Zeitschrift: Comtec : Informations- und Telekommunikationstechnologie = information and telecommunication technology

Herausgeber: Swisscom

Band: 75 (1997)

Heft: 2

Artikel: Transportwege für attraktive Dienstangebote zu den Kunden

Autor: Erzer, Roland / Friedrich, Hans / Hofer, Daniel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-876914

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 09.07.2025

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

ENTWICKLUNGSPERSPEKTIVEN DER ANSCHLUSSNETZE

TRANSPORTWEGE FÜR ATTRAKTIVE DIENSTANGEBOTE ZU DEN KUNDEN

Für Schmalbanddienste – hauptsächlich Telefonie – waren paarsymmetrische Kupferkabel während Jahrzehnten in den Anschlussnetzen das tragende Medium. Für Breitbandverteildienste – Rundfunk- und TV-Signal-Verteilung – wurden Koaxialkabelnetze, sogenannte Kabelverteilnetze, erstellt. Der vorliegende Beitrag beschränkt sich auf die Anschlussnetze der Telecom PTT, welche die Endkunden mit den Anschlusszentralen verbinden und für bidirektionelle Dienste ausgelegt sind. Kabelverteilnetze, die heute ebenfalls für Telekommunikationsdienste hochgerüstet werden können, sind nur am Rande Gegenstand der Betrachtungen. Der Beitrag will zudem einen Überblick über Entwicklungsperspektiven der Anschlussnetze vermitteln.

ROLAND ERZER, HANS FRIEDERICH, DANIEL HOFER, TONI MESSNER, ROBERT NÜESCH, MARTIN REINHARD, CHARLES-ANDRÉ DE SAINT-SIMON, URS STETTLER, RETO THOMI, BERN

Während in den siebziger Jahren in den Fern- und Regionalnetzen mit der Einführung der Glasfasertechnologie eine eigentliche Revolution stattfand, veränderten sich Anschlussnetze bis Anfang der neunziger Jahre, abgesehen von einzelnen punktuellen Glasfaseranschlüssen für Grosskunden, nur wenig. Diese Situation beginnt sich drastisch zu ändern. Sowohl für die bessere Ausnützung der bestehenden Kupferinfrastrukturen, für den Glafasereinsatz als auch für drahtlose Verbindungen im Anschlussnetz sind neue Übertragungsverfahren verfügbar.

Nebst den technologischen Einflüssen wird sich ab 1998 auch das regulatorische Umfeld verändern. Zusätzlich zur Telecom PTT werden neue Mitbewerber über eigene Zugangsnetze oder über Anschlussnetze Dritter den Endkunden ihre Dienste anbieten. Durch die Nachfrage nach neuen Diensten werden die Anforderungen an die Anschlussnetze zusätzlich beeinflusst.

Die drei Faktoren
- Markt, Verschmelzung von Telekommunikation, Informatik und Multimedia
- Technologie
- regulatorisches Umfeld

werden flexiblere, breitbandigere, aber auch kostengünstigere Anschlussnetze bedingen.

Umfeld

Regulatorisches Umfeld

Mit dem neuen Fernmeldegesetz wird der Telekommunikationsmarkt in der Schweiz ab 1998 vollständig geöffnet. Das heisst einerseits, dass zusätzlich zu den bereits liberalisierten Diensten auch Grunddienste durch Mitbewerber der Telecom PTT angeboten werden können. Anderseits werden auch die Netze liberalisiert. Mitbewerber haben die Möglichkeit, beim Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) eine Konzession zu beantragen, um ihre Netze für eigene Dienstangebote an Endkunden zu benutzen oder ihre Netze für Dienstangebote Dritter zur Verfügung zu stellen.

Das neue Fernmeldegesetz sieht – mit zwei Ausnahmen – eine symmetrische Deregulierung vor:
- Die Telecom PTT verpflichtet sich, ab 1998 vorerst für fünf Jahre, die flächendeckende Grundversorgung weiter sicherzustellen ohne Abgeltung einer allfälligen Unterdeckung.
- Marktbeherrschende Netzbetreiber, wie die Telecom PTT einer ist, müssen Mitbewerbern Interkonnektion anbieten, das heisst, sie müssen ihre Netze Mitbewerbern für deren Dienstangebote zur Verfügung stellen.

Für die Anschlussnetze der Telecom PTT bedeutet dies, dass sie flächendeckend Grunddienste anbieten müs-

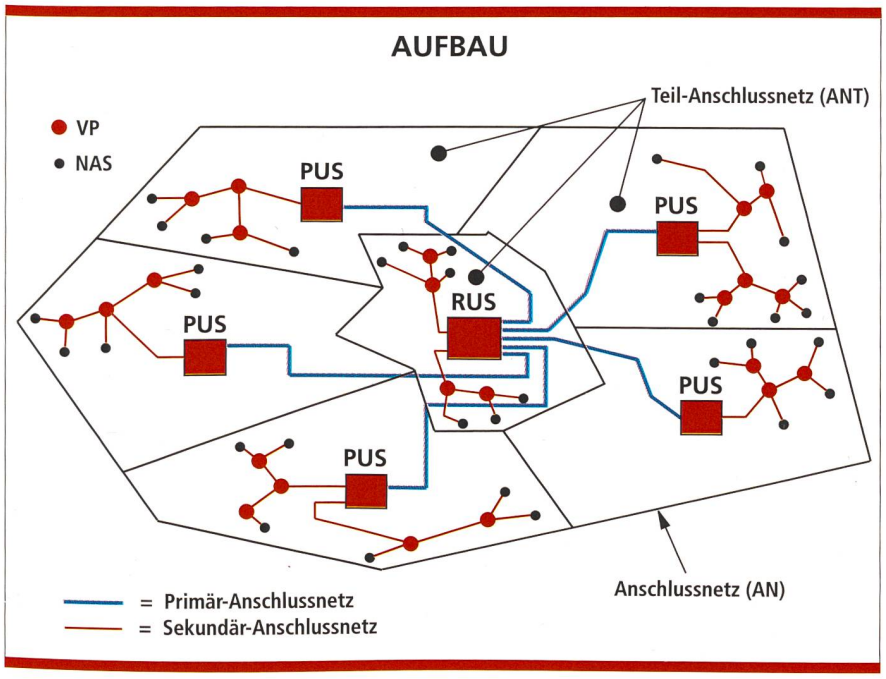


Bild 1. Aufbau des AN.

sen. Zudem sind geeignete Interkonnektionsmöglichkeiten zu schaffen.

Mitbewerber der Telecom PTT

Wie liberalisierte Märkte im Ausland zeigen, treten neben den etablierten Telekommunikationsgesellschaften vor allem folgende Mitbewerbergruppen auf dem Markt auf:

- Kabelfernsehgesellschaften, die ihre Netze zusätzlich zu ihrem ursprünglichen Kerngeschäft – der Verteilung von Radio- und TV-Programmen – auch für das Angebot von Multimediadiensten benutzen. Durch geeignete Vorbereitung ihrer Netze sind sie in der Lage, den Endbenutzern praktisch alle Telekommunikationsdienste anzubieten.
- Bahngesellschaften, die ihre Glasfasernetze entlang den Bahnlinien nicht nur für interne Kommunikationsbedürfnisse, sondern auch für das Angebot von Diensten an Dritte nutzen.
- Elektrizitätswerke verfügen in der Regel bereits heute über eigene Kommunikationsnetze, die sie für den Betrieb ihrer Anlagen aufgebaut haben. Durch Erweiterungen lassen sich auch diese Netze für das Angebot von Telekommunikationsdiensten verwenden.
- Mobilnetzbetreiber, die durch den Aufbau paralleler Mobilnetze den etablierten Netzbetreiber im mobilen, unter Umständen aber auch im Fixanschlussbereich konkurrenzieren.
- Ausländische Telekommunikationsgesellschaften, die entweder in Zusammenarbeit mit einem lokalen Partner oder allein Netze aufbauen, um Dienste anzubieten.

Es ist einleuchtend, dass die verschiedenen Mitbewerber durch geeignete Kooperation den gesamten Bereich von lokal zu «Long Distance» und den internationalen Bereich abdecken können.

Die Beschreibung der potentiellen Mitbewerber zeigt klar, dass die Telecom PTT in praktisch allen Bereichen mit Konkurrenz rechnen muss. Ausnahmen dürften unter Umständen ländliche und gebirgige Regionen mit geringen Anschlussdichten bilden, wo der Aufbau von Netzen im Vergleich zum erzielbaren Ertrag mit erheblichen Investitionen verbunden ist.
Bei der Planung und Gestaltung der Anschlussnetze muss den Möglichkeiten von Mitbewerbern und Partnern selbstverständlich Rechnung getragen werden.

Marktanforderungen

Während heute Anschlussnetze in ländlichen Gebieten und städtischen Wohngebieten Endkunden vorwiegend mit Telefoniediensten versorgen müssen, werden an Anschlussnetze in Industrie-, Dienstleistungs- und Gewerbezonen oder sogenannte Geschäftskundenzonen zusätzliche Anforderungen gestellt. Sie unterscheiden sich vor allem durch den höheren Bandbreitenbedarf und die hohen Anforderungen an die Verfügbarkeit. In Geschäftskundenzonen müssen die Anschlussnetze bereits heute in der Lage sein, breitbandige Anschlüsse für Datenkommunikation bis 140 Mbit/s und ISDN-Primärratenanschlüsse bereitzustellen. Um den hohen Anforderungen an die Verfügbarkeit gerecht zu werden, sind spezielle Massnahmen in den Netzen erforderlich.
In Zukunft werden die Anschlussnetze auch in Wohngebieten Transportkapazität für breitbandige multimediale Dienste anbieten müssen. Mit dem Internet-Zugang zeichnet sich für den

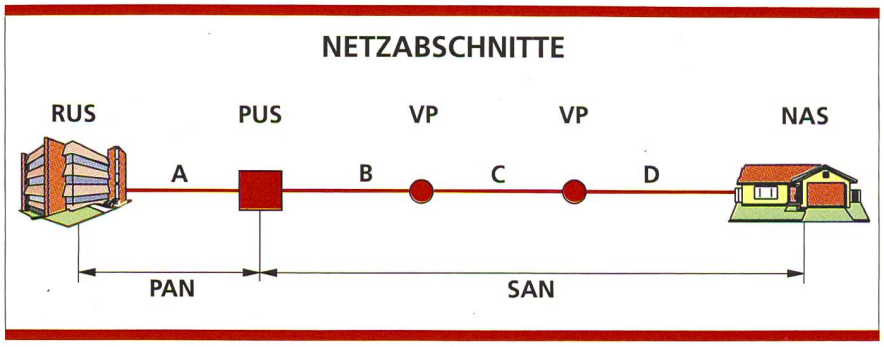


Bild 2. Netzabschnitt des AN.

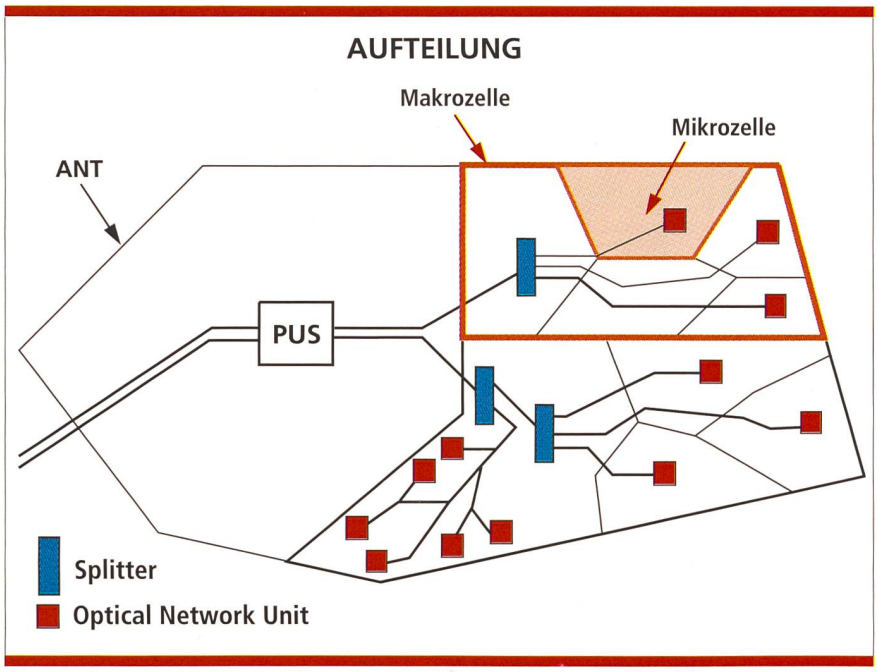


Bild 3. Aufteilung des AN in Mikro- und Makrozellen.

Privatkunden bereits zunehmender Bandbreitenbedarf ab. Internet-Angebote werden durch Bewegtbilder attraktiver. Dadurch wird auch der Bedarf an Bandbreite in Richtung Kunden steigen.
Weltweit laufen zudem Versuche mit weiteren interaktiven Videodiensten. Als Beispiele sind die beiden Pilotnetze mit Video-on-Demand-Diensten der Telecom PTT in Grenchen und in Nyon zu erwähnen. Der Teilnehmer kann hier aus einer Videothek jederzeit Videofilme abrufen und interaktiv abspielen.
Sollten sich solche und ähnliche Anwendungen durchsetzen, müssten die Anschlussnetze in Richtung sogenannte Full Service Access Networks ausgebaut werden. Den Kunden müssen Bandbreiten von einigen Mbit/s bis einige 10 Mbit/s zur Verfügung gestellt werden. Vor allem im Privatkundenbereich kann davon ausgegangen werden, dass diese Kapazitäten asymmetrisch verfügbar sein müssen, das heisst, von der Anschlusszentrale zum Kunden werden erheblich höhere Kapazitäten erforderlich sein als vom Kunden zum Netz, da diese Richtung vorwiegend für Steuerinformationen mit kleinerer Bandbreite benutzt wird.
Noch sind die zukünftigen Anforderungen an die Anschlussnetze weder bezüglich Bandbreite noch bezüglich Zeitpunkt der Bereitstellung bekannt.
Die Gestaltung und Planung der Anschlussnetze erfordert ein schrittweises Vorgehen. Die Finanzierung muss durch Angebote von marktkonformen Dienstleistungen sichergestellt werden.

Die Planung des Anschlussnetzes

Rahmenbedingungen und Ausgangslage

Für die Bereitstellung von BB-Diensten für alle Kundensegmente bedarf es eines gezielten und systematischen Ausbaus der bestehenden Anschlussnetze. Bei der Planung müssen dabei verschiedenste, sich teils widersprechende Anforderungen wie
- heutige und zukünftige Marktanforderungen (steigender Breitbandbedarf)
- Liberalisierung des Marktes (Time to market, Kostenreduktion)

Innovation
- Verfügbarkeitsanforderungen
- Wirtschaftlichkeit
- gegebene Netzressourcen
- Technologieschübe

berücksichtigt werden. Die daraus entstehende Dynamik prägt in starkem Masse die Planung des Anschlussnetzes.
Nur mittels einer konsequenten Strukturierung des Netzaufbaus, der Anpassung bestehender Abläufe, sowie durch gezielte Umsetzung sich abzeichnender Marktbedürfnisse in Planungsparameter kann diesen Rahmenbedingungen genügend Rechnung getragen werden.
Nebst dem Bedarf für reine Telefonie muss die Gestaltung eines AN auf die sich rasch ändernden (Breitband-) Bedürfnisse reagieren bzw. – im besseren Fall – agieren. Die Telefonie, als bislang grundlegender Planungsparameter, wird dabei ihre Vorherrschaft zugunsten von Bedürfnissen mit grösserer Bandbreite teilweise einbüssen.
Es ist indessen zum jetzigen Zeitpunkt schwierig, Art und Umfang zukünftiger Bedürfnisse oder Dienste langfristig zuverlässig zu prognostizieren.
Daher kommt der Flexibilität (Technologie- bzw. Diensteunabhängigkeit) bei der Gestaltung des AN grosse Be-

Kat.	Hauptmerkmale
Standard 1a	passives, sternförmiges Netz
Standard 1b	aktives, sternförmiges Netz
Standard 1c	aktives, ringförmiges Netz
CityLink 2	passives, ringförmiges Netz; Dual routing
CityCore 3	passives, ringförmiges Netz; Dual homing

Tabelle 1. Anschlussnetzcharakteristiken.

deutung zu. Im Vordergrund stehen dabei die konsequente Strukturierung des AN und der gezielte, systematische Aufbau eines Breitbandnetzes mittels Glasfasertechnologien oder mittels geeigneter Radiosysteme.
Die bereits vorhandene Glasfaserinfrastruktur soll bei dieser Strukturierung einbezogen werden.
Die mittelfristig zu erreichenden Ziele bilden die Hauptmotive für den Übergang von den heutigen Netzen zu solchen mit einer zukunftsgerichteten Struktur:
- mittelfristig optimieren des Ausnützungsgrades der Kabel (Grundinfrastruktur)
- zweckoptimierter Ausbau unter Einbezug von Sicherheits- und Verfügbarkeitsaspekten im Rahmen eines allgemein gültigen Konzepts (Sicherstellung der Marktkonformität)
- klar definierte Struktur, Strecken und Referenzpunkte und damit hohe Transparenz und höhere Flexibilität für die Verwaltung der Netzressourcen
- bessere Übersichtlichkeit und dadurch schnellere Reaktionszeiten im Störfall bzw. für die Bereitstellung von Verbindungen

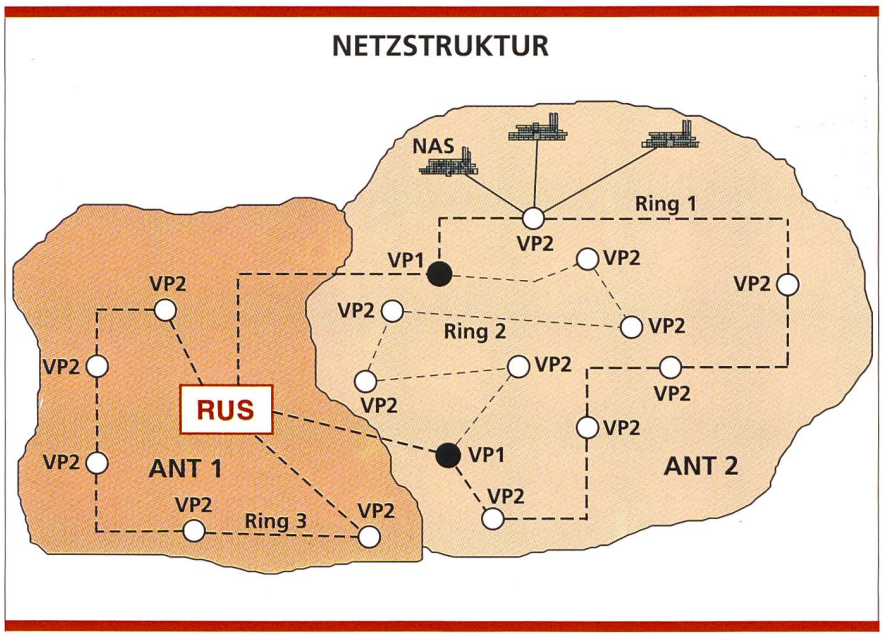


Bild 5. Netzstruktur CityLink.

Planungsgrundsätze

Ein wichtiges Anliegen der Netzgestaltung des Anschlussnetzes ist die Marktkonformität der Neu- und Ausbauten.
Diese Marktanforderungen führen zu einer Kategorisierung von «typischen» Anschlussnetzen (Tabelle 1). Im Interesse eines besseren Verständnisses werden zuerst die grundsätzlichen Definitionen des Anschlussnetzes erläutert.

Definitionen des Anschlussnetzes

Das Anschlussnetz wird aufgrund von topographischen, kundenspezifischen sowie technischen Kriterien unterteilt. Die zu erschliessende Fläche wird unterteilt in Anschlussnetze (AN), deren Mittelpunkt die Regionalübertragungsstelle (RUS) oder, in Telefonieterminologie ausgedrückt, die Anschlusszentralen bilden. Diese AN wiederum werden aufgeteilt in Teilanschlussnetze (ANT) mit der Primärübertragungsstelle (PUS) als Schwerpunkt. Zwischen diesen PUS und der Netzanschlussstelle (NAS) als kundenseitigem Abschluss werden, je nach Bedarf und Ausdehnung des betreffenden ANT, Verteilpunkte (VP) gebildet. In einem solchermassen abgegrenzten Gebiet werden ausserdem ein Primär- (PAN) und ein Sekundäranschlussnetzbereich (SAN) gebildet:
- Das PAN verbindet die RUS mit den PUS und die PUS untereinander. Es dient als Zubringernetz.
- Das SAN verbindet die PUS via VP mit den NAS. In diesem Bereich erfolgt die Feinerschliessung der Kunden. Bild 1 zeigt den Aufbau des AN.

Durch die Verbindung der gegebenen Referenzpunkte werden die Netzabschnitte definiert. Bild 2 zeigt eine mögliche Kombination von Teilabschnitten eines AN.
Damit die Grundlage für die Dimensionierung des Anschlussnetzes vollständig und bis zu einem gewissen Grad systemneutral ist, werden die Teilanschlussnetze gemäss Bild 3 weiter unterteilt in Makro- bzw. Mikrozellen. Auf dieser Basis können nun, in Abhängigkeit des Erschliessungskonzepts (hier z. B. Passiv Optical Network, PON) und des Bedarfs im abgedeckten Gebiet, die Ausbauschritte in Funktion der Zeit definiert werden.

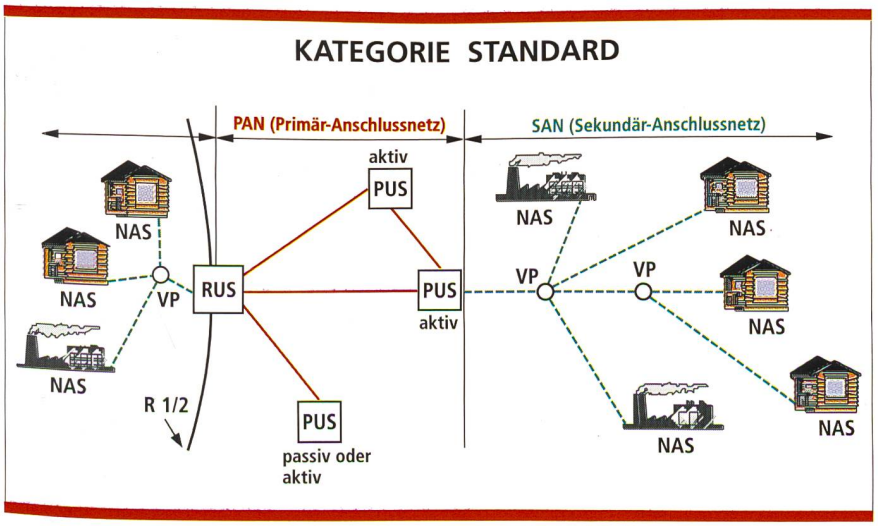


Bild 4. Anschlussnetzkategorie Standard.

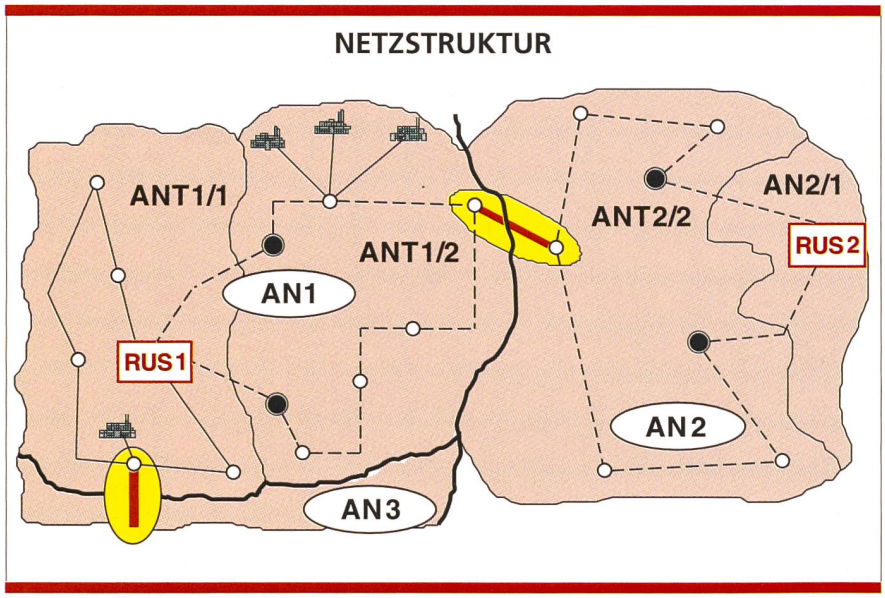


Bild 6. Netzstruktur CityCore.

Kategorie 1 (Standard)

Diese Kategorie entspricht vollumfänglich dem Aufbau des AN. Die Referenzpunkte sind wie folgt charakterisiert:

Regionalübertragungsstelle (RUS)

Schnittstelle zwischen den Netzebenen Regionalnetz und Anschlussnetz. Es handelt sich hier um Knoten- bzw. Konzentratorzentralen mit Übertragungssystemen.

Primärübertragungsstellen (PUS)

Einfache Telecom-Räume, welche in Zukunft auch mit aktiven Ausrüstungen bestückt werden können. Die Lage und Grösse der Räume wird aufgrund des Potentials im abzudeckenden Gebiet (ANT) bestimmt:

- ländliches Gebiet, wenig Wachstumspotential, punktueller Breitbandbedarf absehbar → langfristig passive PUS in Schächten, sternförmig erschlossen
- kleinere bis mittlere Agglomerationen, kleines Wachstumspotential, punktuelle Häufungen von Breitbandbedarf absehbar → mittelfristig aktive PUS in Räumen, ausschliesslich sternförmig erschlossen
- grosse Agglomerationen, Zentren, mittleres bis grosses Wachstumspotential, mittlerer Breitbandbedarf absehbar → mittelfristig aktive PUS in Räumen, bei Bedarf ringförmig erschlossen

Verteilpunkte (VP)

- ausschliesslich passive Punkte (Schächte, Muffen usw.) im Bereich des SAN; die Anzahl und die Verteilung dieser VP sind abhängig von der Ausdehnung und der Kundenstruktur des betreffenden Teilanschlussnetzes

Grundsätzlich muss bei der Bildung dieser Referenzpunkte die bestehende Infrastruktur berücksichtigt werden. Bild 4 zeigt die verschiedenen Ausprägungen des AN der Kategorie Standard.

Kategorien 2 (CityLink) und 3 (CityCore)

Erhöhte Anforderungen, speziell des oberen Geschäftskundensegments mit anspruchsvollen Anforderungen an die Zuverlässigkeit, führten zur Bildung der Kategorien 2 und 3. Aufbauend auf den Definitionen der Kategorie Standard, wurde das Konzept für diese beiden Kategorien bestimmt.
Oberstes Ziel dieses Konzepts ist die Sicherstellung marktkonformer Reaktionszeiten und hoher Verfügbarkeit der Verbindungen. Es handelt sich hier um ein ausschliesslich passives Konzept. Das heisst, bereitgestellt werden vorerst nur die Faserkapazitäten, die entsprechenden Ausrüstungen wer-

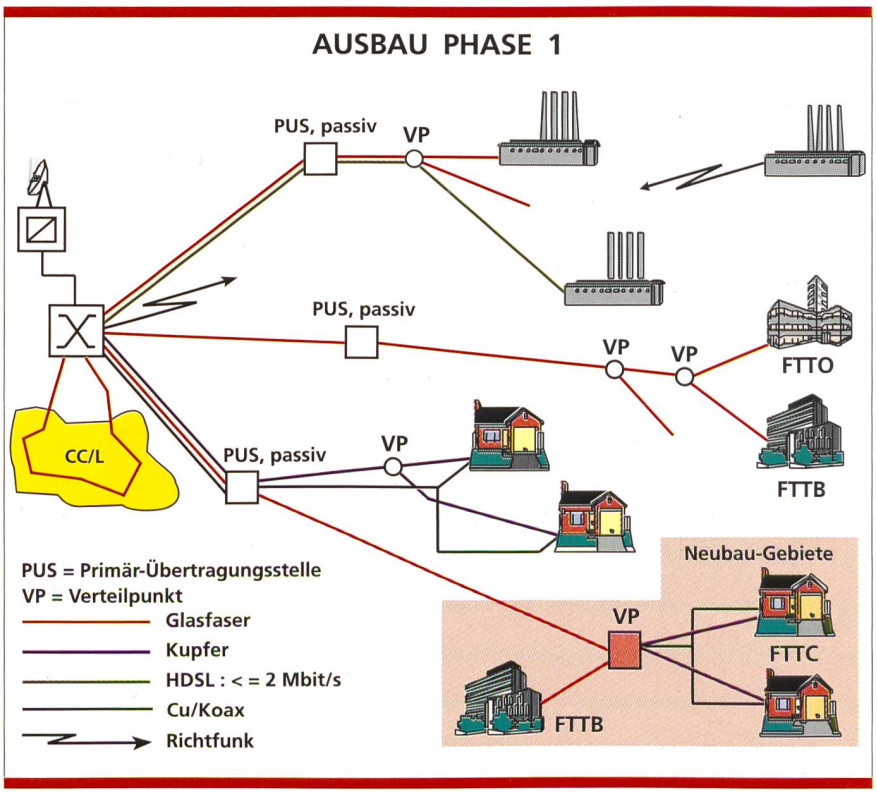


Bild 7. Ausbau des AN in der Phase 1.

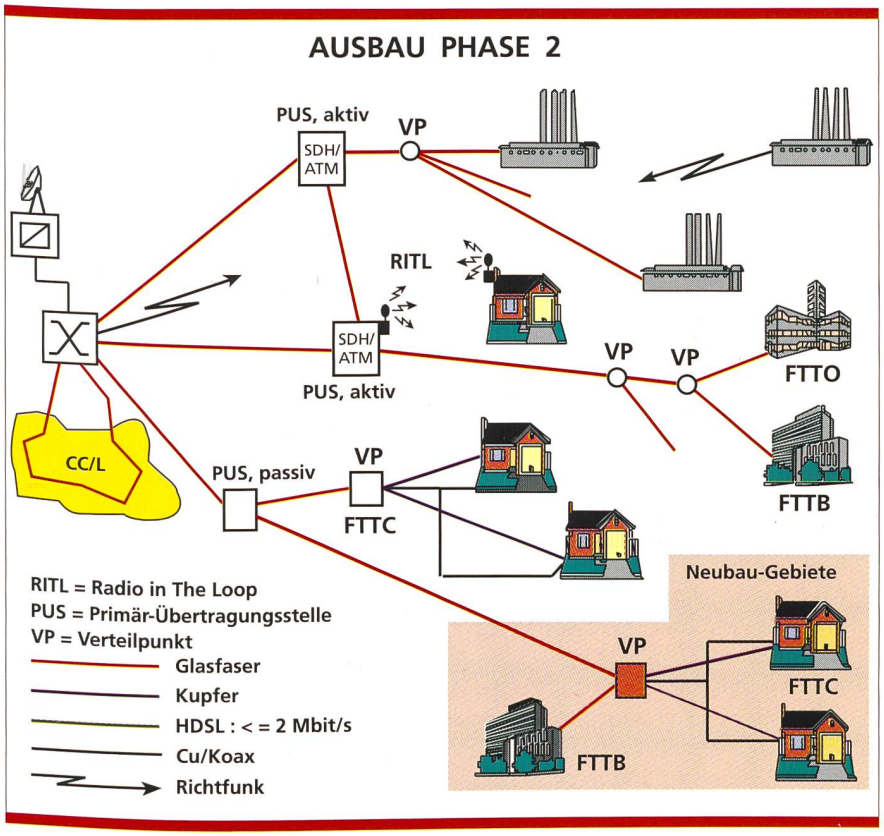


Bild 8. Ausbau des AN in der Phase 2.

den aufgrund tatsächlicher Kundenbedürfnisse «just in time» installiert. Dieses Vorgehen gestattet unter anderem auch, in der Zwischenzeit von den im Ausrüstungsbereich zu erwartenden Preiszerfall zu profitieren. Investiert wird in dem Bereich (Glasfasern), in welchem sich die Preise bereits auf einem sehr tiefen Niveau bewegen.

Der Einsatz von Richtfunksystemen, beispielsweise breitbandigen Punkt-Multipunkt-Systemen, als Alternative ist vorgesehen. Solche Systeme weisen einerseits andere Ausfallkriterien auf als leitergebundene Systeme und bieten zudem die Möglichkeit, rasch und flexibel auf Kundenbedürfnisse zu reagieren.

Durch den differenzierten Ausbau (d. h. jedes AN bzw. ANT wird bedarfsgerecht ausgebaut) wird mit einem berechtigten Aufwand das Netz für zukünftige Anforderungen (Marktkonformität, Konkurrenzdruck, erhöhte Verfügbarkeitsanforderungen usw.) «fit» gemacht.

Die grössten Unterschiede zur Anschlussnetzkategorie Standard sind:

- Ringstrukturen PAN/SAN – übergreifend
- in der Regel keine PUS in solchen Gebieten
- Differenzierung der Verteilpunkte in VP1 (Verwendung von herkömmlichen Muffen und Glasfaserverteiler) und VP2 (Verwendung von Muffen mit Single-Fiber-Management-Fähigkeiten)

Ansonsten wurden die bestehenden Definitionen beibehalten.

Kategorie 2 (CityLink)

Diese Netzstruktur gestattet die systematische Bereitstellung von sogenannten Dual-Routing-Verbindungen, das heisst, der Kunde kann über zwei getrennte Übertragungswege an eine Übertragungsstelle angeschlossen werden. Bild 5 zeigt schematisch die zugrunde liegende Netzstruktur.

Dargestellt ist hierbei im ANT 2 die Maximalvariante mit zwei Ringen zu je fünf VP2. Diese kann jedoch den tatsächlichen Gegebenheiten entsprechend angepasst werden. Die VP2 entsprechen dem Grundprinzip «Points connected/Points passed», das heisst, an diesen Verteilpunkten ist von den vorhandenen Fasern auf der Strecke RUS-VP2 ein Anteil verfügbar, der Rest verläuft im Ring als Reserve. Dadurch resultiert eine optimale Flexibilität der Faserzuordnung im Hinblick auf Anzahl und Art der Verbindungen (z. B.

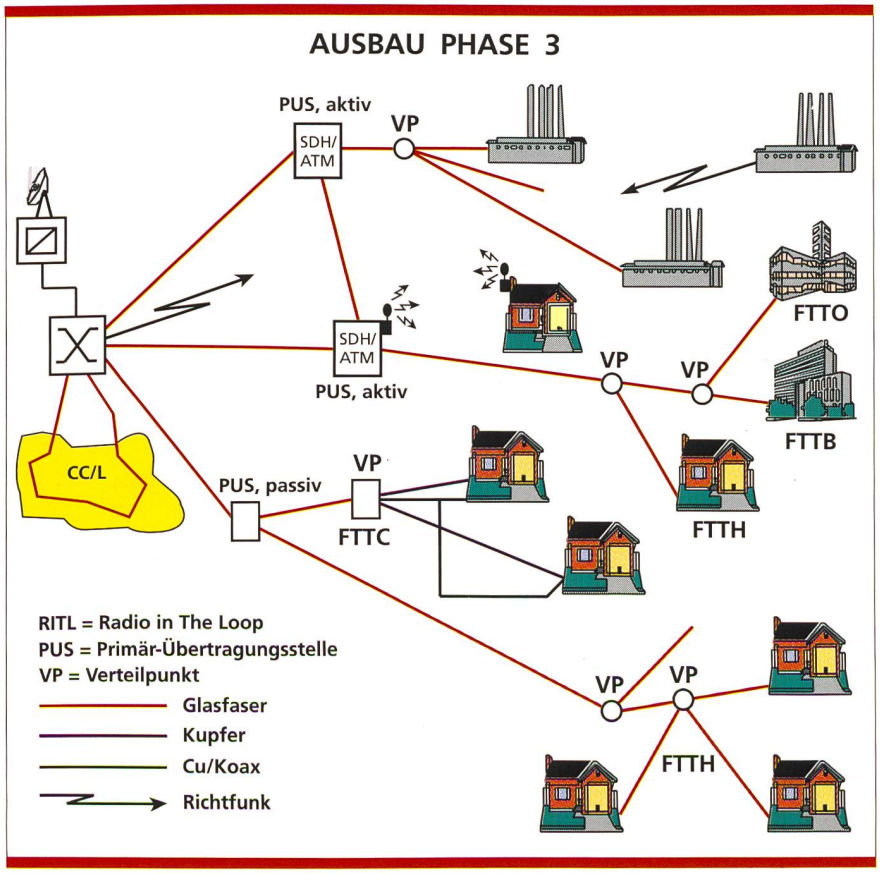


Bild 9. Ausbau des AN in der Phase 3.

Punkt–Punkt RUS–Kunde, Interconnection Kunde–Kunde, RUS–Kunde auf zwei Wegen usw.).

Kategorie 3 (CityCore)

Diese Netzstruktur gestattet die systematische Bereitstellung von sogenannten Dual-Homing-Verbindungen, das heisst, der Kunde kann über zwei getrennte Übertragungswege an zwei Übertragungsstellen angeschlossen werden. Erreicht wird dies durch die Ergänzung der vorangehenden Struktur mit «Brücken» zwischen benachbarten AN (Bild 6).

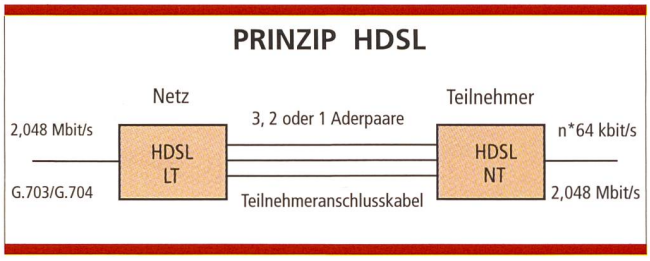


Bild 11. Prinzip HDSL.

Ausblick

Aus heutiger Sicht kann davon ausgegangen werden, dass einerseits noch lange mit hybrid aufgebauten Netzen (z. B. Fiber to the Curb [FTTC], Hybrid Fiber Twisted Pair [HFTP] usw.) zu rechnen ist und anderseits ATM auch im Anschlussnetz in Zukunft wahrscheinlich eine prägende Rolle spielen wird. Dazu kommt, dass ein differenzierter Ausbau, basierend auf den Marktbedürfnissen, den gegebenen Netzressourcen und den technischen Möglichkeiten, den grössten Spielraum offenlässt für Anpassungen. Grundsätzlich kann man sich den Ausbau des Anschlussnetzes in drei Phasen vorstellen:

Phase 1 (Bild 7)
Folgende Merkmale prägen den Ausbau des AN in dieser Phase:
- Verlegung von Glasfaserkabeln zwischen den RUS und den zukünftigen PUS in allen ANT mit potentiellen Breitbandkunden
- Ausbau der ANT ohne potentielle Breitbandkunden in zweiter Priorität
- Ausbau der ANT in dritter Priorität, wenn für den Anschluss bestehender Breitbandkunden bereits Glasfasern oder RF-Verbindungen vorhanden sind und kein Handlungsbedarf für Präventivmassnahmen besteht
- Der Ausbau des AN mittels neuen Kupferkabeln beschränkt sich nach Möglichkeit auf ein Minimum.

Phase 2 (Bild 8)
Weiteraufbau eines hierarchisch strukturierten, flexiblen Breitbandnetzes. Es besteht bei genügenden Breitbandbedürfnissen und grösseren Distanzen aus einem mittels SDH-Knoten erschlossenen PAN und dem SAN für die Feinverteilung. Über das PAN werden die Netzknoten (PUS) erschlossen, welche unter Umständen ihrerseits den Startpunkt für optische Verteilsysteme (FTTC/B/O) oder RITL bilden können.

Phase 3 (Bild 9)
Die technischen Konzepte für diesen Zeitraum können nicht mit genügender Sicherheit vorausgesagt werden. Die Durchdringung des AN mit Glasfasern oder geeigneten Radiosystemen (RITL) wird in dieser Phase voraussichtlich bis zum Standort des einzelnen Kunden vorangetrieben. Anstelle von FTTB/C-Szenarien sind FTTH-Konzepte zu erwarten, welche erstere ergänzen oder langfristig ersetzen und den *einzelnen* Kunden optisch und somit breitbandig erschliessen. Es handelt sich hier um die langfristige Vision in der Gestaltung des Anschlussnetzes.

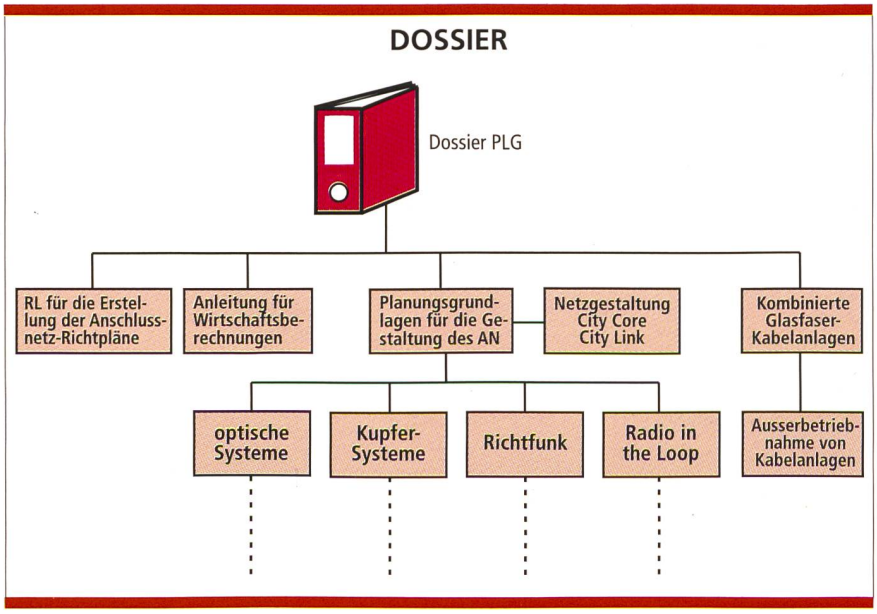


Bild 10. Aufbau des Dossiers PLG.

Planungsdokumentation

Die Dynamik der Planung des Anschlussnetzes stellt hohe Anforderungen an die Dokumentation und Information für die ausführenden Stellen. Besondere Beachtung muss dabei einem offenen und modularen Aufbau des Konzepts geschenkt werden. Damit können Dokumente mit möglichst geringem Aufwand sowohl für die Ersteller als auch für die Benutzer aktualisiert werden.
Basierend auf dem Gedankengut des Qualitätsmanagements, lehnt sich die Strukturierung des Konzepts an die Definitionen
- Erneuerungsprozess
- Betriebsprozess.

Damit verbunden ist eine Unterteilung in die zwei Hauptthemenbereiche, nämlich die «*Planung*» (Planungsgrundlagen) einerseits und «*Projektierung, Realisierung und Betrieb*» (PRB) anderseits.

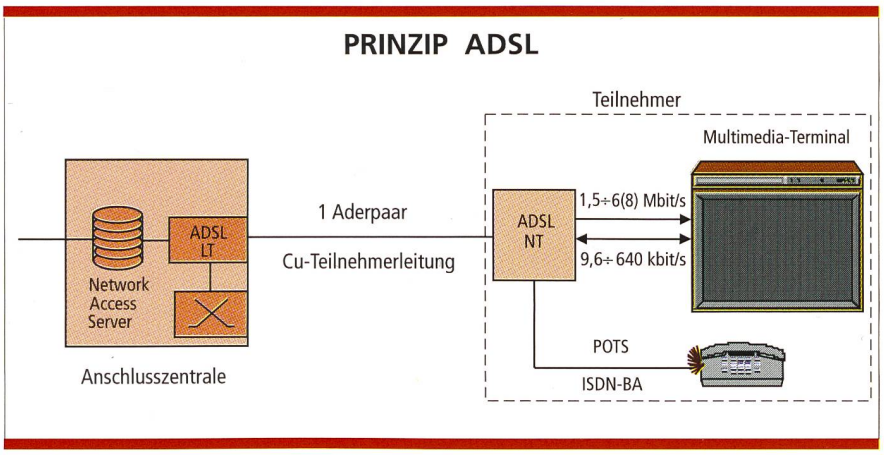


Bild 12. Prinzip ADSL.

Planungsgrundlagen (PLG)

Im Rahmen der Planung wird der Fragenkomplex wann, was, wo behandelt und beantwortet. Es handelt sich demnach um die mittel- bis langfristige Umsetzung der Verwendung der vorhandenen Mittel – unter Berücksichtigung von strategischen Vorgaben, Wirtschaftlichkeit, Finanz- und Personalressourcen usw. Hier wird der in der Gestaltung des AN gegebene Handlungsspielraum aufgezeigt. In Bild 10 ist der Aufbau dieses Dossiers wiedergegeben.

Grundlagen für Projektierung, Realisierung und Betrieb (PRB)

In diesem Bereich wird beschrieben, wie ein im Rahmen der Planung einmal gefasster Entschluss bezüglich Projektierung, Realisierung und betrieblichen Fragen in die Praxis umgesetzt wird. Eine vertikale Strukturierung erlaubt eine beliebige Ergänzung mit AN-relevanten Systemen.

Enabling Technologies

Übertragungssysteme für Kupfernetze (Digital Subscriber Line DSL)

Die Ausschöpfung der Kapazitäten von vorhandenen Kupferkabeln im Anschlussnetz ist für Telecom-Netzbetreiber eine sehr interessante Alternative, mit der ohne Investitionen in den Kabelnetzausbau die Übertragung von neuen breitbandigen Dienstleistungen zum Teilnehmer ermöglicht wird. Technologische Fortschritte erlauben heute die Übertragung von Bitraten, die wesentlich über derjenigen des ISDN-Basisanschlusses liegen. Damit ist die Möglichkeit gegeben, den Übergang vom Schmalband- zum Breitbandnetz und zur Glasfaserübertragungstechnik kostengünstig mit einem Zwischenschritt zu realisieren. Die Telecom PTT beschäftigt sich seit längerer Zeit mit den neuen Technologien und hat sowohl HDSL als auch ADSL frühzeitig eingesetzt. Die Fachliteratur hat sich bereits ausführlich mit diesen Technologien befasst.

HDSL (High-bitrate Digital Subscriber Line)

HDSL (Bild 11) ermöglicht die Übertragung von digitalen n·64-kbit/s-Signalen bis 2,048 Mbit/s auf gewöhnlichen Teilnehmeranschlusskabeln über Distanzen von typischerweise bis zu 5 km ohne Zwischenverstärker (bei drei Aderpaaren und Aderdurchmesser von 0,5 mm). Es sind Systeme verfügbar, die entweder drei, zwei oder nur ein Aderpaar verwenden. Als Leitungscode haben sich im wesentlichen 2B1Q und CAP durchgesetzt. Die Telecom PTT hat seit Herbst 1993 verschiedene Systeme mit Erfolg eingesetzt. Das hauptsächlich verwendete 3-Paar-HDSL COLT-2 von *Ascom Ericsson Transmission* (Bild 13) kann wahlweise auf drei, zwei oder ein Aderpaar (mit je max. 784 kbit/s pro Aderpaar, Leitungscode 2B1Q) für folgende Hauptanwendungen eingesetzt werden:
2-Mbit/s-Anschluss (G.703/G.704) von abgesetzten Vermittlungseinheiten
n·64-kbit/s-Datenanschlüsse (X.21, V.35, V.36) für Geschäftskunden
Swissnet-Primäranschlüsse für Teilnehmervermittlungsanlagen
Anschluss von Natel-Basisstationen

Die Einführung einer neuen 2-Paar-Version mit den gleichen Einsatzmöglichkeiten, jedoch zu erheblich tieferen Kosten, wird ab Anfang 1997 im Netz der Telecom PTT erfolgen. HDSL hat bis heute seine Aktualität nicht eingebüsst. Neue Systeme für ein Aderpaar können für den Anschluss von Privatkunden eingesetzt werden. Damit wird die Übertragung von neuen, breitbandigen Dienstleistungen für einen Grossteil der Kunden ermöglicht. HDSL ist eine kostengünstige Variante, digitale Transportkapazität bis 2,048 Mbit/s mit sehr kurzen Realisierungszeiten zur Verfügung zu stellen.

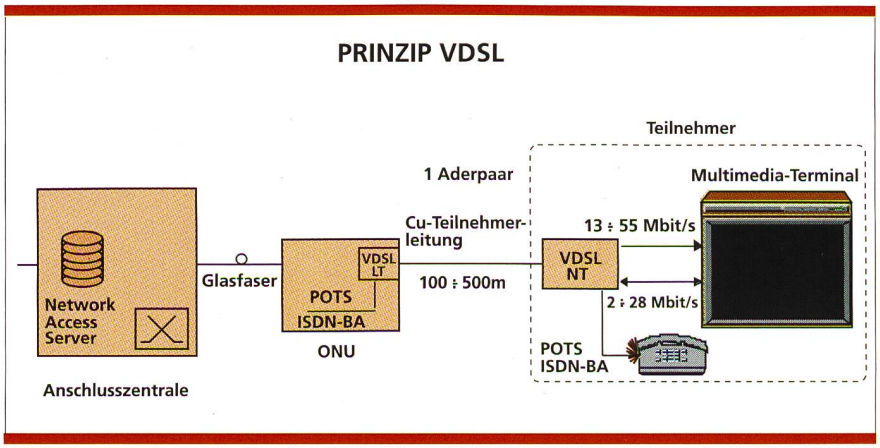


Bild 13. Prinzip VDSL.

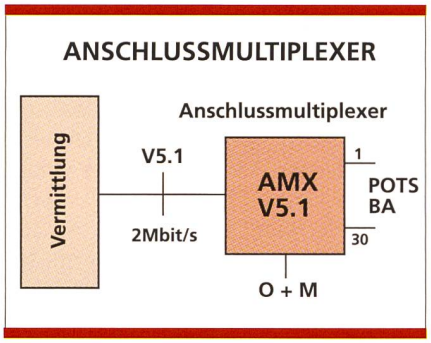


Bild 14. Anschlussmultiplexer.

ADSL (Asymmetrical Digital Subscriber Line)

Für die Übertragung von asymmetrischen Daten wurde die ADSL (Bild 12) entwickelt. Sie dient vor allem dazu, ein breitbandiges Videosignal (bis 8 Mbit/s) von der Anschlusszentrale zum Teilnehmer zu übertragen. Zur Kontrolle des Datenflusses (bidirektional) und für die Übertragung von Daten vom Teilnehmer zur Zentrale stehen 9,6 bis 640 kbit/s zur Verfügung. Das ADSL-System benützt das vorhandene Telefonieaderpaar, wobei Telefonieren jederzeit möglich ist.
Verschiedene Systeme mit Raten von 1,544 Mbit/s (T1), 2,048 Mbit/s (E1) bis 6 (8) Mbit/s sind bereits serienmässig erhältlich und werden weltweit in Multimedia-Pilotprojekten eingesetzt. Die Einsatzdistanz beträgt für diese Bitraten je nach Aderdurchmesser und Zustand des Teilnehmeranschlussnetzes bis etwa 5 km. ADSL bietet damit eine ideale Möglichkeit, auf dem bestehenden Anschlussnetz in sehr kurzer Zeit einen Breitbandanschluss bereitzustellen. Dabei eignet sich die Technologie vor allem für Dienste, die einen Datenfluss von der Zentrale zum Teilnehmer vorsehen. Beispiele dafür sind Breitband-Internet oder Video-on-Demand-Applikationen.
Wegen der relativ geringen Bandbreite ist es beim heutigen Stand der Codiertechnik nicht möglich, mehrere Videosignale gleichzeitig zum Teilnehmer zu übertragen, was für gewisse Anwendungen wie beispielsweise TV-Verteildienste einen Nachteil darstellt. Vor allem aus diesem Grund sind die längerfristigen Marktchancen für ADSL ungewiss. Die technische Entwicklung sowie weitere Marktabklärungen werden zeigen, ob sich ADSL durchsetzt und einen wichtigen Platz in der Bereitstellung von Breitbanddiensten einnehmen kann oder ob die Netzbetreiber auf die nächste Generation, die VDSL-Technik, setzen werden.

VDSL (Very high-bitrate Digital Subscriber Line)

Die jüngste Entwicklung auf dem Gebiet der digitalen Teilnehmeranschlussleitungen, VDSL (Bild 13), ermöglicht die Bereitstellung von Breitbandanschlüssen über das vorhandene Anschlussnetz. Es können je nach Bedarf sowohl symmetrische als auch asymmetrische Datenraten mit einer Gesamtrate bis über 50 Mbit/s zur Verfügung gestellt werden. Voraussetzung für den Einsatz sind Anschlussdistanzen auf dem zweiadrigen Kupferabschnitt von nicht mehr als 100 bis 500 m. Im Rahmen von hybriden Glasfaser-Doppelader-Netzen, die in einem ersten Abschnitt von der Anschlusszentrale bis zu einem Verteilpunkt auf einer Glasfasertechnologie und auf dem letzten Abschnitt zum Teilnehmer auf dem für die Telefonie vorhandenen Aderpaar basieren, kann VDSL optimal eingesetzt werden.
VDSL werden demnächst verfügbar sein und können für die verschiedensten Dienste wie Telemedizin, Telearbeit und breitbandige Multimediaanwendungen sowohl für Geschäfts- als auch Privatkunden eingesetzt werden. Sie bieten somit eine gute Möglichkeit, das Teilnehmeranschlussnetz bedarfsgerecht auszubauen. Die Telecom PTT beabsichtigt auch hier, diese neue Technologie so rasch als möglich – vorerst in einem Pilotprojekt – einzusetzen und damit wichtige Erfahrungen für den Bau eines «Full Service Network» zu sammeln.

Anschlussmultiplexer

Anschlussmultiplexer V5.1 (AMX V5.1)

Neben den für Telefonie bereits eingeführten Multiplexern im Anschlussnetz fällt der AMX V5.1 (Bild 14) speziell durch seine normierte 2-Mbit/s-Schnittstelle zur Vermittlung auf. Mittels AMX V5.1 können bis zu 120 analoge Teilnehmer über vier 2-Mbit/s-Kanäle an eine Vermittlungszentrale angeschlossen werden. Eine Konzentration der Nutzkanäle findet nicht statt.
Das System besteht aus einem 19"-Baugruppenträger, welcher als Grundausrüstung Steuer- und Speiseeinheiten enthält. Die Teilnehmerkarten für analoge (POTS) und ISDN-Basisanschlüsse (BA) können je nach Bedarf bestückt werden. Maximal stehen für die Übertragung 4×2 Mbit/s Vielfache pro Baugruppenträger zur Verfügung. Mehrere Baugruppenträger, montiert in einem Gestell mit gemeinsamer Speisung und Batterien, können je nach Installationsort offen oder in geschlossenen Einheiten aufgestellt werden.
Als Übertragungssystem werden entweder HDSL oder Glasfasersysteme eingesetzt.
Gegenüber den heute eingesetzten Multiplexern reduziert sich das System auf die Ausrüstungen der Remote-Seite (abgesetzte Ausrüstungen), da

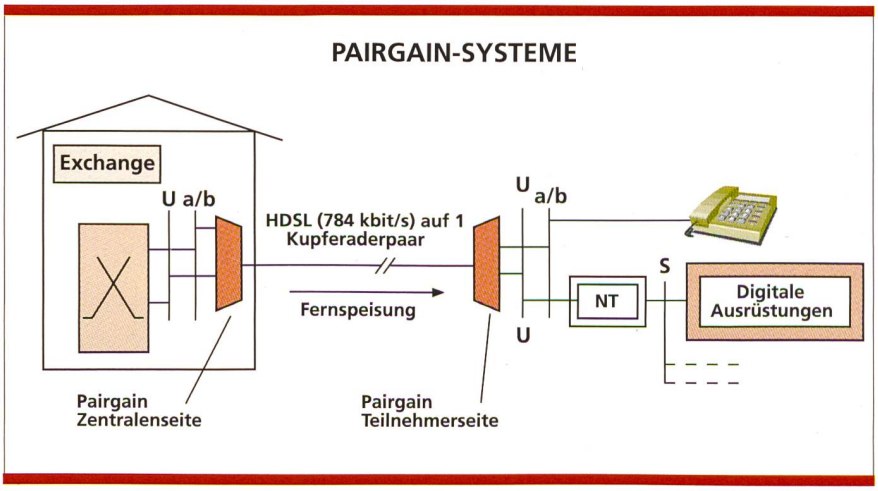


Bild 15. Pairgain-Systeme.

durch die V5.1-Schnittstelle der direkte 2-Mbit/s-Zugang auf die Vermittlungssysteme realisiert ist. Damit entfällt das Prinzip der 4-Draht-Inseln, das heisst, es wird ein mehrmaliges Umsetzen von digital/analog bzw. analog/digital vermieden.

Dienste/Schnittstellen
Als Teilnehmerdienste stehen beim AMX V5.1 Telefonie und ISDN-Basisanschlüsse zur Verfügung. Der Einsatz von 64-kbit/s-Kanälen (Mietleitungen) ist noch in Abklärung und würde die Schaltmöglichkeit von semipermanenten Verbindungen in der Vermittlung bedingen. Die 2-Mbit/s-Schnittstelle zur Vermittlung arbeitet auf dem Signalisierprotokoll V5.1 und basiert elektrisch nach G.703.

Einsatzgebiet
AMX V5.1 sind gegenüber den heute eingesetzten Multiplexern wesentlich kostengünstiger. Typische Einsatzfälle sind FTTC (Fiber To The Curb) und Überbrückung von Kupferengpässen im Bereich von Verteilkasten (VK) mit etwa 100 bis 400 Teilnehmeranschlüssen.

Reifegrad
Bekanntlich ist der Einsatz der Schnittstelle V5.1 neu und steht in der Schweiz bisher bei zwei Vermittlungssystemen zur Verfügung. Die AMX V5.1 werden zurzeit in Betriebsversuchen getestet, und auf Ende 1996 ist mit der Freigabe für den Betrieb zu rechnen.

Pairgain-System (PGS)

Ein Pairgain-System (Bild 15) erlaubt auf einem Kupferaderpaar mehrere Kundenanschlüsse gleichzeitig zu übertragen. Das System wird als kostengünstige Lösung bei Engpässen im Anschlussnetz eingesetzt.
Das digitale Übertragungssystem besteht aus zwei Hauptkomponenten, einer vermittlungsseitigen sowie einer teilnehmerseitigen Einheit. Die Übertragung zwischen den beiden Einheiten basiert auf HDSL, wobei die Teilnehmerseite via Übertragungsmedium (Kupferaderpaar) ferngespeist wird.
Auf Zentralenseite beinhaltet ein Baugruppenträger mehrere Systeme mit analogen bzw. ISDN-BA-Teilnehmerschnittstellen. Die abgesetzte Einheit besteht aus einem Wandgehäuse mit den teilnehmerseitigen Ausrüstungen. Pro Aderpaar können gleichzeitig elf analoge bzw. fünf ISDN-Verbindungen (oder gemischt) übertragen werden. Eine Konzentration findet nicht statt.

Dienste
Sowohl analoge Telefonie als auch ISDN-Basisanschlüsse (SwissNet-Teilnehmer) werden über ein PGS realisiert.

Einsatzgebiet
Mit dem PGS können unter Berücksichtigung der gültigen Dämpfungswerte im Anschlussnetz maximale Distanzen zwischen Zentrale und Teilnehmer von 5 bis 6 km erreicht werden. Damit werden die typischen Einsatzfälle wie Überbrückung von Kupferengpässen zwischen Zentrale und Teilnehmer abgedeckt. Die bisherigen Multiplexsysteme im Anschlussnetz, wie Gemeinschaftsanschlüsse und digitale Leitungsverdoppler, können mit den neuen Pairgain-Systemen abgelöst werden.

Reifegrad
Es wurden verschiedene Systemtypen nach einer Vorevaluation einer Typenprüfung sowie Feldtests unterzogen. Mit einer Freigabe für den Betrieb kann auf Ende 1996 gerechnet werden.

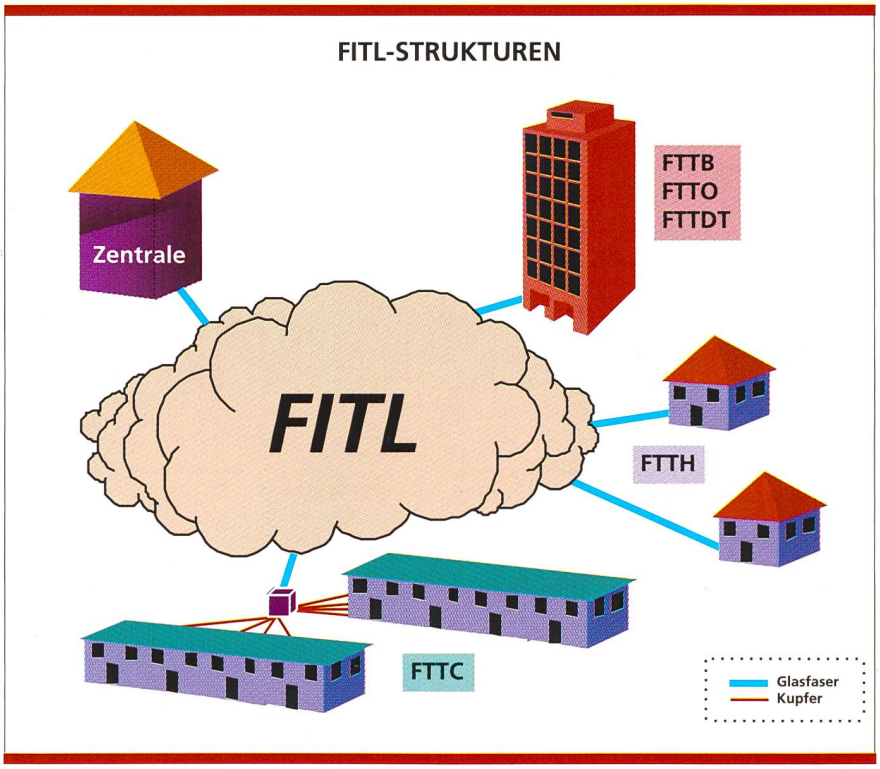


Bild 16. Prinzip FITL-Strukturen.

Fibre-in-the-Loop-Systeme (FITL)

Die zukünftige Schlüsseltechnologie für das Anschlussnetz ist sicher die optische Übertragung, denn diese bietet wesentliche Vorteile wie praktisch unbeschränkt nutzbare Übertragungsbandbreite und Unempfindlichkeit gegenüber störenden Umwelteinflüssen und ist somit eine vorzügliche Investition in die Zukunft.
Ausrüstungen, die dieser Entwicklung Rechnung tragen, sind FITL-Systeme (Bild 16), welche die Möglichkeit bieten, auf der Basis bestehender Schmalbanddienste wie Telefonie, ISDN und Datenübertragung grössere Neuüberbauungen mit Privat- und kleineren Geschäftskunden systematisch mit Glasfasern zu erschliessen. Diese Systeme unterstützen auch die Weiterentwicklung der heute vorhandenen Dienste. Ein zentrales Augenmerk gilt jedoch auch der Erreichung eines effizienteren Betriebs und geringerer Investitionskosten.
FITL-Systeme ersetzen das Kupferkabel im Anschlussnetz durch ein Glasfaserkabel bis zur teilnehmerseitigen

Ausrüstung (ONU, Optical Network Unit), welche die optisch/elektrische Wandlung des Signals vornimmt, um dieses dann – mittels Kupferdraht – dem Teilnehmer für seine Dienste zur Verfügung zu stellen.
Entsprechend der Nähe des ONU zum Kunden unterscheidet man drei verschiedene Ausprägungen:
- FTTC Fibre To The Curb (Glasfaser bis zum Randstein) mit anschliessender Kupferverteilung im Quartier
- FTTB Fibre To The Building (Glasfaser bis ins Gebäude, meist Mehrfamilien- oder Geschäftshäuser)
- FTTO Fibre To The Office (Glasfaser bis zum Büro)
- FTTD Fibre To The Desk Top (Glasfaser bis zum Schreibtisch)
- FTTH Fibre To The Home (Glasfaser bis ins Eigenheim)

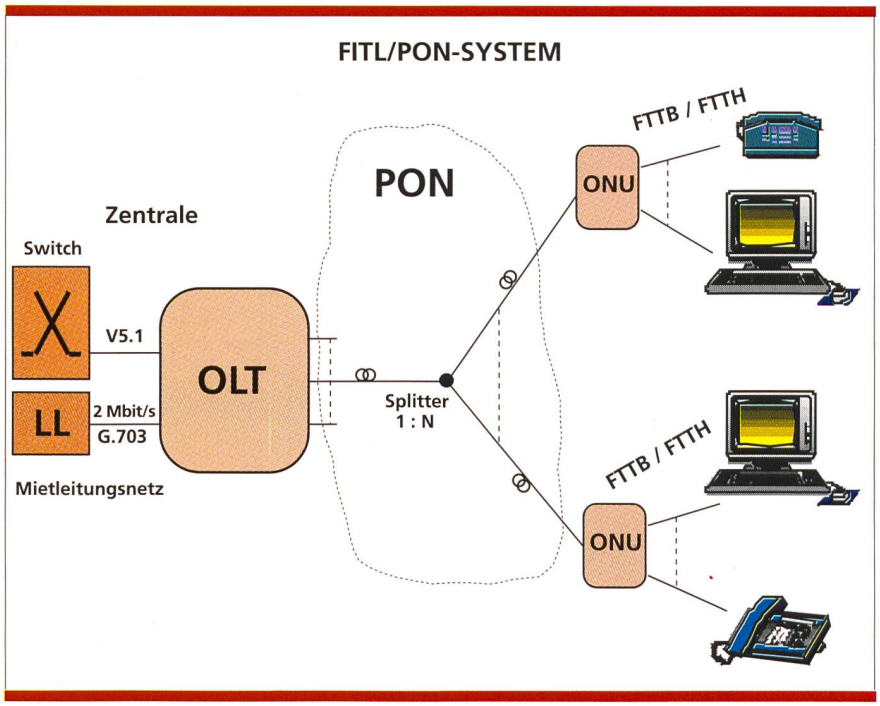


Bild 17. Struktur eines FITL/PON-Systems.

Passive optische Netze (PON)

Neben den herkömmlichen optischen Punkt-zu-Punkt-Verbindungen sind seit einiger Zeit auch sternförmige Topologien möglich. Die sternförmigen Verzweigungen werden in passiven Netzen mit optischen Splittern realisiert. Netze, welche zwischen dem optischen Sender und dem optischen Empfänger keine aktiven Elemente beinhalten, werden somit als PON (Bild 17) bezeichnet.

Struktur
Der *OLT* (Optical Line Terminal) bildet die Schnittstelle zum öffentlichen Netz. Er übernimmt die Rangierung (Cross-Connect-Funktion) der angeschlossenen Teilnehmer auf die entsprechenden Schnittstellen zur Vermittlung oder zum Mietleitungsnetz. Der OLT übernimmt zusätzlich die elektrisch/optische Wandlung als Schnittstellenfunktion zum PON, dem optischen Anschlussnetz zu den ONUs. Für Mietleitungsdienste wird entweder ein Multiplexer (z. B. FMUX) benötigt, welcher am OLT über die 2-Mbit/s-G.703-Schnittstelle angeschlossen wird, oder die 2-Mbit/s-Schnittstelle wird direkt ins Mietleitungsnetz geschaltet.
Das *PON* verbindet den OLT mit den ONUs. Das optische Signal vom OLT wird durch den Splitter (Koppler) von einer Faser auf mehrere Fasern aufgeteilt, an welchen die ONUs angeschlossen sind.
Die *ONU* konvertiert das optische Signal in ein elektrisches und stellt dieses Ausgangssignal über Dienstesschnittstellen mittels Kupferanschlussleitungen dem Teilnehmer zur Verfügung.

Dienste
Nachfolgende Dienstkategorien können mit den von der Telecom PTT eingesetzten FITL/PON-Systemen realisiert werden:
POTS (a/b)
ISDN-BA
2/4-Draht analog
64 kbit/s (G.703)
2 Mbit/s (G.703/G.704)
ISDN-PRA

Einsatz
FITL/PON-Systeme sind bei der Telecom PTT seit September 1996 im Regeleinsatz. Die Systeme werden bei Neubaugebieten ab rund 100 Teilnehmern eingesetzt. Zu einem späteren Zeitpunkt können auch Ablösungen von Kupfernetzen mittels FITL/PON-Systemen erfolgen.

ATM-PON (APON)

Multimedia, VoD und Breitband-Internet sind potentielle Dienstangebote für ein zukünftiges Breitbandnetz. Eine Netzarchitektur, welche diese neuen Dienste unterstützt, basierend auf ATM (End-to-End-Transport), ist die gegenwärtig bevorzugteste Lösung. Hierbei soll die ATM-Technologie die Zukunftssicherheit garantieren, da sie den Transport variabler Bandbreiten und Dienste erlaubt.
Für die Realisierung der physikalischen Ebene eines Breitbandnetzes im Anschlussbereich gibt es verschiedene Möglichkeiten, wie Glasfaser (FITL), Hybrid Fibre Coax (HFC), Hybrid Fibre Twisted Pair (HFTP), herkömmliches Kupfer und drahtloses Netz (B-RITL).
Nachfolgend wird die Lösung passives Glasfasernetz (PON) mit ATM-Technologie – welches als APON (Bild 18) bezeichnet wird – näher betrachtet. Bezüglich der Struktur entspricht es einem PON.

Struktur
Das *APON* basiert auf ATM und ist ein effizientes und hochbitratiges Point-to-Multipoint/Multipoint-to-Point Transportsystem.
Der *Access Node* ermöglicht dem Teilnehmer den Zugang zu verschiedenen Netzwerken (Telefonienetz, ATM-Netz) und Dienstanbietern (z. B. Server) mittels standardisierten Schnittstellen. Um diese Funktion erfüllen zu können, werden die ATM-Bitströme – von den Teilnehmern kommend – im ATM Cross-Connect zusammengefasst, um sie dann an die Netzwerk- oder

Server-Schnittstellen weiterzuleiten. Hier kommt die ökonomische Seite des ATM Cross-Connect zum Tragen, welche durch die Möglichkeit der statistischen Multiplexierung die Einsparung von teuren Übertragungskapazitäten erlaubt.
Die *Subscriber Unit* (SU) konvertiert das optische in ein elektrisches Signal und leitet es über die Schnittstellen zu den verschiedenen Teilnehmerausrüstungen. Alle an die SU angeschlossenen Dienste werden für den Transport auf dem APON in einen ATM-Strom multiplexiert.

Stand der Entwicklung
Zurzeit sind viele Laborversuche und einige Feldversuche von verschiedenen Herstellern im Gange, um die Funktionstauglichkeit von ATM-basierenden passiven optischen Netzen mit interaktiven Multimediadiensten zu demonstrieren. Mit APON-Systemen, welche kommerziell einsetzbar sind, ist ab etwa Ende 1997 zu rechnen.

Aktive optische Netze (AON)

Eine weitere Möglichkeit, ein optisches Netz mit Sternstruktur zu realisieren, bietet das AON (Bild 19). Im Gegensatz zum PON befindet sich im Netz anstelle eines passiven Splitters ein aktiver Multiplexer (OLD).
Nebst einer flexiblen Ausnutzung der Glasfaserkabel im Anschlussnetz ermöglicht ein AON-System auch die Einbindung bereits vorhandener Kupferteilnehmeranschlüsse.

Struktur
Der *OLT* bildet die Schnittstelle zum öffentlichen Netz. Er übernimmt die Rangierung (Cross-Connect-Funktion) der angeschlossenen Teilnehmer auf die entsprechenden Schnittstellen. Der OLT speist das AON, welches die Übertragung im optischen und elektrischen Anschlussnetz bis zu den ONUs bzw. den ENUs sicherstellt.
Für Mietleitungsdienste wird wie im PON ein Multiplexer benötigt, welcher am OLT über die 2-Mbit/s-G.703-Schnittstelle angeschlossen wird, oder die 2-Mbit/s-Schnittstelle wird direkt ins Mietleitungsnetz geschaltet.
Das *AON* verbindet den OLT via OLD mit den ONUs bzw. den ENUs. Der *OLD* ist ein aktiver Verteiler bzw. Multiplexer, welcher die Signale, die vom OLT kommen, auf die teilnehmerseitigen Netzabschlüsse verteilt. Die Netzabschlüsse sind je nach Bedarf mit optischen (ONU) oder elektrischen (NEU) Übertragungssystemen ausgerüstet.
Die *ONU* bildet den Abschluss der optischen Übertragung und konvertiert das optische Signal in ein elektrisches und stellt dieses Ausgangssignal über Diensteschnittstellen mittels Kupferanschlussleitungen dem Teilnehmer zur Verfügung.
Die *ENU* wird als Abschluss der Kupferanschlüsse installiert und stellt das elektrische Signal vom OLD mittels Diensteschnittstellen dem Teilnehmer zur Verfügung.

Dienste
Nachfolgende Dienstkategorien werden von AON-Systemen zur Verfügung gestellt:
POTS (a/b)
ISDN-BA
2/4-Draht analog
64 kbit/s (G.703)
n (64 kbit/s)
2 Mbit/s (G.703/G.704)
ISDN-PRA

Einsatz
AON-Systeme eignen sich sowohl für eine schrittweise Modernisierung und Erweiterung von bestehenden Netzen als auch für die Schaffung neuer Telekommunikations-Infrastrukturen in Anschlussnetzen mit grossen Distanzen zur Vermittlungsstelle.

SDH im Anschlussnetz

Der Bedarf von immer breitbandigeren Datendiensten nimmt laufend zu. Aus diesem Grunde musste ein breitbandigeres Transportmedium standardisiert werden. Ziel war der Aufbau von Datenautobahnen, die mit damals aktueller PDH-Technologie nicht zu realisieren waren. Im November 1988 wurden in Melbourne die ITU-T-Standards G707-709 für SDH als Übertragungsprotokoll formuliert. Neben weitaus höheren Übertragungsraten, verglichen mit PDH, wurden zusätzliche Kontroll- und Überwachungsfunktionen definiert. Wie aber können die Vorteile dieser Technologie im Anschlussnetz genutzt werden? Welche Vorteile ergeben sich für den Kunden und für den Netzbetreiber? Ist die Einführung einer so aufwendigen Technologie für das kostensensitive Anschlussnetz überhaupt geeignet?
SDH wurde für den Aufbau der Datenautobahnen standardisiert. Es sollte ein Protokoll definiert werden, das sowohl schnell als auch sicher ist. Bei der Standardisierung standen dann auch hohe Übertragungsraten, Überwachungsmöglichkeiten und Sicherheit im Vordergrund. Im weiteren mussten alle PDH-Bitraten transportiert werden können. Da diese aber asynchron sind, ergab sich bei der Definition der Adaptierung ein relativ

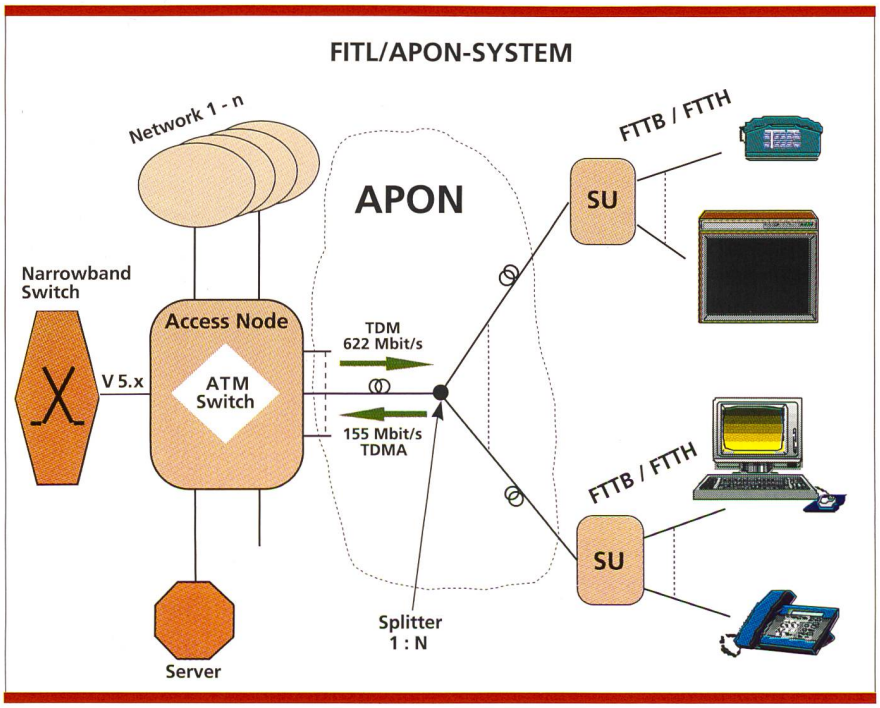


Bild 18. Struktur eines FITL/APON-Systems.

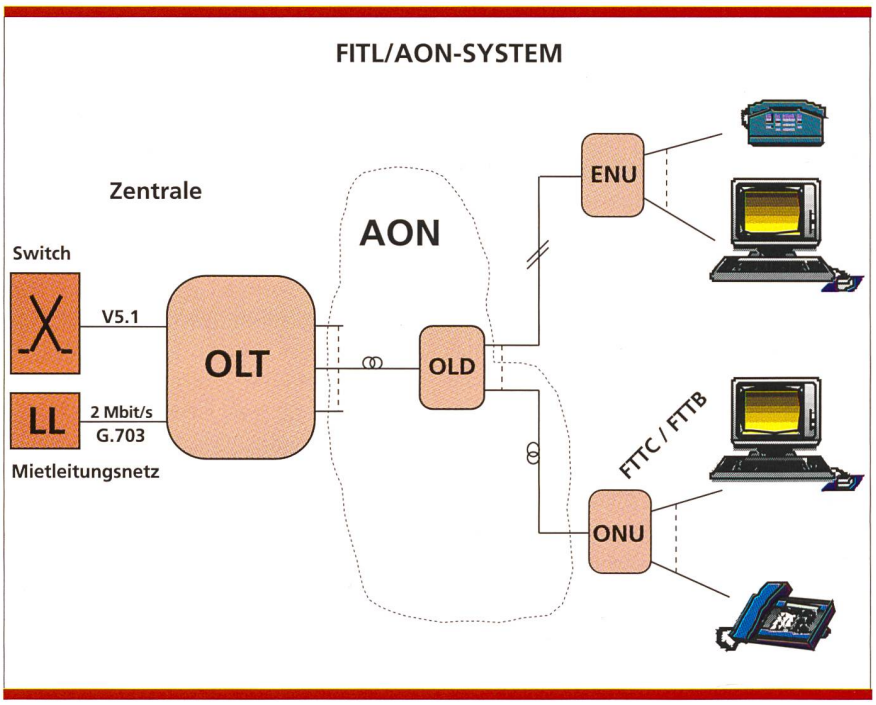


Bild 19. Struktur eines FITL/AON-Systems.

komplexes Verfahren, das aber die Überwachung einzelner Streckenabschnitte oder sogar die End-zu-End-Überwachung einer Verbindung zulässt.
Automatisches Schalten im Fehlerfall (Protection Switching) sowie Identifikation der Daten erhöhen zudem die Sicherheit der Übertragung. Die Bestimmung der Fehlerrate sowie deren statistische Auswertung ermöglichen eine kontinuierliche Überwachung der Verbindung und somit indirekt des gesamten Netzes. Im Gegensatz zum PDH-Protokoll erfolgt im STM-Overhead (Multiplex Section Overhead) eine Rückmeldung der Bitfehlersumme. Somit bietet eine SDH-Verbindung die Möglichkeit einer erweiterten Übertragungskontrolle in bidirektionaler Richtung. Bei PDH wird auf der Remote-Seite im Fehlerfall lediglich ein Alarmbit gesetzt.

Angebot von SDH-Subraten

Derzeit wird das SDH-Protokoll in der Regionalübertragungsstelle (Anschlusszentrale) terminiert. 2,34- und 140-Mbit/s-Mietleitungen werden mittels PDH-Zubringern den Kunden via Richtfunk, Kupferkabel oder Glasfaserkabel angeboten. Eine allmähliche, altersbedingte Qualitätsverschlechterung einer PDH-Übertragungsstrecke kann durch das PDH-Protokoll selbst nicht erkannt werden. Mängel werden erst nach Ausfällen bemerkt.
Die Übertragung von SDH-Subraten (VC) ermöglicht eine virtuelle Verlängerung des Transportnetzes bis zum Kunden und somit die permanente End-zu-End-Überwachung. Sich anbahnende Fehlfunktionen können so frühzeitig erkannt werden.

Vorteile der SDH-Übertragung im Anschlussnetz

Die anfänglichen Investitionskosten von SDH-Ausrüstungen führten dazu, dass diese Technologie vorerst im Basisübertragungsnetz eingeführt wird. Der Preiszerfall in den vergangenen Jahren ermöglicht nun aber eine weitere Ausdehnung von SDH ins Anschlussnetz. Die oben genannten Vorteile erlauben die Steigerung des «Quality of Service» durch erhöhte Verfügbarkeit, was wiederum als erweiterter Dienst dem Kunden angeboten werden kann. Die End-zu-End-Überwachung vereinfacht das Management des Netzes und führt zu entsprechenden Kostenreduktionen.

Dienstangebot

Im Basisnetz wird als Transportkapazität die bidirektionale Übertragung von VC-12, VC-3 und VC-4 bereitgestellt. Die Kapazitäten sollen ab 1997 bei Bedarf ebenfalls im Anschlussnetz verlängert werden können.

Schlussfolgerung

Die Einführung von SDH im Anschlussnetz steigert die Zuverlässigkeit der Übertragung und ermöglicht dem Netzbetreiber die Erweiterung des

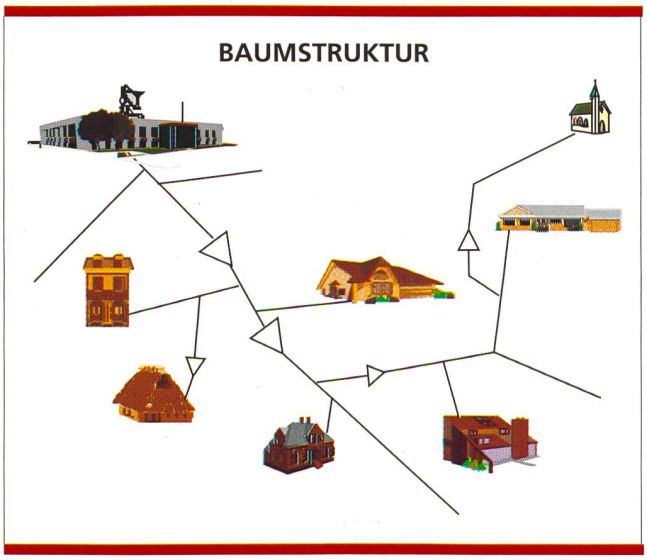


Bild 20. Traditionelle Koaxialbaumstruktur zur Verbreitung von Kabelfernsehprogrammen.

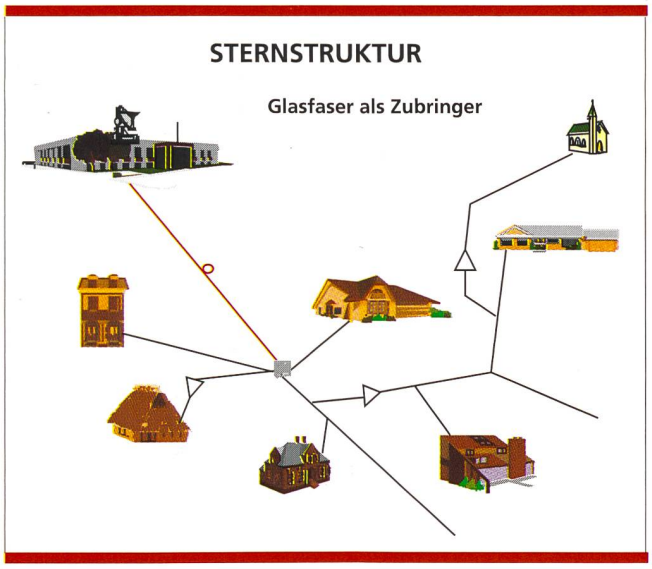


Bild 21. Sternstruktur, Ersatz des Stammkabels durch eine Glasfaserzuleitung.

Dienstangebots. In Kombination mit Anschlussnetzkategorien CityCore und CityLink kann den Kunden erhöhte Zuverlässigkeit für Datenübertragungsdienste angeboten werden.

Optische Systeme zur Übertragung von Fernsehsignalen

Die geringe Dämpfung der Glasfasern erlaubt eine Übertragung von Signalen über 100 km ohne Zwischenverstärker. Im weiteren lassen sich Frequenzen und Datenraten transportieren, die für Koaxial- oder gar paarsymmetrische Kupferkabel undenkbar sind. Aus diesem Grund werden optische Systeme auch für die Übertragung von Fernsehsignalen eingesetzt. Schon vor Jahrzehnten wurden die ersten Gemeinschaftsanlagen in den USA installiert. In der Schweiz sind rund 80 % aller Haushaltungen an Kabelfernsehnetzen angeschlossen. In Gebieten, wo über herkömmliche Antennen kein guter Empfang möglich war, wurden die Kunden über Koaxialkabel versorgt. Um zusätzlich internationale TV-Programme anbieten zu können, wurden die ersten Grossempfangsanlagen gebaut. Mit koaxialen Baumstrukturen wurde das Kabel quer durchs Quartier gezogen und die einzelnen Häuser daran angeschlossen. Wenn immer die Signalstärke für eine ausreichende Bildqualität zu gering war, wurde wieder ein Verstärker vorgesehen. Bild 20 stellt vereinfacht ein solches Netz dar.

Im Laufe der Jahre wurde das Programmangebot immer umfangreicher, so dass heute viele Kabelnetzbetreiber Kapazitätsprobleme haben. Die Mehrheit der heutigen Koaxialnetze weisen typische Bandbreiten von 300 bis 450 MHz auf. Um aber der Konkurrenz durch die umfangreichen Angebote der Satelliten zu begegnen, müssen die Netze erneuert und in ihrer Bandbreite erweitert werden, damit die Programmpalette ebenfalls erweitert werden kann. Das Problem bilden dabei die langen Kabelstrecken, die eine grosse Dämpfung aufweisen. Aus diesem Grund werden heute die koaxialen Stammkabel durch Glasfaserkabel ersetzt (Bild 21).

Solche Netze werden HFC-(Hybrid-Fibre-Coax-)Netze genannt, da sie ein Hybrid aus Glasfaser und Koaxialkabel darstellen. Im optischen Empfänger wird das Spektrum optisch/elektrisch gewandelt, und die Signale werden auf das Koaxialverteilnetz eingespeist. Zusätzlich werden die herkömmlichen Koax-Verstärker im verbleibenden Koax-Abschnitt durch breitbandigere ersetzt.
Mit diesen Modifikationen können Bandbreiten von 600 MHz erreicht werden.
Moderne Netze werden heute in Neubaugebieten gemäss Bild 22 in einer Stern-Stern-Struktur gebaut. Vom Verteilpunkt aus werden die Koaxialkabel in kleineren Gebieten sternförmig zum Kunden verlegt, wobei, wenn immer möglich, gänzlich auf elektrische Verstärker verzichtet wird. Auf diese Weise wird eine obere Grenzfrequenz von 1 GHz erzielt. Allerdings bedingt diese Architektur einen grossen Aufwand an Koaxialkabeln und entsprechender Kabelkanalisation, womit aus wirtschaftlichen Gründen auch heute oft auf herkömmliche Baumstrukturen im Verteilbereich zurückgegriffen wird.
Die Übertragungsdistanzen des optischen Bereichs können durch Einfügen von optischen Verstärkern, sogenannten EDFA (Erbium Doped Fibre Amplifier), zusätzlich vergrössert werden. Bei diesen Ausrüstungen ist eine Verstärkung der Lichtsignale ohne vorherige elektrische Wandlung möglich.
Im weiteren können nach Bedarf wie in PON sogenannte «optische Splitter» verwendet werden, welche die Signa-

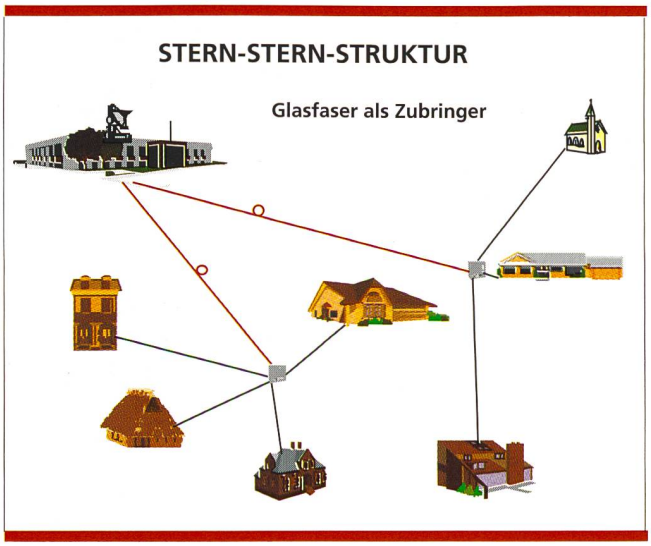


Bild 22. Stern-Stern-Struktur.

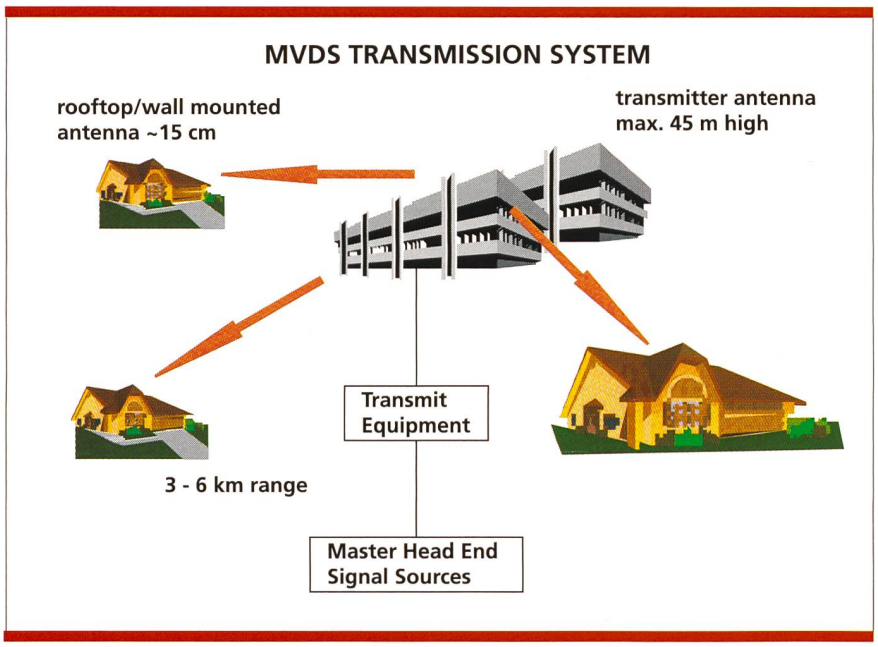


Bild 23. Point-to-Multipoint-Fernsehverteilsysteme.

le von einem Zubringer auf mehrere abgehende Fasern aufteilen. Somit lassen sich verschiedene Gemeinden oder Quartiere ab einem Sender versorgen.

Technik von Glasfasersystemen zur Übertragung analoger TV-Signale

Die Übertragung von TV-Signalen erfolgt im Gegensatz zur Datenübertragung zurzeit noch analog und nicht digital. Somit können technisch relativ einfache Empfänger gebaut werden, die das optische Spektrum lediglich elektrisch wandeln und auf die Koaxialabgänge einspeisen. Anderseits stellt die analoge Übertragung hohe Anforderungen an die Linearität der Komponenten. Eine digitale Übertragung würde hingegen auf der Empfangsseite eine aufwendige Digital/analog-Wandlung erfordern, zumindest so lange, wie digitale TV-Kanäle vom Heimempfänger nicht verarbeitet werden können.
Die Lichtsignale werden je nach System mit einer Wellenlänge von 1310 oder 1550 nm – für den Menschen unsichtbar – übertragen. In diesen Bereichen, optische Fenster genannt, weist die Faser die geringsten Dämpfungen auf, die typischerweise bei 0,33 bzw. 0,21 dB/km liegen. Rechnet man die Dämpfung eines Koaxialkabels auf 1 km hoch, so kommt man je nach Durchmesser auf Werte zwischen 30 und 50 dB/km. Die Signale können als Folge maximal etwa 500 m über ein Koaxialkabel transportiert werden, bevor ein weiterer Streckenverstärker notwendig wird.

Bild 24. Mitarbeiter der Telecom-Direktion Sitten arbeiten in schwindelerregender Höhe am Richtfunksender von MediaSpot.

Vorteile für Kabelnetzbetreiber und Kunden

Für den Netzbetreiber sind die geringe Alterung, die Übertragungskapazität und die sehr hohe Übertragungsdistanz von grossem Vorteil. Da in der Regel nur wenige Verstärker benötigt werden, was einer Verringerung möglicher Fehlerquellen gleichkommt, erhöht sich die Zuverlässigkeit des Netzes. Da die Technik relativ komplex ist und die Systeme noch nicht sehr lange kommerziell erhältlich sind, sind die Preise noch relativ hoch. Für einen Netzbetreiber können sie mit den oben genannten Vorteilen gerechtfertigt werden. Der Privatkunde profitiert, zumindest momentan, lediglich von einem erweiterten Programmangebot der Gemeinschaftsanlage und von der höheren Zuverlässigkeit des Kabelnetzes.

Radio in the Loop (RITL)

Radio in the Loop[1] (RITL) ist eine vielversprechende drahtlose Technologie zur Überbrückung der letzten Meile im Ortsbereich. Wirtschaftlichkeitsstudien haben gezeigt, dass die drahtlose Erschliessung von Teilnehmern mit RITL-Systemen sehr interessante Lösungen bietet.
Im liberalisierten Telekommunikationsmarkt ab 1998 bietet RITL den Mitbewerbern der Telecom PTT ein gutes Mittel, um wirtschaftliche drahtlose Anschlussnetze zu erstellen, da keine Erdarbeiten zur Verlegung von Kabeln notwendig sind. Aber auch für den kostengünstigen Aufbau von Telekommunikationsnetzen in Entwicklungs- und Schwellenländern stellen die RITL-Systeme für die Telecom PTT eine prüfenswerte Alternative dar.

Hauptmerkmale

Beim Einsatz von RITL kann zwischen zwei Szenarien unterschieden werden:
- Fixed Radio Access für Schmalbandapplikationen *(FRA-NB)* und
- Enhanced Cordless Services *(ECS)*.

[1] Der Beitrag in der gleichen «ComTec»-Nummer, Seite «Planung von drahtlosen Anschlussnetzen in DECT-Technologie», von Martin Schilling, befasst sich eingehend mit dem Thema RITL und insbesondere mit der Technologie DECT, so dass an dieser Stelle nur rudimentär das Thema RITL erläutert wird.

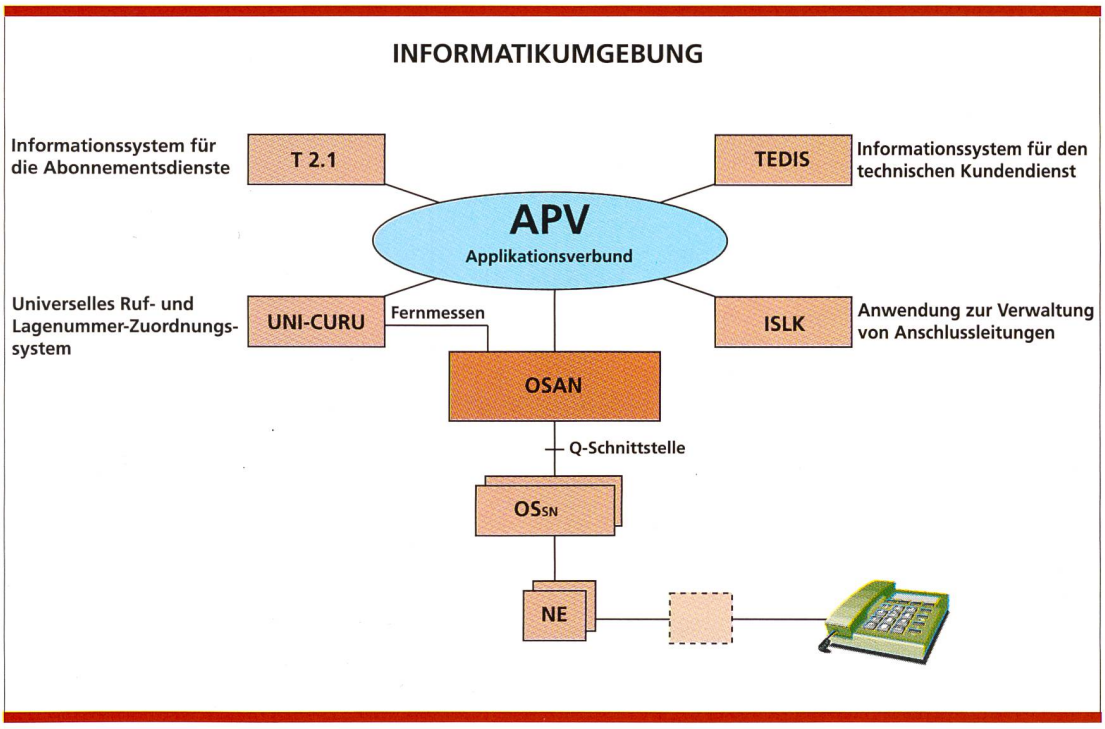


Bild 25. Informatikumgebung im Bereich Anschlussnetz.

Beide Szenarien unterscheiden sich durch den Grad an Mobilität. Mit *FRA-NB* lassen sich ortsfeste Kunden per Funk anstelle eines Kupferkabels erschliessen. Nachfolgende Dienstkategorien können mit FRA-NB realisiert werden:
POTS (a/b)
ISDN-BA (ab 1997)
64 kbit/s
n·64 kbit/s

Mögliche Einsatzgebiete sind die Erschliessung von Neubaugebieten, Erschliessung von Teilnehmern bei Kabelengpässen und die Erschliessung von Kunden in schwierigem Gelände. Demgegenüber bietet ECS dem Kunden für Telefoniedienste auch eine örtlich begrenzte Mobilität auf dem Fixnetz. Der Grad der Mobilität reicht dabei vom bekannten Schnurlostelefon über den Radius einer Funkzelle bis zu mehrzelligen Lösungen. Innerhalb dieser Zellen – auch Versorgungsinseln genannt – können sich die Kunden frei bewegen. Um zukünftig auch ein Roaming zwischen den Versorgungsinseln (privater, öffentlicher und Bürokommunikationsbereich) zu erlauben, wird innerhalb der Telecom PTT die Einführung von Cordless Terminal Mobility (CTM) im Festnetz diskutiert. Ein erster CTM-Standard wird Ende 1996 erhältlich sein, und die Hersteller sollten in der Lage sein, im Verlaufe von 1998 CTM-Produkte anbieten zu können. Als weiterer Schritt wäre das Intelligente Netz (IN) der beste Weg, Festnetzdienste und GSM-Dienste zu integrieren und die Endgerätemobilität zwischen beiden Typen von Netzen mit Hilfe von Dual-Mode-Handies gewährleisten zu können.

Breitbandradio in the Loop (B-RITL)

Für die Übertragung breitbandiger, interaktiver Dienste im Anschlussnetz zeichnen sich verschiedene Lösungen mit drahtlosen Systemen ab. Einerseits werden analoge Point-to-Multipoint-Fernsehverteilsysteme eingesetzt, die später digitalisiert und schliesslich für interaktive Dienste nachgerüstet werden können. Anderseits wurden völlig neue Point-to-Multipoint-Funksysteme speziell für interaktive Dienste entwickelt.

Point-to-Multipoint-Fernsehverteilsysteme (Bild 23)

(Multipoint Video Distribution System = MVDS.) Im Gegensatz zur übrigen Welt steht für Fernsehverteilsysteme in Europa und speziell in der Schweiz ausschliesslich das 40-GHz-Band zur Verfügung. Als zurzeit einzige Firma kann *Philips UK* Geräte in diesem Frequenzband liefern.
Das heute verfügbare System kann bis zu 32 analoge TV-Programme übertragen. Es erlaubt, anstelle von einem analogen TV-Programm rund sechs digitale Programme zu verteilen. Die Anzahl der bedienbaren Teilnehmer ist insofern begrenzt, als dass Sichtverbindung zum Sender notwendig ist und die Distanz ausbreitungsbedingt 3 bis 6 km nicht überschreiten darf.
Jedes TV-Programm wird vom Verteilpunkt über eine eigene Antenne abgestrahlt (Bild 24), und alle Programme werden beim Teilnehmer durch eine kleine Hornantenne von 15 bis 25 cm Durchmesser empfangen. Die Multiplexierung erfolgt in der Luft. Als Teilnehmerschnittstelle dient ein handelsüblicher Standardsatellitenempfänger (Set-Top-Box).
MVDS-Systeme eignen sich zur Versorgung von neuen Gebieten, welche mit Kabel nicht wirtschaftlich erschlossen werden können. Sie werden in den USA eingesetzt, um bestehende leitergebundene Kabelverteilnetze zu konkurrenzieren.
Als grossen Vorteil kann MVDS – im Gegensatz zum direkten Satellitenempfang – auch regionale/lokale Programme anbieten. Die Marktein-

führung digitaler Systeme steht kurz bevor; Systeme für interaktive Videodienste sind für 1998 angekündigt.

Breitbandige Point-to-Multipoint-Funksysteme

Für breitbandige Point-to-Multipoint-Systeme kommen in der Schweiz verschiedene Frequenzbänder zwischen 10 und 40 GHz in Frage. Eine Festlegung wurde noch nicht vorgenommen. Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger muss in jedem Fall vorhanden sein.
An einem zentralen Punkt stellt das System über Sektorantennen für ein gewisses Gebiet vielfältige digitale Kundenschnittstellen zur Verfügung:
- Telefon-ISDN und Datenanschlüsse von n·64-kbit/s- bis n2-Mbit/s-Verbindungen für Mietleitungen
- LAN-Verbindungen und VoD-Subsysteme

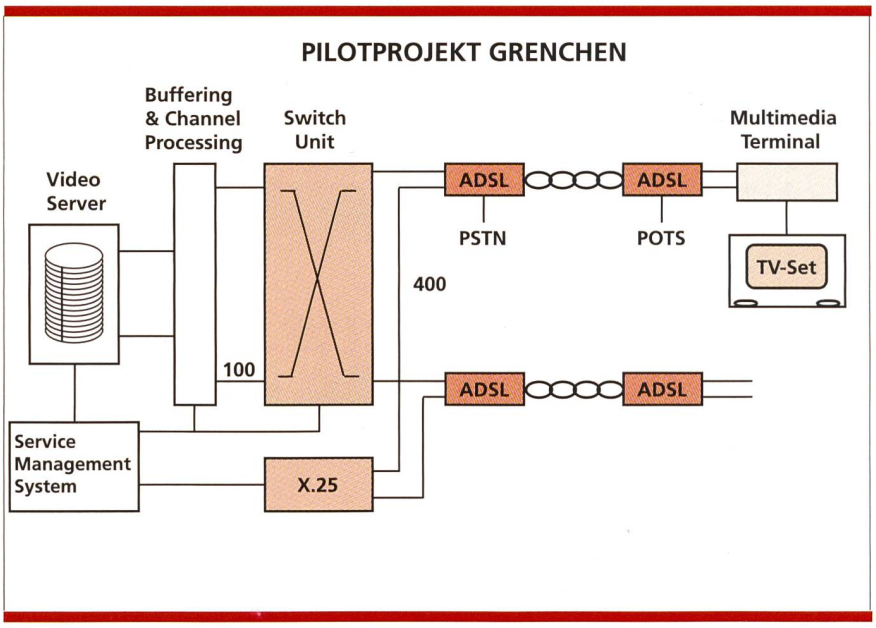


Bild 26. Prinzip des ADSL-Pilotprojekts Grenchen.

Hin- und Rückkanal sind im allgemeinen symmetrisch, können jedoch auch asymmetrisch sein.
Die Bandbreitenzuteilung pro Teilnehmer erfolgt dynamisch. Eine Zelle kann beispielsweise bei einer Blockierungswahrscheinlichkeit von 0,02 % 1000 Erlang bewältigen. Die Weiterentwicklung der Systeme für ATM-Anwendungen ist geplant. Da der Kunde das System nur belastet, wenn er es wirklich braucht, eignet es sich ganz besonders für wiederkehrende, zeitlich begrenzte Anwendungen.

Networkmanagement-Anschlussnetz

Durch die Einführung von neuen Technologien und Diensten im Anschlussnetz steigen auch die Anforderungen an die Managementsysteme. Von einem zukünftigen Anschlussnetzbetreiber (ANO) wird erwartet, dass sein Netz Qualitätsmerkmale wie End-zu-End-Überwachung, Ersatzschaltmöglichkeiten oder ganz allgemein eine hohe Verfügbarkeit zu günstigen Konditionen sowie rasche Bereitstellungszeiten anbieten kann. Zurzeit werden von verschiedenen Anschlussnetzbetreibern Strategien und Studien erstellt, um diese Anforderungen in Zukunft besser zu erfüllen.
Zur Verwaltung des Anschlussnetzes der Telecom PTT werden heute im wesentlichen vier Applikationen verwendet, welche via Applikationsverbund (APV) miteinander vernetzt werden (Bild 25). Es ist geplant, die Netzmanagementsysteme der verschiedenen Subnetze (OSSN) beispielsweise für FITL/PON, RITL usw. via eine übergeordnete Managementplattform für das Anschlussnetz oder kurz OSAN an den APV und somit an die bestehenden Verwaltungssysteme der Telecom PTT anzuschliessen.
In einer ersten Ausbaustufe wird das OSAN nur mit Gateway-Funktionen ausgerüstet und so in den APV integriert. Um das Fernmessen von Teilnehmeranschlüssen in verschiedene Netzwerktechnologien in eine einzige Applikation zu integrieren, wird eine Schnittstelle zwischen der dafür vorgesehenen Anwendung UNI-CURU und den OSAN realisiert. Über den Betrachtungszeitraum dieses Projekts (1997 bis 1999) hinaus wird der Ausbau zu einem System mit integrierter Sicht über das ganze Anschlussnetz erfolgen. Dabei werden die verschiedenartigen Netzelementtechnologien und die Netzschichten einbezogen.
Die Strategie der Telecom PTT basiert weitgehend auf heute verfügbaren Standards für das Anschlussnetz. Die Netzmanagementsysteme der verschiedenen Subnetze sollen dabei möglichst via normierte Schnittstellen an eine übergeordnete Managementplattform angeschlossen werden.
Die Integration von Netzmanagementsystemen unterschiedlicher Subnetze in ein übergeordnetes Managementsystem ist für den Netzbetreiber von zentraler Bedeutung. Mit einer optimalen Integration in die höheren NM-Layer kann er gegenüber der Konkurrenz kürzere Bereitstellungszeiten und bessere Dienstqualität anbieten.
Folgende Funktionen sollen in ein OSAN integriert werden:
- Alarmierung und Fehlereingrenzung

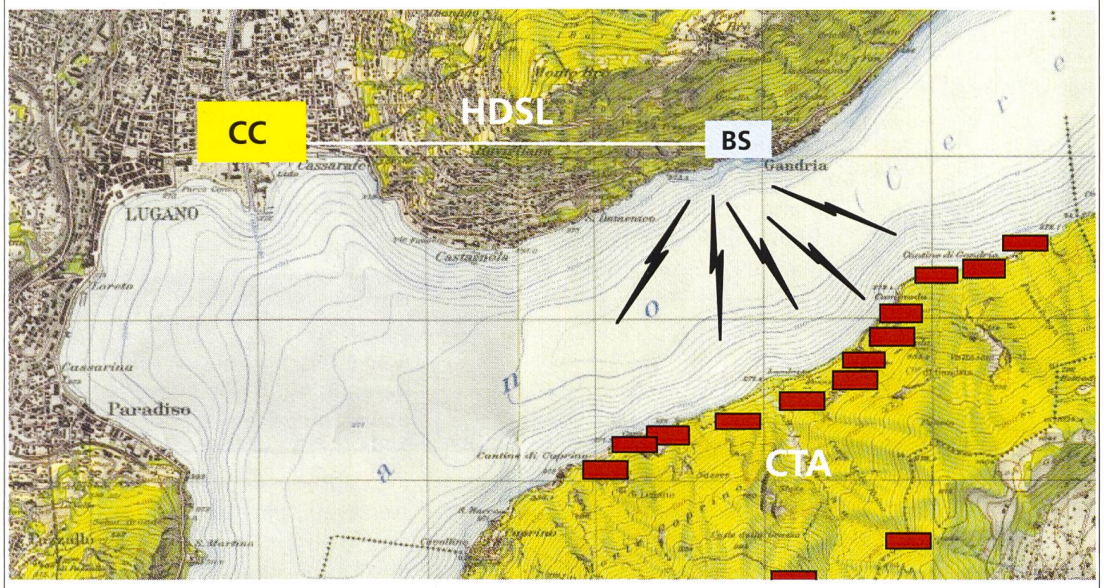
Eine genaue Fehlerlokalisierung kann idealerweise bis auf Baugruppenebene durchgeführt werden. Verschiedene Fehlerkategorien unterstützen den Netzbetreiber bei der Beurteilung der Dringlichkeit des Fehlers. Das Legen von diversen Schlaufen (nah/fern) bietet dem Netzbetreiber eine weitere Möglichkeit der Fehlereingrenzung.
- Fernprüfen

Durch eine einheitliche Benutzeroberfläche kann ein Kundenanschluss via die angeschlossenen Netzelemente geprüft werden.
- Konfiguration

Dienstspezifische Konfigurationsfunktionen sowie zeitgebundene Aufträge (z. B. ein- und ausschalten eines Kundenanschlusses) sind ausführbar.
- Performance

Netzdaten, welche Aufschluss über die aktuelle Netzauslastung bzw. Netzbelegung und Dienstqualität geben, werden in Zukunft zur Optimierung der Netzressourcen verwendet. Der

VERSORGUNGSPLAN PILOTPROJEKT GANDRIA



CC: Zentrale Lugano mit Cluster Controller
BS: Basisstation (Sender) in Gandria
CTA: Terminalstation (Sende-/Empfangsanlage beim Teilnehmer)
HDSL: 2 Mbit/s-Übertragung über Kupfer

Bild 27. Pilotprojekt Gandria: Die Basisstation befindet sich in Gandria und deckt den Weiler Cantine di Gandria auf der gegenüberliegenden Seeseite ab.

Netzbetreiber kann so das Anschlussnetz optimal planen.
– Sicherheitsfunktionen
Diverse Funktionen, wie Passwortschutz und Domänenbildung, werden in die übergeordnete Managementplattform integriert. Managementfunktionen können hier für einen Dienstanbieter gesperrt oder freigegeben werden, je nach Service Level Agreement (SLA).
– Administrative Funktionen
Mit Hilfe dieser Funktionskategorie können Netzelemente vom übergeordneten Management verwaltet und Statistiken bezüglich der Qualität erstellt werden.

Pilotnetze und Betriebsversuch

Interactive Video Services (IVS) mit ADSL

Der Einsatz der ADSL-Technologie im Übertragungsnetz der Telecom PTT wird gegenwärtig im Rahmen des Pilotprojekts Swiss Topvision in Grenchen getestet. Dabei sind 400 Teilnehmer über Distanzen bis zu 5 km mit einer maximalen Rate von 2,048 Mbit/s (für das Videosignal vom Server zum Teilnehmer) und einem zusätzlichen Kontrollkanal von 9,6 kbit/s (bidirektional) an einen *Philips*-Video-Server in der Telefonzentrale angeschlossen. Für die Übertragung wird das für die Telefonie benötigte Aderpaar mitbenutzt. Es werden ADSL-Modems der Firmen Amati (Leitungscode DMT) und *Westell* (CAP) eingesetzt. Die seit bald einem Jahr gemachten Erfahrungen sind positiv. Das Prinzip des ADSL-Pilotprojekts Grenchen ist in Bild 26 dargestellt[2].

RITL/Fixed-Radio-Access-Narrow-Band (FRA-NB)

Der Weiler Cantine di Gandria war bisher über Freileitungen erschlossen, die wegen Erdrutschen, Blitzeinschlägen usw. hohe Unterhaltskosten verursachten. Aus diesem Grund wurde 1994 nach geeigneten drahtlosen Alternativen gesucht.

[2] Für eine ausführliche Beschreibung des Projektes wird auf «ComTec», Ausgabe 9/95 verwiesen.

Aufgrund einer Evaluation wurde das DECT-System von TRT (*Philips* France) für die Realisierung ausgewählt. 14 Teilnehmer werden seit August 1995 drahtlos über dieses RITL-System versorgt. Der Endausbau sieht rund 25 Teilnehmer vor, da nun auch Teilnehmer erschlossen werden können, die bisher aufgrund von Kabelengpässen nicht anschliessbar waren.
Die Basisstation befindet sich im Dorf Gandria und deckt den Weiler Cantine di Gandria auf der gegenüberliegenden Seeseite (Bild 27).
Die mit dem Piloten gemachten Erfahrungen sind positiv. Aufbau und Inbetriebnahme waren einfach, die Anforderungen bezüglich der Sprachqualität und der Verfügbarkeit des Systems werden erfüllt. Es hat sich gezeigt, dass RITL für FRA-NB-Applikationen – wo wirtschaftlich – eine optimale Lösung bietet.

RITL/Enhanced Cordless Services (ECS)

In Sursee (TD Luzern) wird der Aspekt von Mobilität auf dem Festnetz zurzeit anhand eines DECT-ECS-Piloten (Start

BV Zürich	BV Basel
Lieferant: *Ascom Ericsson Transmission (AET)* System: LOC-2i (R 2.6.2) Start des Betriebsversuchs am 29. August 1995 Aufschalten erster Teilnehmer am 7. Dezember 1995 Teilnehmer: 120 Freigabe für Regeleinsatz für Telefoniedienste ab September 1996	Lieferant: *Alcatel* System: A1570NB (R 1.4 → 2.0) Start des Betriebsversuchs am 23. Oktober 1995 Aufschalten erster Teilnehmer am 20. März 1996 Teilnehmer: 130 Freigabe für Regeleinsatz ab Januar 1997 vorgesehen

Tabelle 2. Hauptmerkmale der FITL/PON-Betriebsversuche.

1. Mai 1996) geprüft. Mit ECS wird den Teilnehmern in Sursee in einem begrenzten Gebiet Mobilität angeboten. Fragen zur technischen Realisierbarkeit von Mobilität auf dem Festnetz und erste Ansätze bezüglich Marktakzeptanz und Marktvolumen stehen bei diesem Piloten im Vordergrund. Dem Kunden wird in Sursee volle Inhouse-Versorgung in den Wohnblocks und in einem grossen Einkaufsmarkt garantiert. Die Strassen zwischen den Wohnblocks und dem Einkaufsmarkt sowie zum Bahnhof, ein Teil der Altstadt sowie auch die öffentliche Badeanstalt werden mitversorgt.
Insgesamt werden rund 50 Basisstationen eingesetzt. Am Piloten beteiligen sich rund 80 Privatkunden und rund 20 Vertreter des Kleingewerbes. Nebst der Mobilität stehen allen Versuchsteilnehmern auch Centrex-Funktionen zur Verfügung. Die Teilnehmer bleiben zwar weiterhin über die bestehende Telefonnummer erreichbar, können aber mehrere Handies innerhalb einer Familie oder eines Gewerbes verwenden. Folglich können auch Verbindungen innerhalb einer Gruppe (Familie/Gewerbe) mit der internen Kurzrufnummer hergestellt werden. Der schematische Aufbau des zum Einsatz kommenden DECT-Systems der Firma *Ascom Ericsson Transmission (AET)* ist in Bild 28 dargestellt.

B-RITL/Multipoint Video Distribution System (MVDS)

Im Sommer 1995 wurde aufgrund der Anfrage des Gemeindeverbandes für eine DRAVAP-Erweiterung (drahtlose Versorgung mit ausländischen Programmen) im Val d'Hérens beschlossen, in diesem Gebiet einen Piloten zu starten, mit dem Ziel, zukünftig mit MVDS den neuen Dienst «MediaSpot» anbieten zu können. Im Testgebiet wurden aus 1040 Haushalten 50 für den Versuch ausgewählt, welche nun seit Juni 1996 mit 24 TV-Programmen versorgt werden (Bild 29).
Das Versuchssystem wird durch *Philips UK* geliefert. *Philips UK* ist zurzeit der einzige Hersteller, der Geräte für das in der Schweiz zugelassene 40-GHz-Frequenzband anbietet.
Die Ausbreitungsmessungen, welche bereits Anfang 1996 gestartet wurden, sowie erste Kundenerfahrungen sind durchwegs positiv. Bei erfolgreichen Pilotresultaten wird MediaSpot dem Gemeindeverband Val d'Hérens zur Versorgung des ganzen Tals angeboten.

B-RITL/Point-to-Multipoint-Funksysteme

Ab Dezember 1996 soll in Zürich ein breitbandiges Point-to-Multipoint-Funksystem von *Bosch* Telecom im Feld erprobt werden.
In einer Zelle (Sektor) werden zehn Basisstationen des Mobilnetzes mit 2-Mbit/s-Verbindungen erschlossen. Zehn weitere Terminals stehen zur Verfügung für den Anschluss privater Kunden und Versuche.
Bei erfolgreichem Versuchsabschluss werden solche Systeme eingesetzt, um zukünftig digitale Mietleitungen, Zweitwege für dual homing/routing und Anschlüsse für Basisstationen bei Bedarf schnell realisieren zu können.

Betriebsversuch FITL/PON

Im Laufe des Jahres 1994 wurde im Rahmen der Unisource-Allianz ein gemeinsames Projekt gestartet mit dem Ziel, zusammen mit der PTT Telecom (NL) und der Telia AB (S) FITL/PON-Systeme zu spezifizieren, zu evaluieren und in einem Betriebsversuch (BV) auf ihre Tauglichkeit zu überprüfen.
In der Schweiz sollen nun solche Systeme zur Erschliessung von grösseren Neubaugebieten ab 1996 eingesetzt werden, um den systematischen Ausbau der Glasfaserinfrastruktur im Anschlussnetz zu forcieren.
Es wurden die Lieferanten *Alcatel* (System: A1570NB) und *Ascom Ericsson Transmission* (System: LOC-2i von *Ericsson/Raynet*) gewählt, um je einen Betriebsversuch in der TD Basel *(Alcatel)* und Zürich *(Ascom)* durchzuführen (Tabellen 2 und 3). Die Betriebsversuche sollen aufzeigen, ob die gewählten Systeme den Betriebsanforderungen der Telecom PTT genügen.

Unterstützte Dienste:
POTS (a/b)
ISDN-BA
ISDN-PA
2/4-Draht analog
64 kbit/s
2 Mbit/s
N·64 kbit/s (N=1–8) → nur bei Alcatel

AET/Raynet LOC-2i		*Alcatel* A1570NB	
Anzahl 64-kbit/s-Kanäle pro System	480	Anzahl 64-kbit/s-Kanäle pro System	1920
Anzahl PON pro System	4	Anzahl PON pro System	16
Anzahl 64-kbit/s-Kanäle pro PON	ø 160	Anzahl 64-kbit/s-Kanäle pro PON	480
Maximale Länge des PON	20 km	Maximale Länge des PON	20 km
Max. Splitterfaktor = max. Anzahl ONU pro PON	32	Max. Splitterfaktor = max. Anzahl ONU pro PON	32

Tabelle 3. Hauptmerkmale der beiden FITL/PON-Systeme.

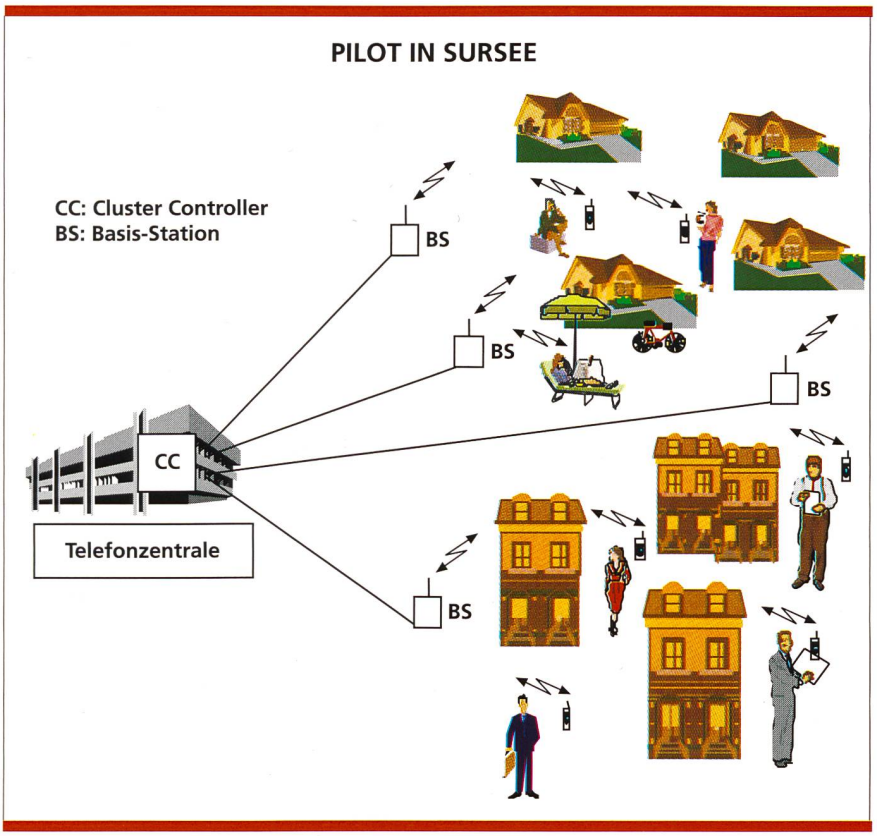


Bild 28. Schematischer Aufbau des DECT-Systems.

Betriebsversuche Pairgain-Systeme

Im Mai 1996 wurden in drei Telecom-Direktionen Betriebsversuche mit Pairgain-Systemen durchgeführt. Zum Einsatz gelangten die Systeme PCM-MULTI der Firma *Lucent Technologies AG* und PCM 11 von *ECI*.
Schwergewichtig wurde die HDSL-Funktionalität auf maximale Reichweiten und gegenseitige Störbeeinflussung geprüft. Die geprüften Funktionen wie z. B. normales Telefonieren, Taxierung, Konferenzgespräche bei Centrex und Datenübertragung mittels Modem funktionierten problemlos.
Die Inbetriebnahme und Beschaltung gestaltete sich erwartungsgemäss sehr einfach und setzte keine vertieften Fachkenntnisse voraus.
Störungen, welche den Betrieb beeinflusst hätten, sind während der Versuche nicht aufgetreten. Das Prinzip PGS (Pairgain-System) wird von den drei TD als preislich günstig, technisch ausgereift und für den praktischen Einsatz geeignet beurteilt.

Schlussfolgerungen

Die Marktanforderungen und das regulatorische Umfeld und damit der Konkurrenzdruck sowie neue Technologien verändern die Anschlussnetze stark. Die Planung muss trotz vieler Unsicherheiten möglichst klare Grundsätze für Netzausbauten und -erneuerungen liefern. Dies wird erreicht durch eine systematische Kategorisierung der verschiedenen Anschlussnetze und übersichtliche, klar definierte Netzstrukturen. Die neuen Technologien für Kupfer-, Glas- und drahtlose Medien werden von der Telecom PTT eingehend geprüft und, falls sich wirtschaftliche, betriebliche oder Qualitätsvorteile ergeben, eingesetzt. In nächster Zukunft werden neue Systeme auf dem Markt erscheinen, die den Ausbau breitbandiger Anschlussnetze unterstützen, damit die Transportwege für neue, attraktive Dienstangebote zu den Kunden entstehen können. 9.4

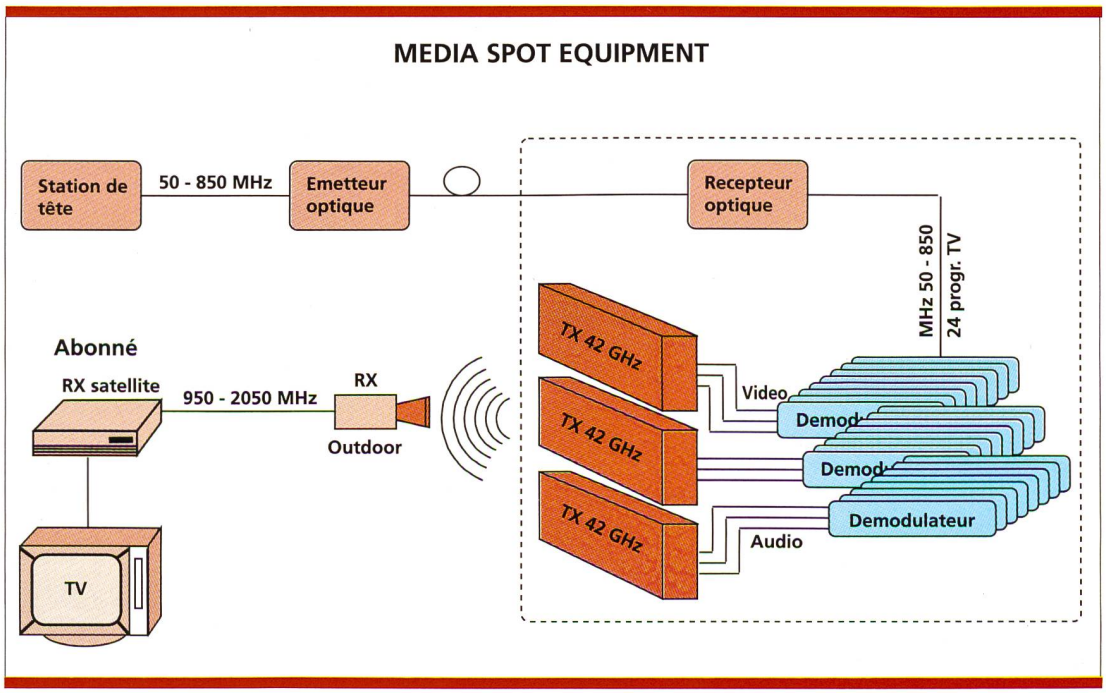


Bild 29. Im Val d'Hérens werden 50 Haushalte mit MVDS seit Juni 1996 mit 24 TV-Programmen versorgt.

Glossar

A1570NB	FITL/PON-System der Firma Alcatel
ADSL	Asymmetrical DSL
AON	Active Optical Network
A-PON	ATM-PON
ATM	Asynchronous Transfer Mode
2B1Q	2 Binary 1 Quarternary
B-ISDN	Broadband – Integrated Services Digital Network
B-RITL	Broadband – Radio In The Loop
BV	Betriebsversuch
CAP	Carrierless Amplitude Phase Modulation
CoC	Center of Competence
COLT-2	Copper based Line Terminal
CTM	Cordless Terminal Mobility
Cu	Kupfer
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
DSL	Digital Subscriber Line
ECS	Enhanced Cordless Services
ENU	Electrical Network Unit
FITL	Fibre In The Loop
FRA-NB	Fixed Radio Access – Narrow Band
FTTB	Fibre To The Building
FTTC	Fibre To The Curb
FTTH	Fibre To The Home
GSM	Group Speciale Mobile
HDSL	High bitrate DSL
HFC	Hybrid Fibre Coax
ISDN-BA	Integrated Services Digital Network – Basisanschluss (2B+D)
ISDN-PA	Integrated Services Digital Network – Primäranschluss (30B+D)
IN	Intelligent Network
ISLK	Anwendung zur Verwaltung von Anschlussleitungen
LL	Leased Line (Mietleitung)
LOC-2i.6	FITL/PON-System der Firma Ascom Ericsson-Transmission
LT	Line Termination
MD	Mediation Device
NT	Network Termination
OLD	Optical Line Distribution
OLT	Optical Line Termination
ONU	Optical Network Unit
OS	Operations System (Managementsystem)
PON	Passive Optical Network
POTS	Plain Old Telephone Service (a/b Telefonanschluss)
PSTN	Public Switched Telefon Network
RITL	Radio in the loop
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SU	Subscriber Unit
T2.1	Informationssystem für die Abonnementsdienste der Telecom PTT
TDM	Time Division Multiplex
TDMA	Time Division Multiplex Access
TEDIS	Informationssystem für den Technischen Kundendienst
UNI-CURU:	Universelles computerunterstütztes Ruf- und Lagenummer-Zuordnungssystem
V5.1	Normierte 2-Mbit/s-Schnittstelle zur Vermittlung
VDSL	Very high bitrate DSL
VoD	Video on Demand

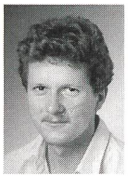
SUMMARY

Development perspective of the rural networks

For narrow-band services, principally telephony, multitwisted-pair cables have been the principal transmission medium in rural networks. For broadband distribution services – radio and television distribution – coaxial cable networks were built. This report discusses the rural networks, of Telecom PTT which interconnect the subscribers with the local exchanges and are designed for bidirectional services. Cable distribution networks, which today can be upgraded to handle also telecommunication services, are only mentioned as a side issue. This report provides an overview of the development perspectives for rural networks. The market requirements, the regulatory environment and consequently the competitive pressure as well as new technologies strongly change the rural networks. Despite many uncertainties the planning must define clear principles for network expansions and upgrades. This is achieved through systematic categorization of the different rural networks and clearly defined network structures. The new technologies for copper, fibre-optic and wireless media are evaluated by Telecom PTT in great detail and used, if there are any economic, operational or quality benefits. In the near future, new systems will appear on the market that support the upgrade of broadband rural networks, so that transport paths for new, attractive services to the subscribers can be offered.

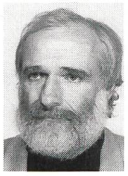
Roland Erzer, dipl. Ing. HTL, studierte an der Ingenieurschule beider Basel Elektrotechnik, Fachgebiet Nachrichtentechnik. Von 1989 bis 1995 war er als Entwicklungsingenieur in der Ascom in Bern tätig. Er war aktiv an der Entwicklung von PDH-Schaltungen beteiligt, bevor er die Projektleitung einzelner SDH- und ATM-Entwicklungen übernahm. Dabei arbeitete er während sechs Monaten als Consultant für Ericsson in Schweden. 1995 wechselte er zur Telecom-Generaldirektion. Er arbeitet als Projektleiter an verschiedenen nationalen und internationalen Projekten des Anschlussnetzes und leitet Projektgruppen für Systemevaluationen. Im weiteren hat er den Vorsitz einer internationalen Studiengruppe der Unisource-Partner, für die Realisation einer einheitlichen Anschlussnetzplattform. Seine Fachgebiete sind Einführung von SDH- und ATM-Technologien im Anschlussnetz, Multimedia sowie Glasfasersysteme für die Übertragung von Fernsehsignalen.

Hans Friederich, dipl. El.-Ing. HTL, kam 1977 zur Telecom PTT und arbeitete zuerst als Sektorleiter im Übertragungsdienst der Telecom-Direktion (TD) Bern. 1980 wechselte er zur Abteilung Übertragung der Generaldirektion, wo er an verschiedenen nationalen und internationalen Projekten und an der Einführung von neuen Übertragungssystemen beteiligt war. Seit Anfang 1996 leitet er eine Gruppe, die für die Einführung von Übertragungssystemen im Anschlussnetz verantwortlich ist.

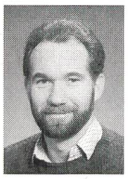


Daniel Hofer, Elektrotechniker TS, hat im Herbst 1991 seine Tätigkeit bei der Telecom PTT in der Abteilung Übertragung aufgenommen. Er arbeitete zunächst im Bereich der Regionalnetzplanung, wo er die TD französischer Sprache betreute. Auf Anfang 1993 wechselte er sein Arbeitsgebiet. Er beschäftigt sich mit der Planung/Netzgestaltung des Anschlussnetzes. Schwerpunkte dabei sind die Erarbeitung von Grundlagen für die Netzgestaltung, von Netzkonzepten sowie die Ausbildung und Betreuung der TD. Er arbeitet zudem mit in nationalen und im Rahmen von Unisource in internationalen Projekten. Er leitet seit Anfang 1996 die Gruppe Planung und Netzgestaltung des AN der aus der Reorganisation von N3 hervorgegangenen Sektion N32.

Toni Messner, dipl. El.-Ing. HTL, war nach Abschluss des Studiums 1988 während zweier Jahre bei der Telecom PTT auf den Fachgebieten der Planung und Projektierung von Richtfunksystemen im Anschlussnetz tätig. Nachfolgend arbeitete er für zwei Jahre im Forschungszentrum CREM (Centre de recherche en énergie municipal) in Martigny im Bereich Umwelttechnologie. Anschliessend kehrte er zur Telecom PTT zurück, wo er für die Netzplanung des Richtfunkfernnetzes und der Evaluation von Richtfunksystemen verantwortlich war. Seit 1994 arbeitet er im Bereich Anschlussnetz mit den Aufgabenbereichen Strategie, Pilotprojekte, Evaluation und Einführung neuer Radiosysteme.

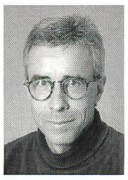


Robert Nüesch studierte an der Ingenieurschule Biel/Bienne BE Regeltechnik und schloss das Studium 1968 mit dem Diplom als Elektroingenieur HTL ab. Mit einigen Jahren Erfahrung aus der Privatindustrie und dem Eidg. Departement für äussere Angelegenheiten trat er 1973 in die Direktion Radiocom der Telecom PTT ein. Seither beschäftigt er sich mit der drahtlosen Übertragungstechnik und leitet heute die Sektion Planung und Bau Richtfunk.



Martin Reinhard, dipl. El.-Ing. HTL, arbeitete nach seinem Studium bei der Telecom-Direktion Thun als Sektorleiter in der Vermittlungstechnik und leitete später den Vermittlungsdienst Land. Seit 1990 ist er Adjunkt in der Sektion N22 der Generaldirektion PTT. Er befasst sich vorwiegend mit der Beschaffung und Einführung von Vorfeld- und Diversausrüstungen im Bereich Zentralen. Von 1994 bis 1996 war er als Mitglied der Task Force Anschlussnetz in verschiedenen Projekten tätig.

Charles-André de Saint-Simon, dipl. El.-Ing. HTL/NDS, war nach Abschluss des Studiums 1989 während fünf Jahren bei der Ascom in den Fachgebieten Vermittlung und Übertragung tätig. Seit 1994 arbeitet er bei der Telecom PTT im Bereich Übertragung/Anschlussnetz mit den Aufgabenbereichen Strategie, Pilotprojekte, Evaluation und Einführung neuer Systeme im Anschlussnetz. Er wirkte 1994 bei der Evaluation der FITL/PON-Systeme mit, und seit 1995 befasst er sich unter anderem mit deren Einführung. 1996 hat er erfolgreich sein berufsbegleitendes Nachdiplomstudium als Betriebswirtschaftsingenieur HTL/NDS abgeschlossen.



Urs Stettler, dipl. El.-Ing. HTL, schloss sein Studium 1973 ab. Nach achtjähriger Tätigkeit in der Telecom-Direktion Bern in den Bereichen Vermittlung und Übertragung und einem Aufenthalt bei der TD Bellinzona wechselte er zur Generadirektion PTT, Abteilung Übertragung. Hier leitete er verschiedene Pilotprojekte und eine Task Force für Anschlussnetze. Heute führt er die Sektion Anschlussnetz und ATM.

Reto Thomi hat sein Studium 1990 an der Ingenieurschule Winterthur als Elektroingenieur HTL mit Fachrichtung Informatik und Nachrichtentechnik abgeschlossen. Das zweijährige Nachdiplomstudium Informatik und Telekommunikation (NDIT) schloss er 1995 mit der Schlussarbeit «Business communication on conventional and ATM technology» ab. Seit 1993 ist er im Bereich Anschlussnetzmanagement in der Sektion Operating and Networkmanagement tätig, wo er für den Betrieb und die Integration neuer Managementsysteme im AN zuständig ist.