

# Planung der Übertragungsanlagen im Netz 2000 = Planification des installations de transmission pour le réseau 2000

Autor(en): **Knuchel, Walter**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **69 (1991)**

Heft 12

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-876331>

## **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.

# Planung der Übertragungsanlagen im Netz 2000

## Planification des installations de transmission pour le réseau 2000

Walter KNUCHEL, Bern

### 1 Vorwort

Die besondere Dynamik der technologischen Entwicklung prägt in immer stärkerem Masse unsere Umwelt und damit unsere Lebensweise. Sie verlangt – und offenbart – die menschliche Fähigkeit, permanent die Auseinandersetzung mit dem Neuen zu suchen. Während dieser Prozess bis in das letzte Jahrzehnt hinein in verhältnismässig langfristigen Perioden noch vergleichsweise durchschaubar verlief, werden sich die vor uns liegenden technischen Innovationsschritte immer weiter verdichten und sogar überlappen. Vielen Menschen erscheint diese hohe Entwicklungsgeschwindigkeit einer immer komplexeren Technik verständlicherweise beängstigend, da sie kaum noch einer Beurteilung aus der eigenen Erfahrungswelt heraus zugänglich ist.

Bei solchen Einschätzungen wird jedoch häufig verkannt, dass gerade diese Technik in den Auswirkungen ihrer Anwendung eine der wesentlichsten Existenzgrundlagen für unser hochentwickeltes Land bildet, so dass sich nicht die Frage nach dem Ja oder Nein zur Technik generell stellt, sondern nach dem rechten Mass und den richtigen Rahmenbedingungen, unter denen sich der technische Fortschritt bewegen soll.

### 2 Allgemeines

Planung entsteht aus dem Bedürfnis des Menschen, seine Zukunft aktiv mitzugestalten. Somit ist dieser Begriff nicht erst mit dem Industriezeitalter entstanden, sondern in der Menschheitsgeschichte uralte. Denn als der Mensch sein erstes Werkzeug schuf und das Feuer entzündete, hatte er die Stufe des blossen Naturwesens verlassen und stellte sein Dasein unter einen Plan. Das eigentliche Planungsdenken begann aber erst mit der Erkenntnis, dass weder eine politische noch eine gesellschaftliche Umgestaltung auf einen Schlag zu verwirklichen ist.

Planen ist ein sehr umfassender Begriff, der in allen Lebensbereichen (politischen, sozialen, technischen usw.) Verwendung findet. Sowohl der Ingenieur oder Baumeister als auch der Jurist, der Politiker, der Theologe usw. haben immer nach Plan gearbeitet, jedoch in sehr verschiedenen Bereichen menschlichen Denkens und Handelns.

### 1 Préambule

Le dynamisme particulier qui caractérise l'évolution technologique exerce une influence toujours plus forte sur notre environnement et ainsi sur notre mode de vie. Il implique – servant en cela de révélateur – que la capacité humaine soit confrontée en permanence à ce qui est nouveau. Alors que ce processus qui s'est déroulé jusqu'à la dernière décennie en périodes relativement longues était encore transparent, les paliers des innovations techniques à venir vont se succéder toujours plus rapidement, voire se chevaucher. Pour beaucoup d'entre nous, ce rythme de développement d'une technique toujours plus complexe fait naître à juste titre des craintes, étant donné qu'il ne permet plus une approche à partir d'une expérience individuelle.

Pourtant, dans de telles appréciations, on oublie souvent que cette technique, dans les répercussions de son application, représente précisément l'un des fondements essentiels du développement avancé de notre pays; on ne peut dès lors pas répondre par un oui ou par un non à un tel défi de façon générale, mais on doit traiter cette question en tenant compte de la portée et des conditions judicieuses qui doivent limiter tout progrès technique.

### 2 Généralités

La planification résulte du besoin qu'a l'homme de contribuer activement à gérer son propre avenir. De ce fait, cette expression n'est pas née avec l'époque industrielle, mais elle remonte très loin dans l'histoire humaine. En fabricant son premier outil et en allumant un feu, l'être humain a quitté la nature primitive et s'est imposé un plan. Cependant, la réflexion à l'origine de la planification n'a commencé que lorsqu'on s'est rendu compte qu'une transformation de nature politique ou sociale ne saurait être réalisée en une seule fois.

Le terme de planification est une expression très large qui s'applique à tous les domaines de notre vie (politiques, sociaux, techniques, etc.). Ingénieur ou chef de chantier, juriste, politicien ou théologues, tous ont toujours travaillé selon un plan, mais dans des domaines très différents de la pensée et de l'activité humaines.

#### – *Planungselemente*

Im allgemeinen Sprachgebrauch besitzt «Plan» beziehungsweise «Planung» drei unterschiedliche Bedeutungen:

Planung als Vorhersage	«Vorschauplanung»
Planung als Vorgabe	«Vorgabeplanung»
Planung als bedingte Empfehlung	«Wenn-dann-Formulierung»

Planung ist aber weder reines Wunschenken durch Vorgabe von Zielen noch reine Anpassung im Sinne der Abbildung von Bedingungen. Der Begriff Planung lässt sich somit als ein systematisches zukunftsbezogenes Durchdenken und Festlegen von Zielen auffassen; er beschreibt die Bedingungen sowie Massnahmen zur künftigen Zielerreichung. Die Elemente einer Planung sind demnach Ziele, Bedingungen und Massnahmen.

#### – *Perspektiven*

Das Planen wird auch in Zukunft eine herausfordernde Aufgabe für den Ingenieur sein und ihn in seiner ganzen Kreativität und seinem Ideenreichtum fordern. Durch die Entwicklung des wirtschaftlichen Umfeldes der Unternehmen wird jedoch das Planen schneller und mit höherer Qualität geschehen müssen als bisher, ohne dass die Kapazitäten der Planungsabteilungen im grossen Umfang aufgestockt werden können.

In dieser Situation sollte das bisher erarbeitete methodische Wissen über das Planen mit den leistungsfähigen Verfahren und Methoden der Informatik kombiniert, und es sollten – teilweise wissensbasierte – Rechenprogramme entwickelt werden, die den Planer in vielfältiger Weise unterstützen.

### 3 *Entwicklung der Glasfaser*

Ein wesentlicher Teil der heutigen technologischen Entwicklung beruht direkt auf den Fortschritten der Werkstoffforschung, einem fundamentalen Wissenszweig der Physik und Chemie. Zwei der spektakulärsten Beispiele dieser Entwicklung sind die Taschenrechner und die Hochleistungscomputer. Sie verdanken ihre Existenz den Feinstreinigungs- und Dotierverfahren für Halbleitermaterialien.

Die drahtgebundene Nachrichtentechnik ist ein dominierendes Element der Kommunikationsnetze. Fernmeldekabel mit metallenen Leitern, erstmals Mitte des letzten Jahrhunderts verlegt, überziehen – ähnlich einem Nervensystem – die Kontinente und enden feinverästelt an den Hauptanschlüssen der Nachrichtenteilnehmer. Heute noch ist das Telefon das Hauptkommunikationsmittel. Aber bereits für die Gegenwart und die nahe Zukunft werden breitbandige Daten- und Bildübertragungsdienste gefordert. Das wiederum verlangt eine enorme Übertragungskapazität der Fernmeldeanlagen. Um all diese ständig wachsenden Nachrichtenmengen auch in Zukunft wirtschaftlich übertragen zu können, sind zusätzliche neue Konzepte und neue Übertragungswege erforderlich. Ein neues Konzept heisst: *Optische Nachrichtenübertragung mit Glasfasern*.

#### – *Éléments de planification*

Dans la langue courante, le terme de «plan» ou de «planification» a trois significations différentes:

Planification en tant que prévision	«Planification prévisionnelle»
Planification en tant que condition imposée	«Planification spécifique»
Planification en tant que recommandation conditionnelle	«Formulation du type: si..., alors...».

La planification n'est toutefois pas la traduction de désirs formulés en fonction d'objectifs, ni une adaptation simple visant à reprendre des conditions, mais peut être considérée à la fois comme une réflexion systématique tournée vers l'avenir et une fixation d'objectifs. Ainsi, la planification décrit aussi bien les conditions que les mesures qui permettront d'atteindre les objectifs fixés. Par conséquent on peut dire qu'elle est constituée à la fois d'objectifs, de conditions et de mesures.

#### – *Perspectives*

La planification constituera aussi à l'avenir un défi pour l'ingénieur et exigera toute sa créativité et toutes ses idées. Par le développement de l'environnement économique des entreprises, la planification devra cependant se dérouler plus rapidement et être de meilleure qualité, sans que les capacités des services de planification doivent pour autant s'accroître dans des proportions démesurées.

Pour faire face à pareille situation, les connaissances méthodologiques élaborées jusqu'ici sur la planification doivent être combinées avec les procédés et méthodes performantes de l'informatique, et des programmes de calcul – fondés en partie sur le savoir – devraient être développés et assister le planificateur de multiples façons.

### 3 *Evolution des fibres optiques*

Une part importante de l'évolution technologique actuelle s'appuie directement sur les progrès de la recherche sur les matériaux, branche fondamentale de la physique et de la chimie. Deux exemples très spectaculaires de cette évolution sont les calculatrices de poche et les ordinateurs à haute performance: ils doivent tous deux leur existence aux procédés de purification et de dopage des matériaux semi-conducteurs.

La technique de télécommunication filaire est l'un des principaux composants des réseaux de communication. Le câble de télécommunications, avec ses conducteurs métalliques, posé pour la première fois au milieu du siècle dernier, relie – comme un système nerveux – les continents et aboutit en un faisceau finement divisé aux raccordements principaux des usagers. Aujourd'hui encore, le téléphone représente le moyen de communication le plus utilisé. Cependant, des services de transmission à large bande pour les données et les images sont demandés pour l'immédiat et pour un proche avenir. Cette exigence nécessite une énorme capacité de trans-

## 31 Einsatz der Glasfaser

Zahlreiche Bereiche von Wirtschaft und Gesellschaft weisen immer wieder besondere Innovationsschübe auf, die den Trend der Entwicklung bestimmen. Diese Erscheinung trifft weitgehend auch für die Kommunikationstechnik zu. In der jüngsten Vergangenheit finden wir gerade in diesem Bereich hervorragende Leistungen. Hierzu zählen der Übergang von der Analog- zur Digitaltechnik und damit in direktem Zusammenhang stehend die Einführung optischer Übertragungsanlagen in den Fernmeldenetzen.

### – Ausbaugrundsätze

Der Einsatz der Glasfasertechnik in den öffentlichen Fernmeldenetzen vollzieht sich ebenso wie die Digitalisierung des Telefonnetzes nach zwei verschiedenen Aspekten:

- «*substitutive*» Verwendung beim Ausbau der bestehenden Fernmeldenetze anstelle der herkömmlichen Kupfertechniken aus wirtschaftlichen Gründen
- «*additive*» Verwendung als Ergänzung der bestehenden Fernmeldenetze mit dem Ziel, neue Fernmeldedienste einzuführen.

Während unter dem ersten Aspekt die Glasfaser ausschliesslich als preiswertes alternatives Übertragungsmedium zu sehen ist, steht sie im additiven Einsatzfall stellvertretend für alle Komponenten neuer Netze mit ihren vermittlungs- und übertragungstechnischen Einrichtungen sowie neuartigen Teilnehmerschnittstellen.

Infolge der erkennbaren Kostenreduktion der Glasfasertechnik werden neue Kabelanlagen in den *Fern- und Regionalnetzen* grundsätzlich nur noch in Glasfasertechnik ausgeführt. Dementsprechend hat die optische Übertragung bereits einen nennenswerten Anteil in diesen Netzbereichen erreicht. Damit ist bereits von Anbeginn die Voraussetzung für eine linien- und übertragungstechnische Integration aller Fernmeldedienste gegeben, so dass Glasfaserinvestitionen sowohl durch den Verkehrszuwachs der bestehenden als auch durch die Entwicklung neuer breitbandiger Dienste amortisierbar werden.

Im *Teilnehmeranschlussbereich* geschieht der Glasfasereinsatz in enger Anlehnung an den erwarteten Bedarf nach neuartigen Breitbanddiensten der Individualkommunikation. Fehleinschätzungen in der Bedarfsentwicklung und damit im Ausbautempo sind hier aufgrund der individuellen Zuordnung der Teilnehmeranschlussleitung wesentlich schwerer auszugleichen als dies etwa im Fernnetz mit seiner Zusammenfassung der Ströme aus vielfältigen Verkehrsquellen der Fall ist. Die PTT-Betriebe haben sich dazu entschieden, zunächst in besonders nachfrageträchtigen Geschäftsgebieten örtliche überlagerte Netze in Glasfasertechnik zu errichten, über die parallel zum bestehenden Kupferanschlussnetz Breitbanddienste angeboten werden. Ziel ist es, bereits kurzfristig die aktuelle Nachfrage interessierter Kunden zu decken, die Entwicklung der benötigten Endgeräte anzustossen und die Akzeptanz zu testen.

Ein wirtschaftlich vernünftiger Ausbau von unterirdischen Ortskabelnetzen schliesst beim heutigen Stand der Technik die Verlegung von Einzelleitungen zu jedem Teilnehmer vorläufig noch aus. Ausreichende Netzvor-

mission des installations de télécommunications. Pour que ces quantités d'informations en croissance continue puissent également être transmises de manière économique à l'avenir, de nouvelles conceptions et de nouvelles voies de transmission sont nécessaires. La nouvelle conception prévue à cette fin a pour nom: *transmission d'informations par fibres optiques*.

## 31 Emploi de la fibre optique

Nombre de secteurs de l'économie et de la société se caractérisent régulièrement par des impulsions d'innovations particulières qui déterminent la tendance de développement. Cette constatation s'applique aussi, dans une large mesure, à la technique de communication. C'est précisément dans ce domaine que l'on rencontre des réalisations de grande portée qui ont eu lieu récemment. Tel a été le cas du passage de la technique analogique à la technique numérique et, en relation directe, l'introduction d'installations de transmission optiques dans les réseaux de télécommunications.

### – Principes d'extension

L'emploi de la technique des fibres optiques dans les réseaux de télécommunication publics se fait, à l'instar de la numérisation du réseau téléphonique, sous deux aspects différents:

- utilisation «*substitutive*», pour l'extension des réseaux de télécommunication en place, au lieu des techniques traditionnelles de cuivre, pour des raisons économiques
- l'utilisation «*additive*», en complément au réseau de télécommunications actuel, en vue de l'introduction de nouveaux services de télécommunications.

Alors que la première affectation de la fibre optique constitue uniquement un moyen de substitution avantageux, dans le deuxième cas, elle est capable de remplacer tous les composants des nouveaux réseaux, avec leurs équipements techniques de commutation et de transmission, de même qu'avec les interfaces modernes d'abonnés.

La réduction sensible des coûts de la technique des fibres optiques fait que les nouvelles installations dans les réseaux *interurbains* et *régionaux* sont réalisées uniquement dans cette technique. Il en résulte que la transmission optique occupe déjà une position considérable dans ces types de réseau. Ce choix crée, dès le départ, les conditions propres à l'intégration technique de tous les services de télécommunications (lignes et équipements de transmission), de façon que les investissements consentis pour les fibres optiques puissent être amortis par l'accroissement de trafic des prestations existantes et par le développement de nouvelles prestations à large bande.

Dans le *domaine des raccordements d'abonnés*, l'emploi des fibres optiques dépend étroitement des besoins en services nouveaux à large bande pour la communication individuelle. En raison de la nature de la ligne de raccordement d'abonné, les erreurs d'appréciation de ces besoins, et ainsi du calendrier d'extension, sont beaucoup plus difficiles à compenser que dans le réseau interurbain, où l'on a une synergie des flux de trafic pro-

räte (in Form entsprechend dimensionierter Glasfaserkabel) sollen kurzfristig und wirtschaftlich die Möglichkeit bieten, die Bereitstellung von Glasfaseranschlüssen eng der aktuellen Bedarfssituation anzupassen.

## 32 Optische Kabelanlagen im PTT-Netz

*Es begann im Jahre 1978: Damals wurde das erste Glasfaserkabel der Schweiz zwischen den Zentralen Bern-Bollwerk und Bern-Mattenhof verlegt.*

Seither hat sich die optische Übertragung stetig weiterentwickelt. Dank weltweitem, gewaltigem Einsatz ist sie längst den Kinderschuhen entwachsen. Die Einführung des Lichtleiters in den Fernmeldeanlagen ist heute trotz etlichen Problemen und Rückschlägen zur selbstverständlichen Tatsache geworden.

Im Rahmen ihres Ausbauprogrammes für Fern-, Regional- und Teilnehmerkabelanlagen haben die schweizerischen PTT-Betriebe in den vergangenen Jahren eine recht grosse Anzahl optischer Übertragungstrecken in Betrieb genommen.

Der im Jahre 1985 ausgearbeitete Fünf- und Zehnjahresplan sah für den Zeitabschnitt 1986–1995 allein für den Ausbau des Regionalnetzes bereits die Verlegung von jährlich 20 bis 30 Glasfaserkabelanlagen vor. Inzwischen wurde sowohl in den Fern- als auch in den Regionalnetzen gänzlich auf den Bau von Kupferkabelanlagen verzichtet; die Glasfaser ist das Übertragungsmittel in diesen Netzbereichen geworden. Die nach wie vor zunehmende Nachfrage nach Fernmeldeleistungen erfordert in den kommenden Jahren eine wesentliche Steigerung der Leistungsfähigkeit unserer Übertragungsanlagen, eine Aufgabe, deren Lösung ohne die Möglichkeiten der Glasfaser kaum denkbar wäre.

## 33 Glasfaserbedarf

In Anwendung der beschriebenen Ausbaugrundsätze für Glasfaserlinien in allen Netzbereichen der schweizerischen PTT-Betriebe hat der Bestand der verlegten Glasfaserkilometer die in *Tabelle I* dargestellten Werte erreicht.

### 4 Netzstruktur

Die durch Benützerforderungen rasch vorangetriebene Entwicklung bewirkt, dass sowohl für Netzbetreiber als auch für Lieferanten der Bereich der Nachrichtentechnik sehr viel umfassender geworden ist. Richtige Entscheidungen bei der Einführung neuer Anwendungen und der Wahl geeigneter Produkte sind in diesem Umfeld wichtiger als je zuvor. Bedeutungsvoll ist hierbei eine Vereinfachung der Voraussetzungen für die Einführung neuer Dienste und die Verringerung möglicher Risiken bei nicht optimalen Entscheidungen. Dies führt zum Konzept *intelligenter Netze*, die auf einer generischen Struktur beruhen und entweder Teil des gesamten öffentlichen Netzes oder ein Überlagerungsnetz sind. So soll die Struktur künftiger Netze die Basis für die Einführung

venant des nombreuses sources. A cette fin, l'Entreprise des PTT a décidé d'aménager, tout d'abord dans les régions commerciales où la demande est particulièrement forte, des réseaux locaux superposés en fibre optique, permettant d'offrir des services à large bande, parallèlement au réseau de câbles en cuivre déjà en place. L'objectif de cette mesure est de couvrir à court terme déjà la demande actuelle des intéressés, de stimuler le développement des terminaux nécessaires et de tester l'accueil des clients.

Une extension raisonnable sur le plan économique des réseaux de câbles locaux souterrains exclut encore, dans l'état actuel de la technique, la pose de lignes individuelles aboutissant chez chaque utilisateur. Des réserves suffisantes de réseau (sous forme de câbles optiques dimensionnés en conséquence) devront permettre d'adapter à court terme et de façon économique la fourniture de raccordements en fibre optique en tenant étroitement compte de la demande.

## 32 Installations de câbles à fibres optiques dans le réseau PTT

*En 1978 a été posé le premier câble à fibres optiques de Suisse, entre les centraux de Berne-Bollwerk et de Berne-Mattenhof.*

Depuis lors la transmission optique n'a cessé d'évoluer. Grâce à son application généralisée dans le monde entier, elle a quitté depuis longtemps le stade expérimental. L'introduction du conducteur optique dans les installations de télécommunication est aujourd'hui réalité, en dépit de nombreux problèmes et de déconvenues.

Dans le cadre de leur programme d'extension pour les installations de câbles interurbains, régionaux et d'abonnés, les PTT suisses ont mis en service un nombre particulièrement élevé de trajets de transmission optique au cours de ces dernières années.

Le plan quinquennal et décennal, élaboré en 1985, prévoyait pour les années 1986 – 1995 la pose annuelle de 20 à 30 installations de câbles optiques seulement pour l'extension du réseau régional. Entre-temps, on a entièrement renoncé à la construction d'installations de câbles en cuivre aussi bien dans le réseau interurbain que dans le réseau régional; la fibre de verre est ainsi devenue le moyen de transmission privilégié de ces réseaux. La demande en continuelle progression de prestations de télécommunications implique, au cours des années à venir, une augmentation énorme de la capacité de nos installations de transmission, une tâche qui ne pourrait guère être envisagée sans le recours à la fibre optique.

## 33 Besoins en fibres optiques

L'application des principes d'extension décrits pour les lignes à fibres optiques dans tous les réseaux des PTT a conduit aux valeurs représentées dans le *tableau I* pour le nombre de kilomètres de câbles optiques posés.

### 4 Structure des réseaux

Stimulée par les exigences des usagers, l'évolution rapide a fait que le domaine de la technique des informa-

Tabelle I. Verlegte Glasfaserkilometer je Jahr

Tableau I. Nombre de kilomètres de fibres optiques posés par année

Jahr — Année	Fernnetz Réseau interurbain		Regionalnetz Réseau régional		Anschlussnetz Réseau de raccordement		Summen Total		
	Fg	Fs	Fg	Fs	Fg	Fs	Fg	Fs	Total
82—85	915	219	2 030	—	128	3	3 073	222	3 295
86	67	2 473	2 203	—	569	0	2 839	2 473	5 312
87	116	1 896	8 068	—	1 451	77	9 635	1 973	11 608
88	—	3 814	6 897	3 615	1 381	80	8 278	7 509	15 787
89	—	3 600	2 989	12 086	855	1 445	3 844	17 131	20 975
90	—	7 683	1 845	17 213	820	3 971	2 665	28 867	31 532
Total	1 098	19 685	24 032	32 914	5 204	5 576	30 334	58 175	88 509

Fg = Multimodefaser — Fibre multimode

Fs = Monomodefaser — Fibre monomode

einer möglichst unbegrenzten Dienstalette sein und damit wichtige neue Ertragsquellen für die Betreiber öffentlicher Netze erschliessen.

Das auf die künftigen Bedürfnisse abgestimmte PTT-Netzmodell umfasst die in *Figur 1* dargestellten Abgrenzungen. Die Gemeinsamkeiten der Anwendernetze sollen als erweiterte Funktion durch das Übertragungsnetz auf wirtschaftliche Weise zur Verfügung gestellt werden.

Das *Übertragungsnetz* umfasst alle Einrichtungen zur Übertragung wie Kabel, Leitungs-, Richtfunk- und Satel-

tions s'est nettement élargi, tant pour les exploitants de réseaux que pour les fournisseurs. C'est pourquoi des décisions bien pensées lors de l'introduction de nouvelles applications et un choix de produits appropriés sont plus que jamais d'une importance capitale. A cet égard, la simplification des conditions préalables à l'introduction de nouveaux services et la diminution des risques possibles en cas de décision non optimale jouent un rôle prépondérant, d'où la création de «réseaux intelligents» fondés sur une structure générique, soit qui font partie du réseau public dans son ensemble, soit qui constituent un réseau superposé. Ainsi, la structure des réseaux d'avenir devra être à la base de l'introduction d'une palette de services pratiquement illimitée, ce qui procurera aux exploitants de réseaux publics de nouvelles sources de revenus appréciables.

Le modèle de réseau PTT, établi en fonction des besoins futurs, de même que ses limites, est indiqué à la *figure 1*. Il est prévu que les fonctions communes des réseaux d'utilisateurs soient fournies par le réseau de transmission de manière économique en tant que fonction élargie.

Le *réseau de transmission* comprend tous les équipements servant à la transmission, tels que câbles, équipements pour les lignes, les faisceaux hertziens et les satellites, multiplexeurs, liaisons croisées (Cross Connect), etc.

Les *réseaux d'utilisateurs* sont des réseaux PTT de rang hiérarchique supérieur, qui utilisent aussi le réseau de transmission pour leurs fonctions de réseau. Vu de l'extérieur, ces réseaux d'utilisateurs apparaissent généralement comme des services PTT.

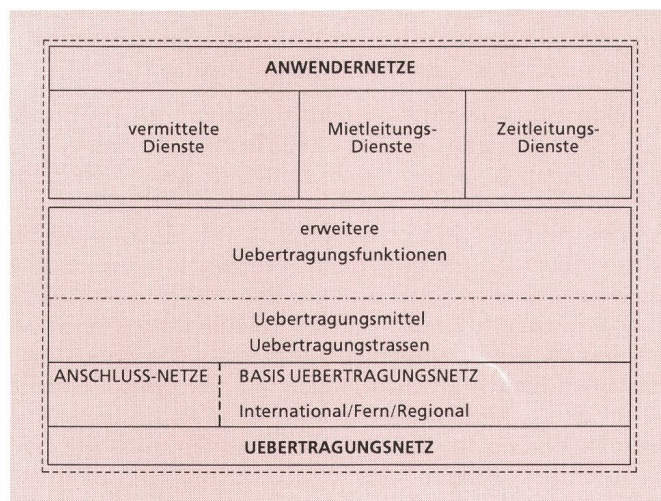


Fig. 1 Netzmodell — Modèle de réseaux

- Anwendernetze — Réseaux d'utilisateurs
- Vermittelte Dienste — Services commutés
- Mietleitungsdienste — Services de circuits loués
- Zeitleitungsdienste — Service de circuits occasionnels
- Erweiterte Übertragungsfunktionen — Fonctions de transmission élargies
- Übertragungsmittel — Supports de transmission
- Übertragungs-Trassen — Routes de transmission
- Anschlussnetze — Réseaux de raccordement
- Basis Übertragungsnetz — Réseau de transmission de base
- International/Fern/Regional — International/interurbain/régional
- Übertragungsnetz — Réseau de transmission

## 41 Composants de réseau

La conception des réseaux de télécommunications s'appuie sur les deux supports de transmission que sont le *câble* et les *liaisons radioélectriques*. L'accroissement rapide du trafic au cours de ces dernières décennies a nécessité la mise au point de types de câbles et de sys-

litenausrüstungen, Multiplexer, Kreuzverbindungen (Cross Connect) usw.

Die *Anwendernetze* sind übergeordnete PTT-Netze, die unter anderem auch das Übertragungsnetz für die Erfüllung ihrer Netzfunktionen mitbenützen. Nach aussen präsentieren sich Anwendernetze meistens als PTT-Dienste.

## 41 Netzkomponenten

Zur Gestaltung der Fernmeldenetze stehen die beiden Medien *Kabel* und *Funk* zur Verfügung. Durch die rasche Entwicklung des Verkehrsaufkommens in den letzten Jahrzehnten wurden neue, leistungsstärkere und wirtschaftlichere Kabelformen und Richtfunkssysteme in immer schnellerer Reihenfolge und mit grösseren Technologiesprüngen eingeführt. Der technische Fortschritt folgte dabei einer beachtlichen Gesetzmässigkeit.

### – Kabel

Die Entwicklungsgeschichte der Kabeltechnik kann – gestützt auf die jeweils im Fernnetz eingesetzten Kabeltypen – in folgende Epochen eingeteilt werden:

- vor 1913 = Freileitung
- ab 1913 = symmetrische Niederfrequenzkabel
- ab 1950 = symmetrische Trägerfrequenzkabel
- ab 1970 = Koaxialkabel
- ab 1984 = Glasfaserkabel

Es zeigt sich, dass sich die Zeitspannen in immer kürzeren Abständen folgen, wobei meist bereits vor Beginn einer neuen Epoche Kabel der nächsten Entwicklungsstufe zur Erprobung der neuen Technologie in Betrieb genommen wurden. Umgekehrt sind im allgemeinen zur Abrundung der vorhandenen Infrastruktur und über mehrere Jahre abklingend noch Kabelanlagen der vorhergehenden Ära gebaut worden.

Von der jeweiligen Anlagelänge ausgehend ergeben sich in den Fern- und Regionalnetzen für die verschiedenen Kabeltypen und Richtfunkstrecken folgende Anteile (Stand Ende 1990):

- |                                                |      |
|------------------------------------------------|------|
| – symmetrische Niederfrequenz- und Trägerkabel | 20 % |
| – Koaxialkabel                                 | 40 % |
| – Glasfaserkabel                               | 10 % |
| – Richtfunkstrecken                            | 30 % |

Ein Ende der stürmischen Entwicklung ist noch nicht voraussehbar, sind wir doch erst am Anfang der Glasfasertechnologie. Mit Sicherheit wird aber die Glasfaser zusammen mit den entsprechenden Übertragungsausrüstungen die Netzkomponente sein, die die grosse Masse der Verkehrsaufkommen übernimmt. Dies gilt bereits für ein Netz, das noch vorwiegend Schmalbandsignale überträgt und umso mehr, je grösser der Umfang an Breitbanddiensten wird.

### – Richtfunk

Neben den leitergebundenen Übertragungsmitteln auf Glas- und Kupferkabel – die Bedeutung letzterer wird in den nächsten Jahren drastisch abnehmen – nutzt

tèmes radioélectriques plus performants et plus économiques, introduits à des intervalles toujours plus rapprochés et bénéficiant de progrès technologiques rapides et réguliers.

### – Câble

L'histoire du développement de la technique des câbles – compte tenu des types utilisés dans le réseau interurbain – peut se diviser en différentes périodes:

- avant 1913 = ligne aérienne
- dès 1913 = câble à paires symétriques basse fréquence
- dès 1950 = câble à paires symétriques à courants porteurs
- dès 1970 = câble coaxial
- dès 1984 = câble à fibres optiques

Il apparaît que ces périodes d'introduction se succèdent avec des écarts toujours plus courts; mentionnons cependant qu'un câble d'un type nouveau est généralement mis en service à des fins de test avant le début du stade suivant de développement. Inversement, des installations de câbles sont construites encore de manière dégressive durant plusieurs années, après le début de la période suivante, en complément de l'infrastructure en place.

Si l'on se fonde sur les longueurs d'installation, on obtient les parts suivantes des différents types de câbles et trajets hertziens dans les réseaux interurbains et régionaux (état à la fin de 1990):

- |                                                                    |      |
|--------------------------------------------------------------------|------|
| – câbles à paires symétriques basse fréquence et courants porteurs | 20 % |
| – câble coaxial                                                    | 40 % |
| – câble à fibres optiques                                          | 10 % |
| – trajets à faisceaux hertziens                                    | 30 % |

On ne peut guère prédire pour le moment la fin de cette évolution mouvementée, vu que nous ne sommes qu'au début de la technologie de la fibre optique. En revanche, il est sûr que la fibre optique, combinée avec des équipements de transmission appropriés, constituera le composant capable d'acheminer la majeure partie du trafic. Cela se vérifie déjà dans un réseau acheminant essentiellement des signaux en bande étroite et se trouve nettement renforcé avec les services à large bande, proportionnellement à leur importance.

### – Liaisons radioélectriques

Outre les moyens de transmission filaires par câbles à fibres optiques et à conducteurs de cuivre – la place occupée par ce dernier devrait grandement diminuer au cours des prochaines années –, la planification des réseaux fait appel toujours plus souvent aux liaisons radioélectriques. Ce moyen d'acheminement est utilisé de préférence lorsque des routes séparées sont demandées pour des faisceaux de lignes, pour augmenter la sécurité du réseau, pour desservir les ramifications de réseaux ou pour tirer parti d'avantages économiques dans des zones topographiques déterminées ou dans certaines circonstances. De même, en relation avec l'introduction des services à large bande individuels, les faisceaux hertziens satisfont à

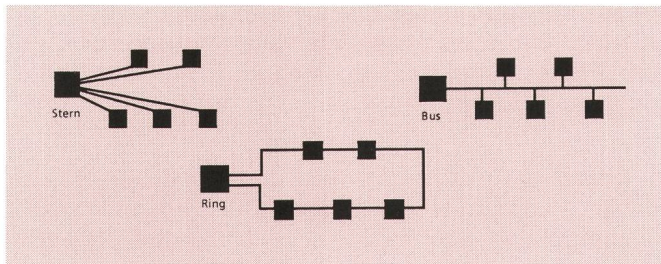


Fig. 2 Grundformen – Formes de base  
Stern – Etoile  
Ring – Anneau  
Bus – Bus

die Netzplanung aber auch in zunehmendem Masse das Übertragungsmedium Funk. Er wird bevorzugt eingesetzt, um die Mehrwegführung von Leitungsbündeln sicherzustellen, die Netzsicherheit zu erhöhen, Netzausläufer zu versorgen oder um die wirtschaftlichen Vorteile bei bestimmten topographischen oder bedarfsbedingten Gegebenheiten auszunützen. Auch bei der Einführung der Individualbreitbanddienste kommt dem Richtfunk eine besondere Aufgabe zu: in vielen Fällen kann der Richtfunk in verhältnismässig kurzer Zeit und mit geringem Aufwand eine fernmeldetechnische Infrastruktur bereitstellen, die für eine schnelle Bedarfsdeckung in Gebieten erforderlich ist, die noch nicht mit Glasfaserkabel erschlossen sind. Noch mehr Einsatzmöglichkeiten ergeben sich, wenn die erforderlichen Antennenträger bereits durch den bisherigen Netzausbau vorhanden sind.

Aufgrund des heutigen Entwicklungsstandes dürfte die Bereitstellung *analoger* Richtfunkssysteme bei den schweizerischen PTT-Betrieben abgeschlossen sein. Dauernd weiterentwickelte *digitale* Anlagen werden eingesetzt, wenn

- der Richtfunk gegenüber dem Glasfaserkabel kostengünstiger ist
- Sicherheitsaspekte die Verwendung von Richtfunk gegenüber dem alleinigen Kabeleinsatz erfordern
- Schnelligkeit in der Netzanpassung sowie beim Anschluss von Kunden und Funkfeststationen für die Mobilfunknetze gefordert wird.

## 42 Netztopologie

Die Architektur eines Übertragungsnetzes kann je nach den Bedürfnissen der Anwendernetze, der bestehenden Netzgestaltung und den geographischen Gegebenheiten auf unterschiedlichen Topologiemodellen beruhen, wie *Stern-, Bus- und Ringstrukturen* oder Kombinationen dieser Grundformen (Fig. 2).

Die *physikalische* (geographische) und die *logische* Struktur können identisch oder verschieden sein. Die Figuren 3a-d zeigen einige Beispiele unterschiedlicher Modelle.

## 43 Übertragungsmittel

Unter den Begriff Übertragungsmittel fallen sämtliche technischen Einrichtungen, die ausschliesslich dazu dienen, Informationen in Form von elektrischen oder opti-

une tâche particulière: dans de nombreux cas, vu qu'ils peuvent être établis en peu de temps et à de faibles coûts, ils peuvent servir d'infrastructure de télécommunications destinée à couvrir les besoins rapidement dans les régions qui ne disposent pas encore de câbles à fibres optiques. Leurs possibilités d'emploi s'accroissent également lorsque les supports d'antennes sont déjà disponibles à la suite de l'extension du réseau existant.

Selon l'état actuel de développement, l'implantation de systèmes hertziens *analogiques* par les PTT devrait être terminée. En revanche, des installations *numériques*, bénéficiant des derniers acquis technologiques, sont introduites lorsque:

- les faisceaux hertziens sont meilleur marché que le câble à fibres optiques
- les aspects de sécurité exigent des liaisons radio-électriques en plus des seuls câbles
- la rapidité d'adaptation du réseau, lors du raccordement de clients et de stations radioélectriques fixes pour les réseaux de communication mobile, est primordiale.

## 42 Topologie de réseau

L'architecture d'un réseau de transmission se fonde, suivant les besoins des réseaux d'utilisateurs, la structure du réseau existant et les particularités géographiques,

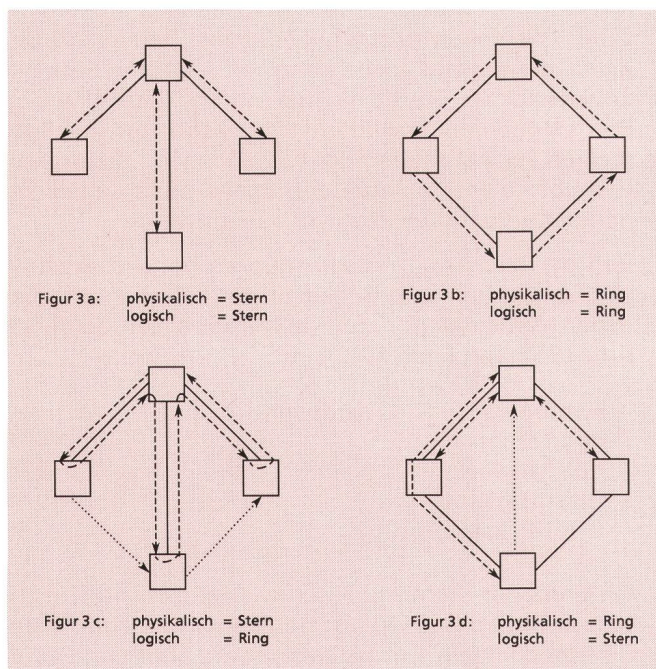


Fig. 3 Physikalische bzw. logische Netzstrukturen – Structures de réseaux physiques et logiques  
Figur 3a: Physikalisch = Stern – Figure 3a: Physique = étoile  
Logisch = Stern – Logique = étoile  
Figur 3b: Physikalisch = Ring – Figure 3b: Physique = anneau  
Logisch = Ring – Logique = anneau  
Figur 3c: Physikalisch = Stern – Figure 3c: Physique = étoile  
Logisch = Ring – Logique = anneau  
Figur 3d: Physikalisch = Ring – Physique = anneau  
Logisch = Stern – Logique = étoile  
— Kabel oder Richtfunk – Câble ou faisceaux hertziens  
----- Übertragung – Transmission



schen Signalen von einem Ort A nach einem Ort B zu übertragen.

Die Übertragungsmittel werden in drei Hauptgruppen unterteilt:

- *Leitergebundene Übertragungsstrecken*  
Leitergebundene Übertragungsstrecken bestehen aus einem Übertragungsmedium in Form eines metallischen oder optischen Leiters und aus technischen Einrichtungen für die Wandlung, Verstärkung und Regeneration der übertragenen Signale.
- *Drahtlose Übertragungsstrecken*  
Drahtlose Übertragungsstrecken benützen die Atmosphäre als Übertragungsmedium. Sie bestehen im Wesentlichen aus den technischen Ausrüstungen für die Wandlung, Verstärkung und Regeneration der übertragenen Signale an den Endpunkten der Übertragungsstrecke.
- *Übertragungsausrüstungen*  
Die Übertragungsausrüstungen umfassen einerseits alle technischen Einrichtungen für die Wandlung, Verstärkung und Regeneration von Signalen auf leitergebundenen Übertragungsstrecken und andererseits alle Umsetzer, Multiplexausrüstungen und Durchschalteinrichtungen an den Endstellen. Umsetzer, Multiplexausrüstungen und Durchschalteinrichtungen dienen der Unterteilung oder Zusammenfassung und Weiterleitung von definierten analogen oder digitalen Schnittstellensignalen am Ende einer Übertragungsstrecke, entweder nach einer Ausrüstung an der Endstelle selbst (z.B. Vermittlung) oder auf eine nachfolgende Übertragungsstrecke.

Die im konkreten Fall einzusetzenden Übertragungsmittel werden nach wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten ausgewählt.

## 44 Netzebenen

Die Gliederung des schweizerischen Fernmeldenetzes ist aus historischen Gründen weitgehendst auf die Bedürfnisse der Telefonie, des immer noch wichtigsten Anwendungsbereichs, abgestimmt (Fig. 4). Die drei obersten Ebenen sind als Teile des Basis-Übertragungsnetzes in 61 beschrieben.

- *Internationales Netz (IN)*
- *Fernnetz (FN)*
- *Regionalnetz (RN)*
- *Anschlussnetz (AN)*  
Zum Anschlussnetz gehören alle Kabel- und Richtfunkstrecken, die die einzelnen Teilnehmeranschlüsse direkt oder über aktive bzw. passive Übertragungselemente wie Abgesetzte Einheiten (AE), Leitungsdurchschalter (LD) oder Verteilkasten (VK) mit der zugehörigen Vermittlungsstelle (Ortszentrale) verbinden.

## 5 Netz 2000

Mit der Einführung der Digitalisierung und des Swissnet (ISDN) wurden für die Fern-, Regional- und internationalen Netze neue Verkehrslenkungs-Parameter und Prinzi-

sur des modèles topologiques différents, tels que les structures en *étoile*, en *bus*, en *anneau* ou des combinaisons de ces formes de base (fig. 2).

Les structures *logiques* et les structures *physiques* (géographiques) peuvent être identiques ou différentes. Les figures 3a – d en montrent quelques exemples.

## 43 Moyens de transmission

Par «moyens de transmission», on entend tous les équipements techniques qui servent exclusivement à acheminer des informations sous forme de signaux électriques ou optiques de l'emplacement A à l'emplacement B.

Ces moyens de transmission se divisent en trois groupes principaux:

- *Trajets de transmission par fils*  
Ces trajets sont constitués d'un moyen d'acheminement sous forme d'un conducteur métallique ou optique et d'équipements techniques pour la conversion, l'amplification et la régénération des signaux transmis.
  - *Trajets de transmission sans fils*  
Ces trajets utilisent l'atmosphère en tant que moyen de transmission. Ils consistent pour l'essentiel en équipements techniques pour la conversion, l'amplification et la régénération des signaux transmis, aux points terminaux du trajet de transmission.
  - *Equipements de transmission*  
Les équipements de transmission englobent d'une part tous les dispositifs techniques servant à la conversion, l'amplification et la régénération de signaux sur les trajets de transmission filaires et, d'autre part, tous les convertisseurs, multiplexeurs et systèmes d'interconnexion aux points terminaux. Ces convertisseurs, multiplexeurs et dispositifs d'interconnexion servent à subdiviser ou à réunir et retransmettre les signaux d'interfaces analogiques ou numériques définis, à l'extrémité d'un trajet de transmission, soit en direction d'un équipement situé au point terminal (par exemple de commutation), soit à destination du trajet d'acheminement suivant.
- Le moyen de transmission entrant en considération dans un cas concret est choisi en fonction de critères économiques et techniques.

## 44 Niveaux de réseau

La subdivision du réseau des télécommunications suisse se fonde dans une large mesure, pour des raisons historiques, sur les besoins de la téléphonie qui reste le secteur d'application le plus important (fig. 4). Les trois niveaux les plus élevés sont décrits en tant qu'éléments du réseau de transmission de base dans 61.

- *Réseau international (RIN)*
- *Réseau interurbain (RIU)*
- *Réseau régional (RRE)*

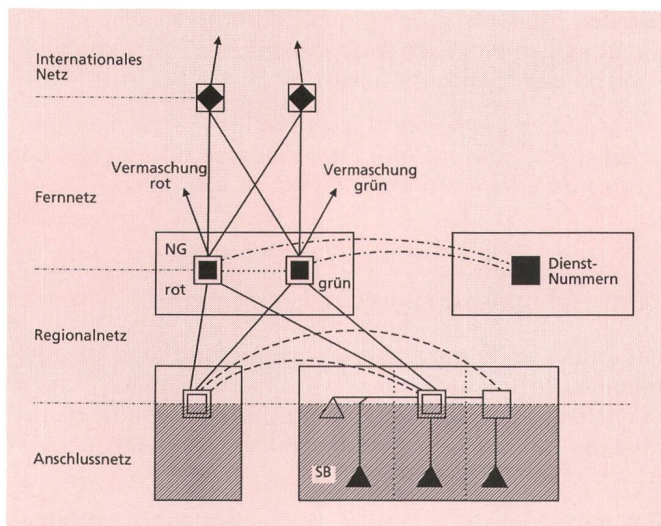


Fig. 4 Netzebenen – Niveaux de réseau

Internationales Netz – Réseau international  
 Vermaschung rot – Maillage rouge  
 Vermaschung grün – Maillage vert  
 Fernnetz – Réseau interurbain  
 NG – GR  
 Dienstnummer – Numéros de service  
 Rot – Rouge  
 Grün – Vert  
 Regionalnetz – Réseau régional  
 Anschlussnetz – Réseau de raccordement  
 SB – SC

pien festgelegt. Dementsprechend haben sich die Übertragungsbedingungen geändert. Im weiteren ermöglichen die neuen Kabeltechnologien mit den zugehörigen Übertragungsausrüstungen eine grössere Kapazität als bisher.

Das *Netz 2000* soll folgende Rahmenbedingungen erfüllen:

1. Taxierung weniger abhängig von der Distanz
2. Einfache Konfiguration
3. Rationelle Struktur
4. Hohe Verfügbarkeit
5. Flexibilität für die neuen Dienste
6. Gute Verkehrssicherheit
7. Geeignet für Netzmanagement
8. Optimale Ausnützung der neuen Technologien.

– *Netzgestaltung*

Der Fernmeldeverkehr muss dezentralisiert und das zur Verfügung stehende Fern-, Regional- und internationale Netz vermascht werden. In jeder Netzgruppe müssen zwei ortstrennte Transitzentralen vorhanden sein (Ausnahmen: Genf, Lausanne, Bern, Luzern, Basel, Zürich und Chur).

Die künftige Gestaltung des Telefonnetzes sieht folgendermassen aus:

– *Netzgruppen*

Die Zahl der Netzgruppen wird auf 18 vermindert. Dabei soll bei der Festlegung der Netzgruppengrenzen davon ausgegangen werden, dass die bestehende Gebietsaufteilung der Fernmeldedirektionen unverändert bleibt.

– *Aufbau des Netzes 2000*

Folgende Etappen sind vorgesehen:

– *Réseau de raccordement (RRA)*

Font partie du réseau de raccordement tous les trajets par câble et par faisceaux hertziens qui relient chaque raccordement d'abonné directement ou par l'intermédiaire d'éléments de transmission actifs ou passifs, tels qu'unités distantes (UD), connecteurs automatiques de ligne (CAL) ou armoires de distribution (AD), à l'organe de commutation qui en fait partie (central local).

## 5 Réseau 2000

Avec l'introduction de la numérisation et de Swissnet (RNIS) on a défini de nouveaux paramètres pour l'acheminement du trafic dans les réseaux interurbains, régionaux et internationaux. De ce fait, les conditions de transmission se sont modifiées. En outre, les nouvelles technologies de câbles, avec leurs nouveaux équipements de transmission, offrent de plus grandes capacités qu'auparavant.

Le *réseau 2000* doit répondre aux conditions-cadres suivantes:

1. Taxation dépendant moins de la distance
2. Configuration simple
3. Structure rationnelle
4. Disponibilité élevée
5. Souplesse pour les nouveaux services
6. Sécurité de trafic élevée
7. Adaptation à la gestion de réseau
8. Mise à contribution optimale des technologies nouvelles.

– *Structure du réseau*

Le trafic de télécommunications doit être décentralisé et les réseaux interurbains, régionaux et internationaux disponibles doivent être maillés. Chaque groupe de réseau doit être doté de deux centraux de transit séparés géographiquement (exception: Genève, Lausanne, Berne, Lucerne, Bâle, Zurich et Coire).

La future structure du réseau téléphonique se présentera comme suit:

– *Groupes de réseaux*

Le nombre de groupes de réseaux sera ramené à 18. En fixant les limites de ces groupes de réseaux, on fera en sorte que les limites géographiques actuelles des directions des télécommunications restent inchangées.

– *Structure du réseau 2000*

Sont prévues les étapes suivantes:  
 d'ici à 1992: numérisation de tout le réseau interurbain  
 d'ici à 1993: numérisation de tout le réseau international  
 d'ici à 1995: décentralisation du trafic à tous les niveaux de réseau  
 d'ici à 1996: numérotation à sept chiffres des abonnés dans toute la Suisse.

La future expansion du réseau de transmission doit s'appuyer sur la conception «réseau 2000»; toutes

bis 1992: Digitalisierung des gesamten Fernnetzes  
bis 1993: Digitalisierung des gesamten internationalen Netzes

bis 1995: Dezentralisierung des Verkehrs auf allen Netzebenen

bis 1996: 7stellige Teilnehmernummerierung für die ganze Schweiz.

Der künftige Ausbau des Übertragungsnetzes hat sich auf das Konzept «Netz 2000» zu stützen; alle nötigen Massnahmen werden bereits bei der Ausarbeitung des Fünf- und Zehnjahresplanes 1992 bis 2001 berücksichtigt.

## 6 Basis-Übertragungsnetz

Die Entwicklung auf dem Gebiet der Übertragungstechnik erfordert für die künftige Struktur des Übertragungsnetzes ein grundsätzliches Überdenken. Die Verfügbarkeit sehr schneller Übertragungssysteme (z.B. 2,5 Gbit/s) führt dazu, dass ein kostenoptimiertes Übertragungsnetz in Zukunft weniger vermascht sein wird als mit der heutigen Technik. Seit einigen Jahren sind bei den PTT-Betrieben grosse Anstrengungen unternommen worden, das Fernmeldenetz sicherer zu machen. Es wurden Richtlinien erlassen, die die Auswirkungen von schwerwiegenden Ereignissen, wie z.B. Trassezerstörung, Überschwemmung, Brand usw. auf ein betrieblich und wirtschaftlich tragbares Mass beschränken. Um zu verhindern, dass bei einer lokalen Katastrophe gewisse Verkehrsbeziehungen für längere Zeit ausfallen, sind in einigen grossen Städten die Fernmeldezentren verdoppelt und die Fern- und Regionalleitungen entsprechend aufgeteilt worden.

Im «Grobkonzept für die Gestaltung der Netze im Zusammenhang mit deren Digitalisierung (Netz 2000)» werden diese Ziele konsequent weiterverfolgt. So sollen die Transitzentralen in allen Netzgruppen verdoppelt sowie die Mehrwegführung aller Verkehrsbeziehungen (Bündel) des Fern- und Regionalnetzes verwirklicht werden. Hauptgründe für diese Anpassungen sind die Umstrukturierung des IFS-Netzes (*Netz 2000*), die neuen übertragungstechnischen Möglichkeiten (*Synchrone Digitale Hierarchie = SDH*) und die Vorgaben für ein künftiges *Netz-Management-System* (*Transmission Network Management = TNM*).

Das künftige Übertragungsnetz entspricht folgenden Anforderungen:

- erfüllt alle CCITT- und ETSI-Empfehlungen bzw. -Normen
- unterstützt sowohl plesiochrone als auch synchrone digitale Hierarchien
- besteht aus Übertragungstrecken und modular aufgebauten Knoten, die sich aus synchronen Multiplexern und «Cross-Connect»-Ausrüstungen zusammensetzen
- ist mit einem leistungsfähigen Netzmanagement ausgestattet, das die Planung, Beschaltung, Verwaltung und Fernwartung der einzelnen Netzteile und Verbindungen mit grosser Flexibilität und Wirtschaftlichkeit ermöglicht
- berücksichtigt alle Vorgaben für ein Netzkontrollzentrum (NKZ).

les mesures nécessaires sont déjà prises en considération dans l'élaboration du plan quinquennal et décennal de 1992 à 2001.

## 6 Réseau de transmission de base

Le développement de la technique de transmission exige une remise en question fondamentale de la future structure du réseau de transmission. La fourniture de systèmes de transmission très rapide (par ex. 2,5 Gbit/s) aura pour conséquence que le réseau de transmission de demain, optimisé sur le plan des coûts, sera moins maillé que la technique actuelle le permet. Depuis quelques années, les PTT ont entrepris de gros efforts pour augmenter la sécurité du réseau de télécommunications. Des directives ont été publiées qui visent à réduire les répercussions d'événements graves, par exemple destruction du tracé, inondations, incendies, etc., dans des proportions raisonnables sur le plan de l'exploitation et des coûts. Pour éviter que certaines liaisons soient longuement mises hors service à la suite de catastrophes locales, les centres de télécommunications ont été doublés dans certaines grandes villes, et les lignes interurbaines et régionales ont été réparties en conséquence.

Dans la «conception globale pour la structure des réseaux, en relation avec leur numérisation (réseau 2000)», ces objectifs ont constitué le point de mire de tous les travaux effectués. Ainsi, les centraux de transit doivent être doublés dans tous les groupes de réseaux, et toutes les relations de trafic (faisceaux) des réseaux interurbains et régionaux doivent emprunter plusieurs routes différentes. Les raisons principales de ces adaptations sont la restructuration du réseau IFS (*réseau 2000*), les nouvelles possibilités techniques de transmission (*hiérarchie numérique synchronisée = SDH*) et les conditions posées par un futur *système de gestion du réseau* (*Transmission Network Management = TNM*).

Le futur réseau de transmission répond aux exigences suivantes:

- il est conforme aux recommandations et normes du CCITT et de l'ETSI
- il est adapté aussi bien aux hiérarchies plésiochrones qu'aux hiérarchies synchrones numériques
- il est constitué de trajets de transmission et de nœuds de conception modulaire, réalisés à l'aide de multiplexeurs synchrones et d'équipements «Cross-Connect»
- il offre un système de gestion performant, permettant la planification, la connexion, l'administration et la télémaintenance des divers composants de réseau, de même que des liaisons pouvant être établies avec une grande souplesse et à des coûts raisonnables
- il tient compte de toutes les conditions liées à un centre de contrôle des réseaux.

## 61 Conception du réseau de transmission de base

La structure hiérarchique du réseau de transmission (fig. 5) a été adaptée aux exigences à venir.

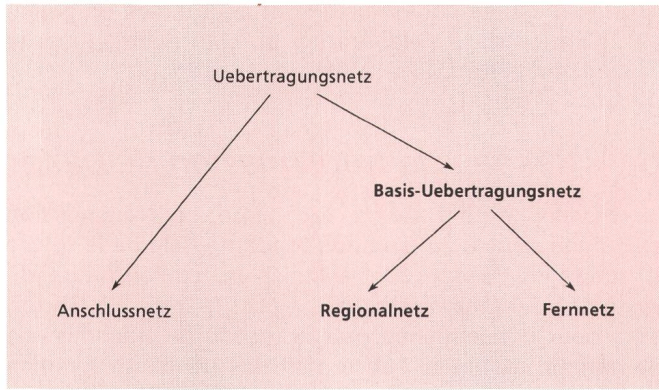


Fig. 5 Grundstruktur des Übertragungsnetzes – Structure de base du réseau de transmission

Übertragungsnetz – Réseau de transmission  
 Basis-Übertragungsnetz – Réseau de transmission de base  
 Anschlussnetz – Réseau de raccordement  
 Regionalnetz – Réseau régional  
 Fernnetz – Réseau interurbain

## 61 Gestaltung des Basis-Übertragungsnetzes

Die hierarchische Struktur des Übertragungsnetzes (Fig. 5) ist den künftigen Anforderungen entsprechend angepasst worden.

Das Basis-Übertragungsnetz beruht auf folgenden allgemeinen und netzspezifischen Grundsätzen:

- Die Netzgestaltung ist auf das Konzept «Netz 2000» abgestimmt. Die aufgrund der Bedarfsprognosen für Telefonie, ISDN, Teleinformatik, Ton- und Bildübertragung nötigen Übertragungsstrecken sind auf wirtschaftliche Art und Weise so zu erstellen, dass sie rechtzeitig in Betrieb genommen werden können.
- Bezüglich Mehrwegführung gelten die in den «Richtlinien über die Dezentralisierung des Fernmeldeverkehrs» (PTT 791.11) festgelegten Grundsätze.
- Die Bereitstellung der digitalen Übertragung ist mit der Einführung der digitalen Vermittlungseinrichtungen zu koordinieren. Ist eine gleichzeitige Bereitstellung nicht möglich, muss die digitale Übertragung vorgängig verwirklicht werden.
- Soweit die topographischen Gegebenheiten dies zulassen, sind die Fern- und Regionalnetze auf der Basis von Ringstrukturen zu gestalten.
- Die Wahl des Übertragungsmediums (Kabel oder Richtfunk) ist aufgrund von Wirtschaftlichkeitsvergleichen zu treffen; Übertragungsqualität und Betriebssicherheit sind zu berücksichtigen.
- Ist eine Zweiwegführung noch nicht vorhanden, müssen mindestens (2+1)-Systeme zu 2 Mbit/s oder bei höheren Bitraten mindestens (1+1)-Systeme verfügbar sein.
- Gemischt analog und digital betriebene Übertragungsstrecken sind nur als Übergangslösung zulässig. Sie sollen baldmöglichst auf rein digitalen Betrieb umgestellt werden.
- *Internationales Netz*  
 Dieses umfasst die Verbindungen zwischen den internationalen Zentralen (IZ) in Basel, Bellinzona/Lugano, Genf und Zürich, die Zubringer zwischen den nationa-

Le réseau de transmission de base se fonde sur les principes généraux et spécifiques ci-après:

- La conception de réseau s'appuie sur celle du «réseau 2000». Les trajets de transmission nécessaires selon les pronostics pour la téléphonie, le RNIS, la téléinformatique, la transmission de sons et d'images doivent être réalisés de façon économique et de manière qu'ils puissent être mis en service à temps.
- Pour l'acheminement par plusieurs routes, il doit être conforme aux principes fixés dans les «directives pour la décentralisation du trafic des télécommunications» (PTT 791.11).
- L'introduction de la transmission numérique doit être coordonnée avec celle des équipements de commutation numériques. Si une mise en service simultanée n'est pas possible, la transmission numérique doit être réalisée en priorité.
- Lorsque les conditions topographiques le permettent, les réseaux interurbains et régionaux doivent être conçus sur la base des structures en anneau.
- Le choix du moyen de transmission (câbles ou faisceaux hertziens) doit être fonction d'une comparaison des coûts; la qualité de transmission et la sécurité de fonctionnement doivent aussi être prises en considération.
- Si l'acheminement par deux routes séparées n'est pas encore possible, il faut faire en sorte que (2+1) systèmes de 2 Mbit/s ou, pour les débits binaires supérieurs, au moins (1+1) systèmes soient disponibles.
- Les trajets de transmission mixtes, c'est-à-dire fonctionnant en mode analogique et en mode numérique, ne sont admis que comme solution transitoire. Ils doivent être remplacés aussitôt que possible par des trajets entièrement numériques.
- *Réseau international*  
 Ce réseau groupe les liaisons entre les centraux internationaux (CTI) de Bâle, Bellinzona/Lugano, Genève et Zurich, les liaisons d'apport entre les centraux de transit nationaux et les centraux de transit internationaux, de même que les trajets de transmission directs en direction des pays voisins.

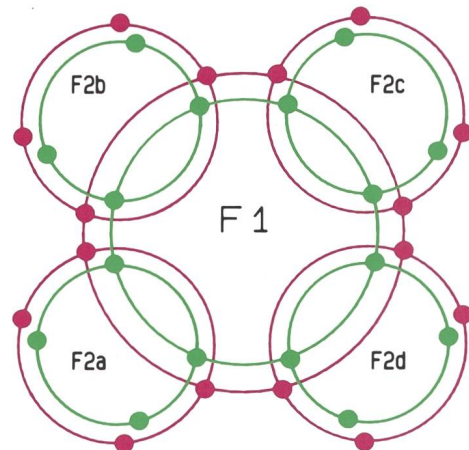


Fig. 6 Prinzipschema für F1 und F2 – Schéma de principe pour F1 et F2  
 ● ● Transitzentrale (TZ) – Central de transit (CTT)

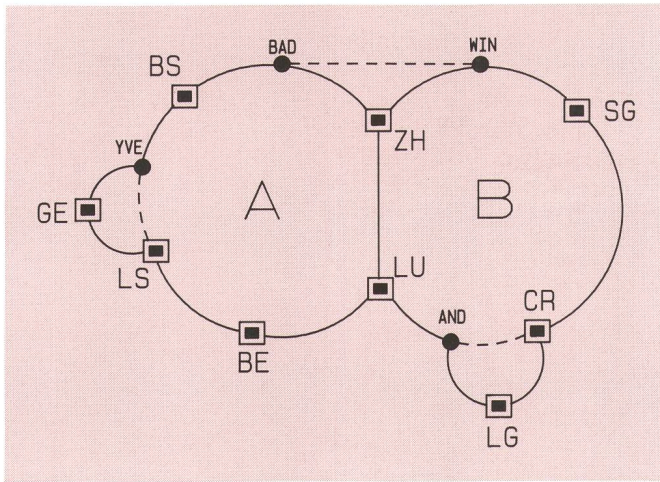


Fig. 7 Ringstruktur für F1 – Structure annulaire pour F1

len Transitzentralen und den IZ sowie die direkten Übertragungsstrecken nach den Nachbarländern.

Mit Ausnahme der grenzüberschreitenden Übertragungsstrecken wird für die Verbindungen im Landesinnern in der Regel die Struktur des Fernnetzes mitbenutzt.

Die grenzüberschreitenden Wege sind im Landesinnern so zu ergänzen, dass auch zur Durchquerung mehrere Achsen in optischer Technik verfügbar sind.

#### – Fernnetz

Das nationale Fernnetz soll eine mehrwegtaugliche, auf das Prinzip der zwei Vermittlungsebenen (rot/grün) abgestimmte Struktur aufweisen (Fig. 6). Es umfasst bezüglich Übertragungsanlagen folgende zwei Ebenen, die logisch in zwei Teilnetze (rot und grün) aufgeteilt sind:

– *Fernebene 1 (F1)* verbindet die wichtigsten Fernmeldezentren (Basel, Bellinzona/Lugano, Bern, Chur, Genf, Lausanne, Luzern, St. Gallen/Wil, Zürich) mit zwei aus Kabelanlagen gebildeten Ringen (A+B) und einem redundanten Richtfunknetz. Damit werden alle roten und grünen Transitzentralen der betroffenen Netzgruppen erfasst (Fig. 7).

– *Fernebene 2 (F2)* umfasst alle nicht mit F1 erschlossenen Netzgruppen. Unter Berücksichtigung der geographischen Gegebenheiten und der gleichmässigen Aufteilung des Verkehrsflusses sind vier Ringe vorgesehen. Mit jedem dieser Ringe werden alle roten und alle grünen Transitzentralen miteinander verbunden. Als Verknüpfungspunkte zwischen den beiden Fernebenen werden in jeden Ring der Fernebene 2 die Transitzentralen von zwei der Fernebene 1 zugeordneten Netzgruppen einbezogen.

Der Fernebene 2 sind die folgenden Netzgruppen zugeordnet:

- F2a = Freiburg im Üechtland, Sitten und Thun sowie Bern und Lausanne von F1
- F2b = Biel und Neuenburg sowie Basel und Bern von F1
- F2c = Baden und Olten sowie Luzern und Zürich von F1

A l'exception des trajets transfrontière, les liaisons à l'intérieur de notre pays empruntent en général la structure du réseau interurbain.

A l'intérieur du pays, les voies transfrontière doivent être complétées de façon que plusieurs axes de transit soient disponibles en technique optique.

#### – Réseau interurbain

Le réseau interurbain national doit présenter une structure à plusieurs routes, fondée sur le principe des deux niveaux de commutation (rouge/vert) (fig. 6). S'agissant des installations de transmission, il comprend les deux niveaux suivants qui sont répartis de manière logique en deux réseaux partiels (rouge et vert):

– *Niveau interurbain 1 (F1)*; il relie entre eux les centres de télécommunications les plus importants (Bâle, Bellinzone/Lugano, Berne, Coire, Genève, Lausanne, Lucerne, St-Gall/Wil, Zurich) au moyen de deux anneaux (A+B) de câbles et d'un réseau à faisceaux hertziens redondant. Cette configuration permet d'interconnecter tous les centraux de transit rouges et tous les centraux de transit verts du niveau 1 (fig. 7).

– *Niveau interurbain 2 (F2)*; il réunit tous les groupes de réseaux non compris dans le niveau F1. Quatre anneaux sont prévus; ils tiennent compte des particularités géographiques et de la répartition des flux de trafic. Chacun de ces anneaux relie tous les centraux de transit rouges et verts entre eux. Comme points nodaux entre les deux niveaux interurbains, on intègre dans chaque anneau du niveau interurbain 2 les centraux de transit de deux groupes de réseaux attribués au niveau interurbain 1.

Les groupes de réseaux suivants sont attribués au niveau interurbain 2:

- F2a = Fribourg, Sion et Thoune, de même que Berne et Lausanne de F1
- F2b = Bienne et Neuchâtel, de même que Bâle et Berne de F1
- F2c = Baden et Olten, de même que Lucerne et Zurich de F1
- F2d = Rapperswil et Winterthour, de même que St-Gall et Zurich de F1.

Les installations de câbles numériques pour F1 ressortent de la figure 8; ceux de F2, de la figure 9.

#### – Réseau régional

Les trajets de transmission sont attribués aux niveaux suivants, d'après leur fonction (fig. 10):

##### – Niveau régional 1 (R1)

Tous les trajets de transmission pour les liaisons entre les deux centraux de transit (CTT) et les centraux nodaux (CTN) du même groupe de réseaux. De même, le niveau régional 1 est divisé en un réseau partiel rouge et en un réseau partiel vert, selon le principe appliqué au réseau interurbain.

##### – Niveau régional 2 (R2)

Trajets de transmission à l'intérieur d'un secteur nodal (SN) pour relier les centraux concentrateurs et les centraux de raccordement (CTC et CTA) au central nodal supérieur.

Prinzip:

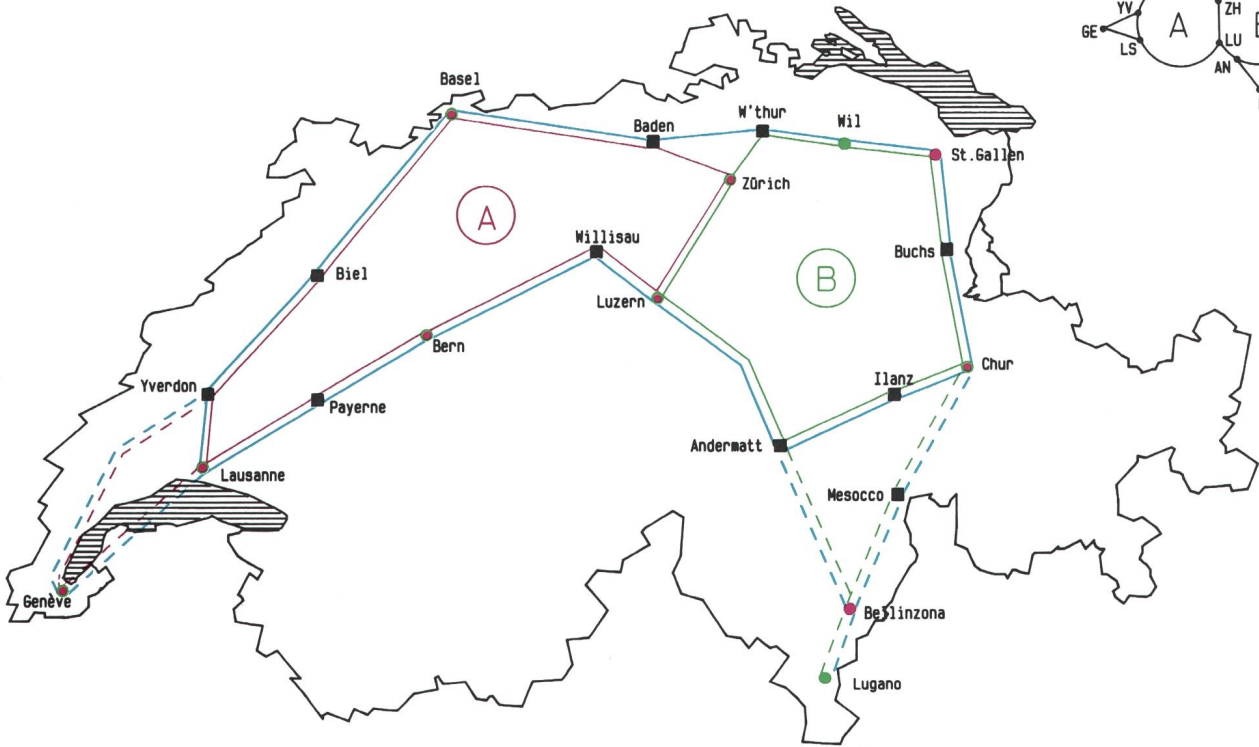
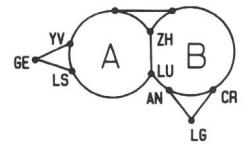


Fig. 8 Digitale Kabelanlagen für F1 – Installations de câbles numériques pour F1

Fernebene 1 Digitale Kabelanlagen – Niveau interurbain 1 Installations de câbles numériques.

- Vermittlungsstelle (Transitamt) – Centre de commutation (centre de transit)
- Übertragungsstelle (ZV) – Station de transmission (AI) Prinzip – Principe

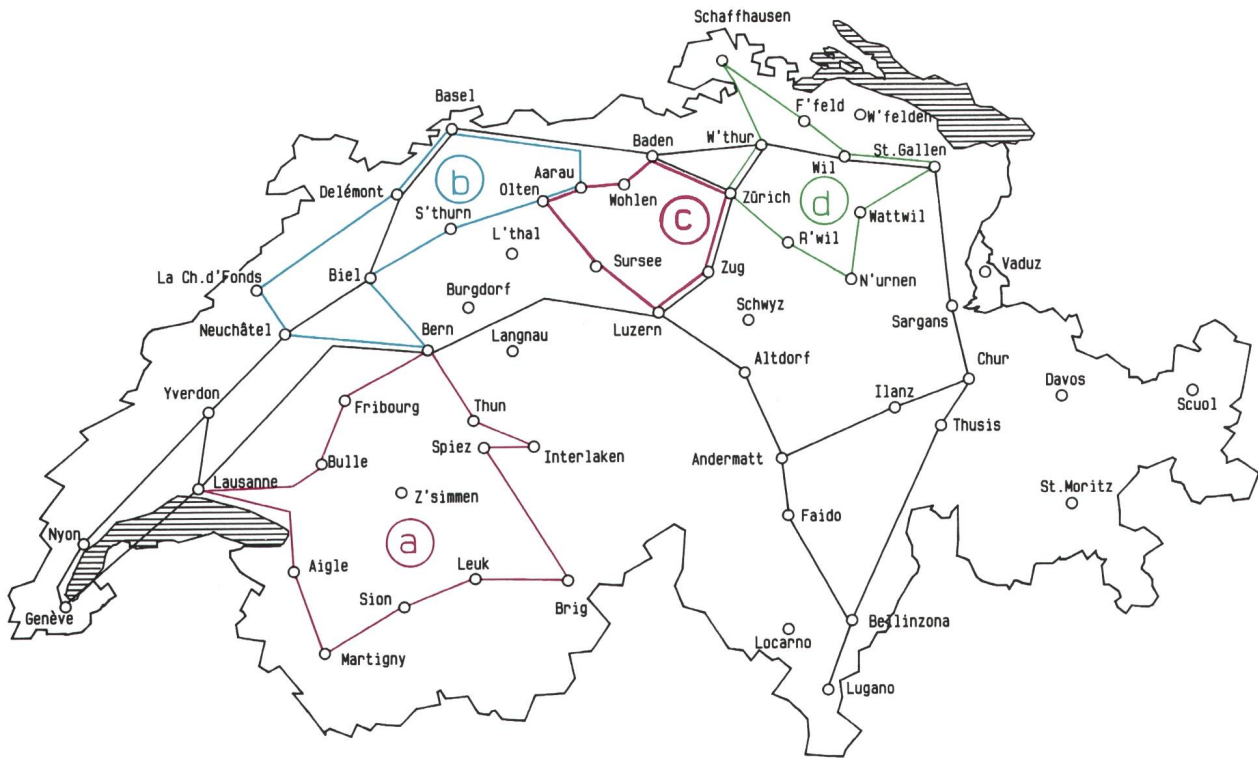


Fig. 9 Digitale Kabelanlagen für F2 – Installations de câbles numériques pour F2

Fernebenen 1+2 Digitale Kabelanlagen – Niveaux interurbains 1+2 Installations de câbles numériques

- Fernebene 1 – Niveau interurbain 1
- } Fernebene 2 – Niveau interurbain 2

- F2d = Rapperswil und Winterthur sowie St. Gallen und Zürich von F1.

Die digitalen Kabelanlagen für F1 sind aus *Figur 8* ersichtlich, jene für F2 aus *Figur 9*.

- *Regionalnetz*

Die Übertragungsstrecken werden entsprechend ihrer Funktion folgenden Ebenen zugeordnet (*Fig. 10*):

- *Regionalebene 1 (R1)*

Alle Übertragungsstrecken für Verbindungen zwischen den beiden Transitzentralen (TZ) und den Knotenzentralen (KZ) derselben Netzgruppe. In Übereinstimmung mit dem im Fernnetz angewandten Prinzip ist auch die Regionalebene 1 in ein rotes und ein grünes Teilnetz aufgeteilt.

- *Regionalebene 2 (R2)*

Übertragungsstrecken innerhalb eines Knotenbereichs (KB) für die Verbindung der Konzentratoren- und Anschlusszentralen (KTZ und AZ) mit der übergeordneten Knotenzentrale.

## 62 Dezentralisierungsmassnahmen

Unter Dezentralisierung des Fernmeldeverkehrs versteht man sowohl das örtlich getrennte Unterbringen von Vermittlungs- und Übertragungsausrüstungen als auch die Leitungsführung über mehrere getrennte Kabel- oder Richtfunkwege. Mit der Dezentralisierung im Bereich der Übertragung soll die Wahrscheinlichkeit verringert werden, dass infolge nicht verfügbarer Verbindungswege die Kapazität bestimmter Verkehrsbeziehungen unzulässig reduziert wird.

- *Dezentralisierung im Fernnetz*

Zwischen je zwei Netzgruppen gibt es zwei direkte Bündel, d.h. je ein Bündel zwischen den beiden «roten» und den beiden «grünen» Transitzentralen. Jedes

## 62 Mesures de décentralisation

Par décentralisation du trafic de télécommunication, on entend aussi bien la séparation physique des équipements de commutation et de transmission que la séparation des voies de transmission par l'intermédiaire de plusieurs trajets de câbles ou de faisceaux hertziens. La décentralisation dans le domaine de la transmission vise à diminuer les risques d'une réduction non admissible de la capacité de certaines relations de trafic parce que des liaisons ne sont pas disponibles.

- *Décentralisation dans le réseau interurbain*

Entre deux groupes de réseaux, il y a deux faisceaux directs, c'est-à-dire un faisceau entre les deux centraux de transit «rouges» et un autre entre les deux centraux de transit «verts». Pour chacun de ces faisceaux, au moins deux chemins de transmission séparés, sont à disposition (*fig. 11*).

Dans chaque groupe de réseaux, on doit prévoir, pour au moins un central de transit, un terminal de faisceaux hertziens, d'où des liaisons hertziennes performantes peuvent être établies pour le trafic interurbain national et international.

Lors du passage aux trajets de transmission numériques, on fera en sorte que ces trajets soient autant que possible décentralisés.

En cas de transformation des trajets de transmission qui nécessitent une mise hors service durant plusieurs semaines, un trajet empruntant une deuxième route doit être disponible également pendant les travaux.

- *Décentralisation dans le réseau régional*

Sur le plan de la sécurité, le réseau régional actuel pose de nombreux problèmes, étant donné que, physiquement, il présente dans une large mesure une structure arborescente. Dans de nombreux cas, les

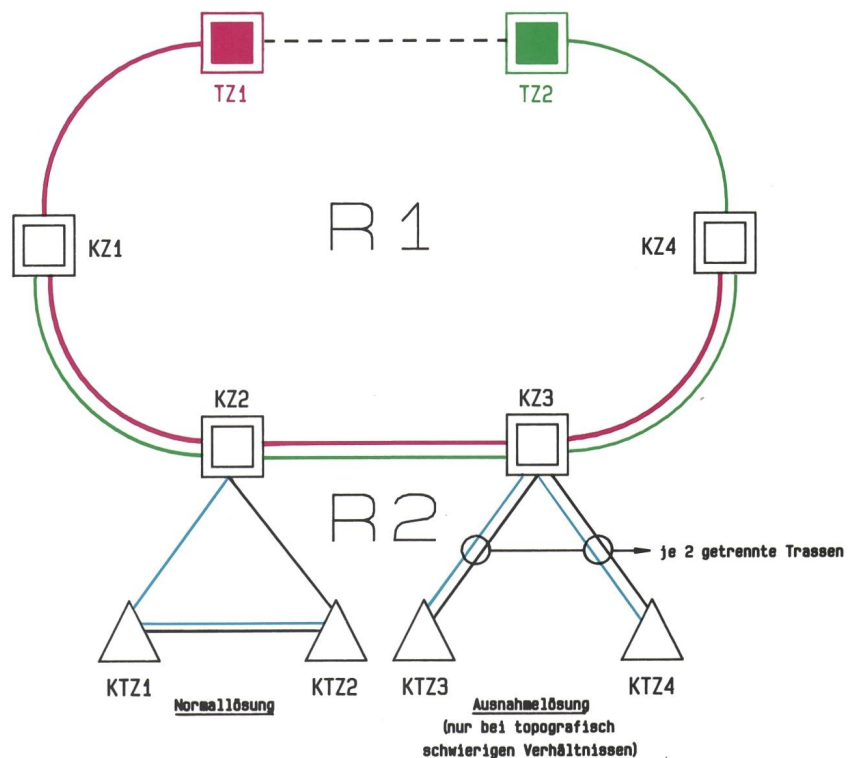


Fig. 10 Prinzipschema für R1 und R2 – Schéma de principe pour R1 et R2

- TZ1 – CTT1
- TZ2 – CTT2
- KZ1 – CTN1
- KZ2 – CTN2
- KZ3 – CTN3
- KZ4 – CTN4
- KTZ1 – CTC1
- KTZ2 – CTC2
- KTZ3 – CTC3
- KTZ4 – CTC4

Je 2 getrennte Trassen – Chacune avec 2 tracés séparés

Normallösung – Réalisation normale  
 Ausnahmelösung (nur bei topografisch schwierigen Verhältnissen) – Réalisation exceptionnelle (seulement en cas de difficulté topographique)

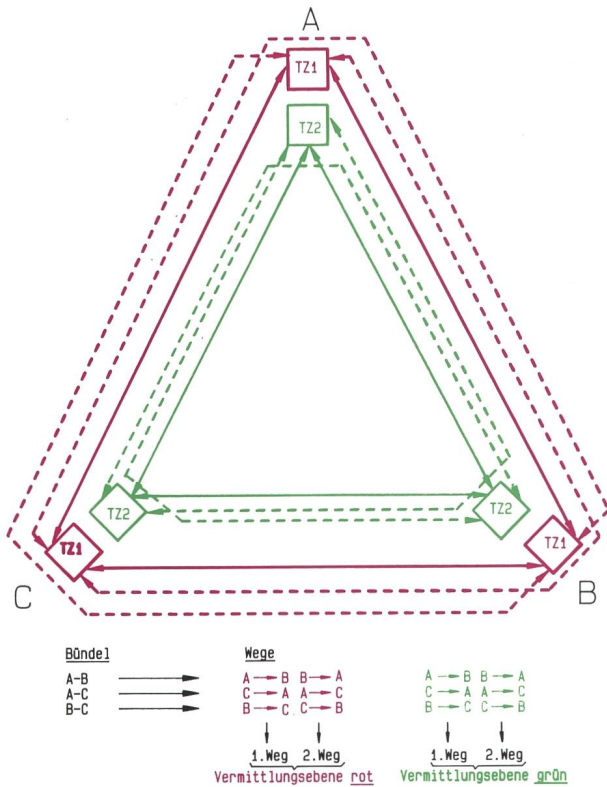


Fig. 11 Prinzip der Mehrwegführung bei Ringstruktur im Fernnetz – Principe de l'acheminement par plusieurs routes pour la structure annulaire dans le réseau interurbain

Netz 2000: Beschaltung bei Ringstruktur: Prinzip der Mehrwegführung – Réseau 2000: Configuration de la structure annulaire: principe de l'acheminement par plusieurs routes

TZ1 – CTT1  
TZ2 – CTT2

Bündel – Faisceau

Wege – Routes

1. Weg 2. Weg – Première route deuxième route

Vermittlungsebene rot – Niveau de commutation rouge

1. Weg 2. Weg – Première route deuxième route

Vermittlungsebene grün – Niveau de commutation vert

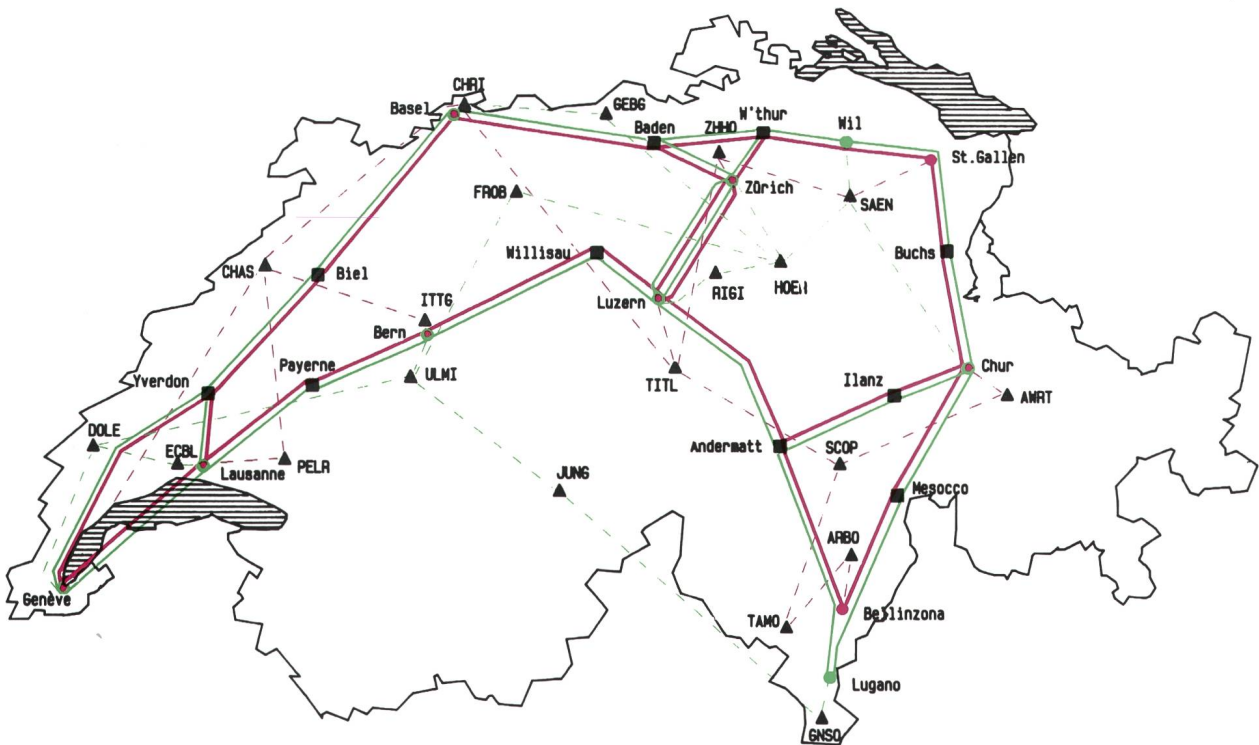


Fig. 15 Gemischtes Kabel- und Richtfunknetz für F1 – Réseau mixte par câble et par faisceaux hertziens pour F1

Fernebene 1: Digitale Kabel- und Richtfunkanlagen – Niveau interurbain 1: Installations numériques par câbles et par faisceaux hertziens

- Vermittlungsstelle (Transitzentrale) – Centre de commutation (central de transit)
- Übertragungsstelle (ZV) – Station de transmission (AI)
- ▲ Richtfunkterminal bzw. -relais – Terminal/relais à faisceaux hertziens
- Vermittlungsebene – Niveau de commutation } — Kabel/-- Richtfunk – Câble -- Faisceaux hertziens
- Vermittlungsebene – Niveau de commutation }



dieser Bündel verfügt über mindestens zwei getrennte Übertragungswege (Fig. 11).

In jeder Netzgruppe ist mindestens bei einer Transitzentrale eine Richtfunkstelle vorzusehen, von der aus leistungsfähige Richtfunkverbindungen für den nationalen und internationalen Fernverkehr eingesetzt werden können.

Bei der Umstellung auf digitale Übertragungsstrecken ist anzustreben, dass auch diese so bald als möglich dezentral geführt werden können.

Beim Umbau von Übertragungsstrecken, wodurch deren Ausserbetriebsetzung während mehrerer Wochen nötig wird, muss eine Zweiwegführung auch während des Umbaus gewährleistet sein.

#### – *Dezentralisierung im Regionalnetz*

Als besonders kritisch bezüglich Sicherheit erweist sich das heutige Regionalnetz, da es physikalisch weitgehend eine Baumstruktur aufweist. In vielen Fällen verlaufen die Übertragungswege mehrerer Zentren im gleichen Trasse und endigen in derselben Transitzentrale. Zusätzlich befinden sich die Trassen zum grossen Teil in Siedlungsgebieten mit meist reger Bautätigkeit. Eine Beschädigung solcher Trassen kann den Unterbruch des Regional- und Fernverkehrs mehrerer Anschlussnetze zur Folge haben. Darum sind auch in diesem Bereich des Übertragungsnetzes grundsätzlich die gleichen Vorkehrungen zu Sicherstellung der Verfügbarkeit zu treffen, wie dies für die Fernebenen 1 und 2 vorgesehen ist. Allfällige Ergänzungen und den besondern Verhältnissen der Regionalnetze angepasste Massnahmen werden von den zuständigen Dienststellen der Generaldirektion PTT noch bearbeitet.

#### – *Einführung getrennter Wege im Kabelnetz*

Die *geographische Trennung von Kabeln* bietet den wirksamsten Schutz gegen einen gleichzeitigen Ausfall der verschiedenen Wege. Für getrennte Wege vorgesehene Übertragungsstrecken müssen demnach so geführt werden, dass eine durch äussere Einflüsse verursachte Beschädigung nur einen Weg des gleichen Bündels unterbricht.

In Einzugskanalisationen verlegte Kabel gelten grundsätzlich als getrennte Wege. Diese Möglichkeit sollte aber nur im Bereich der Endstellen angewandt werden. In Einzugskanalisationen mit unterteilten Kunststoffrohrzügen verlegte Kabel sind nur dann mehrwegtauglich, wenn sie nicht im gleichen Rohrzug verlaufen.

#### – *Einführung getrennter Wege im Richtfunknetz*

Im drahtlosen Bereich gelten die Wege als bedingt getrennt laufend, wenn sie auf gemeinsamen Relaisstationen nebst der allgemeinen, sehr gut geschützten Stromversorgung keine weiteren gemeinsamen Elemente benützen.

Beim Bau neuer Fernmeldegebäude ist anzustreben, dass allfällige Richtfunkterminale auf dem gleichen Grundstück erstellt werden können. Die Kabelstrecken von den Übertragungsstellen zu den Richtfunkterminalen haben den Anforderungen an getrennte Wege im Kabelnetz zu genügen.

routes de transmission passent par plusieurs centraux du même tracé et aboutissent dans le même central de transit. De plus, ces tracés sont situés en grande partie dans des zones habitées où les travaux de construction sont nombreux. L'endommagement de tels tracés peut provoquer l'interruption du trafic régional et interurbain de plusieurs réseaux de raccordement. C'est pourquoi, pour ce type de réseau de transmission, on doit appliquer les mêmes précautions visant à assurer la sécurité du trafic, que celles qui sont prévues pour les niveaux interurbains 1 et 2. Les compléments éventuels et les mesures adaptées aux particularités des réseaux régionaux sont actuellement à l'étude dans les services compétents de la Direction générale des PTT.

#### – *Introduction de routes séparées dans le réseau de câbles*

La *séparation géographique des câbles* offre la protection la plus efficace contre les interruptions simultanées des différentes routes. De ce fait, les trajets de transmission prévus par des routes séparées doivent être choisis de façon qu'un endommagement dû à des influences extérieures ne puisse interrompre qu'une seule route du même faisceau.

Les câbles posés dans des canalisations de tirage sont considérés par principe comme des routes séparées. Cette possibilité ne devrait cependant être appliquée qu'au niveau des stations terminales. Les câbles tirés dans les canalisations avec tubes en matière synthétique subdivisés ne doivent pas emprunter le même tube.

#### – *Introduction de routes séparées dans le réseau à faisceaux hertziens*

Dans la transmission par faisceaux hertziens, les routes sont considérées comme séparées lorsque les signaux n'empruntent pas des éléments communs, sauf les stations relais communes et les équipements d'alimentation très bien protégés.

Lors de la construction de nouveaux bâtiments de télécommunications, on doit s'efforcer d'établir les éventuels terminaux à faisceaux hertziens sur le même terrain. Les trajets de câbles entre les stations de transmission et les terminaux à faisceaux hertziens doivent être conformes aux exigences posées à la réalisation de routes séparées dans le réseau de câbles.

#### – *Occupation des trajets de câbles avec systèmes de transmission*

##### *Réseau interurbain*

- Dans le réseau 2000, chaque groupe de réseaux dispose de deux centraux de transit.
- On différencie les centraux de transit «rouges» des centraux de transit «verts».
- Seuls les centraux de transit de même couleur peuvent être interconnectés.
- Entre deux groupes de réseaux, il y a chaque fois deux faisceaux directs (fig. 12).
- Chaque faisceau dispose d'au moins deux routes de transmission séparées (fig. 13).
- Les trajets de transmission respectifs des niveaux de commutation rouges et verts peuvent emprunter le même trajet de câble (fig. 14).

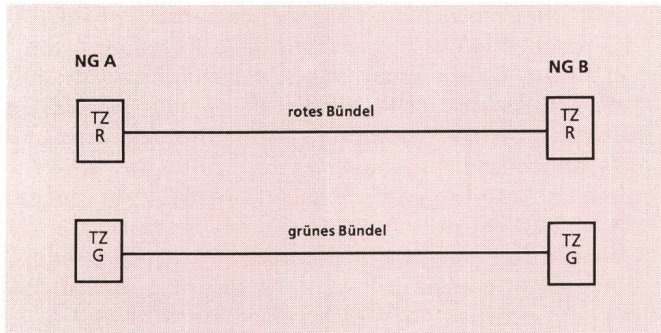


Fig. 12 Bündel zwischen Transitzentralen – Faisceaux entre centraux de transit

NGA – GRA  
 Rotes Bündel – Faisceau rouge  
 TZR – CTTR  
 Grünes Bündel – Faisceau vert  
 TZG – CTTV

– *Belegung der Kabelstrecken mit Übertragungssystemen*

*Fernnetz*

- Im Netz 2000 verfügt jede Netzgruppe über zwei Transitzentralen.
- Es wird zwischen «roten» und «grünen» Transitzentralen unterschieden.
- Es dürfen nur «rote» mit «roten» und «grüne» mit «grünen» Transitzentralen verbunden werden.
- Zwischen je zwei Netzgruppen gibt es zwei direkte Bündel (Fig. 12).
- Jedes Bündel verfügt über mindestens zwei getrennte Übertragungswege (Fig. 13).
- Übertragungsstrecken der roten bzw. der grünen Vermittlungsebene dürfen die gleiche Kabelstrecke benutzen (Fig. 14).

*Regionalnetz*

- Im Regionalnetz ist grundsätzlich das gleiche Beschaltungsprinzip wie für die Fernebenen anzuwenden. Da allerdings für die «rote» und die «grüne» Vermittlungsebene nur je ein Weg gefordert wird, ist die Beschaltung der einzelnen Kabelstrecken verhältnismässig einfach durchzuführen.

### 63 Einsatzkonzept für Richtfunk

Das künftige Basis-Übertragungsnetz beruht auf der Kombination von Glasfaser- und Richtfunkstrecken. Bei der Entwicklung der neuen Netzstruktur wurden unter anderem auch die Aspekte der Integrierbarkeit in ein künftiges Netz-Management-System berücksichtigt. Beide Übertragungsmedien sind in dieser Hinsicht gleichwertig. Mit einem gemischten Glasfaser-/Richtfunknetz lassen sich die Forderungen nach genügend Kapazität und hoher Verfügbarkeit bei niedrigen Kosten optimal und konkurrenzfähig erfüllen. Besonders das Richtfunknetz soll so gestaltet sein, dass es mit seinen spezifischen Eigenschaften die Schwachstellen eines reinen Glasfasernetzes möglichst weitgehend eliminiert.

Zur Erhöhung der Sicherheit und Verfügbarkeit werden folgende Massnahmen getroffen:

- *Fernebene 1:* Bildung zweier vollständig unabhängiger Richtfunknetze (rot und grün), die über getrennte

*Réseau régional*

- Dans le réseau régional, on doit appliquer le même principe de connexion que pour les niveaux interurbains. Toutefois, vu qu'une seule route est demandée pour le niveau de commutation «rouge» et une autre pour le niveau «vert», la connexion des différents trajets de câbles est relativement facile à réaliser.

### 63 Conception d'utilisation des faisceaux hertziens

Le futur réseau de transmission de base se fonde sur la combinaison des trajets à fibres optiques et des trajets à faisceaux hertziens. Lors du développement de la nouvelle structure de réseau, on a aussi tenu compte notamment des aspects liés à l'intégration de ces éléments dans un système de gestion de réseau pour l'avenir. Dans cette perspective, les deux supports de transmission sont équivalents. Dans un réseau mixte, comprenant des fibres optiques et des faisceaux hertziens, les exigences posées en matière de capacité et de disponibilité peuvent être satisfaites de manière optimale sur le plan des coûts et de la concurrence. Le réseau à faisceaux hertziens devrait être implanté précisément de façon qu'il puisse, par ses particularités, éliminer dans toute la mesure du possible les points faibles d'un réseau constitué uniquement de fibres optiques.

Pour augmenter la sécurité et la disponibilité de ces réseaux, les mesures suivantes doivent être prises:

- *Niveau interurbain 1:* Formation de deux réseaux à faisceaux hertziens entièrement indépendants (rouge et vert), empruntant des tracés séparés et, à deux exceptions près, utilisant toujours des stations différentes, grâce à l'infrastructure disponible. Chacun des deux réseaux à faisceaux hertziens doit être relié à chaque groupe de réseaux par un central de transit. En utilisant des systèmes récents, offrant une modulation de haut niveau, on peut calculer une capacité maximale de  $28 \times \text{STM-1}$  (module de transport synchrone) ou de  $28 \times 155 \text{ Mbit/s}$  par trajet de transmission.

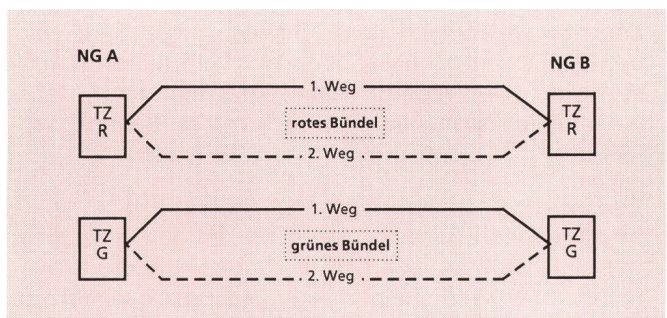


Fig. 13 Mehrwegführung der Bündel – Acheminement des faisceaux par plusieurs routes

NGA – GRA  
 1. Weg – 1re route  
 TZR – CTTR  
 Rotes Bündel – Faisceau rouge  
 2. Weg – 2e route  
 Grünes Bündel – Faisceau vert  
 TZG – CTTV

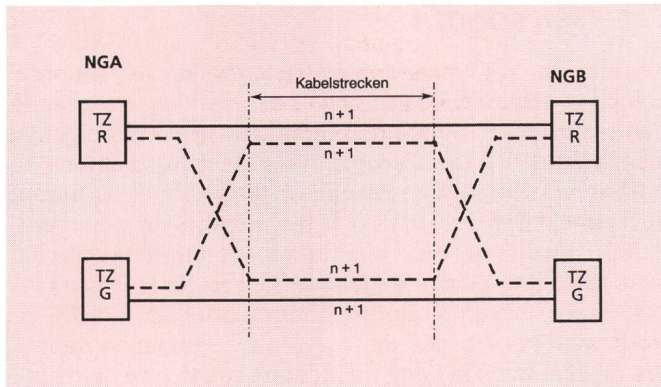


Fig. 14 Belegung der Kabelstrecken – Occupation des trajets de câbles

NGA – GRA

Kabelstrecken – Trajets de câbles

TZR – CTRR

— 1. Übertragungsweg – 1re route de transmission

- - - - - 2. Übertragungsweg – 2e route de transmission

Trassen führen und, mit zwei Ausnahmen, dank der vorhandenen Infrastruktur immer verschiedene Stationen benutzen. Die beiden Richtfunknetze sind je Netzgruppe mit je einer Transitzentrale verbunden. Durch den Einsatz neu entwickelter Systeme mit höherstufiger Modulation kann je Übertragungsstrecke mit einer maximalen Kapazität von  $28 \times \text{STM-1}$  (synchroner Transportmodul) oder  $28 \times 155 \text{ Mbit/s}$  gerechnet werden.

- **Fernebene 2:** Wie erwähnt umfasst die Fernebene 2 alle nicht mit F1 erschlossenen Netzgruppen; es sind vier F2-Ringe vorgesehen. Die Ringe können durch die Zusammenschaltung von Kabelstrecken oder in einer Kombination mit Richtfunkstrecken gebildet werden (Fig. 15, S. 510). Die Entscheidung, ob eine leitergebundene oder drahtlose Übertragungsstrecke zu bauen ist, wird im Rahmen der Fünf- und Zehnjahresplanung getroffen. Als minimale Übertragungskapazität der Richtfunkstrecken ist ein synchroner Transportmodul STM-1 oder  $n \times \text{STM-1}$  vorgesehen. Es soll die gleiche Gerätefamilie eingesetzt werden wie für die Fernebene 1.
- **Regionalnetze (R1 + R2):** Grundsätzlich ist das gleiche Einsatzkonzept vorgesehen wie für F2, d.h. die Wahl des Übertragungsmediums geschieht im Wesentlichen nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Bezüglich Übertragungskapazität ist STM-1 oder  $n \times \text{STM-1}$  vorgesehen; für vor 1993 zu bauende Verbindungen steht noch die Verwendung der bisher eingesetzten Gerätegeneration für 140 bzw. 34 Mbit/s im Vordergrund.

## 64 Vorteile der künftigen Gestaltung des Basis-Übertragungsnetzes

- getrennte Wege für beide (rot/grün) Vermittlungsebenen dank konsequenter Ringstruktur
- weitgehend gleichmäßige Belastung aller Übertragungsstrecken innerhalb demselben Ring
- der Unterbruch einer Übertragungsstrecke hat keinen Totalausfall der Verbindung zwischen zwei Vermittlungsstellen zur Folge

- **Niveau interurbain 2:** Comme on l'a vu, le niveau interurbain 2 relie tous les groupes de réseaux non desservis par F1; ainsi, quatre anneaux F2 sont prévus. Ces anneaux peuvent être formés par l'interconnexion de trajets de câbles ou être combinés avec des tronçons à faisceaux hertziens (fig. 15, p. 510). La décision portant sur la construction d'un trajet de transmission par fil ou sans fil doit être prise dans le cadre de la planification quinquennale et décennale. Comme capacité de transmission minimale de ces trajets hertziens, on a prévu un module de transport synchrone STM-1 ou  $n \times \text{STM-1}$ . Les appareils requis doivent être du même type que ceux qui sont destinés au niveau interurbain 1.
- **Réseaux régionaux (R1 + R2):** Par principe, on a envisagé la même conception d'utilisation que pour F2, ce qui signifie que le choix du support de transmission est fonction pour l'essentiel de critères économiques. Pour la capacité de transmission, on a retenu les modules STM-1 ou  $n \times \text{STM-1}$ ; pour ce qui est des liaisons à établir avant 1993, l'emploi de la génération d'appareils utilisés jusqu'ici pour 140 et 34 Mbit/s est encore prioritaire.

## 64 Avantages de la future structure du réseau de transmission de base

- Routes séparées pour les deux niveaux de commutation (rouge/vert) grâce à une structure en anneau systématique
- Trafic réparti de façon aussi régulière que possible sur tous les trajets de transmission au sein d'un anneau
- Interruption d'un trajet de transmission ne provoquant pas une interruption totale de la liaison entre deux stations de commutation
- Itinéraires clairs et simples des faisceaux, offrant des possibilités de commutation rapides et faciles en cas de dérangement
- Utilisation de trajets de transmission par fil et sans fil offrant de manière simple des routes absolument séparées entre deux points de commutation
- Les causes d'interruptions simultanées des deux moyens d'acheminement qui sont difficiles à maîtriser ne sont pas les mêmes et ne se produisent pas en même temps (inondations, glissements de terrain, travaux de construction, conditions extrêmes de propagation)
- Liaisons radioélectriques offrant également dans une structure en anneau des voies de communication directes et relativement courtes
- Etablissement rapide des liaisons par faisceaux hertziens, étant donné que ce moyen peut s'appuyer sur une infrastructure existant en grande partie
- Simplification de la construction des réseaux (pas d'installation provisoire coûteuse), vu la nature différente de ces deux supports
- Réseau mixte satisfaisant non seulement aux exigences de l'acheminement par plusieurs routes pour le trafic commuté, mais aussi à celles des lignes louées.

- übersichtliche und einfache Bündelführung gewährleistet rasche und einfache Umschaltmöglichkeiten im Störfall
- die Verwendung von leitergebundenen und drahtlosen Übertragungsstrecken schafft auf einfache Weise eine absolut unabhängige Mehrwegführung zwischen zwei Vermittlungsstellen
- die schwer beherrschbaren Unterbruchsursachen für die beiden Medien sind verschieden und zeitlich weitgehend unkorreliert (Überschwemmung, Erdbeben, Bauarbeiten, extreme Ausbreitungsbedingungen)
- der Richtfunk erlaubt auch in einer Ringstruktur direkte, meist verhältnismässig kurze Verbindungswege
- da sich der Richtfunk auf eine weitgehend vorhandene Infrastruktur abstützen kann, ist eine schnelle Einführung kurzfristig nötiger Verbindungen möglich
- durch das unterschiedliche Umfeld beider Medien vereinfacht sich der Aufbau der Netze (keine teuren Provisorien!)
- ein gemischtes Netz genügt nicht nur den Anforderungen der Mehrwegführung für den vermittelten Verkehr, sondern erfüllt auch jene für Mietleitungen.

## 7 Ausblick

Der Ausbau des Übertragungsnetzes war bisher vorwiegend durch die Bedarfsdeckung für schmalbandige Dienstleistungen geprägt. Schon seit einiger Zeit zeichnet sich aber ab, dass für verschiedene Netzelemente vor allem die Breitbanddienste strukturbestimmend sein werden. Sie werden auch langfristig die Anforderungen an die Technologie bestimmen; umgekehrt gilt aber auch, dass die technologische Entwicklung mit den entsprechenden Kostenentwicklungen die Möglichkeiten

## 7 Perspectives

L'extension du réseau de transmission a répondu jusqu'ici essentiellement aux besoins des services à bande étroite. Cependant, depuis un certain temps déjà, les services à large bande déterminent la structure de différents éléments de réseau. A long terme, ils auront aussi des répercussions sur la technologie. Inversement, il faut aussi observer que cette évolution technique, avec les coûts qu'elle engendre, ne restera pas sans influence sur l'éventail de prestations offertes. Ainsi, l'introduction généralisée de services à large bande dépendra des coûts de la ligne de raccordement, et en particulier de ceux de l'équipement de transmission.

Une tâche de grande envergure a été mise en œuvre, à savoir la numérisation des réseaux; quant aux travaux de réalisation, ils sont en bonne voie. Cependant, des tâches nouvelles vont très prochainement se présenter; il s'agira d'en relever le défi. Aujourd'hui déjà commence la planification de demain.

des Dienstleistungsspektrums wesentlich beeinflusst. Entscheidend für die breite Einführung von Breitbanddiensten sind die Kosten für die Anschlussleitung, besonders die der Übertragungsausrüstung.

Eine grosse Aufgabe, nämlich die Netzdigitalisierung, ist in Angriff genommen. Dabei ist man auf dem Wege der Verwirklichung schon ein gutes Stück vorangekommen. Neue Aufgaben stehen aber schon wieder unmittelbar bevor; die Planung für die weitere Zukunft hat bereits begonnen.

### Zusammenfassung

*Planung der Übertragungsanlagen im Netz 2000*

Mit der Entscheidung, das Fernmeldenetz zu digitalisieren, ist ein starker Innovationsimpuls ausgelöst worden. Sind bislang sehr leistungsfähige analoge Übertragungssysteme mit hohem technischen Standard eingesetzt worden, so gilt es nun mit der Einführung der neuen digitalen Übertragungshierarchie den Aufbau des Netzes der Zukunft zu verwirklichen. Hinzu kommt, dass beim heutigen Stand der Glasfasertechnologie dieser Impuls noch wesentlich verstärkt wird. Ein grundsätzliches Überdenken der künftigen Netzstruktur ist unumgänglich.

### Résumé

*Planification des installations de transmission pour le réseau 2000*

La décision visant à numériser le réseau de télécommunications a été à l'origine d'une forte impulsion d'innovations. Si, jusqu'ici, des systèmes de transmission analogiques performants, présentant un niveau technique élevé, ont été mis en service, il s'agit maintenant de réaliser le réseau de l'avenir, fondé sur une nouvelle hiérarchie de transmission numérique. En outre, cette évolution se voit encore renforcée par la technologie actuelle des fibres optiques. Il devient dès lors indispensable de repenser de manière fondamentale la structure de ce futur réseau.

### Riassunto

*Pianificazione degli impianti di trasmissione nella rete 2000*

La decisione di digitalizzare la rete delle telecomunicazioni ha provocato una forte spinta innovativa. Finora sono stati impiegati sistemi di trasmissione analogici molto capaci con un elevato standard tecnico; ora si tratta di realizzare la struttura della rete del futuro introducendo la nuova gerarchia di trasmissione numerica. Va aggiunto che lo stato attuale della tecnologia delle fibre ottiche rafforza notevolmente questa spinta innovativa. Esaminare a fondo la futura struttura della rete diventa quindi inevitabile.

### Summary

*Planning of Transmission Installations in the Network 2000*

An important innovation impulse was caused with the decision to digitalize the telecommunications network. Up to now very efficient analogue transmission systems with high technical standards had been used, it is now a matter of building up the network of the future by introducing the new digital transmission hierarchy. In addition this impulse is considerably increased by today's state of the glass fibre technology. A fundamental reconsideration of the future network structure is inevitable.