

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: 51 (1973)

Heft: 10

Artikel: PCM-Fernleitungsnetz für Telephonie, Datenübertragung und Telex = Réseau interurbain MIC pour la téléphonie, la transmission de données et le télex

Autor: Buetkofer, Jean-Frédry

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875311>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 02.05.2026

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

Réseau interurbain MIC pour la téléphonie, la transmission de données et le télex

Jean-Frédy BUETIKOFER, Berne

621.376.56:621.394.3:621.394.614:621.395.741.037.37(494)

Zusammenfassung. Die Bedürfnisse an Datenübertragungen zwischen den grossen Städten werden untersucht und für das Jahr 1980 berechnet. Der Autor zeigt, dass die Deckung des Bedarfs mit der 12-MHz-FDM-Technik nicht gewährleistet ist. PCM-Systeme hingegen erlauben die wirtschaftliche Übertragung der Information in digitaler Form und zugleich die Bildung von Telephoniekanälen. Ein PCM-Fernleitungsnetz wird besprochen, das die wichtigsten Städte der Schweiz verbinden wird. Für die Übertragung der PCM-Signale, kommen DM-Kabel und Primärmultiplex-Systeme für HDB-3-Code zur Anwendung.

Résumé. L'auteur analyse les besoins en matière de transmission de données entre de grandes villes et en fait le calcul prospectif pour 1980. Il montre que les besoins ne pourront être couverts à l'aide de la technique FDM à 12 MHz. En revanche, les systèmes MIC permettent de transmettre l'information de manière économique sous forme numérique et en même temps de créer des voies téléphoniques. Il est question d'un réseau interurbain MIC dont le rôle sera de relier les principales villes de Suisse. Des câbles DM et des systèmes de multiplexage primaires à code HDB 3 seront utilisés.

Rete interurbana PCM per la telefonia, la trasmissione di dati e telex

Riassunto. Vengono analizzate e calcolate per l'anno 1980 le esigenze per la trasmissione di dati tra le grandi città. L'autore dimostra che mediante la tecnica a 12-MHz-FDM la copertura del fabbisogno non è garantita. Il sistema PCM, oltre alla trasmissione economica in forma digitale dei messaggi, permette anche la formazione di canali telefonici. Si discute quindi la creazione di una rete interurbana PCM che dovrà collegare tra di loro le città più importanti della Svizzera. Per la trasmissione di segnali PCM si utilizzano cavi DM e sistemi multiplex primari in codice HDB 3.

1. Allgemeines

Seit einigen Jahren werden in der Schweiz PCM-Multiplexsysteme für 30 Sprachkanäle eingesetzt, die auf der Basis des B-Code [1] arbeiten. Nachdem eine internationale Einigung erzielt werden konnte, sind jetzt Anlagen nach CEPT¹-Spezifikationen gebaut worden, deren Prototypen zum Teil bereits durch die Abteilung Forschung und Entwicklung der PTT untersucht worden sind. Es handelt sich ebenfalls um Multiplexsysteme für 30 Sprachkanäle, die aber den HDB-3-Code (High Density Bipolar Code mit höchstens drei aufeinanderfolgenden Nullen) und eine Bitfolgefrequenz von 2,048 Mbit/s verwenden. Die 30-Kanal-PCM-Systeme, auch Primärmultiplexsysteme genannt, eignen sich besonders für den Einsatz auf bestehenden Kabeln mit symmetrischen Aderpaaren. Da die Anwendung von PCM-Systemen bereits bei kleinen Streckenlängen wirtschaftlicher ist als der Bau eines neuen Kabels, wurden sie bisher ausschliesslich im Bezirksnetz eingesetzt.

Im Fernnetz wird der Leitungsbedarf für Telephonie, Daten und Telex nebst einigen metallischen Leitungen fast ausschliesslich mit Trägerfrequenzsystemen auf Kabel- und Richtstrahlanlagen gedeckt.

2. Übertragung von Daten und Telex mit analogen und digitalen Systemen

Auf analogen Systemen werden Daten mit Hilfe von Modems übermittelt. Ein Telephonkanal genügt, um folgende Datenströme zu übertragen:

- Telephonwählnetz: bis 600 bit/s gewährleistet
bis 1200 bit/s meistens möglich
- Mietleitungen: bis 1200 bit/s mit PTT-Modem gewährleistet
bis 2400 bit/s mit PTT-Modem meistens möglich
bis 9600 bit/s mit speziellen Modems

Mit einer Primärgruppe, das heisst mit 12 Telephoniekanälen, können 40,8 oder 48 kbit/s übertragen werden.

1. Généralités

Depuis quelques années, on utilise en Suisse des systèmes de multiplexage MIC (modulation par impulsion et codage) pour 30 canaux téléphoniques. Ces systèmes fonctionnent selon le principe du code B [1]. La normalisation des systèmes MIC à 30 canaux étant intervenue récemment sur le plan international, des installations conformes aux spécifications de la CEPT¹ sont actuellement fabriquées en Suisse. La division des recherches et du développement des PTT a déjà examiné certains prototypes. Il s'agit de systèmes de multiplexage pour 30 canaux qui utilisent le code HDB 3 (code bipolaire à haute densité avec séquence maximale de trois zéros) et un débit binaire brut de 2,048 Mbit/s. Ces systèmes, appelés également multiplexeurs primaires, permettent l'utilisation rationnelle des câbles à paires symétriques existants. L'utilisation de système MIC étant plus rationnelle sur de courtes distances que la pose de nouveaux câbles, ces équipements ont été engagés, jusqu'ici, uniquement dans le réseau rural.

Dans le réseau interurbain, les besoins en circuits pour la téléphonie, les données et le télex sont couverts, mis à part quelques lignes métalliques, presque uniquement par des systèmes à courants porteurs sur câbles et sur installations à faisceaux dirigés.

2. La transmission de données et du télex par des systèmes analogiques et digitaux

Sur les systèmes analogiques les données sont transmises en utilisant des modems. Un canal téléphonique suffit pour transmettre les flux de données suivants:

- réseau téléphonique commuté: jusqu'à 600 bit/s assurés
jusqu'à 1200 bit/s possible dans la plupart des cas
- lignes fixes: jusqu'à 1200 bit/s assurés avec modems PTT
jusqu'à 2400 bit/s possible dans la plupart

¹CEPT Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications

Digitale Systeme bieten eine viel grössere Datenkapazität, wenn die Daten direkt digital eingeschlauff beziehungsweise herausgelesen werden.

Ein Telephoniekanal wird durch einen Zeitschlitz eines PCM-Systems übertragen, wobei die Sprachinformation mit 8 kHz abgetastet und in einem Wort von 8 bit Länge codiert wird. Ein solcher PCM-Zeitschlitz bietet aber eine Datenkapazität von 64 kbit/s, wenn die Daten synchron mit dem PCM-System eingespielen werden. Diese 64 kbit/s können ohne Einschränkungen ausgenützt werden. Es ist aber ohne weiteres möglich, mit Hilfe der pulse-stuffing-Technik anfallende Daten von 48 kbit/s mit einem PCM-Zeitschlitz zu übertragen, auch wenn die Taktfrequenzen der Datensender und jene des PCM-Systems nicht synchron sind.

Der PCM-Zeitschlitz von 64 kbit/s kann aber auch in mehrere langsame Datenkanäle unterteilt werden.

Eine mögliche Art der Unterteilung des 64-kbit/s-PCM-Zeitschlitzes für Daten, deren Taktfrequenz nicht synchron mit der Taktfrequenz des PCM-Systems ist, ergibt:

- 1 Datenkanal zu 48 000 bit/s oder
- 7 Datenkanäle zu 2 400 bit/s oder
- 15 Datenkanäle zu 1 200 bit/s oder
- 30 Datenkanäle zu 600 bit/s oder
- 60 Datenkanäle zu 300 bit/s oder
- 60 Datenkanäle zu 200 bit/s oder
- 120 Datenkanäle zu 100 bit/s

Die isochrone Verzerrung beträgt bei den Datengeschwindigkeiten 2400, 1200, 600 und 300 bit/s 7,5% und bei den Datenkanälen zu 200 und 100 bit/s 5%. Eine gemischte Unterteilung eines PCM-Zeitschlitzes (zum Beispiel 60 Datenkanäle zu 100 bit/s und 15 zu 600 bit/s) ist ebenfalls möglich.

Mit dem gleichen Verfahren könnten auch Datenströme zu 9600 bit/s übertragen werden, wobei aber in einem PCM-Zeitschlitz nur zwei Datenkanäle zusammengefasst würden. Dazu ist allerdings zu bemerken, dass Modems für die Übertragung von 9600 bit/s auf analogen Trägerleitungen sehr teuer sind, und dass mit höherem Aufwand vier Datenkanäle zu 9600 bit/s in einem PCM-Zeitschlitz untergebracht werden könnten.

Zusammenfassend sei gesagt, dass die Ausnützung eines digitalen Telephoniekanals bei der Übertragung von asynchronen Datenkanälen von ≤ 1200 bit/s und von 48 kbit/s zehn- bis zwölfmal besser ist als jene eines analogen Kanals. Der Wert 12 gilt genau bei den Geschwindigkeiten 48 kbit/s (bei Trägersystemen: eine Primärgruppe) und 100 bit/s (Vergleich mit Wechselstromtelegraphiesystemen). Bei den Geschwindigkeiten 2400 und 9600 bit/s ist die Verbesserung geringer, doch könnten weitere Gewinne mit höherem Aufwand erzielt werden. Die besten Ergebnisse sind mit synchronen Daten erreichbar. So kann beispielsweise ein 64-kbit/s-PCM-Zeitschlitz

des cas avec modems PTT
jusqu'à 9600 bit/s avec modems spéciaux

Un groupe primaire, c'est-à-dire 12 canaux téléphoniques, peut transmettre 40,8 ou 48 kbit/s.

Les systèmes digitaux offrent une capacité de transmission de données bien plus grande, à condition que les données soient introduites et extraites directement dans la partie digitale.

Un canal téléphonique est transmis par un intervalle de temps d'un système MIC, la parole étant échantillonnée à 8 kHz et codée en un mot de huit bits. Cet intervalle de temps MIC offre une capacité de données de 64 kbit/s à condition que les données soient introduites en synchronisme avec le système MIC. Ces 64 kbit/s peuvent être utilisés sans restriction. La technique du bourrage permet toutefois de transmettre des données de 48 kbit/s dans un intervalle de temps MIC, même lorsque les horloges de l'émetteur de données et du système MIC ne sont pas synchrones.

L'intervalle de temps MIC de 64 kbit/s peut aussi être divisé en plusieurs canaux pour données lentes.

Une division possible de l'intervalle de temps MIC à 64 kbit/s pour des données dont l'horloge n'est pas synchronisée à celle du système MIC permet la création de

- 1 canal de données à 48 000 bit/s ou
- 7 canaux de données à 2 400 bit/s ou
- 15 canaux de données à 1 200 bit/s ou
- 30 canaux de données à 600 bit/s ou
- 60 canaux de données à 300 bit/s ou
- 60 canaux de données à 200 bit/s ou
- 120 canaux de données à 100 bit/s

La distorsion isochrone est de 7,5% pour les vitesses de transmission de 2400, 1200, 600 et 300 bit/s et de 5% pour les vitesses de 200 et 100 bit/s. L'utilisation mixte d'un intervalle de temps MIC (par exemple: 60 canaux de données à 100 bit/s et 15 à 600 bit/s) est aussi possible.

Le même procédé permettrait également la transmission de flux de données à 9600 bit/s en limitant à 2 le nombre des canaux de données dans un intervalle de temps MIC. Il est important de constater que les modems pour la transmission de 9600 bit/s sur des canaux à courants porteurs sont très onéreux, et qu'un procédé quelque peu plus complexe permettrait la transmission de 4 canaux de données à 9600 bit/s dans un intervalle de temps MIC.

On peut donc conclure qu'un canal téléphonique digital permet la transmission de 10 à 12 fois plus de données de ≤ 1200 bit/s et de 48 kbit/s qu'un canal analogique. La valeur de 12 vaut pour les vitesses de 48 kbit/s (dans le cas des systèmes à courants porteurs: un groupe primaire) et de 100 bit/s (comparaison avec les systèmes de télégraphie harmonique). L'efficacité du système digital est moindre aux vitesses de 2400 et de 9600 bit/s. Cependant, il serait pos-

- 5 Datenkanäle zu 9600 bit/s oder
- 20 Datenkanäle zu 2400 bit/s oder
- 80 Datenkanäle zu 600 bit/s oder
- 240 Datenkanäle zu 200 bit/s

übertragen.

Zur Frage synchrone oder asynchrone Daten ist folgendes zu sagen:

Künftige Datenetze werden für Geschwindigkeiten von ≥ 600 bit/s synchron arbeiten, gemäss den Erkenntnissen der Groupe mixte nouveaux réseaux de données (GMNRD) des CCITT². Eine synchrone Lösung bedingt aber ein nationales synchrones PCM-Netz, wie es beim System IFS-1 (Integriertes Fernmelde-System Nr. 1) für die Zukunft vorgesehen ist. Eine solche nationale Synchronisierung der PCM-Leitungen lässt sich nicht ohne weiteres in kurzer Zeit erreichen. Zudem muss ernsthaft bezweifelt werden, ob bereits vorhandene Datenteilnehmer ohne weiteres bereit wären, ihre Geräte mit dem vom PCM-Netz abgegebenen Takt zu synchronisieren. Will man aber bereits in einigen Jahren PCM-Systeme für die Datenübertragung ausnützen, so ist die Übertragung von Daten, die nicht mit dem PCM-Netz synchronisiert sind, nicht zu vermeiden.

Die Fehlerrate bei der Übertragung von Daten über Trägersysteme und koaxiale Kabel liegt in der Grössenordnung 10^{-4} ... 10^{-5} . Bei PCM-Systemen ist mit einer Fehlerrate von etwa 10^{-6} zu rechnen. Auch hier bieten digitale Systeme Vorteile, da weniger Information verlorenggeht und sich zudem häufige Wiederholungen erübrigen.

3. Übertragung der Daten bis zum Teilnehmer

Bei langsamem Datenfluss bis 9600 bit/s bietet die Übertragung der Daten zwischen Verstärkeramt und Teilnehmer kaum Schwierigkeiten, da bereits vorhandene Mittel eingesetzt werden können. Mit den schnellen Daten (48 kbit/s) hingegen stellen sich eher Probleme. Modems mit Primärgruppentechnik sind nicht unbedingt geeignet, da sie die Daten in der Frequenzlage der Primärgruppe (60...108 kHz) übertragen. Zweckmässiger ist es, mit Basisbandsignalen zu arbeiten, wobei darauf zu achten ist, dass das durch die verwendete Modulationsart erzeugte Frequenzspektrum nicht andere Dienste stört. Verschiedene Möglichkeiten zeichnen sich ab:

- Verwendung von Basisbandmodems, wie sie bereits von den PTT-Betrieben zugelassen sind. Der Einsatz solcher Modems und deren Anschaltung an die PCM-Systeme über die bestehende Datentrennstelle wird gegenwärtig untersucht.
- Verwendung eines geänderten Bipolarcodes
 - a) Im Fernmeldetechnischen Zentralamt der Deutschen Bundespost (FTZ) wurde ein Prototyp für CHDB-2-

² Comité consultatif international des téléphones et télégraphes

sible d'obtenir de meilleurs résultats avec des équipements un peu plus complexes.

Lorsque les données sont transmises en synchronisme avec le réseau MIC, les intervalles de temps peuvent être encore mieux utilisés. Un intervalle de temps MIC de 64 kbit/s peut alors transmettre:

- 5 canaux de données à 9 600 bit/s ou
- 20 canaux de données à 2 400 bit/s ou
- 80 canaux de données à 600 bit/s ou
- 240 canaux de données à 200 bit/s

La transmission des données selon le mode synchrone ou asynchrone appelle le commentaire suivant:

Les futurs réseaux de données travailleront pour les vitesses de ≥ 600 bit/s en mode synchrone (selon les travaux du groupe mixte «Nouveau réseau de données» du CCITT²). Le synchronisme ne pourra être obtenu que par l'établissement d'un réseau MIC national synchrone, comme il est prévu à l'avenir avec le système IFS-1 (Système de télécommunication intégré n° 1). La synchronisation des lignes MIC sur le plan national ne pourra être obtenue facilement dans un laps de temps limité. De plus, il est douteux que les utilisateurs actuels des réseaux de transmission de données acceptent sans autre de synchroniser leurs appareils avec le signal d'horloge du réseau MIC national.

Si l'on veut utiliser dans quelques années déjà les systèmes MIC pour la transmission de données, il ne sera guère possible d'éviter la transmission de données non synchronisées avec le réseau MIC.

Le *taux d'erreurs* de la transmission de données sur des systèmes à courants porteurs et câbles coaxiaux est de l'ordre de 10^{-4} ... 10^{-5} . Dans le cas de systèmes MIC, on peut compter avec un taux d'erreurs d'environ 10^{-6} . Là aussi, les systèmes digitaux sont avantageux, car il y a moins d'informations perdues, donc moins de répétitions des blocs.

3. Transmission des données jusqu'à l'abonné

La transmission des données lentes, jusqu'à 9600 bit/s, entre les équipements terminaux MIC du service des amplificateurs et l'abonné, ne pose guère de problèmes, car les moyens existants peuvent être utilisés. L'acheminement des données à grande vitesse (48 kbit/s), par contre, est plus délicat. Les modems utilisant la technique des groupes primaires ne sont pas adaptés, car ils transmettent les données dans la bande de fréquence du groupe primaire (60...108 kHz). Il est plus judicieux de travailler avec des signaux en bandes de base, tout en veillant à ce que le spectre des fréquences utilisées ne gêne pas d'autres services. Plusieurs possibilités peuvent être envisagées:

- Recours aux modems en bande de base déjà autorisés par les PTT. L'utilisation de ces modems et leur raccordement aux systèmes MIC est actuellement à l'étude.

Code entwickelt und im Versuchsbetrieb erfolgreich eingesetzt [2].

- b) Ein Vorschlag für eine digitale Teilnehmerleitung mit HDB-3-Code (*High Density Bipolar Code* – hochdichter Bipolarcode) wird bei den schweizerischen PTT-Betrieben untersucht. Es ist dabei zu beachten, dass dieser Vorschlag sich nicht nur mit der blossen Übertragung von Daten befasst, sondern insbesondere im Rahmen des Systems IFS-1 eingesetzt werden könnte.
- Verwendung gleichstromfreier oder gleichstromarmer Binärcode, wie der bei den schweizerischen PTT untersuchte D-Code. Auch dieser Vorschlag sieht mehr als die blossen Übertragung von Daten vor und wird für den Einsatz im Rahmen des Systems IFS-1 studiert.

4. Bedürfnisse der Datenübertragung

Die Abschätzung der Bedürfnisse der Datenübertragung in den Jahren 1980 und 1985 ist schwierig, da kaum sichere Angaben über die Entwicklung der Anzahl Datenteilnehmer und ihrer Bedürfnisse bestehen. Dies trifft besonders auf die Prognosen über schnelle Datenübertragung (48 kbit/s) zu. Man kann sich sogar vorstellen, dass einige Datenteilnehmer ganze PCM-Primärsysteme mit einer Bit-Folgefrequenz von 2,048 Mbit/s beanspruchen könnten.

Die PTT-Betriebe haben prospektive Studien über die Entwicklung der Bedürfnisse der Datenübertragung durchgeführt. Die folgenden Ausführungen stützen sich auf die in diesen Studien erarbeiteten Grundlagen.

Im Jahre 1980 rechnet man mit 10 000 Modems, die man (gemäss der *Tabelle I*) auf fünf Städte (Einzugsgebiete)

Tabelle I: Verteilung der angenommenen 10 000 Datenmodem im Jahre 1980 auf fünf Einzugsgebiete

Stadt	Anzahl Modems 1980	Total
Zürich	4500	
Genf	1700	
Basel	1200	
Lausanne	1400	
Bern	1200	

verteilen kann. Berücksichtigt man, dass ein Teil der Modems für Verbindungen im Bereich des gleichen Zentrums benutzt werden und weitere für solche im Bereich eines anderen Zentrums, so erhält man die Werte der *Tabelle II*. Die Zahlen der rechten Kolonne sind für die Berechnung der Anzahl Datenleitungen zwischen den fünf angenommenen Zentren massgebend. Ferner kann man folgende Aufteilung der Übertragungsgeschwindigkeit annehmen:

200 bit/s	50%
2 400 bit/s	35%
9 600 bit/s	12%
48 000 bit/s	3%

- Utilisation de codes bipolaires modifiés
 - a) Un prototype pour code CHDB 2 a été développé et essayé avec succès par les services techniques centraux (FTZ) de l'Administration des postes de la République fédérale d'Allemagne [2].
 - b) Une proposition pour une ligne d'abonnés digitale utilisant le code HDB 3 (*High Density Bipolar Code* – Code bipolare à haute densité) est actuellement étudiée par les PTT suisses. Il y a lieu cependant de mentionner que cette proposition ne se limite pas uniquement à la transmission de données, mais pourrait également être utilisée dans le cadre du système IFS-1.
- Utilisation d'un code binaire sans composante continue où avec une faible composante continue, comme le code D étudié par les PTT suisses. Cette proposition prévoit également d'autres services que la transmission de données; elle est à l'étude dans le cadre du système IFS-1.

4. Besoins en transmission de données

L'évaluation des besoins en transmission de données pour les années 1980 et 1985 est délicate, car on manque d'indications concrètes sur l'accroissement possible du nombre des utilisateurs de transmission de données et de leurs besoins. L'évaluation des transmissions de données à grande vitesse (48 kbit/s) est spécialement difficile. On peut même imaginer que quelques intéressés pourraient désirer utiliser des systèmes primaires MIC complets avec un débit binaire brut de 2,048 Mbit/s.

Les PTT ont effectué des études prospectives sur le développement des besoins de la transmission de données. Les évaluations qui suivent se basent sur les résultats de ces études.

En 1980, 10 000 modems sont à prévoir, que l'on peut répartir dans cinq villes ou régions desservies, selon le *tableau I*. Certains modems auront leur partenaire dans la

Tableau I. Répartition des 10 000 modems de données prévus en 1980 sur cinq régions

Ville	Total modems
Zurich	4500
Genève	1700
Bâle	1200
Lausanne	1400
Berne	1200

même région et d'autres dans la région d'un autre centre, ainsi que le montre le *tableau II*. Les chiffres de la colonne de droite du tableau II permettent le calcul du nombre de lignes de données entre les cinq centres pris en considération. De plus, on peut également admettre la répartition des vitesses de transmission de la façon suivante:

Tabelle II. Aufteilung des Verkehrs der Datenmodem im Jahre 1980

Stadt	Anzahl Modems 1980 mit Partner im Bereich des gleichen Zentrums	Anzahl Modems 1980 mit Partner im Bereich eines anderen Zentrums
Zürich	2025	2475
Genf	289	1411
Basel	144	1056
Lausanne	196	1204
Bern	144	1056

Somit lässt sich näherungsweise die gesamte Datenmenge berechnen, die 1980 zwischen den fünf Zentren fließen dürfte. Unter Berücksichtigung der einzelnen Datengeschwindigkeiten können die Anzahl Trägerkanäle berechnet werden, die bei ausschliesslicher Verwendung analoger Systeme zur Deckung dieser Informationsflüsse notwendig wären. Werden aber nur PCM-Systeme eingesetzt, so verringert sich die Zahl der notwendigen Telephoniekanäle, das heisst der 64-kbit/s-Zeitschlitz, wesentlich. Dies zeigt *Tabelle III*, die für asynchronen und synchronen Betrieb berechnet wurde.

Tabelle III. Datenverkehr im Jahre 1980 zwischen den fünf Einzugsgebieten und notwendige Mittel zur Befriedigung dieses Verkehrs mit FDM-(analoger) Technik und mit PCM-(digitaler) Technik

Strecke	Gesamter Datenfluss 1980	Tf-Kanäle in FDM-Technik 1980	Anzahl PCM-Zeitschlitz 1980 für asynchrones Netz	Anzahl PCM-Zeitschlitz 1980 für synchrones Netz
Zürich-Genf	2,71 Mbit/s	700	114	58
Zürich-Basel	1,90 Mbit/s	491	81	41
Zürich-Lausanne	2,22 Mbit/s	576	94	47
Zürich-Bern	1,90 Mbit/s	491	81	41
Genf-Basel	0,72 Mbit/s	185	31	16
Genf-Lausanne	0,84 Mbit/s	216	36	19
Genf-Bern	0,72 Mbit/s	185	31	16
Basel-Lausanne	0,59 Mbit/s	153	25	13
Basel-Bern	0,49 Mbit/s	128	22	12
Lausanne-Bern	0,59 Mbit/s	153	25	13
Total	12,68 Mbit/s	3278	540	276

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass 1980 mit einem ansehnlichen Datenfluss zu rechnen sein wird und dass die Einführung von PCM-Systemen zur Übertragung von Daten, wegen der besseren Ausnutzung der Telephoniekanäle bei digitalen Systemen, wesentliche Vorteile gegenüber Trägerfrequenzsystemen bietet. Der Gewinn an Telephoniekanälen ist bei asynchronen PCM-Systemen bereits beachtlich. Die Einführung eines synchronen PCM-Netzes würde eine noch bessere Ausnutzung der Kanäle erlauben. Ein synchrones Netz zieht aber bedeutende technische

Tableau II. Répartition du trafic des modems de données en 1980

Ville	Modems avec partenaire dans la même région	Modems avec partenaire dans une autre région
Zurich	2025	2475
Genève	289	1411
Bâle	144	1056
Lausanne	196	1204
Berne	144	1056

200 bit/s 50%
 2 400 bit/s 35%
 9 600 bit/s 12%
 48 000 bit/s 3%

Il est ainsi possible de calculer le flux de données total qui devrait être transmis en 1980 entre les cinq centres. Le nombre des canaux à courants porteurs nécessaires pour couvrir les besoins si l'on utilisait uniquement des systèmes analogiques peut être déterminé, compte tenu des différentes vitesses de transmission. En faisant appel à des systèmes MIC, le nombre des voies téléphoniques, c'est-à-dire des intervalles de temps à 64 kbit/s, diminue dans une large mesure, comme l'illustre le *tableau III*, établi pour la transmission asynchrone et synchrone des données.

Tableau III. Flux de données en 1980 entre les cinq régions et moyens nécessaires pour la transmission en utilisant la technique FDM (technique analogique) et la technique MIC (technique digitale)

Liaison	Flux de données total	Canaux Tf en technique FDM	Intervalles de temps MIC pour réseau asynchrone	Intervalles de temps MIC pour réseau synchrone
Zurich-Genève	2,71 Mbit/s	700	114	58
Zurich-Bâle	1,90 Mbit/s	491	81	41
Zurich-Lausanne	2,22 Mbit/s	576	94	47
Zurich-Berne	1,90 Mbit/s	491	81	41
Genève-Bâle	0,72 Mbit/s	185	31	16
Genève-Lausanne	0,84 Mbit/s	216	36	19
Genève-Berne	0,72 Mbit/s	185	31	16
Bâle-Lausanne	0,59 Mbit/s	153	25	13
Bâle-Berne	0,49 Mbit/s	128	22	12
Lausanne-Berne	0,59 Mbit/s	153	25	13
Total	12,68 Mbit/s	3278	540	276

Ce tableau indique qu'en 1980 il faudra compter avec un flux de données important, et que l'introduction des systèmes MIC présente des avantages indéniables, grâce à la meilleure utilisation des canaux téléphoniques pour la transmission de données par les systèmes digitaux que par les systèmes à courants porteurs. Le gain en canaux de téléphonie dans les systèmes MIC asynchrone est déjà re-

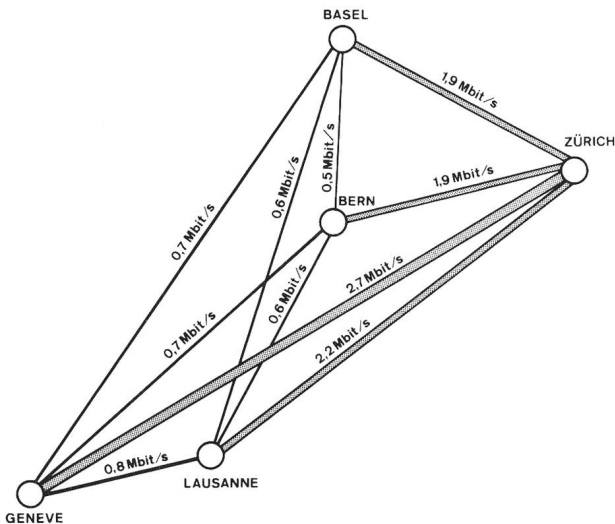


Fig. 1
Gesamter im Jahr 1980 erwarteter Datenfluss (einschliesslich schnelle Daten zu 48 kbit/s) zwischen den fünf Einzugsgebieten – Flux total des données prévu pour 1980 (y compris les données à grande vitesse de 48 kbit/s) entre les cinq régions

Schwierigkeiten mit sich, die eine schnelle Verwirklichung fraglich machen. Es scheint, dass sich ein synchrones PCM-Netz erst mit der Einführung des integrierten Fernmeldesystems IFS-1 erreichen lässt. Die in der Schweiz nach CEPT-Spezifikationen entwickelten PCM-Systeme sind so ausgelegt, dass ein späterer Anschluss an IFS-1 möglich sein wird.

Der gesamte Datenfluss zwischen den fünf angenommenen Zentren ist in *Figur 1* eingetragen. *Figur 2* zeigt den Datenfluss zwischen den Zentren, der der schnellen Übermittlung zu 48 kbit/s entspricht und die zu dessen Übertragung notwendigen Primärgruppen beziehungsweise PCM-Zeitschlitz.

Betrachtet man nun die geographische Lage der fünf Zentren, so kann man ein hypothetisches Datennetz aufstellen, das die fünf erwähnten Städte mit einem Minimum an Anlagen miteinander verbinden würde (*Fig. 3*). Diese *Figur* zeigt ebenfalls den gesamten Datenfluss, der über die einzelnen Teilstrecken des Netzes, gemäss der Prognose für das Jahr 1980, fliessen würde und die Zahl Trägerkanäle beziehungsweise PCM-Zeitschlitz, die zur Übertragung der errechneten Datenmenge notwendig sind, wobei für die Berechnung der Zahl der PCM-Zeitschlitz ein asynchrones PCM-Netz angenommen wurde. Die *Figur 4* zeigt die Datenflüsse für die schnelle Übermittlung zu 48 kbit/s allein und die Zahl der benötigten Primärgruppen oder PCM-Zeitschlitz für deren Übertragung.

marquable. L'établissement d'un réseau MIC synchrone permettrait une utilisation des canaux encore meilleure. La réalisation rapide d'un tel réseau est cependant aléatoire en raison des problèmes techniques encore à résoudre. Actuellement, il semble qu'un réseau MIC synchrone ne sera réalisable qu'avec l'introduction du système de télécommunication intégré IFS-1. Les systèmes MIC développés en Suisse, selon les spécifications de la CEPT, sont déjà prévus pour un raccordement ultérieur au système IFS-1.

La *figure 1* montre le flux total de données entre les cinq centres choisis. La *figure 2* montre le flux des données à grande vitesse de 48 kbit/s uniquement et le nombre de groupes primaires ou d'intervalles de temps MIC nécessaires à la transmission de ce volume d'informations entre les centres.

Si l'on considère la position géographique des cinq centres, on peut concevoir un réseau hypothétique de données qui relierait les cinq villes déjà mentionnées avec un minimum d'équipements (*fig. 3*). Le flux total de données qui devrait être transmis sur les diverses branches du réseau, et le nombre des canaux à courants porteurs ou des intervalles de temps MIC nécessaires sont également indi-

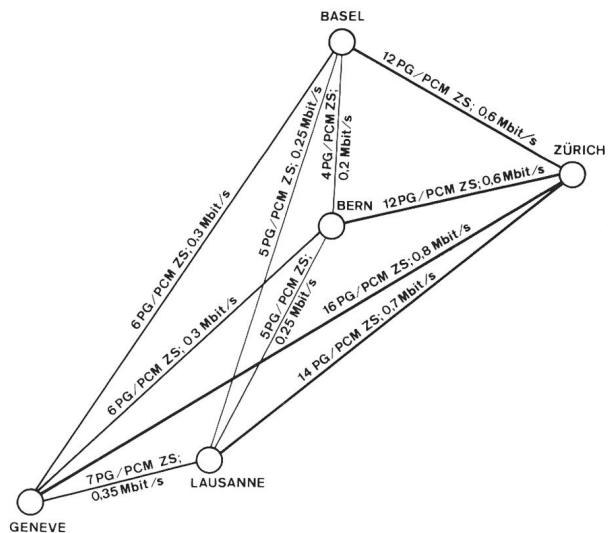


Fig. 2
Im Jahre 1980 erwarteter Datenfluss schneller Daten zu 48 kbit/s allein und Anzahl der notwendigen Primärgruppen beziehungsweise PCM-Zeitschlitz zur deren Übertragung – Flux des données à grande vitesse à 48 kbit/s prévu pour 1980 et nombre des groupes primaires, ou des intervalles de temps MIC nécessaires à la transmission

- PG Primärgruppe, 60...108 kHz. Übertragungskapazität: 12 Telephoniekanäle oder Daten zu 48 kbit/s – Groupe primaire 60...108 kHz. Capacité de transmission: 12 canaux téléphoniques ou données jusqu'à 48 kbit/s
- PCM ZS PCM-Zeitschlitz, 64 kbit/s Bruttobitrate. Übertragungskapazität: 1 Telephoniekanal oder Daten zu 48 kbit/s – Intervalle de temps MIC, débit binaire brut 64 kbit/s. Capacité de transmission: 1 canal téléphonique ou données jusqu'à 48 kbit/s

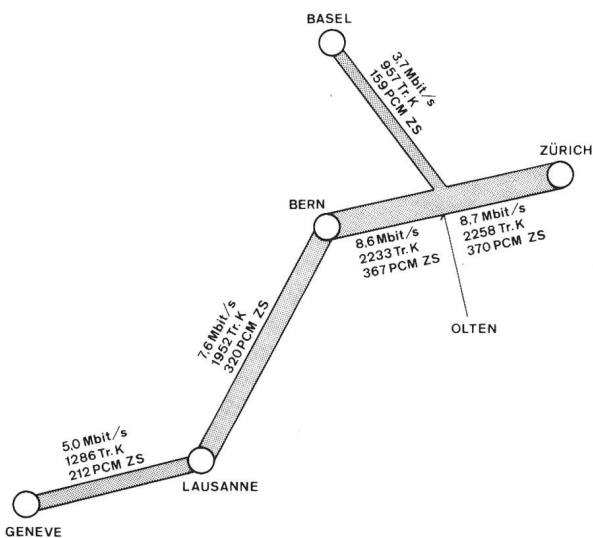


Fig. 3

Gesamter im Jahr 1980 erwarteter Datenfluss (einschliesslich schnelle Daten zu 48 kbit/s) auf einem Netz mit minimalem Aufwand zwischen den fünf Einzugsgebieten und Anzahl der notwendigen Trägerfrequenzkanäle oder PCM-Zeitschlitz zur Übertragung dieser Daten – Flux total des données (y compris les données à grande vitesse de 48 kbit/s) prévu en 1980 sur un réseau minimal reliant les cinq régions et nombre des canaux à courants porteurs, respectivement des intervalles de temps MIC nécessaires à la transmission de ces données

Tr. K. Trägerfrequenzkanal (300...3400 Hz) – Canal à courants porteurs (300...3400 Hz)
 PCM ZS PCM-Zeitschlitz (64 kbit/s Brutto-Bitrate) – Intervalle de temps MIC (débit binaire brut 64 kbit/s)

5. Möglichkeiten zur Deckung der Bedürfnisse der Datenübertragung

5.1 Allgemeines

Im Abschnitt 4 wurde gezeigt, dass in den nächsten Jahren bedeutende Datenbedürfnisse zu decken sein werden, wobei grundsätzlich analoge und/oder digitale Mittel eingesetzt werden können.

5.2 Analoge Mittel

Zur Verfügung stehen:

- Das Telephonwählnetz, das die Datenübertragung bis zu einer Geschwindigkeit von 600 bit/s gewährleistet. In vielen Fällen ist sogar eine Übertragung bis zu 1200 bit/s möglich. Nach der Sanierung des Telephonwählnetzes werden auch Bitraten bis zu 2400 bit/s möglich sein, wenn die H 177/107/63 pupinisierten, älteren Leitungen beseitigt sind.
- Das Standleiternetz (Mietleitungen), wobei unter zwei Übertragungswegen zu unterscheiden ist.
 - a) Der Telephoniekanal: Die Telephoniekanäle, die meistens über Trägersysteme auf koaxialen Kabeln oder

qués par la figure 3, selon les études faites pour 1980. Le nombre des intervalles de temps MIC a été calculé sur la base d'un réseau MIC asynchrone. Les flux de données à grande vitesse (48 kbit/s) et le nombre des groupes primaires, ou des intervalles de temps MIC nécessaires, sont indiqués à la figure 4.

5. Possibilités de répondre aux besoins de la transmission de données

5.1 Généralités

Le chapitre 4 traite des besoins importants de transmission de données auxquels il faut s'attendre pour les années à venir. Ces besoins peuvent être couverts par des équipements analogiques ou digitaux, ou par une combinaison des deux systèmes.

5.2 Equipements analogiques

Sont disponibles:

- Le réseau téléphonique commuté: Ce réseau permet d'assurer la transmission de données jusqu'à 600 bit/s. Dans bien des cas, la transmission de 1200 bit/s est également

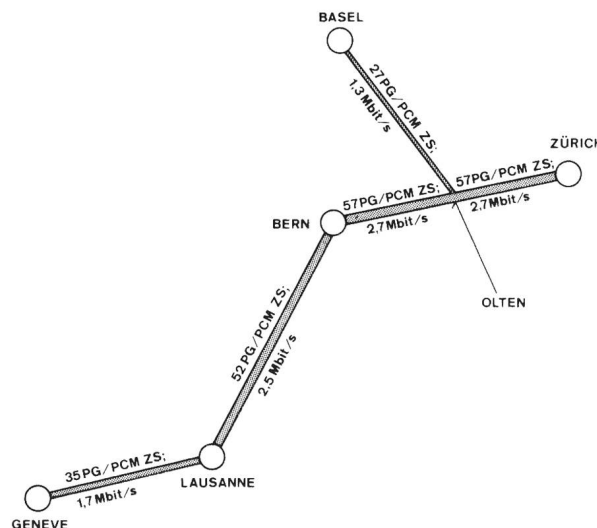


Fig. 4

Im Jahr 1980 erwarteter Datenfluss schneller Daten zu 48 kbit/s allein auf einem Netz mit minimalem Aufwand zwischen den fünf Einzugsgebieten und Anzahl der notwendigen Primärgruppen oder PCM-Zeitschlitz zur Übertragung dieser schnellen Daten – Flux des données à grande vitesse de 48 kbit/s prévue en 1980 sur un réseau minimal entre les cinq régions et nombre des groupes primaires, ou des intervalles de temps MIC nécessaires à la transmission

PG Primärgruppe, 60...108 kHz. Übertragungskapazität: 12 Telephoniekanäle oder Daten bis zu 48 kbit/s – Groupe primaire, 60...108 kHz. Capacité de transmission: 12 canaux téléphoniques ou données jusqu'à 48 kbit/s

PCM ZS PCM-Zeitschlitz, 64 kbit/s Brutto-Bitrate. Übertragungskapazität: 1 Telephoniekanal oder Daten bis zu 48 kbit/s – Intervalle de temps MIC, débit binaire brut 64 kbit/s. Capacité de transmission: 1 canal téléphonique ou données jusqu'à 48 kbit/s

Richtstrahlanlagen geführt werden, entsprechen der Empfehlung M 102 des CCITT. Sie gewährleisten die Datenübertragung bis zu 1200 bit/s. In den meisten Fällen kann mit dem PTT-Modem jedoch die Geschwindigkeit von 2400 bit/s verwendet werden. Mit besonders, aufwendigeren Modems können auch 4800 und 9600 bit/s übertragen werden.

- b) *Die Primärgruppe*: Die Primärgruppe, die die gleiche Bandbreite wie 12 Telephoniekanäle aufweist, erlaubt die Übertragung von 40,8 oder 48 kbit/s.

Eine Frage stellt sich: Reichen die analogen Mittel aus, um die errechneten Datenbedürfnisse für das Jahr 1980 zu decken? Es zeigt sich, dass, um dem erwarteten Datenfluss zu genügen, die Gesamtzahl der Leitungen zwischen den fünf Städten Zürich, Bern, Basel, Lausanne und Genf auf diesen Termin in einzelnen Fällen um bis zu 50% erhöht werden müsste. Eine solche Erweiterung wäre zwar grundsätzlich möglich, würde aber je nach Streckenabschnitt zwischen 65...95% der im Jahre 1980 vorgesehenen Breitbandreserven beanspruchen. Man müsste also in kurzer Zeit wesentliche Ausbauarbeiten bei den koaxialen Kabeln in Angriff nehmen.

5.3 Digitale Mittel

5.3.1 Allgemeines

Für die Übertragung von Daten können folgende digitale Mittel eingesetzt werden:

- PCM-Primärmultiplexsysteme auf symmetrischen Kabeln
 - a) mit Leitungsausrüstung nach CEPT-Spezifikationen, das heisst HDB-3-Code, 2,048 Mbit/s Brutto-Bitrate und 30 für Daten oder Sprache ausnützbare Zeitschlitze zu je 64 kbit/s,
 - b) mit Leitungsausrüstung für D-Code (10-Bit-Binärcode mit 20% Gleichstromanteil), 2,560 Mbit/s Brutto-Bitrate und 30 für Daten oder Sprache ausnützbare Zeitschlitze zu je 64 kbit/s.
- PCM-Multiplexsysteme zweiter Ordnung, das heisst 8,448 Mbit/s Brutto-Bitrate und 120 ausnützbare Zeitschlitze zu je 64 kbit/s auf symmetrischen Kabeln oder auf Mini-koaxialkabeln anwendbar.
- PCM-Multiplexsysteme höherer Ordnung auf koaxialen Kabeln.
- PCM-Primärmultiplexsysteme über Richtstrahl (Multiplexausrüstung nach CEPT-Spezifikationen, das heisst 2,048 Mbit/s Brutto-Bitrate und 30 ausnützbare Zeitschlitze zu je 64 kbit/s).
- PCM-Multiplexsysteme zweiter Ordnung über Richtstrahl (Multiplexausrüstung nach CEPT-Spezifikationen, das heisst 8,448 Mbit/s Brutto-Bitrate und 120 ausnützbare Zeitschlitze zu je 64 kbit/s).
- PCM-Multiplexsysteme höherer Ordnung über Richtstrahl (Multiplexausrüstung auf der Basis der 8,448-Mbit/s-Sy-

possible. Des vitesses de 2400 bit/s seront également réalisables quand la modernisation du réseau téléphonique commuté sera terminée, c'est-à-dire lorsque la pupinisation H 177/107/63 de certaines lignes anciennes sera éliminée.

- *Le réseau loué (lignes fixes)*:
- *Canal téléphonique*: Les canaux téléphoniques, la plupart du temps des systèmes à courants porteurs sur câbles coaxiaux ou des installations à faisceaux dirigés, sont conformes à la recommandation M 102 du CCITT. Ils assurent la transmission de données jusqu'à 1200 bit/s. Dans la plupart des cas, on peut obtenir une vitesse de 2400 bit/s avec le modem PTT. L'utilisation de modems spéciaux et assez coûteux permet également la transmission de 4800 et de 9600 bit/s.
- *Groupe primaire*: Le groupe primaire, qui possède la même largeur de bande que 12 canaux téléphoniques, permet la transmission de 40,8 ou de 48 kbit/s.

La question qui se pose est de savoir si les systèmes analogiques sont capables de résoudre le problème des besoins en transmission de données tels qu'ils ont été calculés pour 1980.

Le nombre total des lignes entre les cinq villes de Zurich, Berne, Bâle, Lausanne et Genève devrait être augmenté dans certains cas jusqu'à 50% pour permettre la transmission des données prévues. Une telle augmentation du nombre de lignes serait en principe réalisable, mais nécessiterait l'utilisation de 65...95% des réserves à large bande prévues pour 1980. On devrait donc entreprendre à brève échéance des travaux d'agrandissement importants dans le domaine des câbles coaxiaux.

5.3 Systèmes digitaux

5.3.1 Généralités

Les systèmes digitaux suivants peuvent être utilisés pour la transmission de données:

- Multiplexeurs primaires MIC sur câbles symétriques
 - a) avec équipement de lignes selon les spécifications de la CEPT, c'est-à-dire code HDB 3, débit binaire brut 2,048 Mbit/s et 30 intervalles de temps de 64 kbit/s utilisables pour les données ou la parole,
 - b) avec équipement de lignes utilisant le code D (code binaire à 10 bits avec une composante continue de 20%), débit binaire brut 2,560 Mbit/s et 30 intervalles de temps à 64 kbit/s utilisables pour les données ou la parole.
- Multiplexeurs MIC secondaires avec un débit binaire brut de 8,448 Mbit/s et 120 intervalles de temps à 64 kbit/s, utilisables sur les câbles symétriques ou les câbles mini-coaxiaux.

steme zweiter Ordnung nach CEPT-Spezifikationen aufgebaut).

5.3.2 PCM-Primärmultiplexsysteme auf symmetrischen Kabeln

Die *Endausrüstungen* entsprechen den jetzt gültigen CEPT-Spezifikationen und den Normen der Bauweise 72, wie sie von den schweizerischen PTT-Betrieben von 1974 an im Bezirksnetz eingeführt werden. Diese sind für die Einspeisung von Daten in bestimmten Zeitschlitzen vorbereitet. An den dazugehörigen Anschlusseinheiten wird gegenwärtig gearbeitet. Zu einem späteren Zeitpunkt werden auch ausschliesslich für die Datenübertragung bestimmte Endausrüstungen zur Verfügung stehen. Die entsprechenden *Leitungs-ausrüstungen* sind für den Einsatz auf symmetrischen Kabeln bestimmt.

Zwischen den fünf Städten Zürich, Bern, Basel, Lausanne, Genf sowie auf mehreren weiteren Strecken besteht ein niederfrequenzmässig betriebenes Fernnetz mit symmetrischen DM-verseilten Kabeln, die durchwegs älterer Bauart und bereits amortisiert sind. Diese Kabel werden in Kürze umpupinisiert und saniert, um den heutigen Bedingungen an die Telephoniebandbreite zu genügen. Sie bieten sich für den PCM-Einsatz geradezu an, da praktisch ohne Mehraufwand die notwendigen Aderpaare vorbereitet werden können. Auf den Strecken Zürich–Olten, Basel–Olten, Bern–Olten und Lausanne–Genf (sowie Zürich–St. Gallen) bestehen durchwegs zwei parallel verlaufende Kabel, so dass die Leitungs-ausrüstung im sogenannten Zweikabelbetrieb (Hin- und Rückleiter in getrennten Kabeln) arbeiten kann. Dies erlaubt, den Zwischenverstärkerabstand auf maximal 3660 m (2 Pupinlängen) festzulegen. Zwischen Bern–Lausanne (sowie auf den übrigen vorhandenen Strecken) besteht nur ein DM-Kabel. Die Hin- und Rückleiter müssen daher (wie im Bezirksnetz) im gleichen Leitungsstrang verlaufen. Des Nahendnebensprechens wegen darf der Zwischenverstärkerabstand höchstens 1830 m (1 Pupinlänge) betragen.

Konkret stehen zwei Leitungs-ausrüstungstypen zur Diskussion:

- Jener nach CEPT-Spezifikationen mit HDB-3-Code und 2,048 Mbit/s Brutto-Bitrate. Dieser ist ein pseudoternärer, gleichstromfreier Code. Die Taktrückgewinnung ist gewährleistet, da höchstens drei Nullen hintereinander vorkommen können. Die Verstärker sind mit einem automatischen oder einem strappbaren Entzerrer ausgerüstet. Eine leistungsfähige Fehlerortung ermöglicht die digitale Schlaufung des Fehlerortungssignals in jedem Zwischenverstärker, so dass die Fehlerrate der einzelnen Verstärkerabschnitte bestimmt werden kann.
- Der Leitungs-ausrüstungstyp für D-Code und 2,560 Mbit/s Brutto-Bitrate. Der D-Code ist ein Binär-code mit einer Gleichstromkomponente von 20%. Die Taktrückgewin-

- Multiplexeurs MIC d'ordre supérieur, sur câbles coaxiaux.
- Multiplexeurs MIC primaires sur faisceaux dirigés (équipement selon les spécifications de la CEPT pour un débit binaire brut de 2,048 Mbit/s et 30 intervalles de temps à 64 kbit/s).
- Multiplexeurs MIC secondaires sur faisceaux dirigés (équipement de multiplexage selon les spécifications de la CEPT, débit binaire brut 8,448 Mbit/s et 120 intervalles de temps à 64 kbit/s).
- Multiplexeurs MIC d'ordre supérieur sur faisceaux dirigés (équipement de multiplexage formé de plusieurs systèmes à 8,448 Mbit/s selon les spécifications de la CEPT).

5.3.2 Multiplexeurs primaires MIC sur câbles symétriques

Les *équipements terminaux* prévus dans le réseau rural dès 1974 sont conformes aux spécifications de la CEPT actuellement en vigueur et aux normes du système de construction 72, tel qu'il sera introduit dès 1974 dans le réseau rural. L'équipement terminal permettra l'introduction de données dans un certain nombre d'intervalles de temps. L'équipement d'introduction et d'extraction lui-même est actuellement à l'étude. Des équipements terminaux destinés uniquement au multiplexage des données seront disponibles ultérieurement. Les *équipements de ligne* correspondants sont prévus pour être utilisés sur des câbles symétriques.

Un réseau interurbain utilisé uniquement en basse fréquence, et constitué de câbles symétriques toronnés selon le système Dieselhorst-Martin (DM), existe entre les cinq villes de Zurich, Berne, Bâle Lausanne et Genève, ainsi qu'entre diverses autres localités. Ces câbles sont tous anciens et peuvent être considérés comme déjà amortis. Leur pupinisation va être modifiée sous peu, afin d'offrir une largeur de bande des canaux téléphoniques correspondant aux normes actuelles. En même temps, il est possible de préparer, pratiquement sans frais supplémentaires, le nombre de paires de fils nécessaires à l'introduction de systèmes MIC. Deux câbles sont posés en parallèle sur les tronçons Zurich–Olten, Bâle–Olten, Berne–Olten et Lausanne–Genève (ainsi que Zurich–St-Gall). Les sens de transmission peuvent donc être séparés dans deux câbles distincts, ce qui permet de porter la distance entre répéteurs à 3660 m au maximum, correspondant à deux longueurs pupin. Entre Berne et Lausanne (ainsi que sur les autres tracés existants), il n'existe qu'un câble DM. Comme dans le réseau rural, les deux sens de transmission doivent emprunter le même faisceau de lignes. En raison de la paradiaphonie, la distance entre répéteurs ne doit alors pas excéder 1830 m (1 longueur pupin).

Deux types d'équipements de ligne entrent en considération:

- L'équipement selon les spécifications de la CEPT, utilisant le code HDB 3 et permettant un débit binaire brut de

nung ist gewährleistet, da höchstens 5 Eins oder 5 Nullen hintereinander vorkommen. Die vorgeschlagenen Zwischenverstärker für D-Code weisen einen festen Entzerrer auf, was bei Binärcode grundsätzlich möglich ist. Wegen des maximalen Verstärkerabstandes bei Zweikabelbetrieb von 3660 m muss der Entzerrer für die entsprechende Kabeldämpfung von 35 dB bei 1,280 MHz und 3660 m Länge ausgelegt werden.

5.3.3 PCM-Systeme zweiter Ordnung auf Kabeln

Die PCM-Systeme zweiter Ordnung sind erst seit kurzer Zeit international normiert. Sie gestatten die Übertragung von 120 Telephoniekanälen bei einer Brutto-Bitrate von 8,448 Mbit/s, wobei symmetrische Kabel oder Minikoaxialkabel verwendet werden können. Bei den symmetrischen Kabeln kommt nur der Zweikabelbetrieb in Frage. Ausgedehnte Studien sind noch notwendig, um die zulässige Zahl der Systeme in einem Kabel, als Folge des Fernendebensprechens, zu bestimmen. Es sei aber erwähnt, dass Minikoaxialkabel erst noch fabriziert und verlegt werden müssen und dass der Ausnützungsgrad mit 8,448 Mbit/s schlecht ist. Zudem stehen die Leitungsausrüstungen noch nicht zur Verfügung, so dass diese Systeme zur Zeit nicht eingesetzt werden können.

5.3.4 PCM-Multiplexsysteme höherer Ordnung auf koaxialen Kabeln

Diese Systeme sind noch nicht international normiert. Man spricht von 25, 34 oder 60 Mbit/s für die 3. Ordnung und von 107...140 Mbit/s für die 4. Ordnung. Sie stellen aber zukunftsreiche Lösungen dar, auch wenn sie noch nicht betriebsreif sind.

5.3.5 PCM-Primärmultiplexsysteme für Richtstrahlanlagen

Solche Einrichtungen eignen sich sehr gut für provisorische Leitungsvermehrungen, wie sie zum Beispiel bei Umbauarbeiten oder bei sportlichen Veranstaltungen notwendig sind. Für grössere Anlagen sind sie jedoch zu kostspielig, da jeweils eine komplette Richtstrahlrüstung für 30 Telephoniekanäle eingesetzt werden muss.

5.3.6 PCM-Systeme zweiter und höherer Ordnung über Richtstrahlanlagen

Mehrere Hersteller bieten PCM-Anlagen zweiter und höherer Ordnung an, bei denen im Richtstrahlteil eine Reserveverbindung zur Verfügung steht, auf die im Störfall automatisch umgeschaltet wird. Diese Anlagen können die kürzlich normalisierten Bitflüsse zweiter Ordnung (8,448 Mbit/s) verarbeiten,

5.3.7 Künftige digitale Mittel

a) IFS-1

Wenn das integrierte Fernmeldesystem Nr. 1 (IFS-1) eingeführt wird, werden Daten, zunächst in Einheiten von

2,048 Mbit/s. Le code HDB 3 est un code pseudoternaire sans composante continue. L'extraction du rythme d'horloge est garantie, car le nombre de 0 consécutifs est limité à trois. Les amplificateurs sont équipés d'un égalisateur automatique ou à réglage manuel. Un dispositif de localisation à distance des dérangements permet de faire passer le signal digital de mesure en boucle dans chacun des répéteurs. Le taux d'erreurs de chaque section peut être ainsi déterminé.

- L'équipement de ligne pour code D et un débit binaire brut de 2,560 Mbit/s. Le code D est un code binaire avec une composante continue de 20%. L'extraction du rythme d'horloge est garantie, car le nombre des 1 ou des 0 consécutifs est limité à cinq. Les répéteurs proposés pour le code D sont équipés d'égalisateurs fixes, ce qui est possible pour un code binaire. Etant donnée la distance maximum de 3660 m entre répéteurs dans les installations à deux câbles, les égalisateurs doivent être prévus pour l'affaiblissement correspondant de 35 dB à 1280 MHz.

5.3.3 Systèmes MIC secondaires sur câbles

La normalisation internationale des systèmes MIC secondaires n'est intervenue que depuis peu. Ils permettent la transmission de 120 canaux téléphoniques avec un débit binaire brut de 8,448 Mbit/s, sur des câbles symétriques ou minicoaxiaux. Seule la transmission sur deux câbles entre en ligne de compte dans le cas des câbles symétriques. Des études approfondies sont encore nécessaires pour fixer le nombre maximum des systèmes possibles dans un câble, en raison de la télédiaphonie. Il y a encore lieu de mentionner que les câbles minicoaxiaux doivent encore être fabriqués et ensuite posés et que leur utilisation pour des vitesses de transmission de 8,448 Mbit/s n'est pas judicieuse, ces câbles permettant des vitesses bien supérieures. De plus, les équipements de ligne ne sont pas encore disponibles, ce qui fait que ces systèmes ne peuvent pas être utilisés pour l'instant.

5.3.4 Systèmes MIC d'ordre supérieur sur câbles coaxiaux

Ces systèmes ne sont pas encore normalisés sur le plan international. On parle de 25, 34 ou 60 Mbit/s pour le troisième ordre et de 107 à 140 Mbit/s pour le quatrième. Ces systèmes qui seront très intéressants dans le futur ne sont cependant pas encore à disposition.

5.3.5 Multiplexeurs MIC primaires sur faisceaux dirigés

De telles installations sont très pratiques pour l'extension provisoire du réseau lors de transformations ou en cas de manifestations sportives par exemple, il est par contre coûteux de construire des installations de ce genre importantes, car un équipement à faisceaux dirigés complet pour 30 canaux téléphoniques doit être utilisé pour chaque système.

synchronen 64-kbit/s-Zeitschlitzten, digital übertragen und vermittelt werden können. Die PCM-Endausrüstungen sind für den Anschluss an IFS-1 vorgesehen, so dass ein späterer Übergang bestehender PCM-Bezirks- und Fernnetzleitungen zum integrierten Netz möglich sein wird.

b) EDW-Netz

Das elektronische Datenwählnetz (EDW-Netz) wird die Übertragung und Vermittlung von Daten bis zu Raten von ≤ 200 bit/s gestatten. Ein späterer Ausbau auf 9600 bit/s ist denkbar. Es ist grundsätzlich möglich, die Daten zu PCM-Zeitschlitzten von 64 kbit/s zusammenzufassen und über PCM-Fern- und Bezirksnetzleitungen zu übertragen.

6. Konkrete Untersuchungen über die Einsatzmöglichkeiten von PCM-Anlagen

6.1 Allgemeines

Von verschiedenen Lieferanten wurden Offerten verlangt für die Lieferung von PCM-Anlagen für den Betrieb über Kabel- oder Richtstrahlverbindungen. Für die PCM-Systeme auf DM-Kabeln wurden Einrichtungen nach den CEPT-Spezifikationen (HDB-3-Code, 2,048 Mbit/s) und solche für den D-Code (gleichstromarmer Binärkode, 2,560 Mbit/s) angeboten. Mehrere Hersteller sehen PCM-Richtstrahlanlagen mit verschiedenen Kanalzahlen vor, insbesondere für 240 und 480.

6.2 Kostenvergleich für verschiedene Einsatzbedingungen der PCM-30-Kanal-Systeme.

Aus den erhaltenen Offerten wurden die jährlichen Kosten für eine mittlere PCM-Anlage errechnet, die aus 15 Systemen und einer Reserveleitung besteht. Aus den in *Figur 5* dargestellten Ergebnissen fällt auf, dass die Anlagen für den D-Code besonders bei kurzen Distanzen wesentlich teurer sind als jene für den HDB-3-Code.

6.3 Kosten von PCM-Richtstrahlanlagen für Telephonie

Die jährlichen Kosten einer PCM-Richtstrahlanlage, einschliesslich Endausrüstungen, wurden für die Ausbaustufen 240 und 480 Kanäle sowie für Anlagen mit 1 oder 2 Relais berechnet. Die Ergebnisse sind aus *Figur 6* ersichtlich, wobei eindeutig veranschaulicht wird, dass der Aufwand für Richtstrahlanlagen primär nicht von der zu überbrückenden Strecke abhängig ist, aber von der Zahl der Relais. Diese hängt in erster Linie von den topographischen Verhältnissen ab.

6.4 Kosten von FDM-Anlagen für Telephonie

Zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeitsgrenze der PCM-Systeme wurden die Kosten eines FDM-(Frequency Division Multiplex, Frequenzmultiplex)Telephoniekanals unter den gleichen Voraussetzungen ermittelt, und zwar für eine

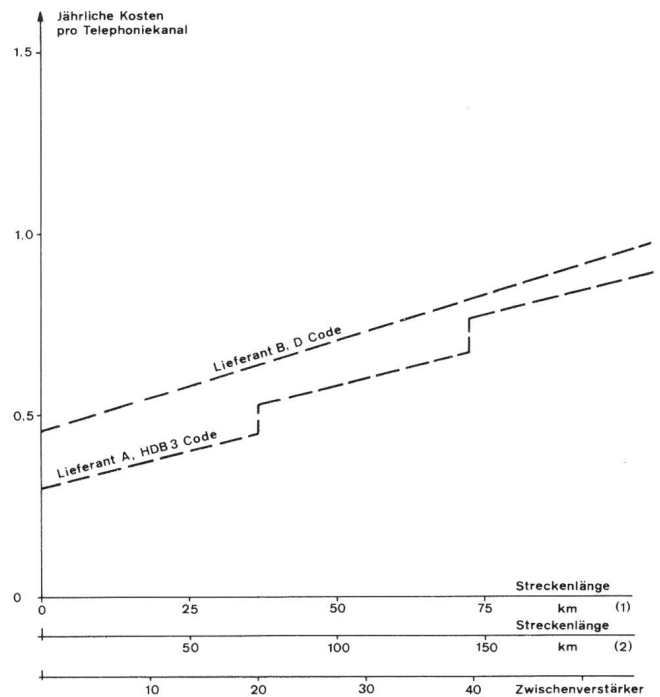


Fig. 5

Jährliche Kosten eines Telephoniekanals bei PCM-Technik über Kabel – Coût annuel d'un canal téléphonique utilisant la technique MIC sur câble

- ohne Abschreibung des Kabels – Sans amortissement du câble
- mit Montage der Ausrüstungen – Y compris le montage des équipements
- (1) Einkabelbetrieb, Verstärkerabstand 1830 m – 1 câble de transmission, espacement des régénérateurs 1830 m
- (2) Zweikabelbetrieb, Verstärkerabstand 3660 m – 2 câbles de transmission, espacement des régénérateurs 3660 m
- HDB3-Code Code mit höchstens 3 aufeinanderfolgenden Nullen und 2,048 Mbit/s Brutto-Bitrate (nach CEPT-Spezifikationen) – Code bipolaire à haute densité, nombre des zéros consécutifs limité à trois, débit binaire brut 2,048 Mbit/s (selon les spécifications de la CEPT)
- D-Code 10-Bit-Binärkode mit 20% Gleichstromanteil und 2,560 Mbit/s Brutto-Bitrate – Code binaire à 10 bit, composante continue 20%, débit binaire brut 2,560 Mbit/s
- Jährliche Kosten pro Telephoniekanal – Coût annuel par canal téléphonique
- Streckenlänge – Longueur de la ligne
- Zwischenverstärker – Régénérateur
- Lieferant – Fournisseur

5.3.6 Systèmes MIC secondaires et d'ordre supérieur sur faisceaux dirigés

Plusieurs fabricants ont réalisé des équipements MIC secondaires et d'ordre supérieur. Une liaison micro-ondes de réserve est à disposition qui permet la commutation automatique en cas de défektivité. Ces équipements peuvent transmettre les flux d'information d'ordre deux, normalisés il y a peu (8,448 Mbit/s).

5.3.7 Equipements digitaux futurs

a) IFS-1

L'introduction du système IFS-1 (Système de télécommunication intégré n° 1) permettra la transmission et la

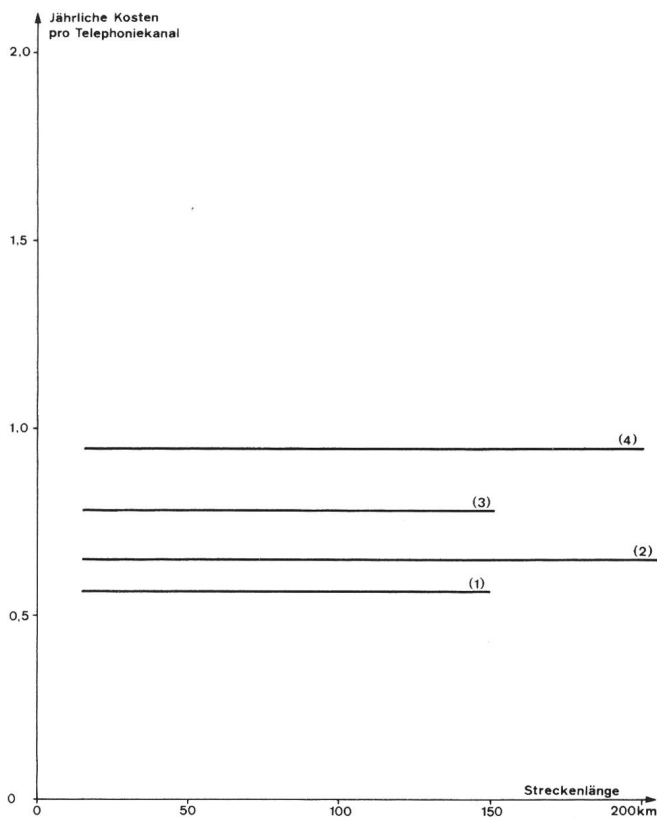


Fig. 6

Jährliche Kosten eines Telephoniekanals bei PCM-Technik über Richtstrahl, einschliesslich Montage der Ausrüstungen – Coût annuel d'un canal utilisant la technique MIC sur faisceaux dirigés, y compris le montage des équipements

- (1) 480-Kanal-System, 1 Relais – Système à 480 canaux, 1 relais
 - (2) 480-Kanal-System, 2 Relais – Système à 480 canaux, 2 relais
 - (3) 240-Kanal-System, 1 Relais – Système à 240 canaux, 1 relais
 - (4) 240-Kanal-System, 2 Relais – Système à 240 canaux, 2 relais
- Jährliche Kosten je Telephoniekanal – Coût annuel par canal téléphonique
Streckenlänge – Longueur de la ligne

12-MHz-Grosskoaxialanlage Bauweise 62 (BW 62) und eine 12-MHz-Kleinkoaxialanlage Bauweise 72 (BW 72).

Da die 12-MHz-Kleinkoaxialanlage in Bauweise 72 noch nicht zur Verfügung steht, wurden deren jährliche Kosten geschätzt.

6.5 Vergleich der Kosten von PCM-Kabelanlagen, PCM-Richtstrahlanlagen und FDM-12-MHz-Anlagen für Telephonie

In Figur 7 wurden die jährlichen Kosten der PCM-Kabelanlage mit HDB-3-Code für die verschiedenen Fälle im Vergleich zu den Kosten der 480-Kanal-PCM-Richtstrahlanlagen und der FDM-12-MHz-Anlagen BW 62 und BW 72 zusammenfassend eingetragen. Die wirtschaftliche Grenzlänge der PCM-Kabelanlagen ist stark davon abhängig, ob

commutation des données, tout d'abord par blocs d'un intervalle de temps (64 kbit/s). Les équipements terminaux MIC sont prévus pour le raccordement au système IFS-1. Les lignes MIC rurales et interurbaines existantes pourront donc être raccordées au réseau intégré.

b) Réseau EDW

Le réseau EDW (réseau électronique commuté de données) permettra la transmission et commutation de données jusqu'à 200 bit/s. Une extension future, jusqu'à 9600 bit/s, est réalisable. Il est bien entendu possible de former des blocs d'un intervalle de temps MIC de 64 kbit/s avec les données et de les transmettre sur les lignes MIC interurbaines et rurales.

6. Etude concrète des possibilités d'installations MIC

6.1 Généralités

Des offres pour des installations MIC sur câbles et sur faisceaux dirigés ont été demandées à plusieurs fournisseurs. Pour les systèmes MIC sur câbles DM, des dispositifs selon les spécifications de la CEPT (code HDB 3, 2,048 Mbit/s) et des équipements de lignes utilisant le code D (code binaire à faible composante continue, 2,560 Mbit/s) ont été proposés. Plusieurs fournisseurs ont prévu des équipements MIC sur faisceaux dirigés, avec un nombre de canaux variable, mais spécialement pour 240 et 480 voies.

6.2 Comparaison des frais pour différentes conditions d'utilisation d'installations MIC à 30 canaux

Le coût annuel d'une installation MIC moyenne, composée de 15 systèmes et d'une ligne de réserve, a été calculé sur la base des offres soumises. Les valeurs obtenues sont indiquées à la figure 5. On se rend compte facilement que l'installation utilisant le code D est nettement plus onéreuse que celle faisant appel au code HDB 3, spécialement pour les courtes distances.

6.3 Coût d'installations MIC à faisceaux dirigés pour la téléphonie

Le coût annuel d'une installation MIC à faisceaux dirigés, y compris les équipements terminaux, a été calculé pour des installations à 240 et à 480 canaux, comportant un ou deux relais. Les résultats de ces calculs sont indiqués à la figure 6. Le coût des installations à faisceaux dirigés ne dépend en principe pas de la distance mais du nombre des relais, déterminé par les conditions topographiques.

6.4 Coût d'installations à courants porteurs pour la téléphonie

Afin de déterminer la limite de rentabilité des systèmes MIC, le coût d'un canal téléphonique FDM (multiplexage à division de fréquence) a été calculé en partant des mêmes

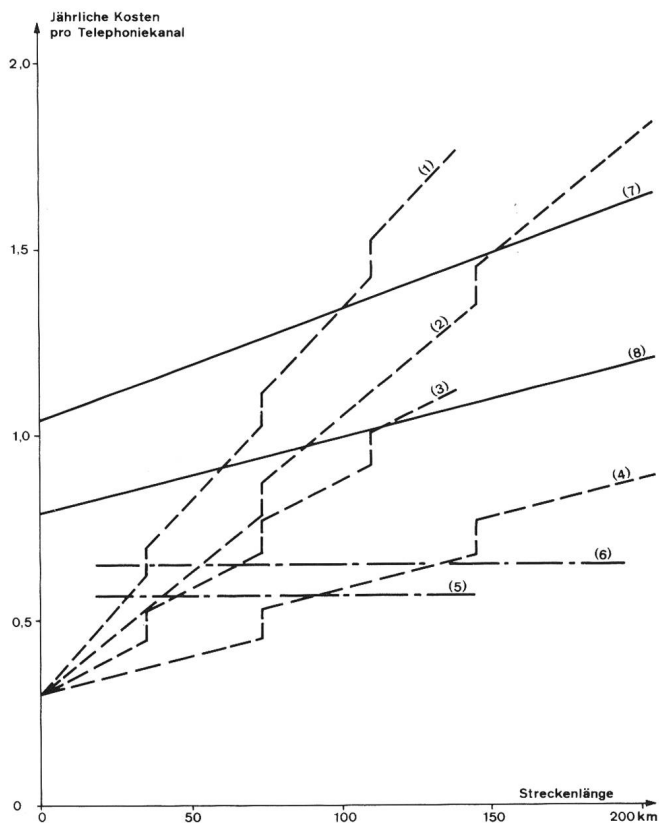


Fig. 7

Vergleich der jährlichen Kosten bei PCM-Kabelverbindungen, PCM-Richtstrahlverbindungen und FDM-12-MHz-Verbindungen über koaxiale Kabel – Comparaison des coûts annuels des installations MIC sur câble, sur faisceaux dirigés et des installations FDM à 12 MHz sur câbles coaxiaux

- — — PCM-Kabeltechnik, HDB3 Code – Technique MIC sur câble, code HDB3
 - (1) Einkabelbetrieb mit Abschreibung des Kabels – Transmission sur un câble, y compris amortissement du câble
 - (2) Zweikabelbetrieb mit Abschreibung der Kabel – Transmission sur deux câbles, y compris amortissement des câbles
 - (3) Einkabelbetrieb ohne Abschreibung des Kabels – Transmission sur un câble, sans amortissement du câble
 - (4) Zweikabelbetrieb ohne Abschreibung der Kabel – Transmission sur deux câbles, sans amortissement des câbles
- · — · — PCM-Richtstrahltechnik – Technique MIC sur faisceau dirigé
 - (5) 480 Kanal-System, 1 Relais – Système à 480 canaux, 1 relais
 - (6) 480 Kanal-System, 2 Relais – Système à 480 canaux, 2 relais
- FDM-Technik über koaxiale Kabel – Technique FDM sur câbles coaxiaux
 - (7) 12-MHz-Grosskoaxialkabel, System Bauweise 62 – 12 MHz, câble coaxial à grand diamètre, système de construction 62
 - (8) 12-MHz-Kleinkoaxialkabel, System Bauweise 72 (Schätzung) – 12 MHz, câble coaxial à petit diamètre, système de construction 72 (estimation)

Jährliche Kosten je Telefoniekanal – Coût annuel par canal téléphonique
Streckenlänge – Longueur de la ligne

Ein- oder Zweikabelbetrieb verwendet wird und ob die Kabel bereits abgeschrieben sind oder nicht.

hypothèses pour une installation à 12 MHz sur câble coaxial de grand diamètre, système de construction 62, et une installation à 12 MHz sur câble coaxial de petit diamètre, système de construction 72.

L'installation à 12 MHz sur câble coaxial de petit diamètre, selon le système de construction 72, n'étant pas encore disponible, les frais annuels ont été déterminés sur la base d'une estimation.

6.5 Comparaison du coût des installations MIC sur câbles, sur faisceaux dirigés et des installations FDM à 12 MHz pour la téléphonie

La figure 7 illustre le coût annuel des installations MIC à code HDB 3 pour les différents cas d'utilisation, comparativement à celui des installations MIC à 480 canaux sur faisceaux dirigés et des installations FDM à 12 MHz, selon les systèmes de construction 62 et 72. La limite de rentabilité des installations de câbles MIC dépend fortement du genre d'exploitation sur un ou deux câbles et du degré d'amortissement des câbles.

6.6 Comparaison du coût d'une liaison de données à 48 kbit/s pour différentes conditions d'utilisation

Une liaison de données à 48 kbit/s nécessite, soit un groupe primaire, c'est-à-dire 12 canaux téléphoniques FDM, soit un intervalle de temps MIC (1 canal téléphonique MIC).

La figure 8 indique les frais annuels d'une liaison à 48 kbit/s en technique FDM et MIC. Pour une distance de 100 km, par exemple, la technique FDM est de 2,8...3,7 fois plus chère selon qu'on utilise une installation à un câble ou à deux câbles, avec ou sans amortissement.

6.7 Comparaison des coûts pour les données lentes

L'introduction de la technique MIC permettra sensiblement les mêmes économies pour les transmissions lentes (< 48 kbit/s) que pour celles à grande vitesse (48 kbit/s).

7. Résultats des études

Les calculs effectués montrent qu'un réseau interurbain MIC permet la transmission économique de la téléphonie, des données et du télex. La pupinisation des anciens câbles DM reliant les principales villes de Suisse sera modifiée entre 1972 et 1980. Les travaux nécessaires sur les liaisons Berne-Olten-Zurich et Genève-Lausanne sont prévus pour 1974. Ces câbles peuvent être considérés comme déjà amortis, ce qui porte la limite de rentabilité des équipements MIC pour la téléphonie à environ 100 km pour les installations à un câble et à plus de 200 km pour les installations à deux câbles. Dans bien des cas, des liaisons MIC à faisceaux dirigés sont également économiques. Un réseau interurbain MIC entre les principales villes de Suisse est

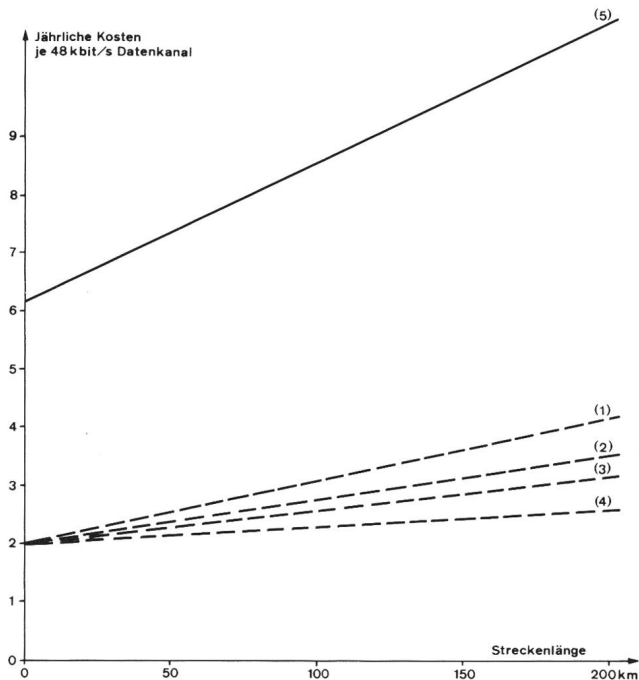


Fig. 8 Vergleich der jährlichen Kosten einer 48-kbit/s-Datenverbindung (ohne Berücksichtigung der Modems beim Teilnehmer) bei PCM-Kabeltechnik und bei FDM-Technik über koaxiale Kabel – Comparaison des coûts d'une liaison de données à 48 kbit/s (sans les modems des abonnés) en utilisant la technique MIC sur câble et la technique FDM sur câbles coaxiaux

- PCM-Kabeltechnik, HDB3-Code – Technique MIC sur câble, code HDB3
- (1) Einkabelbetrieb mit Abschreibung des Kabels – Transmission sur un câble avec amortissement du câble
- (2) Zweikabelbetrieb mit Abschreibung der Kabel – Transmission sur zwei câbles avec amortissement des câbles
- (3) Einkabelbetrieb ohne Abschreibung des Kabels – Transmission sur un câble sans amortissement du câble
- (4) Zweikabelbetrieb ohne Abschreibung der Kabel – Transmission sur zwei câbles sans amortissement des câbles
- FDM-Technik über koaxiale Kabel – Technique FDM sur câbles coaxiaux
- (5) 12-MHz-Kleinkoaxialkabel, System-Bauweise 72 (Schätzung) – 12 MHz, câble coaxial à petit diamètre, système de construction 72 (estimation)

Jährliche Kosten je 48-kbit/s-Datenkanal – Coût annuel d'un canal de données à 48 kbit/s
Streckenlänge – Longueur de la ligne

6.6 Kostenvergleich für verschiedene Einsatzbedingungen einer 48-kbit/s-Datenverbindung

Eine 48-kbit/s-Datenverbindung benötigt entweder eine Primärgruppe, das heisst 12 FDM-Telephoniekanäle oder einen PCM-Zeitschlitz (1 PCM-Telephoniekanal).

In *Figur 8* werden die jährlichen Kosten für eine 48-kbit/s-Datenverbindung in FDM-Technik und in PCM-Technik verglichen. Bei einer Leitungslänge von 100 km betragen die Kosten der FDM-Technik das 2,8fache (bei Einkabelbetrieb mit Amortisation des Kabels) bis 3,7fache (bei Zweikabelbetrieb ohne Amortisation des Kabels) der Kosten der PCM-Technik.

donc déjà rentable pour la téléphonie et le sera d'autant plus pour la transmission de données et du télex. Les frais encourus pour un réseau MIC de transmission de données représentent le tiers de ceux auxquels il faut s'attendre en ayant recours à la technique FDM. On travaille actuellement de façon intensive à la résolution des problèmes d'introduction et d'extraction des données et les solutions qui se dessinent seront économiques et techniquement irréprochables.

8. Le projet de réseau MIC interurbain

8.1 Généralités

Un réseau interurbain MIC doit être construit de façon à subvenir aux besoins de la transmission des données entre les principales villes de Suisse jusqu'en 1985. Tant que la capacité de ce réseau ne sera pas entièrement utilisée par la transmission de données, il permettra l'acheminement économique du trafic téléphonique. Il nous permettra également d'approfondir notre expérience en matière de transmission digitale. Son intégration dans le système IFS-1 est également prévue. La création de liaisons MIC supplémentaires pour la téléphonie, entre les localités moins importantes raccordées aux câbles DM, est également judicieuse (lignes omnibus).

Ce réseau MIC ne sera certainement pas la solution définitive à la transmission de toutes les informations qu'il faudra traiter dans le futur, car la capacité de transmission des systèmes digitaux à 30 canaux ne serait alors plus suffisante. Les multiplexeurs secondaires à 120 canaux ne suffiront pas non plus. On devra donc réaliser des systèmes

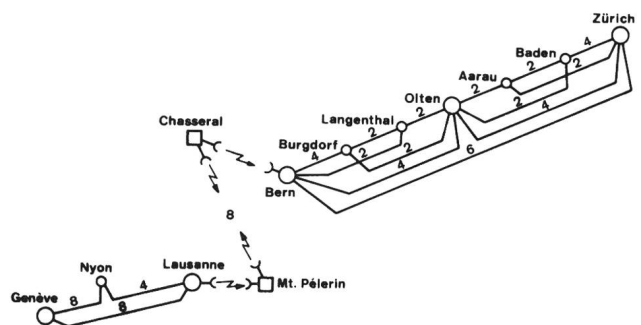


Fig. 9 Projektiertes PCM-Fernnetz für Telephonie, Datenübertragung und Telex. 1. Phase, Erstausbau 1974/75 – Réseau interurbain MIC projeté pour la téléphonie, la transmission de données et le télex. Première phase, équipement initial 1974/75

- PCM-Zweikabelbetrieb – Transmission MIC sur deux câbles
- ←→ Richtstrahl PCM – Transmission MIC sur faisceau dirigé
- Relaisstation – Station relais
- 8 Anzahl der 30-Kanal-PCM-Systeme – Nombre des systèmes MIC à 30 canaux

6.7 Übertragungskosten bei langsamem Datenfluss

Die Einführung der PCM-Technik erlaubt ähnliche Einsparungen bei langsamem Datenfluss (≤ 48 kbit/s), wie mit der schnellen Übermittlung (48 kbit/s).

7. Ergebnisse

Die Berechnungen zeigten, dass ein PCM-Fernnetz eine wirtschaftliche Lösung für die Übertragung von Telephonie, Daten und Telex darstellt. Zwischen den wichtigen Städten der Schweiz besteht ein älteres DM-Kabelnetz, das in den Jahren 1972...1980 umpupiniert wird. Für die Strecken Bern–Olten–Zürich und Genf–Lausanne sind entsprechende Arbeiten für 1974 vorgesehen. Die betroffenen Kabel stehen schon lange in Betrieb und können als abgeschlossen betrachtet werden, so dass die wirtschaftliche Grenzlänge der PCM-Ausrüstungen für Telephonie etwa 100 km bei Einkabel- und >200 km bei Zweikabelverbindungen liegt. In vielen Fällen sind PCM-Richtstrahl-ausrüstungen ebenfalls ökonomisch. Ein PCM-Fernnetz zwischen den wichtigen Städten der Schweiz ist also bereits für die Telephonie wirtschaftlich und wird es bei der Übermittlung von Daten und Telexmeldungen umso mehr sein. Die Kosten für ein PCM-Datennetz belaufen sich nur auf etwa ein Drittel jener eines entsprechenden in FDM-Technik. An der Lösung der sich bei der Datenübertragung stellenden Probleme wird gegenwärtig intensiv gearbeitet. Bereits heute zeichnen sich wirtschaftliche und technisch einwandfreie Lösungen ab.

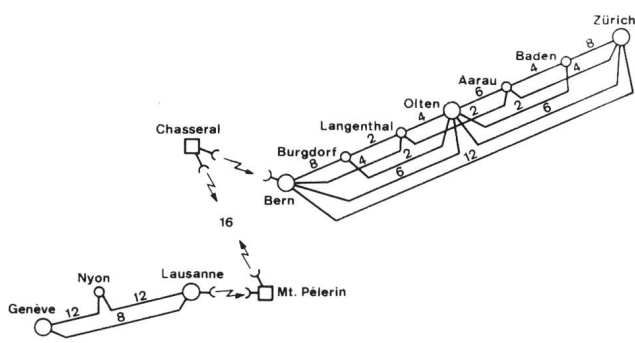


Fig. 10
Projektiertes PCM-Fernnetz für Telephonie, Datenübertragung und Telex. 1. Phase, Vollausbau – Réseau interurbain MIC projeté pour la téléphonie, la transmission de données et le télex. Première phase, équipement complet

- PCM-Zweikabelbetrieb – Transmission MIC sur deux câbles
- <—> Richtstrahl PCM – Transmission MIC sur faisceaux dirigés
- Relaisstation – Station relais
- 8 Anzahl der 30-Kanal-PCM-Systeme – Nombre des systèmes MIC à 30 canaux

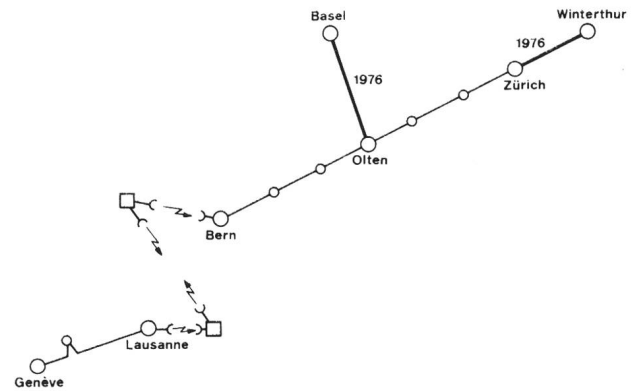


Fig. 11
Projektiertes PCM-Fernnetz für Telephonie, Datenübertragung und Telex. 2. Phase 1976/77 – Réseau interurbain MIC projeté pour la téléphonie, la transmission de données et le télex. Deuxième phase 1976/77

- PCM-Zweikabelbetrieb, 2. Phase – Transmission MIC sur deux câbles, deuxième phase
- <—> PCM-Zweikabelbetrieb, 1. Phase – Transmission MIC sur deux câbles, première phase
- <—> Richtstrahl PCM, 1. Phase – Transmission MIC sur faisceaux dirigés, première phase
- Relaisstation – Station relais

permettant la transmission de 300 Mbit/s au moins sur des câbles coaxiaux ou éventuellement des câbles à fibres optiques.

8.2 Première phase de construction du réseau interurbain MIC

Dans une première phase, on reliera en 1974/75 les villes de Genève, Nyon, Lausanne, Berne, Berthoud, Langenthal, Olten, Aarau, Baden et Zurich. Le tronçon Berne–Lausanne sera équipé d'une installation à 240 canaux sur faisceaux dirigés, tous les autres de systèmes à 30 canaux utilisant le code HDB 3, exploités sur deux câbles de transmission. Le nombre des installations à 30 canaux disponibles au début de la première phase est indiqué à la *figure 9*, alors que la *figure 10* en indique le nombre maximum à la fin de la première période de construction, prévue pour 1986.

8.3 Deuxième phase de construction du réseau interurbain MIC

Dans une seconde phase de construction, il sera possible, dès 1976/77, de relier Bâle (par Olten) et Winterthur au réseau interurbain MIC (voir *fig. 11*).

8.4 Possibilités d'extension du réseau interurbain MIC

Ainsi que le montre la *figure 12*, d'autres câbles DM interurbains sont encore touchés par le programme de repupinisation. Ils permettront l'extension future du réseau interurbain MIC. Les paires prévues pour l'introduction éventuelle de systèmes MIC seront dépupinées et pré-

8. Das PCM-Fernnetzprojekt

8.1 Allgemeines

Es soll ein PCM-Fernnetz gebaut werden, das die Bedürfnisse an Datenübertragungen zwischen den wichtigen Städten der Schweiz bis 1985 zu decken vermag. Solange dieses Netz nicht damit ausgelastet ist, wird es wirtschaftlich Telephonieverkehr übermitteln. Zudem wird es uns erlauben, weitere wertvolle Erfahrungen auf dem Gebiet der digitalen Übertragung zu sammeln, wobei es später in das System IFS-1 integriert werden kann. Zweckmässig ist noch, zusätzliche PCM-Verbindungen für Telephonie zwischen den kleineren an den DM-Kabeln angeschlossenen Städten zu schaffen (Omnibusleitungen).

Das PCM-Fernnetz stellt jedoch sicher nicht die endgültige Lösung für die Übertragung der gesamten, in Zukunft anfallenden Informationsmenge dar, dazu ist die Übertragungskapazität der PCM-30-Kanal-Systeme zu klein. Auch Multiplexsysteme zweiter Ordnung mit 120 Kanälen werden nicht genügen. Man wird vielmehr Systeme für mindestens 300 Mbit/s bauen müssen. Als Übertragungsmedium sind koaxiale Kabel oder unter Umständen auch Glasfibrerkabel denkbar.

8.2 Erste Ausbauphase des PCM-Fernnetzes

In der ersten Ausbauphase werden 1974/75 die Städte Genf, Nyon, Lausanne, Bern, Burgdorf, Langenthal, Olten, Aarau, Baden und Zürich miteinander verbunden. Die Strecke Bern–Lausanne wird mit einer 240-Kanal-Richtstrahlanlage ausgerüstet, alle übrigen mit 2,048-Mbit/s-30-Kanal-Ausrüstungen für HDB-3-Code im Zweikabelbetrieb. Die Anzahl 30-Kanal-Systeme im Erstausbau ist aus der *Figur 9* ersichtlich. Die *Figur 10* zeigt den Vollausbau der ersten Phase, wie er für das Jahr 1986 vorgesehen ist.

8.3 Zweite Ausbauphase des PCM-Fernnetzes

In einer zweiten Ausbauphase wird es von 1976/77 an möglich sein, die Städte Basel (über Olten) und Winterthur an das PCM-Fernnetz anzuschliessen (*Fig. 11*).

8.4 Potentielle Möglichkeiten für den Weiterausbau des PCM-Fernnetzes

Wie *Figur 12* zeigt, bestehen noch weitere DM-Fernkabel, die im Umpupinisierungsprogramm eingeschlossen sind. Sie eignen sich grundsätzlich für den Weiterausbau des PCM-Fernnetzes. Bei den Umpupinisierungsarbeiten werden die Aderpaare, die für PCM-Einsatz allenfalls in Frage kommen, entpupinisiert und vorbereitet. Ob und in welchem Ausmass das PCM-Fernnetz weiter ausgebaut werden soll, hängt von der Entwicklung des Datenverkehrs und den in der Zwischenzeit zu machenden Erfahrungen ab.

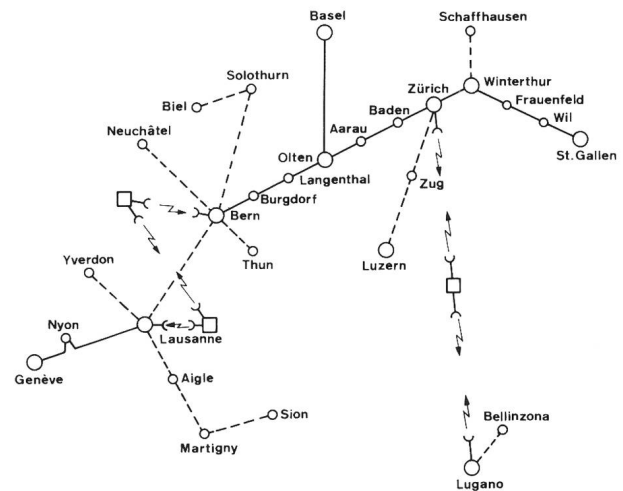


Fig. 12

Potentielle Ausbaumöglichkeiten des PCM-Fernnetzes für Telephonie, Datenübertragung und Telex – Possibilité d'extension du réseau interurbain MIC pour la téléphonie, la transmission de données et le télex

- PCM-Zweikabelbetrieb – Transmission MIC sur deux câbles
- - - PCM-Einkabelbetrieb – Transmission MIC sur un câble
- - -> Richtstrahl PCM – Transmission MIC sur faisceaux dirigés
- Relaisstation – Station relais

parées en conséquence lors des travaux d'assainissement. Le développement du trafic des données et les expériences accumulées décideront de l'extension future du réseau interurbain MIC.

Bibliographie

- [1] Ritschard R. Der Einsatz von PCM-Anlagen im Bezirksnetz. Techn. Mitt. PTT, 4, 1970, S. 136.
- [2] Hessenmüller H. Datenübertragung im Basisband zwischen zwei Rechenzentren. NTZ 4, 1972, S. K 78.