

HYTAS

Ein zukunftsorientierter Netzzugang für Multimediadienste

1 Einleitung

Multimedia ist in aller Munde.

Unter Multimedia versteht man die digitale Integration von mindestens drei verschiedenen Medien, wie Text, Video, Sprache, Grafik, Fotos und Animation in einem Gerät, wobei der Benutzer auf die einzelnen Medien interaktiv zugreifen kann.

Für geschäftliche Multimedia-Anwendungen prognostiziert man für das Jahr 2000 einen Umsatz von 100 Milliarden ATS in Europa. In den Bereichen Verkaufsvorbereitung, Präsentation und Werbung, Ausbildung, Druckereigewerbe und ganz allgemein der Kommunikation werden sich in den nächsten Jahren sicherlich gravierende Veränderungen ergeben.

Aus technischer Sicht sind, damit Multimedia und multimediale Dienste ein Erfolg werden können, drei Voraussetzungen nötig:

- **Leistungsfähige Endgeräte**

Es müssen leistungsfähige Endgeräte auf dem Markt sein. Die heutigen PC's mit ihren mannigfaltigen graphischen Oberflächen und erstaunlichen Fähigkeiten zur Bilddarstellung und -bearbeitung werden das gängige Werkzeug für den multimedialen Arbeitsplatz bilden. Für den Bereich der Unterhaltung, also vornehmlich Video-On-Demand, werden Zusatzeinrichtungen zum Fernsehgerät entstehen.

- **Leistungsfähige Vermittlungstechnik:** Eine leistungsfähige Vermittlungstechnik, welche auch in der Lage ist, hohe Bitraten effizient zu vermitteln. Eine Breitband-ISDN-Vermittlung mit asynchroner Zeitvielfachtechnik, also ATM, ist bald Realität und erscheint als das Mittel der Wahl für schnellen Verbindungsaufbau und schnellen Transport großer Datenmengen.

- **Bedarfsgerechte Anschlußnetze:** Ein bedarfsgerecht gestaltetes Anschlußnetz zwischen lokaler ATM-Vermittlung und Teilnehmereinrichtungen, welches wirtschaftlich die benötigten Bitraten bis zu 155 Mbit/s dem Teilnehmer in das Haus führt. Dieses Anschlußnetz sollte verträglich mit bereits getätigten Investitionen und gleichzeitig offen für zukünftige Anwendungen sein.

2 Benötigte Übertragungsbitrate

Sicher wäre die einfachste Lösung, die eingangs genannte Bitrate von 155 Mbit/s jedem Teilnehmer zur Verfügung zu stellen. Dieses würde zu einer reinrassigen Fiber-To-The-Home-Lösung (FTTH) führen. Auch eine Bitrate von 34 Mbit/s als Zugang zur lokalen ATM-Vermittlung würde wohl in optischer Technik ausgeführt werden. FTTH in breiter Anwendung, z.B. als optisches Overlay-Netz bis zu jedem Teilnehmer hin, aber heute noch nicht wirtschaftlich zu realisieren, obwohl Glasfasernetze im Teilnehmeranschlußbereich immer kostengünstiger und sich langfristig durchsetzen werden. Man unterscheidet FTTC (Fibre-To-The-Curb), FTTD (Fibre -To-The-Door), FTTB (Fibre-To-The-Buildtng) und FTTH (Fibre-To-The-Home).

Damit man zu einer bedarfsgerechten Auslegung des Anschlußnetz:es kommt, ist eine kurze Analyse des benötigten Bandbreiten- oder Bitraten-Bedarfs unterschiedlicher Multimedia-Anwendungen hilfreich.

Bezogen auf die Anwendung von Multimedia-Produkten, kann man etwa folgende Verteilung sehen:

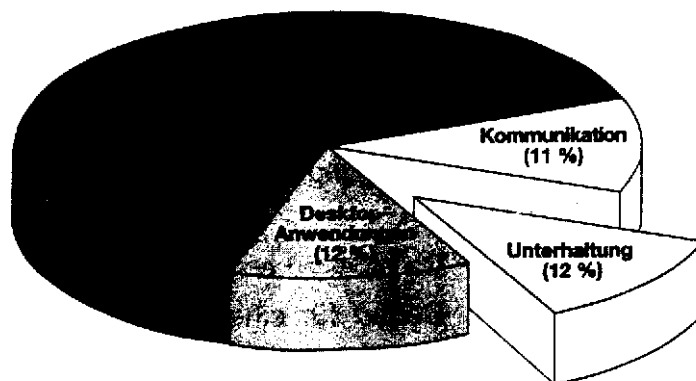


Abb. 1: Aufteilung der einzelnen Multimediaeinsatzgebiete

Wenn das Segment „Unterhaltung“ als Video-on-Demand, also quasi interaktiven Verteildienst aus der folgenden Betrachtung herausgenommen wird, dann ergibt sich in Bezug auf die Übertragungsbandbreite für 88% der hier betrachteten Nutzer:

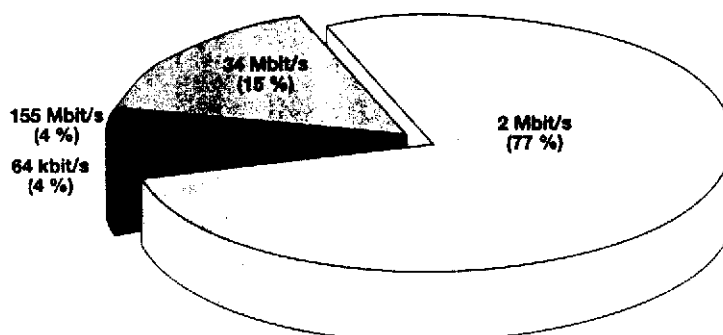


Abb. 2: Verteilung der Übertragungsraten

Eine Abschätzung der benötigten Übertragungsrate in Abhängigkeit vom darzustellendem Dienst zeigt, daß die höchste Übertragungsrate sicherlich für die Kopplung vor Großrechnern benötigt wird. Die hierfür

diskutierten 155 Mbit/s oder als Minimum 100 Mbit/s bedürfen einer eigenen Glasfaser bis hin zum Teilnehmerendgerät bzw. bis zu einem dort befindlichen Terminaladapter.

Auch die Aufgabe des Dokumententransfers in der Druckindustrie oder Telefax mit hoher Auflösung und großer Farbtreue benötigen höhere Übertragungsraten als das heutige Schmatband-ISDN leisten kann. Alle anderen gezeigten Dateitypen, die in multimedialen Diensten übertragen werden müssen, benötigen aber eine wesentlich geringere Bitrate. Wenn wir uns auf diese Datenquellen bzw. -Senken konzentrieren, dann wird sichtbar, daß eine Bitrate im Netzzugang von 2 Mbit/s für die meisten Dienste voll ausreichend ist. Es lassen sich von den gezeigten multimedialen Anwendungen zwischen 70 und 80 % mit einer Bitrate von 2 Mbit/s im Teilnehmeranschlußnetz problemlos dem Kunden zur Verfügung stellen.

Da nicht zu erwarten ist, daß mit einem plötzlichen Urknall ein großer Bedarf für einen Multimedia-Anschluß entsteht, benötigt der Netzbetreiber ein flexibles und bedarfsgerecht ausbaubares Netzkonzept.

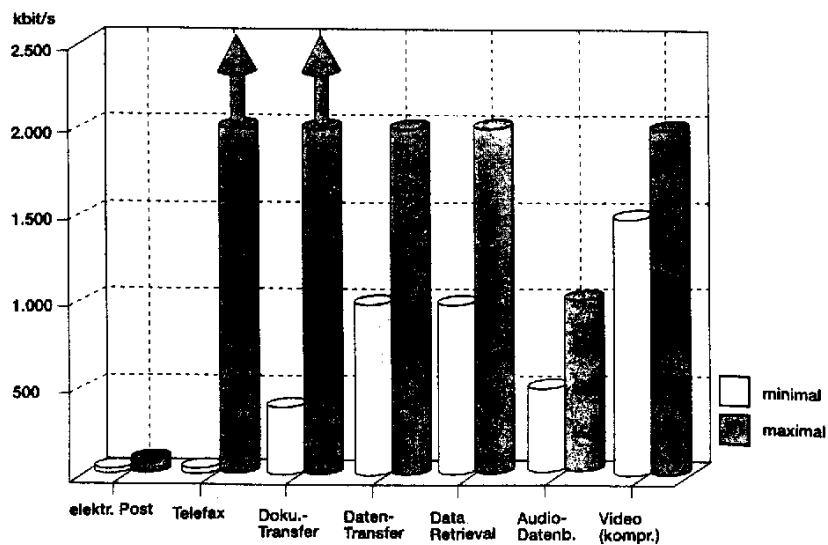


Abb. 3: Verteilung der Übertragungsraten auf die verschiedenen Dienste

3 Ein universelles Anschlußnetz?

Wie gezeigt, ist eine wirtschaftliche Übertragung von 2 Mbit/s zu jedem Nutzer die Voraussetzung für ein zukunftsicheres Netz. Darüber hinaus ist sicherzustellen, daß für höhere Bandbreiten entsprechende Faserkapazität im Netz installiert wird. Solange diese Fasern noch nicht vollständig für optische Hochgeschwindigkeitsschnittstellen ausgenutzt werden, ist für den Netzbetreiber deren Nutzung für andere Dienste sinnvoll. Weiter kann es auch aus Servicegründen sinnvoll sein, kundenunabhängige Zugangsmöglichkeiten zu den Netzanschlüssen zu haben. Die finanziellen Vorleistungen für ein solches zukünftiges Anschlußnetz sollten gering sein. Einmal beschaffte Komponenten sollten im Netz wiederverwendbar sein. Ein Umstellen eines analogen Telefonanschlusses beim Teilnehmer auf Schmalband-ISDN oder 2 Mbit/s darf nicht zu Änderungen im Netzausbau führen und sollte im Idealfall zentral durch einfache Maßnahmen mit dem Network Management System durchgeführt werden können. Diese Überlegungen und Forderungen führten zur Entwicklung eines neuen Typs von Teilnehmeranschlußnetz, dem sog. HYTAS:

HYTAS steht für **HY**brides **T**eilnehmer-**A**nschluß-**S**ystem, welches nicht nur auf reinen Glasfasernetzen eingesetzt werden kann, sondern auch in hybriden Netzen aus Glasfaser- und Kupferkabeln.

Mit HYTAS hat der Netzbetreiber ein Werkzeug, um einen zukunftsorientierten, universellen Netzzugang - auch für Multimediadienste- seinen Kunden kurzfristig anzubieten. HYTAS wurde von der Deutschen Bundespost Telekom im Rahmen des internationalen Wettbewerbes OPAL 94 beauftragt und ist seit Anfang Dezember 1994 im Einsatz. Auch für OPAL 95 wird HYTAS eingesetzt.

HYTAS basiert im Gegensatz zu bisher bekannten „Fiber In The Loop“-Systemen nicht auf einem passiven, sondern auf einem aktiven optischen Netz (AON).

4 Grundprinzipien des HYTAS-Systems

Das Grundprinzip von HYTAS ist in wenigen Worten zusammenzufassen:

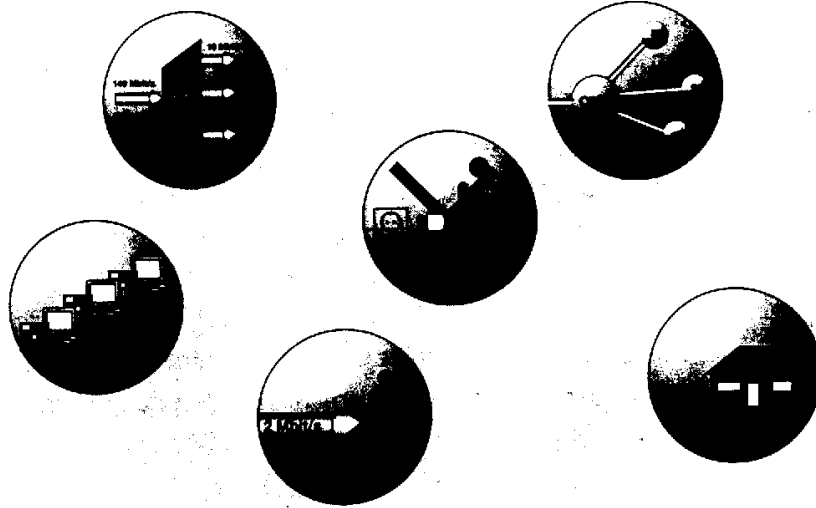


Abb. 4: HYTAS-Grundprinzipien

- Aktiver Glasfaserverteiler im Netz (AGf-VtN) mit hoher Übertragungskapazität -140 oder 557 Mbit/s-zum Optical Line Terminator (OLT)
- Einsatz von Optical Network Units (ONU) mit abgesetzten Service Units (SU)
- Hochbitratiger (2,56 Mbit/s), universeller Netzzugang für jeden Teilnehmer
- Zentrale Speisung der Teilnehmeranschlüsse, daher kein zusätzlicher Stromnetzanschluß beim Kunden erforderlich
- Fiber To The Door (FTTD) - Lösungen ermöglichen die wirtschaftliche Einführung von Glasfasern im Teilnehmeranschlußnetz
- Einsatz einer weitgehend herstellerunabhängigen Hard- und Software für das Network-Management-System (NMS)

5 Eine Systemübersicht

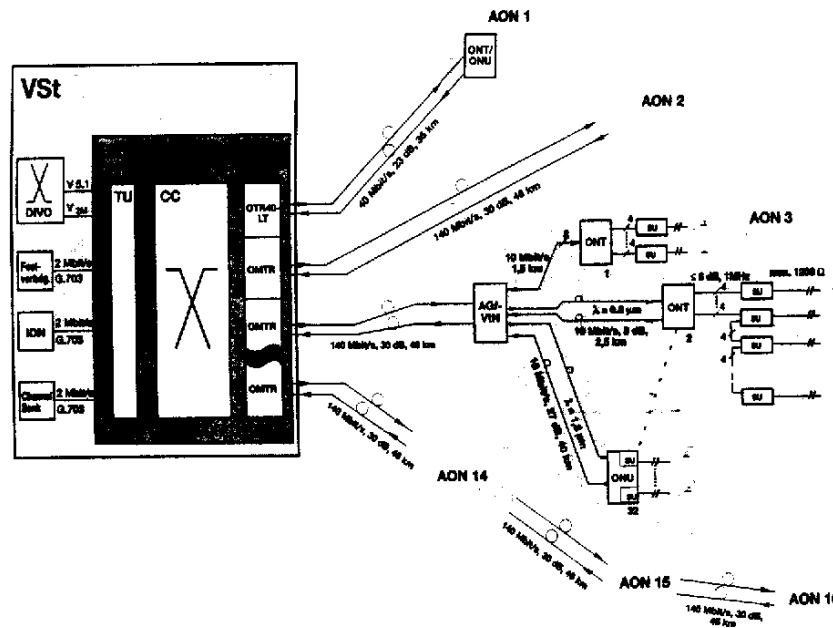


Abb. 5: Blockschaltbild des HYTAS-Systems

In der digitalen Vermittlungsstelle werden im Optical Line Terminator die ETSI-Schnittstellen V 5.1 für analoge Telefonanschlüsse und ISDN über die Tributary Units (TU) und den Crossconnector (CC) auf die optischen Multiplexer/Transceiver (OMTR) geschaltet.

Der Anschluss von 2-Mbit/s-Diensten (z.B. aus dem IDN oder von einem ATM-Multiplexer) erfolgt ebenfalls durch eine Tributary Unit. Analoge und digitale Festverbindungen, wie die Monopolübertragungswege 1 oder 6, werden mit einer Channelbank (CHB) dargestellt. Der Crossconnector ordnet die maximal möglichen 1664 x 64 kbit/s-Kanäle der Netzseite in die 16 x 8-Mbit/s-Datenströme der TU-Seite ein.

An einen OLT können bis zu 16 aktive optische Netze (AON) angeschlossen werden. In den meisten Anwendungen wird hier zwischen OLT und dem aktiven Verteiler eine Übertragung mit 140 Mbit/s verwendet. Eine andere Ausführung des OMTR erlaubt die Übertragung mit 557 Mbit/s zum „aktiven Splitter“ (AGf-VtN). In dieser Einheit -üblicherweise in einem Kabelverzweiger untergebracht- werden die optischen Signale wieder in elektrische umgewandelt und über den Channel Distributor auf die optischen Transceiver (OTR) geschaltet. Maximal 32 optische Leitungen führen dann sternförmig zu den optischen Network Units (ONU). Ein direkter Anschluß der ONU's an den OLT ist ebenfalls möglich.

6 Der Unterschied zu passiven OPAL-Netzen

Der wesentliche Unterschied zu passiven Verteilern wird hier deutlich:

Die Umsetzung optisch-elektrisch-optisch im AGf-VtN führt zu einer drastischen Erhöhung der Reichweite. Damit sind auch Netzstrukturen möglich, die in letzter Konsequenz sogar einen Verzicht auf Teilvermittlungsstellen bedeuten. Das Anschlußnetz kann in einer Doppel- oder auch Dreifach-Sterntopologie aufgebaut werden und läßt dabei ausreichend planerische Reserve für kurzfristig entstehenden Bedarf an neuen Netzzugängen.

Für die Verbindung zwischen den ONU's und dem aktiven Verteiler können nicht nur optische Strecken benutzt werden. Da HYTAS ein hybrides System (Glas und Kupfer) ist, stehen auch elektrische Transceiver für eine Bitrate von 8 Mbit/s zur Verfügung. In Gebieten mit gut ausgebauten Kupferanschlußnetzen kann dadurch auf die Neuverlegung von Glasfaserkabeln verzichtet werden.

HYTAS bietet neben den klassischen ONU's - also die Zusammenfassung der optischen Funktion mit den dienstespezifischen Service-Units -die Möglichkeit, diese (SU's) getrennt zu installieren. Dieses führt zu einer außerordentlich flexiblen Lösung für die Netzgestaltung.

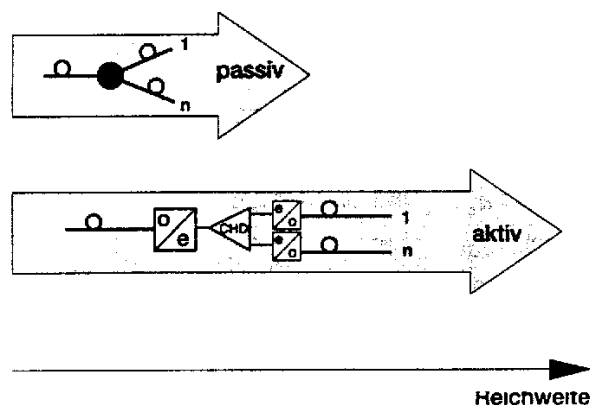


Abb. 6: Aktiver und passiver Splitter

Ein passiver Splitter bedeutet immer eine Leistungsaufteilung und damit eine Einschränkung der Reichweiten. Bei aktiven Verteilern wird durch die optisch-elektrische Wandlung mit nachfolgender Signalaufteilung und der erneuten elektrisch-optischen Wandlung eine wesentlich höhere Reichweite erzielt.

7 Der Optical Network Terminator

Der Optical Network Terminator (ONT) bzw. sein elektrisches Äquivalent (ENT) hat bis zu 16 elektrische 4-Draht-Schnittstellen, jede mit einer Bitrate von 2,56 Mbit/s. Diese Schnittstellen (PORTs) werden in einer BUS-Struktur mit den Service-Units verbunden.

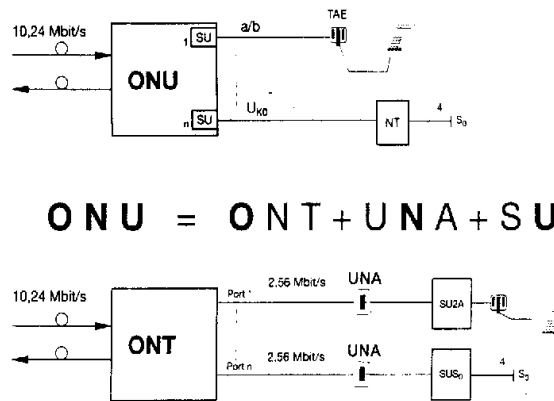


Abb.7: Gegenüberstellung von ONT und ONU

Eine wesentliche Grundidee von HYTAS ist die Trennung der SU-Funktion vom ONT. Damit wird ein einfacherer Transport von unterschiedlichen Diensten auf einer einheitlichen Schnittstelle möglich

Aufgrund der hohen Bitrate von 2,56 Mbit/s auf diesem Bus kann eine Vielzahl von unterschiedlichen SU's an einen PORT angeschlossen werden. Von einfachen SU's für z.B. den Anschluß von 4 analogen Telefonen pro SU bis hin zu SU's mit 2 Mbit/s-Schnittstellen ist ein bedarfsgerechter, schneller Ausbau oder Dienstewechsel beim Teilnehmer möglich, ohne Änderungen an dem ONT durchführen zu müssen. Die „Erfindung“ neuer SU's mit neuen -vielleicht multimedialen- Teilnehmerschnittstellen und deren Installation beim Kunden ist auf diese Weise weitgehend vom Ausbau des Anschlußnetzes entkoppelt.

Grundsätzlich ist HYTAS für den Aufbau eines Netzes mit einer Zugangsbitrate von 2 Mbit/s konzipiert. Natürlich wird es in der Anfangsphase des Netzausbaus sinnvoll sein, nicht jedem Teilnehmer eine 2 Mbit/s-Schnittstelle zu bieten. Die hohe Übertragungskapazität von HYTAS gestattet es aber z.B., daß schon im Basisausbau eines AON's von 512 angeschlossenen 2 Mbit/s-Kunden 12,5% (d.h. 64 Kunden) gleichzeitig kommunizieren können.

8 Der Service Unit-Bus

Für Multimedia-Anwendungen ist vielleicht eine SU mit einer Kombination von S_{2M} und 2 x S_0 -Schnittstelle denkbar:

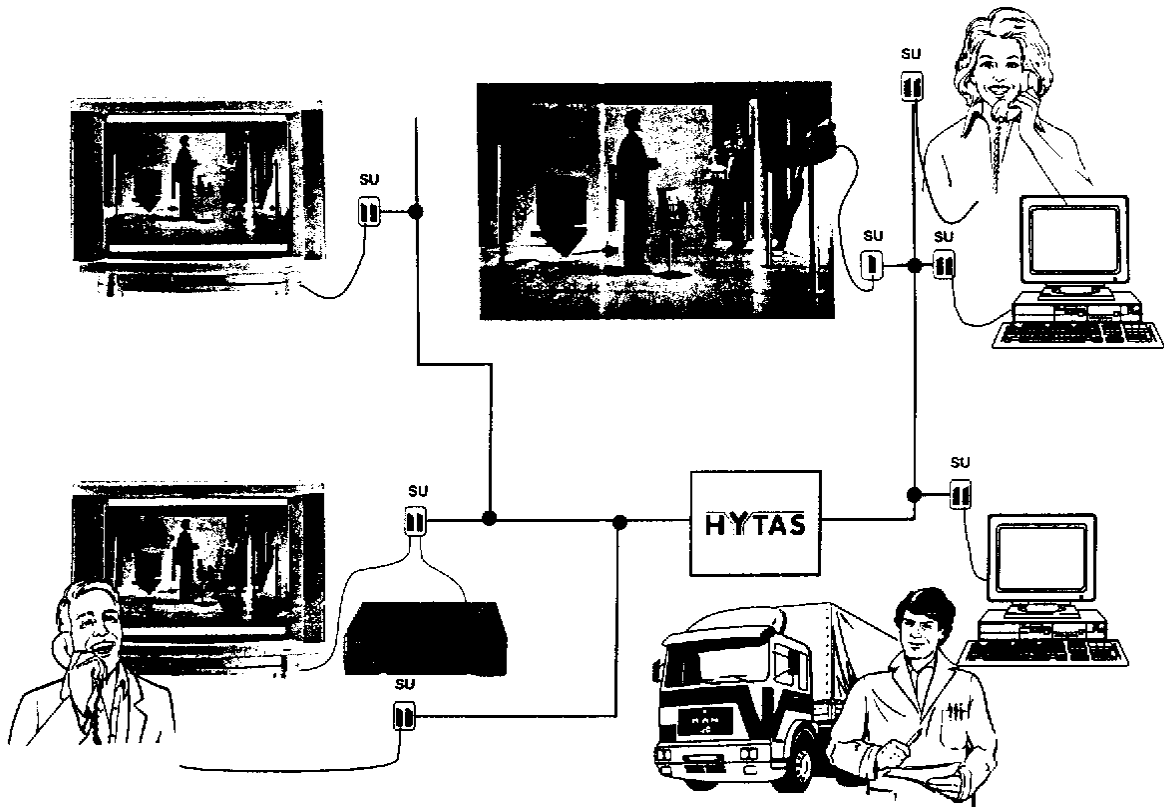


Abb 8: Multimedia-Anwendungen

Wenn wir einen Blick in die Zukunft der Endgeräte werfen, so ist für einen multimediefähigen PC die direkte Anschaltung an den Service-Unit-Bus mit einer entsprechender eingebauten Steckkarte leicht vorstellbar. Dank der Busstruktur (vergleichbar dem S_0 -Bus bei Schmalband-ISDN) dieser Schnittstelle sind ebenso auch einfache Endgeräte zum „nur telefonieren“ denkbar. Bitte bedenken Sie in diesem Zusammenhang was es technisch bedeutet, ein analoges Telefon in OPAL-Netzen anzuschließen.

Die in der ONU (optisch) digital vorliegenden Signale werden in Schleifenstrom, NF-Nutzsignal, Gebührenimpuls und Weckerspannung umgewandelt, um dann wenige Meter weiter von der SU, zu einem analogen Telefon geführt zu werden.

Ein erkennbar hoher Aufwand an Bauelementen also. Ein direkt an einen ONT-Port angeschlossenes Endgerät wäre technisch sicher einfacher zu realisieren.

Durch das flexible Konzept sowohl auf der Vermittlungsseite (Tributary Units) als auch, wie gezeigt, auf der Seite des Teilnehmers (Service Units) bietet ein System wie HYTAS ein hohes Maß an Investitionssicherheit für den Netzbetreiber vor dem Hintergrund der multimedialen Möglichkeiten der Telekommunikation. Hinzu kommen ganz einfache „handwerkliche“ Vorteile bei der Netzplanung.

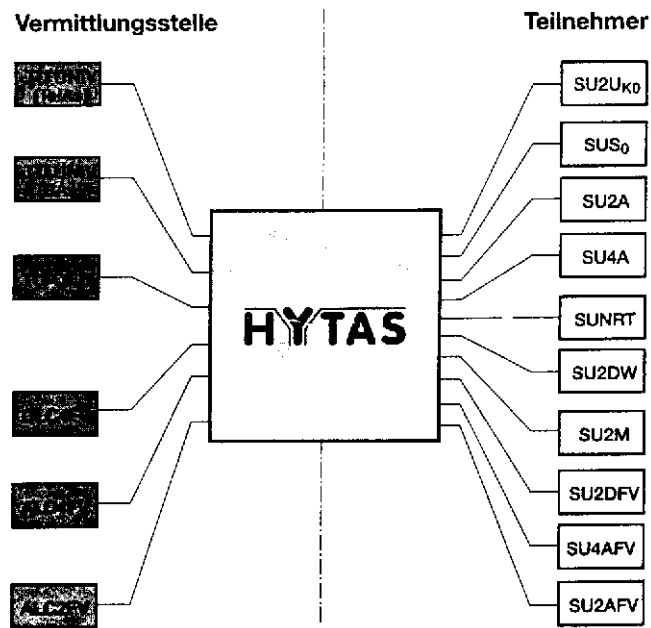
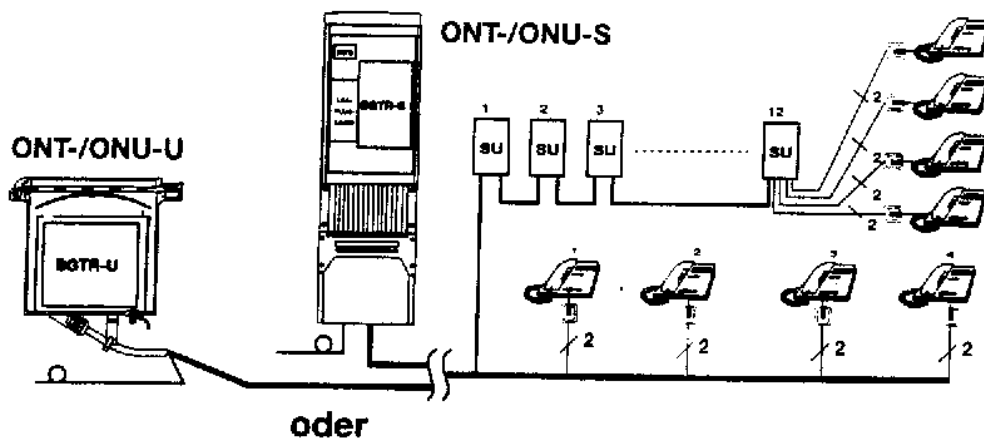


Abb. 9: SU-Überblick

9 Bauweisen der ONU und ONT

Die ONU/ONT bzw. ENU/ENT sind in unterschiedlichen Varianten realisiert. Gestellversionen für den Einsatz in TVSt und EVSt (FTTE) sind ebenso vorhanden wie verschiedene Kvz-Lösungen (FTTC). Für Anwendungen im Gebäude sind zwei unterschiedliche ONT/ONU vorhanden (FTTB). Besondere Erwähnung verdient sicherlich die Unterflurlösung für ONU oder ONT. Als „Fiber To The Door“ (FTTD) bringt der Unterflurbehälter handfeste Vorteile für den Netzplaner und den Service. Da hierbei keinerlei oberirdische Einrichtungen wie Kabelverzweigerschränke sichtbar sind, hat bei einem Netzausbau in Ballungsgebieten diese Lösung aus städteplanerischer Sicht besondere Vorteile.



Durch den Einsatz von ONT und ONU in einem kleinen Kabelverzweiger (Säule) stören HYTAS-Komponenten das Straßenbild nur wenig. Bei dichter Bebauung ist die Verwendung des Unterflurbehälters vorteilhaft.

Ein einheitliches Modulkonzept für alle ONT/ONU-Typen erlaubt die Wiederverwendung der Module bei fortschreitendem Ausbau an anderen Stellen im Netz. Die geringe Anzahl der benötigten Module ermöglicht eine einfache Montage und verringert den Schulungsaufwand beim Servicepersonal. Die breite Palette der ONU/ONT-Varianten bietet für jede Struktur eines Anschlußnetzes einen bedarfsgerechten und schrittweisen Ausbau. Für die OPAL-Projekte der Deutschen Telekom in 1995 wird eine neue, größere ONU für den Anschluß von max. 376 Teilnehmern in einer Kvz-Variante verfügbar sein. Diese ONU wird in einer Ausführung für ETSI-Gestelle (dann für max. 472 Teilnehmer) auch bei HYTAS-Anwendungen in ehemaligen Endvermittlungsstellen eingesetzt werden.

10 Elektrische Besonderheiten der Service Units

Eine Besonderheit der in HYTAS verwendeten Service Units ist die Möglichkeit, die volle Systemreichweite wie bei Ortsvermittlungen einzuplanen (d.h. 1200 Ω bis zur Anschlußdose). Durch eine adaptive Leistungsregelung der SU's wird die Verlustleistung im Gesprächszustand minimiert

11 Die Fernspeisung

Die Erfahrung aus anderen OPAL-Projekten zeigt, daß die Kosten für die Zuführung der Netzversorgung durch die EVU z.T beträchtlich sind. Diese Kosten entstehen bei herkömmlichen OPAL-Netzen an jedem Installationsort einer ONU. Hinzu kommt die Notwendigkeit von Pufferbatterien in den ONU's. Der Zugang zu diesen Einsatzpunkten zum Zweck der vorbeugenden Wartung (Batteriewechsel) ist häufig durch banale Probleme erschwert.

Die Zuführung der Netzstromversorgung zu den ONT oder ONU ist aufwendig und teuer. Eine zentrale Speisung über ein Kupferbeilaufkabel hat hier entscheidende Vorteile.

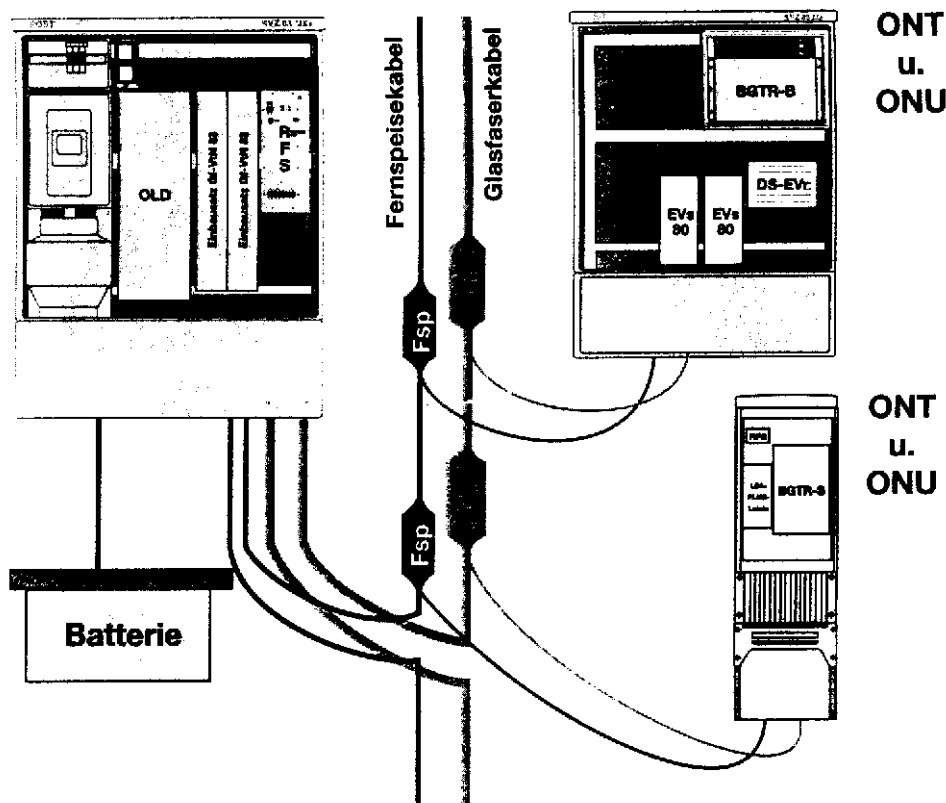


Abb. 11: Fernspeisung

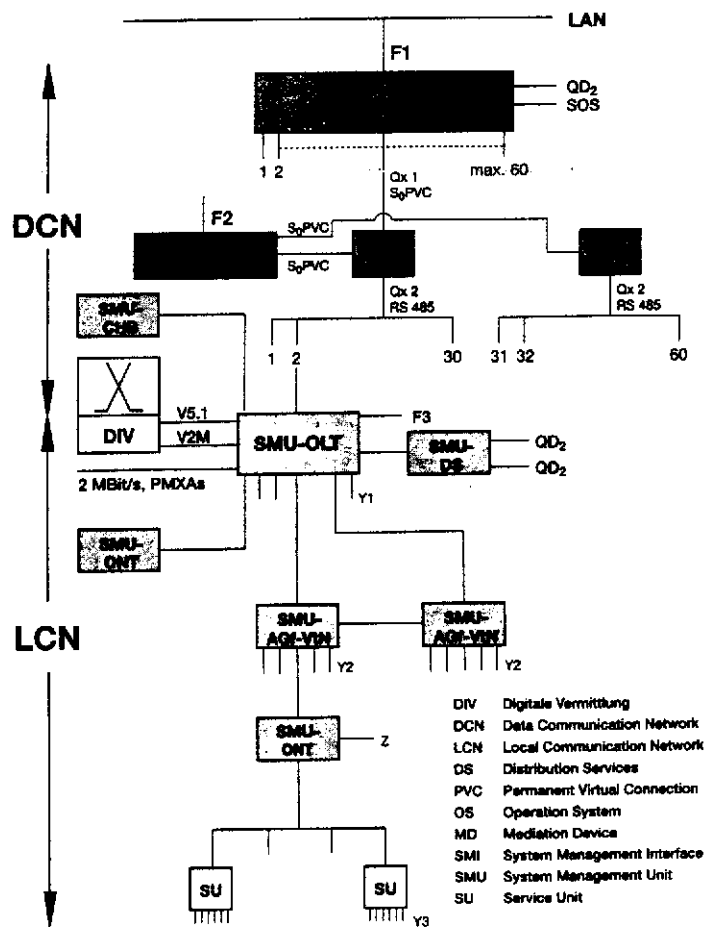
Aus diesem Grunde wurde HYTAS grundsätzlich als ferngespeistes System konzipiert. An nur einem Punkt (des aktiven optischen Netzwerkes) wird eine zentrale Pufferbatterie unterirdisch, leicht zugänglich installiert. Ein Fernspeiseteil versorgt von hier aus die angeschlossenen ONU/ONT über ein Kupfer-Beilaufkabel. Zusätzlich ist eine Versorgung der evtl. installierten Breitband-ONU's der Verteilerdienste durch dieses Fernspeisesystem möglich.

12 Das Network Management System

Ein leistungsfähiges Network Management System (NMS) gestaltet die Konfiguration und die Überwachung des gesamten Netzes.

Bei der Realisierung dieses NMS wurden weitgehend Standardkomponenten verwendet. An das Operating System (OS) können bis zu 60 Mediation Devices (MD) angeschlossen werden. Jedes MD wiederum kann bis zu 60 OLT's bedienen.

Die Software dieses Betriebsführungssystems (unter dem Betriebssystem UNIX) hat eine einheitliche graphische Benutzeroberfläche. Die verwendete „Client/Server“-Architektur erlaubt dezentral aufgebaute Netzstrukturen.



Abb, 12: HYTAS-Network Management System

Bei jeder Änderung des Netzes, beispielsweise durch Installation von weiteren Service Units oder Hinzufügen von ganzen Teilnetzen wird durch den Vorgang der „Auto Discovery“ das gesamte Abbild des Netzes im NMS nachgeführt.

Vom OS aus lassen sich zentral neue Verbindungen schalten oder neue Teilnehmer einrichten. Analoge Leitungsmessungen und Messungen an den Endgeräten (wie z.B. der Weckerimpedanz) sind durch sog. Linetest Units jederzeit möglich.

13 Sicherheitsaspekte in HYTAS

Jede Service-Unit hat werkseitig eine im gesamten HYTAS-System einmalige Kennung (Seriennummer). Bei der Installation einer SU wird diese Nummer vom Network-Management-System erkannt und dem dort geführten Konfigurationsbestand hinzugefügt.

Weiterhin erkennt das NMS jede Änderung des Baugruppenbestandes im Netz.

Eine Sicherung des zwischen ONT-PORT und jeder SU laufenden Datenstromes auf mehreren Ebenen - in Verbindung mit einer installationsspezifischen Rahmensteuerung- läßt Manipulationen am SU-Bus keine Chance.

Wenn die SU im Verantwortungsbereich des Teilnehmers untergebracht ist, ist also die gesamte Verbindung zwischen dem OLT in der Vermittlungsstelle und der SU beim Kunden gesichert. Gerade vor dem Hintergrund möglicher gebührenrelevanter Fremdeingriffe ist dieser Punkt bedeutsam.

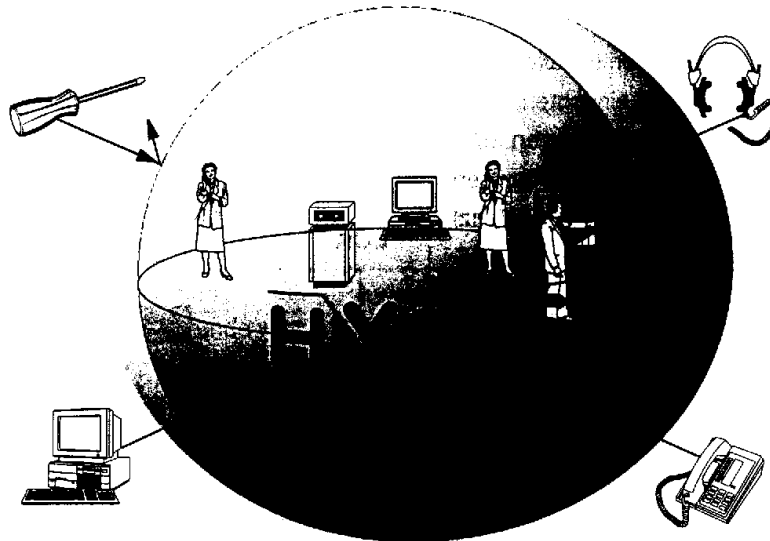


Abb. 13: Netzzugangssicherung

14 Erhöhung der Systemverfügbarkeit

Eine Erhöhung der Systemausfallsicherheit (bei Kabelbruch o.ä.) ist durch Ringbildung in den einzelnen aktiven optischen Netzen leicht möglich.

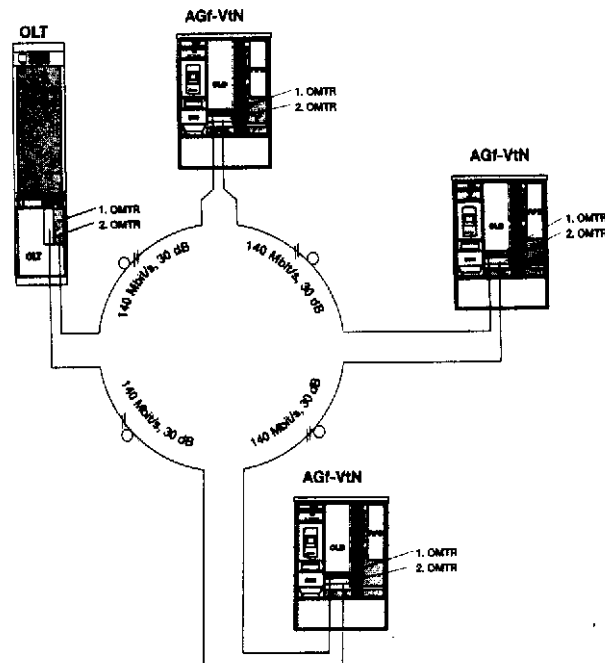


Abb. 14: HYTAS-Netz mit Ringstruktur

Durch Bestückung der OLT und der AGFvTn mit jeweils 2 OMTR steht dann ein redundanter Übertragungsweg zur Verfügung. Unterschiedliche Leitungsführung vorausgesetzt, übernimmt bei einem Kabelschaden einer Strecke jeweils die andere den aktiven Transport. Auch für die OMTR's mit der vierfachen Übertragungsrate von 557 Mbit/s, ist eine solche Konfiguration möglich. Da das plesiochrone Datensignal von 140 Mbit/s in SDH-Multiplexer eingekoppelt werden kann - hierbei werden dann anstelle der OMTR die „elektrischen“ Äquivalente EMTR benutzt - ist als Transportstrecke zwischen der MVSt und den einzelnen aktiven Teilnetzen auch der Einsatz von SDH-Technik möglich. Werden diese Verbindungen durch VISYON-Ringe dargestellt, können die dort vorhandenen Ausfallschutzmechanismen ausgenutzt werden.

In der Vermittlungsstelle wie auch im aktiven Verteiler können bei HYTAS wichtige Baugruppen zusätzlich für automatische, aktive Ersatzschaltung gedoppelt betrieben werden.

15 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem Hybriden Teilnehmer Anschluß-System HYTAS wird im Netz der Deutscher Telekom AG erstmals ein System eingesetzt, das einen universellen Netzanschluß für 2 Mbit/s-Dienste zusätzlich zu Telefon und ISDN für jeden Teilnehmer und nicht nur für wenige Geschäftskunden bietet.

Dieses aktive System gestattet einen wirtschaftlichen Ausbau des Anschlußnetzes für Bitraten bis 2,5 Mbit/s sowohl mit optischen Leitungen als auch mit dem vorhandenen Kupfernetz.

Ein einheitliches Modulkonzept für alle Ausführungen der teilnehmernahen Einrichtungen erlaubt bei fortschreitendem Netzausbau die bereits durchgeführten Investitionen besser zu nutzen.

Ein mit HYTAS aufgebautes Anschlußnetz bietet heute bereits die Flexibilität und Leistung, die der Netzbetreiber morgen für Multimediadienste benötigt.