

Pilotanlage Breitbandkommunikation in Marsens FR = Installation pilote de communication à large bande de Marsens FR

Autor(en): **Buetikofer, Jean-Frédy / Stettler, Urs**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **61 (1983)**

Heft 12

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-875729>

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.

Pilotanlage Breitbandkommunikation in Marsens FR

Installation pilote de communication à large bande de Marsens FR

Jean-Frédéric BUETIKOFER und Urs STETTLER, Bern

Zusammenfassung. Auf dem Gebiet der optischen Übertragung über Glasfasern wurden in den letzten Jahren enorme Fortschritte erzielt. Im Fern- und im Bezirksnetz sind bereits Übertragungssysteme mit Glasfasern mit gutem Erfolg eingesetzt. Aber auch im Teilnehmerbereich ist es möglich, Glasfasern — heute zwar nur in Ausnahmefällen wirtschaftlich — einzusetzen. Damit können den Teilnehmern neben den üblichen Schmalband- auch Breitbanddienste angeboten werden. Im freiburgischen Marsens haben die PTT ihr erstes Breitbandkommunikations-Pilotnetz verwirklicht. Den mit Glasfasern angeschlossenen Teilnehmern werden TV- und Radioprogramme angeboten. Daneben sind aber auch Versuche mit breitbandigen Rückkanälen, z. B. für Videokonferenzen, Videotelefon, Lokalsendungen usw., sowie einem optischen Telefon möglich.

Résumé. D'énormes progrès ont été réalisés ces dernières années dans le domaine de la transmission optique sur fibres de verre. Aujourd'hui déjà, des systèmes de transmission sur fibres optiques fonctionnent fort bien en pratique dans le réseau interurbain et le réseau rural. Dans le secteur des abonnés, il est également possible d'utiliser déjà des fibres optiques, bien que cela ne soit économique que dans des cas exceptionnels. Outre les services usuels à bande étroite, les abonnés peuvent ainsi bénéficier des facilités de la communication à large bande. Le premier réseau pilote de ce genre a été réalisé par les PTT à Marsens, dans le canton de Fribourg. Les abonnés raccordés à un réseau de câbles à fibres optiques peuvent capter des programmes de télévision et de radio. Parallèlement, des essais portent sur des canaux de retour à large bande, notamment pour des liaisons de vidéoconférence, de visiophone, de télésurveillance domestique, etc., ainsi que sur un téléphone optique.

Impianto pilota per comunicazione a larga banda a Marsens FR

Riassunto. Nel campo della trasmissione ottica su fibre di vetro, negli ultimi anni sono stati fatti enormi progressi. Nelle reti interurbane e regionali vengono già impiegati con successo sistemi di trasmissione in fibra ottica. È comunque possibile utilizzare le fibre di vetro anche nel campo degli abbonati — in modo economico per il momento però solo in casi eccezionali. Così si possono offrire agli abbonati, oltre agli usuali servizi a banda stretta, anche quelli a larga banda. A Marsens, nel Canton Friburgo, le PTT hanno realizzato la loro prima rete pilota per comunicazione a larga banda. Agli abbonati allacciati a una rete di cavi a fibre di vetro vengono offerti programmi televisivi e radiofonici. Inoltre, sono anche possibili esperimenti con canali di ritorno a larga banda, p. es. per videoconferenze, videotelefono, baby sitter ecc. e con un telefono ottico.

1 Einleitung

Dank der raschen Fortschritte, die auf dem Gebiet der optischen Übertragung erzielt werden, lassen sich im Fern- und im Bezirksnetz in absehbarer Zeit Übertragungssysteme mit Glasfasern wirtschaftlicher realisieren als mit Kupferkabeln. Anzunehmen ist ferner, dass die Preise für Glasfaserkabel und optische Komponenten in den nächsten Jahren stark sinken werden. In verschiedenen Publikationen wird bereits auf Ende der 80er Jahre der Einsatz von Glasfasern auch im Teilnehmerbereich als wirtschaftlich prognostiziert. Die Schweizerischen PTT-Betriebe sind sich dieser Entwicklung bewusst und haben in ihrem Kommunikationsleitbild unter dem Stichwort Breitbandkommunikation (BBK) diese Aspekte berücksichtigt.

2 Breitbandkommunikation im Kommunikationsleitbild der PTT

Für den Bereich der Breitbandkommunikation beschreibt das Kommunikationsleitbild der PTT einerseits Anwendungsgebiete im integrierten Ortsnetz für Dienste, wie Fernsehen, Radio, Telefon, Text- und Datenübertragung, und andererseits Zweiweg-Breitbandkommunikation zwischen Teilnehmern für berufliche Zwecke. Die Einführung der Breitbandkommunikation wird somit die zwei folgenden Bedürfniskategorien berücksichtigen müssen:

- *Berufliche Verwendung:* geschaltete oder vermittelte Punkt-Punkt-Verbindungen für verschiedene Applikationen in der Bürokommunikation, wobei schnelle Datenverbindungen und die Videokonferenz für 2 Mbit/s

und mehr im Vordergrund stehen. Dieser Dienst bedingt die Übertragung bewegter Bilder in einer Qualität, die der des üblichen Fernsehbildes nahesteht.

- *Allgemeine Verwendung:* Dank der Integration aller Fernmeldedienstleistungen auf dem gleichen Glasfaserkabel, einschliesslich der Verteilung von Fernseh- und Radioprogrammen, sollte mittel- bis langfristig eine wirtschaftliche Einführung breitbandiger Teilnehmerleitungen möglich sein. Diese Technik sollte dann als Zugabe dem Teilnehmer den Zugang zur Videokonferenz und zum Videotelefon bei tragbaren Bedingungen ermöglichen. Bis zu diesem Ziel ist allerdings der Weg noch weit und dornenreich.

In den Strategien des Kommunikationsleitbildes ist der Bau von Pilotanlagen vorgesehen, als Vorläufer des integrierten Ortsnetzes in Glasfasertechnik. Die erste Pilotanlage der Schweiz wurde in Marsens (Kanton Freiburg) verwirklicht.

3 Breitbandkommunikationsdienste in künftigen Glasfaserortsnetzen

Grundsätzlich wird in der Telekommunikation zwischen Schmalband- und Breitbanddiensten unterschieden. Allgemein spricht man von Breitbandtechnik, wenn Nutzsingale von mehr als 1 MHz übertragen werden.

Breitbandkommunikationsnetze im Teilnehmerbereich sind in der Schweiz in der Form von Kabelfernsehtzen (CATV) bereits weit verbreitet. Doch umfasst Breitbandkommunikation nicht allein Kabelfernsehen als reinen Verteildienst und somit typischen Vertreter der Massenkommunikation. Sie umfasst — wie auch im Kommuni-

kationsleitbild festgehalten — ebenfalls Dienste aus dem Bereich der Individualkommunikation. Dienste also, die vor allem den Dialog zwischen zwei Partnern oder den Informationsabruf aus zentralen Speichern ermöglichen. Ein geschaltetes Netz ist für diese Dienste notwendig, denn ein Verteilnetz (CATV-Netz) genügt nicht. Die Fortschritte der Glasfasertechnik sollten in absehbarer Zukunft im Teilnehmerbereich geschaltete, breitbandige Sternnetze wirtschaftlich ermöglichen. Neben Breitbanddiensten für Individualkommunikation, wie Videotelefon, Videokonferenz und Daten hoher Bitraten, können über integrierte Breitbandnetze in Glasfasertechnik auch alle heute über das Telefon- oder Daten-netz und später über das dienstintegrierte digitale Netz (ISDN) vermittelten Dienste abgewickelt werden.

Neben diesen zweiseitigen Individualkommunikationsdiensten lassen sich auch solche der einseitigen Massenkommunikation, wie sie heute über CATV-Netze angeboten werden, verteilen.

4 Netzstruktur

Schmalbanddienste werden heute über das Telefonnetz, Breitbandverteilnetze dagegen vorwiegend drahtlos oder über Kabelfernsehnetze übertragen. Jedes dieser Netze ist für die jeweilige Anwendung optimiert.

Das Telefonnetz wird für Telefonie (Bandbreite 0,3 kHz . . . 3,4 kHz) gebaut und geplant. Zusätzlich können noch weitere Dienste, wie Datenverbindungen im Basisband, HF-Telefonrundspruch usw., übertragen werden. Da das Telefonnetz vorwiegend für Individualkommunikation ausgelegt ist, ist jeder Teilnehmer direkt mit der Zentrale verbunden. Es handelt sich um ein Sternnetz.

Für Kabelfernsehnetze (Bandbreite 47 . . . 300 MHz), die fast ausschliesslich Massenkommunikationsdienste oder Verteildienste anbieten, genügt eine baumförmige Struktur. Von einer Kopfstation werden die Programme nur in der Richtung zum Teilnehmer übertragen. Solche

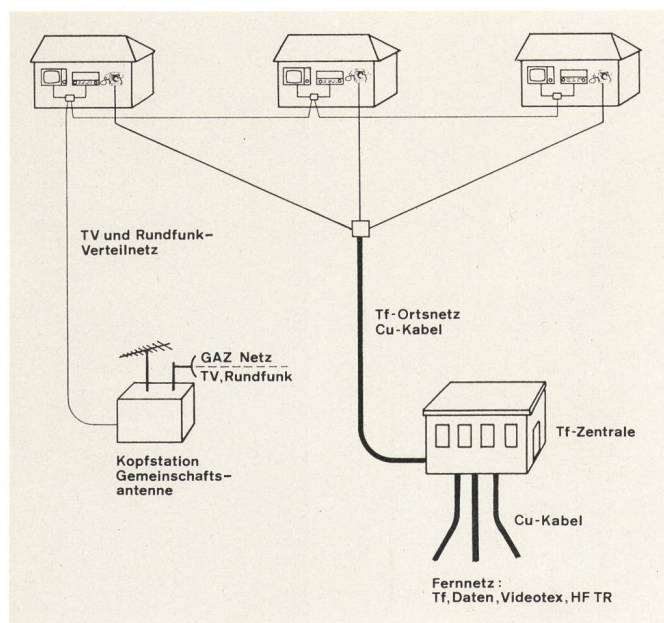


Fig. 1
Telefonnetz und TV-Verteilung heute: zwei getrennte Kabel und Geräte für Schmalband- und Breitbanddienste

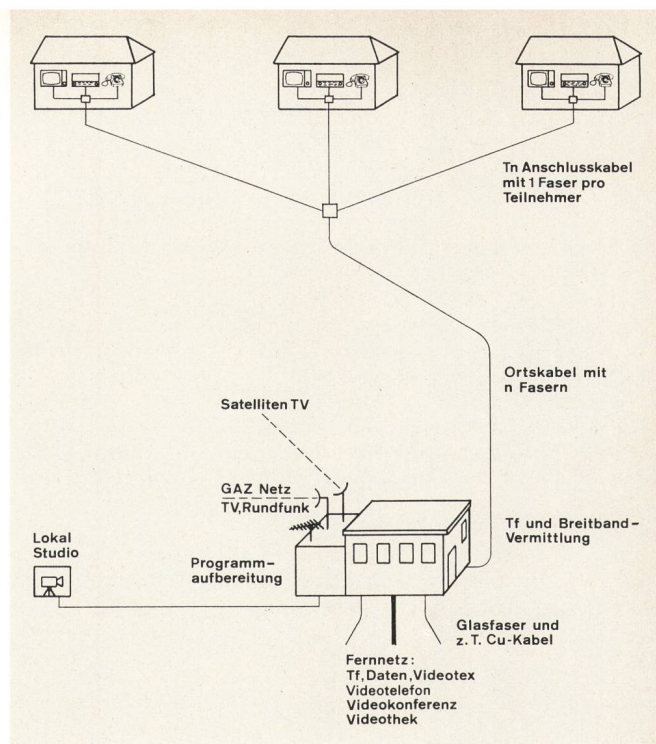


Fig. 2
Künftiges Breitbandnetz mit optischer Übertragung: gemeinsames Glasfaserkabel für Schmalband- und Breitbanddienste

baumförmige Netze lassen sich zurzeit am wirtschaftlichsten verwirklichen.

Wegen der verschiedenen Strukturen beider Netze werden weitgehend separate Trassees, getrennte Kabel und Hauseinführungen gebaut (Fig. 1).

Da auf die Tiefbauarbeiten ein wesentlicher Teil der gesamten Netzkosten fällt, ist es naheliegend, dass mit nur einem Netz, das alle Dienste übertragen kann, unter Umständen eine merkliche Kostenreduktion erzielt wird (Fig. 2).

5 Erste Studien zum Breitbandkommunikations-Pilotnetz

Im August 1980 leitete die Generaldirektion PTT eine Studie über die Realisierungsmöglichkeiten von fernsehtüchtigen Teilnehmersystemen in Glasfasertechnik, die später auf die zweiseitige Breitbandkommunikation erweitert werden können, ein. Im Anschluss an diese Studie wurden Vorschläge für die Erstellung einer Pilotanlage erarbeitet. Nach ersten Abklärungen zeigte sich, dass eine solche Anlage mit Breitbandkommunikationsdiensten bis zum Teilnehmer verwirklichtbar ist, wenn auch die Anforderungen an der Grenze der technischen Möglichkeiten liegen.

Die aus Vertretern der verschiedenen Abteilungen der Generaldirektion PTT geschaffene Projektgruppe Breitbandkommunikation holte — nach theoretischen Untersuchungen — Offerten bei verschiedenen in- und ausländischen Firmen ein.

Zwischen den Angeboten bestanden sowohl von der technischen Seite wie vom Preis her beträchtliche Unterschiede. Im Oktober 1981 wurde die *Autophon AG* als Lieferant der Ausrüstungen gewählt. Basierend auf schweizerischen Entwicklungen und Produkten, bot sie

die Pilotanlage im Vergleich zur Konkurrenz zu einem günstigen Preis an. Nach verschiedenen Detailabklärungen bestellten die PTT das Material bei der Auto-phon AG und die Glasfaserkabel bei der *Cabloptic SA*.

6 Zielsetzungen für den Bau der Pilotanlage

Mit dem Bau der Pilotanlage werden folgende Ziele verfolgt:

- Entsprechend dem Kommunikationsleitbild streben die PTT-Betriebe ein integriertes Ortsnetz an. Die Pilotanlage in Marsens bildet den ersten Schritt in diese Richtung.
- Die PTT-Betriebe wollen die Möglichkeiten der Glasfasertechnik für TV- und Radioverteilung im Teilnehmerbereich untersuchen und demonstrieren.
- Der heutige Stand der Technik soll möglichst rasch ohne zusätzliches Personal zur Anwendung kommen. Deshalb sollen im Handel erhältliche Teilsysteme angewandt und auf umfangreiche Eigenentwicklungen verzichtet werden.
- Mit dem Bau der Pilotanlage werden erste Erfahrungen mit Glasfasertechnik im Teilnehmerbereich gesammelt, nachdem bereits erfreuliche Ergebnisse von den Glasfaseranlagen im Bezirksnetz vorliegen. Für Messungen und Untersuchungen der PTT wird ein breites Feld eröffnet.
- Die Reaktionen der angeschlossenen Teilnehmer sowie der Massenmedien werden untersucht.
- Die Kosten sollen möglichst gering gehalten werden.

Diese zum Teil recht widersprüchlichen Zielsetzungen führten zwangsläufig zu einem Kompromiss.

7 Standortwahl

Die Wahl eines geeigneten Standortes für das Pilotnetz war nicht einfach. Den Teilnehmern am Pilotnetz sollten neue oder verbesserte Dienstleistungen angeboten werden. Andererseits durften die Kosten durch den Standort nicht unnötig steigen.

Die wesentlichen Kriterien waren:

- geeignet für die Schaffung von etwa 30 Anschlüssen im Umkreis von maximal 3 km von der Telefonzentrale
- ungenügender oder fehlender Empfang von ausländischen TV- und Radioprogrammen
- Sichtverbindung zu einer Mehrzweckanlage, die an das Gemeinschaftsantennen-Zubringerbasisnetz (GAZ) angeschlossen ist
- kein bestehendes Kabelfernsehnetz

Nach intensiven Abklärungen fand sich in Marsens, 4 km nördlich von Bulle, ein geeigneter Ort. Das 680 Einwohner zählende französischsprachige Dorf liegt am Fusse des Osthangs des Mt. Gibloux. Ein Kabelfernsehnetz konnte sich die kleine Landgemeinde nicht leisten. Trotzdem sind die Einwohner am Empfang ausländischer TV-Programme interessiert. Abgeschirmt gegen Westen durch verschiedene Höhenzüge, sind die französischen TV-Programme auch mit guten Antennen und ausgesuchten Standorten nicht zu empfangen. Zwischen der Telefonzentrale und der naheliegenden Mehrzweckstation Mt. Gibloux, die ans GAZ-Basisnetz angeschlossen ist, besteht Sichtverbindung. Einer einwand-

freien GAZ-Verbindung als Programmzubringer steht somit nichts im Weg.

8 Teilnehmer am Pilotnetz

Aus wirtschaftlichen Gründen und wegen der Verfügbarkeit der heute erst in Kleinserien hergestellten speziellen optischen Komponenten beschränkte man das Projekt auf 32 Anschlüsse. Durch die PTT wurden einige geeignete Objekte im Dorfkern von Marsens für den Anschluss ans Pilotnetz ausgesucht. Die Gemeindebehörden, die von Anfang an eng mit den PTT-Betrieben zusammenarbeiteten, akzeptierten den Vorschlag, der den Anschluss des Dorfresterants, der Post und einiger Mehrfamilienhäuser vorsah. Sie wünschten aber zusätzlich noch den Anschluss des Schulhauses und des Spitals. Der dortige Bedarf an Anschlüssen hätte aber die Kapazität des Pilotnetzes fast ausgeschöpft. Mit einem Programmzubringer über Glasfasern wurde eine geeignete Lösung gefunden (s. Abschnitt 16).

9 Kabelanlage

Jeder Teilnehmer ist mit einer, in einzelnen Fällen zwei Glasfasern an die etwa 1,5 km entfernte Telefonzentrale angeschlossen. Zwischen dieser und dem Dorfkern wurden 56 Glasfasern, aufgeteilt in 7 Kabeln, in die bestehende Kanalisation eingezogen. Wegen der dort herrschenden knappen Platzverhältnisse wurden mehrere kleinere Kabel anstelle eines grösseren Kabels gewählt. Im Dorfkern sind die Kabel in einen Verteilkasten eingeführt (Fig. 3). Die Anschlusskabel zu den einzelnen Häusern enthalten je nach der Zahl der Wohnungen 1...8 Fasern. Die optoelektrische Umwandlung geschieht bei den Teilnehmern an zentraler Stelle, meistens im Keller. Dadurch konnten weitgehend die bestehenden Hausinstallationsrohre benutzt werden.

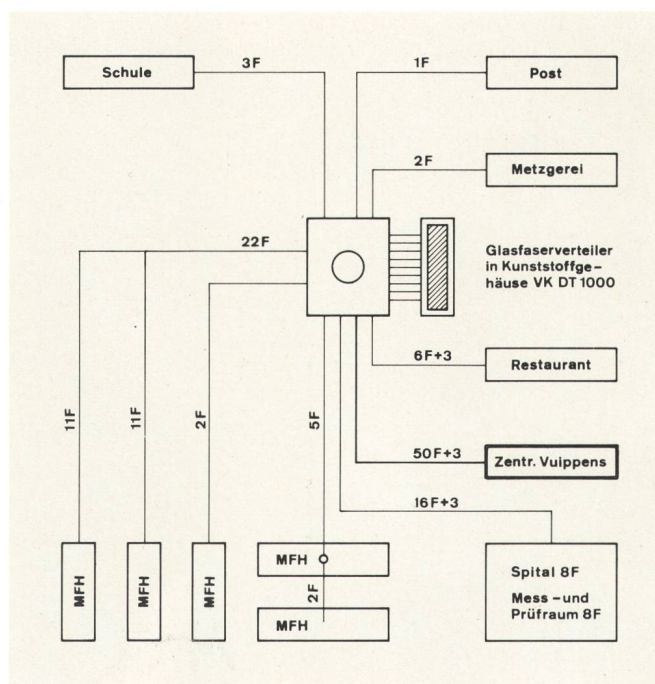


Fig. 3 Aufbau der Kabelanlage

- 16F+3 → Gradientenindexfasern 50/125 µm
- Multimodestufenindexfasern 100/140 µm
- MFH = Mehrfamilienhaus

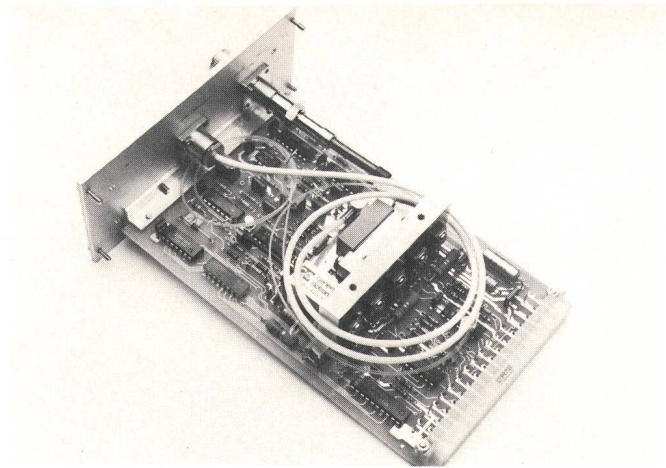


Fig. 4
Optischer Sender mit Laserdiode

Die Glasfaserkabel endigen auf einem speziellen Endverschluss, der in der Zentrale in einem eigenen Gestell und beim Teilnehmer zusammen mit den übrigen Ausrüstungen in einem Kasten untergebracht ist. Die Kabelendverschlüsse wurden mit den von den PTT normierten optischen Steckern der *Diamond SA* bestückt.

In der Kanalisation wurden die Glasfaserkabel in PVC-Rohre eingezogen, die als mechanischer Schutz dienen.

Mit Ausnahme einiger spezieller Multimode-Stufenindexfasern, die für einen Versuch mit einem optischen Telefon verwendet werden, sind Gradientenindexfasern des Typs 50/125 μm , entsprechend den internationalen Normen des CCITT, eingesetzt.

10 Optische Übertragung

Mit der heute verfügbaren Technologie ist es mit vertretbarem Aufwand nicht möglich, über eine Glasfaser eine grössere Anzahl TV-Programme gleichzeitig zu übertragen.

Vor allem die für die Zukunft vielversprechende digitale Übertragung ist heute noch sehr aufwendig. Ein TV-Kanal benötigt eine Bitrate von 140 Mbit/s, was 1920 Telefonkanälen entspricht. Mit komplizierten Codierungsmethoden erzielt man bei der Übertragung von Farbbildern bereits mit 34 Mbit/s (für Videokonferenzanwendungen sogar mit 2 Mbit/s) gute Resultate. Dazu sind aber entsprechend aufwendige und teure Codecs¹ notwendig. Auch verfügen die Teilnehmergeräte zurzeit noch nicht über digitale Eingänge. Das digitale Signal muss somit vorerst in einem Decoder in ein analoges Signal umgesetzt werden.

Für das Breitbandpilotprojekt wurde deshalb die analoge Übertragung gewählt, die für kurze Distanzen besonders geeignet ist.

Die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ) erarbeitete in Zusammenarbeit mit der Generaldirektion PTT die Grundlagen für ein analoges Übertragungssystem für TV-Kanäle mit optischer Übertragung [1]. Aufbauend auf diesen Studien erstellte die Auto-

¹ Coder-Decoder

phon AG zwischen Altdorf und Erstfeld eine 4 km lange optische Anlage als Programmzubringer für ein Kabelfernsehnetz [2]. Eine Weiterentwicklung dieser Übertragungsausrüstung gelangt in Marsens zum Einsatz. Auf der Glasfaser zwischen der Zentrale und dem Teilnehmer werden gleichzeitig zwei TV-Programme (auf den Kanälen 3 und 4) und das UKW-Band übertragen. Das Frequenzspektrum von 47...108 MHz kann ohne weitere Umsetzung zur Modulation der Laserdioden in den optischen Sendern (Fig. 4) verwendet werden. Das optische Signal wird in Lichtintensitätsmodulation im ersten optischen Fenster bei 820 nm übertragen. In der PIN-Diode des Empfängers (Fig. 5) wird die ankommende optische Leistung wieder in ein elektrisches Signal umgewandelt. Das verstärkte Signal gelangt über die koaxiale Hausinstallation zu den RA/TV-Steckdosen.

11 Funktionsprinzip

Im vorhergehenden Abschnitt wurde erwähnt, dass im Augenblick über eine Glasfaser nicht 30 und mehr TV-Programme gleichzeitig übertragen werden können. Mit verhältnismässig einfachen Mitteln ist es vorerst nur möglich, zwei bis drei Programme zu übertragen. Damit der Teilnehmer trotzdem aus einem grösseren Angebot die Wahl hat, ist in der Zentrale eine Schaltmatrix vorhanden (Fig. 6).

Mit zwei unabhängigen Fernsteuerungen kann der Teilnehmer jeweils zwei TV-Programme wählen. Die Programmwahlsignale werden innerhalb des Gebäudes über die Koaxialinstallation, zur Zentrale über die Telefon-Teilnehmerleitung übertragen. Dort wertet eine zentrale Steuerung die Wahlsignale aus und schaltet in der Schaltmatrix das gewünschte Programm auf den jeweiligen optischen Sender.

Einige Teilnehmer sind mit einem Rückkanal ausgerüstet, über den z. B. ein Videosignal von einer Kamera übertragen werden kann. Das Quellensignal dieses Kanals wird an einer beliebigen Anschlussdose im UHF-Band auf die Hausinstallation eingespeist und nach erfolgter Umsetzung ins VHF-Band auf einer zusätzlichen Glasfaser zur Zentrale übertragen. An den Eingängen der Schaltmatrix stehen die Rückkanäle wie normale TV-Programme zur Verfügung.

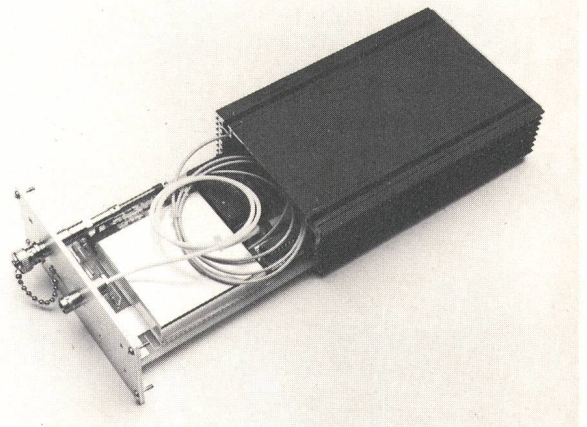


Fig. 5
Optischer Empfänger

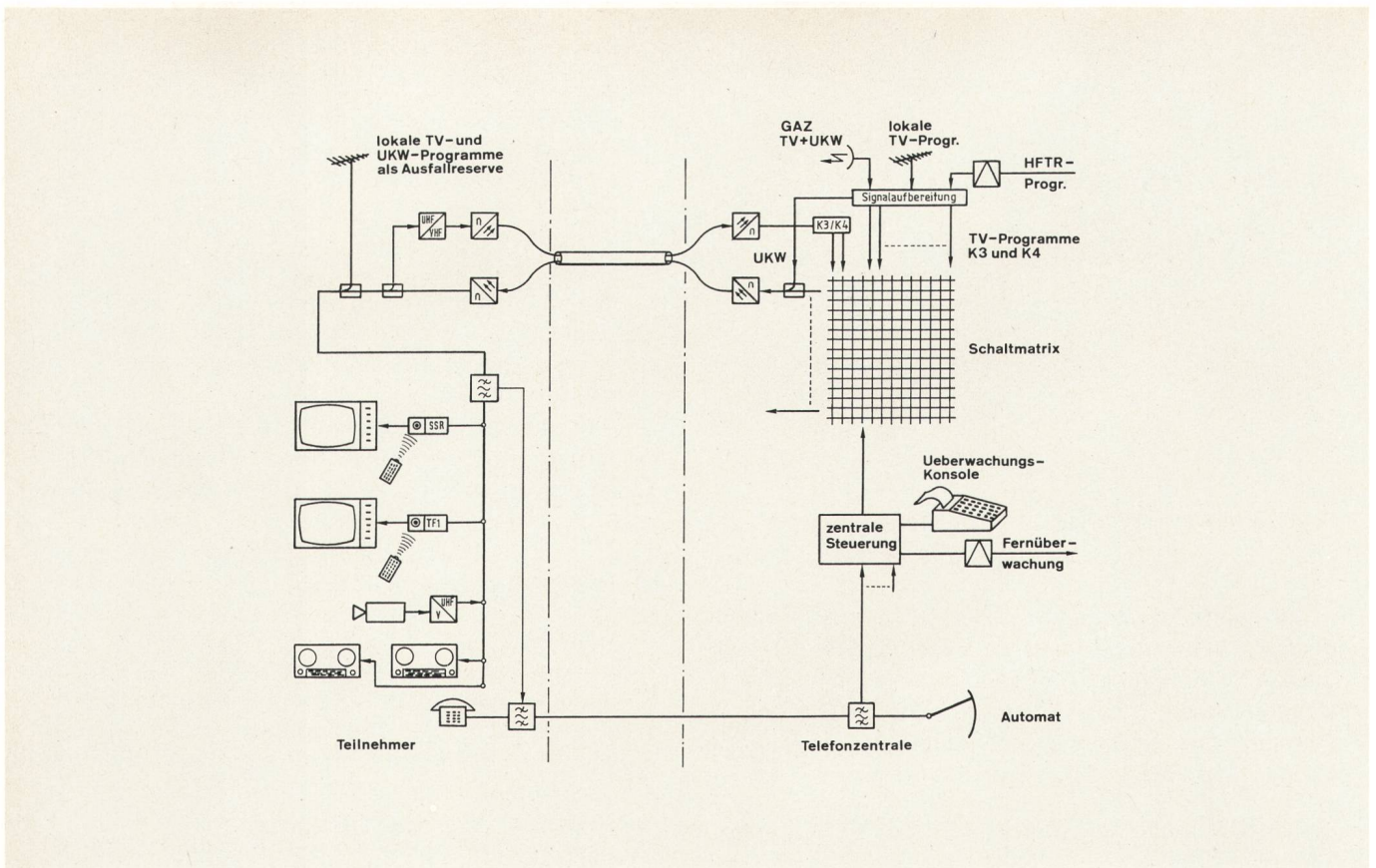


Fig. 6
Prinzipskizze der Breitbandkommunikation-Pilotanlage

12 Programmaufbereitung

In der Telefonzentrale stehen folgende Programme zur Verfügung:

- die drei schweizerischen TV- und die drei französischsprachigen UKW-Programme durch Ballempfang
- sechs ausländische TV- und 14 schweizerische und ausländische UKW-Programme über den Gemeinschaftsantennen-Programmszubringer (GAZ)
- ein Telefonrundspruchprogramm
- ein lokales Fernsehprogramm, das zeitweise für technische Demonstrationen ausgestrahlt wird (wozu die PTT eine Sendekonzession im Rahmen der Verordnung über lokale Rundfunkversuche [RVO] erhalten haben)
- ein lokal erzeugtes TV-Programm mit Wetterinformationen
- Rückkanäle von Teilnehmern

In der Programmaufbereitung werden sämtliche 16 TV-Programme in die Kanäle 3 und 4 umgesetzt. Über eine anschliessende Verteilung mit je 32 Ausgängen je Programm und Kanal werden die Programme der Schaltmatrix zugeführt.

Die UKW-Palette ab GAZ mit den lokal empfangenen UKW-Programmen und einem Telefonrundspruch-Programm (umgesetzt ins UKW-Band) wird nach der Schaltmatrix mit den TV-Kanälen zusammengekoppelt.

13 Teilnehmerrüstung

Die Teilnehmerrüstung besteht für Häuser bis drei Teilnehmer aus einem Wandgehäuse bzw. einem Gestell

für grössere Wohnblöcke. Die Teilnehmerrüstung enthält die optischen Empfänger, Verstärker, Koppelfilter und allenfalls optische Sender, wenn der Teilnehmer mit einem Rückkanal ausgerüstet ist. Diese Einheiten wurden, je nach Platzverhältnissen und Zugänglichkeit der bestehenden Installationsrohre, im Keller oder im Estrich installiert.

Die Glasfaserkabel, die die Teilnehmer mit der Zentrale verbinden, endigen auf einem Kabelendverschluss. Dieser ist im Wandgehäuse oder in einem Gestell zusammen mit den übrigen Teilnehmerrüstungen installiert. Ein steckbares Einzelfaserkabel verbindet die optischen Empfänger mit dem Kabelendverschluss.

Das elektrische Signal am Ausgang des optischen Empfängers wird verstärkt und über Filter für die Auskoppplung der Programmsteuerinformation und eine Verzweigung für die Programme von der Hausantenne über die koaxiale Hausinstallation zu den Radio/TV-Anschlussdosen geführt.

In allen Häusern sichert eine kleine Antennenanlage den Empfang der lokalen TV- und UKW-Programme für den Fall einer Störung der Pilotanlage.

Der Teilnehmer kann neben einer beliebigen Anzahl UKW-Empfänger zwei unabhängige TV-Geräte oder ein TV-Gerät und einen Videorecorder betreiben. Jedem dieser Geräte ist eine Infrarot-Fernsteuereinheit zugeordnet, mit der er die gewünschten Programme wählen kann. Sie besteht aus einem kleinen Infrarotsender und -empfänger mit Programmanzeige (Fig. 7).

Die Infrarotsteuersignale der Fernbedienung (Sender) werden im Steuerempfänger, der in der Nähe des TV-



Fig. 7
Infrarotfernsteuerung beim Teilnehmer mit Sender und Empfänger

Gerätes steht, umcodiert. Er zeigt das gewählte Programm an. Die Wahlsignale gelangen mit einem Frequenzastverfahren (FSK)¹ mit 37 kHz auf das Antennenanschlusskabel, das von der Anschlussdose über den Infrarotempfänger zum TV-Gerät geschlauft wird, und über die koaxiale Hausinstallation zum Koppelfilter im Teilnehmerkasten. Hier werden sie aus- und auf die Telefon-Teilnehmerleitung als überlagertes Signal eingekoppelt.

14 Programmwahl

Im Hauptverteiler der Telefonzentrale werden die Telefonanschlüsse der Teilnehmer am Breitbandnetz über ein Filter geschlauft. Die Programmwahlsignale werden ausgekoppelt, digitalisiert und in serieller Form zu einem Eingangs-Peripherieinterface in der zentralen Steuerung weitergeleitet. Periodisch übernimmt und verarbeitet die Zentraleinheit die Wahlinformation und führt sie über ein Ausgangs-Peripherieinterface der zugeordneten Schaltmatrix zu.

Für jeden Teilnehmer wird eine Schaltmatrixeinheit ausgerüstet (Fig. 8). Ihr werden alle 16 TV-Programme in den Kanälen 3 und 4 zugeführt. Die Wahlinformation vom Peripherieinterface der zentralen Steuerung setzt der Mikroprozessor der Schaltmatrix in Schaltbefehle für die Reedrelais um, welche die Programme durchschalten. Um eine genügende Nebensprechdämpfung zu erreichen, werden je Signalweg drei Reedrelais eingesetzt. Danach werden die beiden Programme mit dem UKW-Band zusammengeschaltet und dem optischen Sender zugeführt.

15 Betriebs- und Alarmfunktionen

Die Betriebs- und Alarmfunktionen können von zwei Terminals überwacht werden. Eines steht bei der Anlage in der Telefonzentrale, das andere am Sitz der FKD Freiburg. Das Betriebspersonal kann den Zugang der einzelnen Teilnehmer zu den Rückkanälen freigeben oder sperren. Es kann auch den Betriebs- und Alarmzustand der Anlage abfragen. Insbesondere werden verschiedene Funktionsparameter der Laserdioden in den opti-

schen Sendern überwacht und alarmiert, sobald ein Grenzwert überschritten wird.

Parallel zu dieser betrieblichen Überwachung werden verschiedene Betriebswerte der Laser- und PIN-Dioden periodisch gemessen und aufgezeichnet. Eine kleine lokale Datenerfassungsanlage und eine Datenübertragungsstrecke ins technische Zentrum der PTT ermöglichen eine genaue Analyse der Daten. Sie dient vorwiegend wissenschaftlichen Zwecken.

16 Glasfaseranschluss für das Spital

Alle Häuser, die an das Pilotnetz angeschlossen werden, liegen im Dorfkern von Marsens. In unmittelbarer Nähe befindet sich auch ein Spital. Bei mehr als 30 dort in Betrieb stehenden TV-Geräten war es nicht möglich, das Spital in das Netz zu integrieren, ohne den grössten Teil der verfügbaren Anschlüsse zu belegen. Mit dem Spital bot sich aber die Gelegenheit, auch die Anwendung von Glasfasern für einen Teilnehmer mit einem Bedarf von mehr als zwei gleichzeitigen Programmen zu verwirklichen.

Zwischen Spital und Zentrale wurden deshalb zusätzliche Glasfasern verlegt. Auf einer werden zwei TV-Programme und das UKW-Band, auf den übrigen je zwei TV-Programme übertragen. Sowohl in der Zentrale wie im Spital werden die gleichen optischen Einheiten eingesetzt wie bei den andern Anschlüssen. Nach den optischen Empfängern werden im Spital die TV-Programme soweit nötig aus den Kanälen 3 und 4 in das Band III und in Sonderkanäle umgesetzt und zusammengeschaltet. Hierauf erfolgt die Verteilung innerhalb des Spitals in konventioneller Gemeinschaftsantennentechnik. Neben diesem Glasfaserprogrammzubringer besteht noch ein geschalteter Breitband-Teilnehmeranschluss mit Rückkanal.

17 Rückkanäle und ihre Verwendung

Teilnehmer, die mit einem Rückkanal ausgerüstet sind, z. B. Schule, Restaurant, Spital, haben die Möglichkeit, ein, bei Bedarf sogar zwei Videosignale auf der zusätzlichen Glasfaser zur Zentrale zu übertragen. Dort stehen diese wie normale TV-Programme an der Schaltmatrix

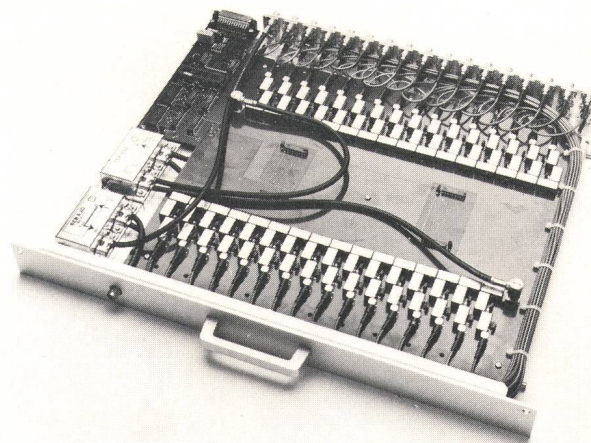


Fig. 8
Schaltmatrix mit Reedrelais für die Programmdurchschaltung

¹ FSK = Frequency Shift Keying

zur Verfügung. Der Zugriff zu diesen Kanälen lässt sich für jeden Teilnehmer individuell sperren oder freigeben.

Diese Rückkanäle lassen sich für verschiedene Zwecke verwenden. Für das Spital z. B. sind denkbar: Jeden Sonntag findet ein Gottesdienst statt, der sich entweder auf den Rückkanal oder die spitalinterne Verteilanlage schalten lässt. Dadurch können auch bettlägerige Patienten den Gottesdienst verfolgen, oder er ist allen Teilnehmern am Breitbandnetz zugänglich. Im weiteren kann die Spitalleitung ihren Mitarbeitern Dienstpläne und interne Informationen über den Rückkanal übermitteln.

Weitere Anwendungen mit technischem Demonstrationscharakter sind denkbar und werden mit der Inbetriebnahme des Netzes im Rahmen der Versuchserlaubnis für lokale Rundfunkdienste geprüft.

18 Optisches Telefon für Versuche

In künftigen Glasfaserbreitbandnetzen kommt der Speisung der Teilnehmerausrüstungen bei Stromausfall wesentliche Bedeutung zu. Wie heute, so soll bei einem Unterbruch der lokalen Stromversorgung beim Teilnehmer der Telefonverkehr auch in Zukunft gewährleistet sein.

Das Studien- und Arbeitszentrum für Telekommunikation CSELT in Turin hat ein Telefon entwickelt, bei dem Übertragung wie Speisung der Station mit Laser über Glasfasern möglich ist. Wie in den heutigen Telefonnetzen mit Kupferkabeln, kann dieses Telefon über die Glasfaser von der gesicherten Stromversorgung der Zentrale aus gespeist werden.

Die PTT haben zwei dieser Telefone beschafft und setzen sie auf einer 1,5 km langen Verbindung zwischen Telefonzentrale und einem speziellen Prüf- und Messraum im Spital ein.

Die bidirektionelle Übertragung erfolgt je Station über eine Multimodestufenindexfaser in Wellenlängenmultiplex. In der Richtung von der Zentrale zum Teilnehmer wird mit einer Laserdiode bei 820 nm mit Pulsbreitenmodulation (PWM) und vom Teilnehmer zur Zentrale mit ei-

ner Leuchtdiode (LED) bei 1060 nm mit Pulsfrequenzmodulation (PFM) gearbeitet. Die Ausrüstung in der Zentrale ist in einem 19"-Chassis eingebaut und wie ein normaler Teilnehmer an die Telefonzentrale angeschlossen.

19 Weitere Entwicklung

Es ist noch sehr schwer, die weitere Entwicklung von Glasfaser-Breitbandortsnetzen abzuschätzen. Die heute existierenden Pilotanlagen sind verständlicherweise noch nicht wirtschaftlich, die Kostenentwicklung noch nicht klar vorauszusehen. Der grösste Vorteil des integrierten optischen Ortsnetzes besteht darin, dass nur ein Kabel zum Teilnehmer geführt werden muss. Die Ortsnetzkosten, die von den Tiefbauarbeiten und den Kabeln bestimmt werden und die heute sowohl für das Telefonnetz wie für das CATV-Netz zu tragen sind, sind verhältnismässig hoch. Diese Kosten würden im integrierten Breitbandnetz nur noch einmal anfallen.

Die Kernfrage ist allerdings, welche Dienste der Teilnehmer wünscht und wieviel er dafür zu bezahlen bereit sein wird. Da in der Schweiz, im Gegensatz zu verschiedenen andern Ländern, die drahtgebundene Fernsehverteilung (CATV) schon auf breiter Basis eingeführt ist, werden für die sicher sinnvolle Integration zwischen den PTT und den CATV-Betreibern allseitig annehmbare Lösungen gesucht werden müssen.

Die technologische Entwicklung auf dem optischen Breitbandgebiet geht stürmisch voran. Es gibt Experten, die überzeugt erklären, dass in wenigen Jahren nur noch Glasfasern verlegt werden. Ob dies eintritt, wird massgebend von der Kostenentwicklung abhängen. Zurzeit heisst es für die PTT, mit einer ersten Pilotanlage Erfahrungen zu sammeln und Grundlagen für weitere Schritte zu schaffen.

Bibliographie

- [1] *Guekos G.* e. a. Système de transmission par fibres optiques pour canaux de télévision. Bern, Techn. Mitt. PTT 60 (1982) 10, S. 462.
- [2] *Kobelt Chr.* Lichtwellenleiter in einer Gemeinschaftsantennenanlage. Bern, Techn. Mitt. PTT 60 (1982) 9, S. 421