frais annuelle de quelque 5,8 millions de francs.

5.6 Caractéristiques importantes de la variante 2 en 1980

Trafic total à la source	24 242 erlangs	100%
dont		
Trafic direct	21 663 erlangs	89,4%
Trafic de transit par 1 central tandem	1 915 erlangs	7,8%
Trafic de transit par 2 centraux tandems	130 erlangs	0,6%
Trafic de transit de débordement	533 erlangs	2,2%

Faisceaux de lignes

Total	894
dont faisceaux avec possibilité de débordement	459
Augmentation des faisceaux par rapport à la variante 0	420

Trafic de transit en erlangs dans les centraux tandems selon tableau III.

5.7 Structure future du réseau interurbain

Conformément aux résultats des nouvelles études, il a été décidé d'appliquer la méthode suivante:

- a) La connexion de nouveaux faisceaux de lignes interurbaines directs et l'acheminement du trafic selon la planification de 1960 (1^{re} à 3^e phase) doivent se poursuivre conformément au programme.

Tabelle II. Jahreskosten in Franken für die verschiedenen Varianten der Verkehrsabwicklung im Jahre 1980

Tableau II. Frais annuels en francs pour les différentes variantes de l'écoulement du trafic en 1980

Kostenort – Lieu des frais	Variante			
	0	1	2	«3 TA»
Zentrale – Central	27 964 000	26 444 000	25 721 000	25 466 000
Linienrüstung – Equipement de ligne	41 789 000	39 518 000	38 437 000	38 057 000
Kabel (Weg) – Câble (voie)	14 278 000	15 428 000	14 065 000	14 502 000
Total	84 031 000	81 390 000	78 223 000	78 025 000
Total Einsparung gegenüber Variante 0	—	2 641 000	5 808 000	6 006 000
Economie totale par rapport à la variante 0				
Zentrale – Central		–1 520 000	–2 243 000	–2 498 000
Linienrüstung – Equipement de ligne		–2 271 000	–3 352 000	–3 732 000
Kabel (Weg) – Câble (voie)		+1 150 000	– 213 000	+ 224 000

Tabelle III. Transitverkehr in Erlang in den Tandemämtern (internationaler Verkehr nur teilweise enthalten)

Tableau III. Trafic de transit en erlangs dans les centraux tandems (le trafic international n'y figure que partiellement)

Tandemamt	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1980, Varianten/Variantes			
											0	1	2	«3TA»
Central tandem											0	1	2	«3TA»
Lausanne	252	262	258	286	291	306	306	320	347	370	453	163	206	—
Sitten – Sion	40	43	44	39	39	46	48	38	38	44	39	—	—	—
Bern – Berne	825	844	911	972	960	893	871	900	903	990	1394	425	598	868
Biel – Bienne	16	18	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Luzern – Lucerne	309	330	365	378	416	475	507	572	594	647	985	610	701	628
Zürich – Zurich	529	533	580	626	686	738	786	742	763	788	902	618	786	1073
Winterthur – Winterthour	20	26	23	23	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Basel – Bâle	17	16	19	19	21	22	25	27	27	27	51	—	—	—
Olten	422	440	476	521	509	522	474	438	438	446	407	—	—	—
St. Gallen – St-Gall	123	142	169	175	188	202	215	263	291	319	458	190	217	—
Chur – Coire	289	279	294	349	329	343	354	388	407	433	759	169	200	—
Lugano	159	166	193	179	201	215	220	242	250	276	358	—	—	—
	3001	3099	3350	3567	3660	3762	3806	3930	4058	4340	5806	2175	2708	2569

- Die Schaltung neuer direkter Fernleitungs­bündel und die Uminstradierung gemäss Planung 1960 (1. bis 3. Phase) ist programm­gemäss weiterzuführen
- Aufgrund der Verkehrsprognosen für das Jahr 1980 sind über das Programm 1960 hinaus weitere direkte Fernleitungs­bündel zu schaffen
- Um die Ausnützung der TE 1-Bündel zwischen zwei beliebigen Fernbetriebsämtern zu erhöhen, ist die Möglichkeit eines zweiten Leitweges über ein Tandemamt im Überlaufverfahren einzuführen. Diese Technik ist in neuen Fernbetriebsämtern raschmöglichst zu verwirklichen
- Die Schaffung weiterer direkter Leitungs­bündel sowie die Einführung eines zweiten Leitweges gemäss b) und c) ist entsprechend der Instradierungstabelle Tfg 2 – 80.873.3 zum Teil gleichzeitig mit der Phase 3 der Planung 1960, zum Teil anschliessend als Phase 4 bis etwa 1985, zu verwirklichen. Dabei verlieren die nationalen Tandem­ämter Basel, Lugano, Olten und Sitten immer mehr an Bedeutung und werden schliesslich aufgehoben
- Über die allfällige Aufhebung der Tandemämter Chur, Lausanne und St. Gallen, und damit den Übergang auf die Variante «3TA», wird später entschieden. Für die Erstellung von Raumplanungsunterlagen für die Zeit nach 1990 kann jedoch Variante «3TA» gemäss Instradierungstabelle Tfg 2 – 80.874.3 angewendet werden.

Literatur

[1] Trachsel R. Der Ausbau des schweizerischen Fernleitungsnetzes 1968–1988. Techn. Mitt. PTT 1968, Nr. 2, S. 49 ff.
 [2] Standard Elektrik Lorenz AG. Projektierungsunterlagen für Vermittlungssysteme.

- D'après les prévisions en matière de trafic pour l'année 1980, il y a lieu de créer d'autres faisceaux de lignes interurbaines directs en plus de ceux que prévoit le programme de 1960.
- Pour accroître l'utilisation des faisceaux TE 1 entre deux centres d'exploitation interurbains quelconques, il est nécessaire d'introduire la possibilité de disposer d'une deuxième voie d'acheminement par un central tandem en méthode de débordement. Cette technique sera réalisée le plus rapidement possible dans les nouveaux centres d'exploitation interurbains.
- La création de nouveaux faisceaux de lignes directs ainsi que l'introduction d'une deuxième voie d'acheminement selon b) et c) doivent, conformément au tableau d'acheminement Tfg 2 – 80.873.3, être réalisées en partie simultanément à la phase 3 de la planification de 1960, en partie par la suite comme phase 4 jusqu'en 1985 environ. Cela étant, les centraux tandems nationaux de Bâle, Lugano, Olten et Sion perdront de plus en plus de leur importance et seront supprimés.
- Une décision sera prise ultérieurement au sujet de la suppression éventuelle des centraux tandems de Coire, Lausanne et St-Gall et, partant, du passage à la variante «3 TA». Pour l'établissement des documents de planification des locaux pour la période qui suivra 1990, la variante «3 TA» pourra toutefois être appliquée selon le tableau d'acheminement du trafic Tfg 2 – 80.874.3.

Bibliographie

[1] Trachsel R. L'extension du réseau téléphonique interurbain suisse de 1968 à 1988. Bulletin Technique PTT 1968, No 2, p. 49 ss.
 [2] Standard Elektrik Lorenz AG. Projektierungsunterlagen für Vermittlungssysteme.