

Migration der HFC-Infrastruktur zur FTTH - Topologie

- Bericht eines Feldversuches -

Marco Maffioli
Raffaello Marcionetti

Dipl. Ing. HTL, EMC Electronic Media Communication SA, S. Antonino, Schweiz
Dipl. Ing. HTL, EMC Electronic Media Communication SA, S. Antonino, Schweiz

Kurzfassung

Im Sommer 2003 beschloss Sierre Energie (SIESA), ein mittelgrosser schweizerischer Kabelbetreiber, einen FTTH-Feldversuch durchzuführen. In diesem Beitrag werden zunächst einige Hintergrundinformationen zum Projekt und zu den Anforderungen der Kunden erläutert. Anschließend werden das Konzept, die darauf abgestimmte Topologie und die endgültige Realisierung des Projektes beschrieben. Ferner werden aufgrund der ersten Erfahrungen mit einem realen FTTH-Feldversuch grundsätzliche Überlegungen zum Aufbau von FTTH-Netzen angestellt. Dem Zuhörer sollen die Entscheidungsgrundlagen vermittelt werden, um HFC-Infrastrukturen zu modernen Kommunikationsnetzen umbauen zu können.

In the summer of 2003, Sierre Energie (SIESA), a medium-sized Swiss cable operator, decided to carry out a FTTH field trial. Based upon a real network situation and customer requirements, this paper describes the basic topology concept, the employed infrastructure, giving a short description of the key components and their implementation. On the basis of this experience, this paper addresses the design and economic criteria and identifies implementation strategies in view of upgrading HFC-Network towards a FTTH network-infrastructure. The article should give the readers basic considerations for employing FTTH in a CATV environment.

1 Einführung

SIESA betreibt ein modernes Zweiweg-Kommunikationssystem und bietet rund 20'000 Kunden eine breite Auswahl an Radio- und Fernsehsignalen sowie Internet-Dienste über DOCSIS an, wobei demnächst auch Telefonie-Dienste eingeführt werden. Das Breitbandverteilsystem ist mit einer herkömmlichen Hybrid-Fiber-Coax (HFC) Technik und mit einem breitbandigen Rückkanal aufgebaut. Mit einer Internet Penetration von über 25% macht der Internetzugang bei SIESA bereits den gleichen Anteil des Umsatzes wie das ursprüngliche Kerngeschäft der Verteilung von Fernsehprogrammen aus. Da noch mehr auf den Betreiber in Form von Datenkommunikation zukommen wird, ist er sich bewusst, dass er in den kommenden Jahren einen Breitbanddatenanschluss entwickeln muss. Dabei stellen FTTH-Systeme interessante Alternativen dar. Es gibt heute verschiedene FTTH Systeme (xPON), die auf unterschiedlichen Übertragungstechniken und Netztopologien basieren. Die zu wählende FTTH-Lösung hängt sehr stark von bestimmten wirtschaftlichen Vorgaben, historischen Gegebenheiten und Einstellungen ab. Es ist außerdem nicht möglich, generelle Aussagen über die beste Anschlusstechnik zu machen. Nach einer Voruntersuchung wurde EMC SA, ein etablierter Schweizer Hersteller von CATV - und optischen Produkten, beauftragt, im Oktober 2003 ein FTTH Pilotprojekt durchzuführen, mit dem Ziel, die

technische und wirtschaftliche Machbarkeit zu bewerten, die Einsatzfähigkeit von FTTH nachzuweisen und Strategien für flexible zukünftige Netzwerkerweiterungen zu entwickeln.

2 Ausgangslage

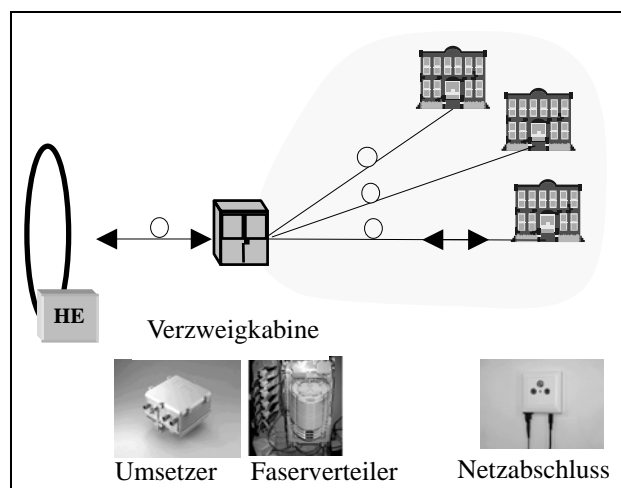


Bild 1 Systemübersicht

Für die Durchführung des Feldversuches wurde ein Wohngebiet mit Mehrfamilienhäusern ausgewählt, in

dem die Endkunden bereits mit CATV Diensten versorgt waren. In diesem Modellquartier sollte ein neues Kommunikationssystem erprobt werden. Kurz- und mittelfristig soll die Übertragung der heute bereits angebotenen CATV Dienste sichergestellt werden. Langfristig soll sofern zweckmäßig die Infrastruktur für eventuell neu einzuführende Dienste weiter verwendet werden können. Der Grundgedanke war, aus den zur Verfügung stehenden Zubringerglasfaserleitungen ein selbsttragendes FTTH Kommunikationsnetz zu verwirklichen. Eine der wesentlichen Voraussetzungen im Hinblick auf eine spätere Einführung von Fast-Ethernet war der Einsatz der Glasfasertechnik möglichst nahe am Teilnehmer. Die Distanzen zwischen der Übergabestelle und den Mehrfamilienhäusern betragen je nach Lage zwischen 300m und 600m.

3 Anforderungen

Im Projekt für die Netzwerkrealisierung hatte der Betreiber drei konkrete Anforderungen gestellt:

- ◆ Sicherstellung der bestehenden CATV- und Internet Dienste.
- ◆ Schaffung einer zukunftssicheren und systemneutralen Infrastruktur.
- ◆ Berücksichtigung der existierenden Infrastruktur Begebenheiten.

4 Systembeschreibung

4.1 Systemübersicht

Das ausgewählte Konzept geht von einer typischen HFC-Netzstruktur aus, in der der abgesetzte Knotenstandort für die Verteilung von Signalen an die angeschlossenen Teilnehmer als Ausgangspunkt für die neue Infrastruktur benutzt wird. Bei HFC-Netzen werden die Teilnehmer durch eine baumartige koaxiale Netzstruktur angeschlossen, wobei sie mit der neuen Struktur durch eine Stern-Glasfaserinfrastruktur erschlossen werden. Die neue Struktur besteht aus einem optischen Umsetzer, einem optischen Netzabschluss und einem Glasfaserverteiler, wie in Bild 1 dargestellt.

Der optische Umsetzer befindet sich in der bestehenden Verzweigungskabine, der optische Netzabschluss beim Endteilnehmer. Am Umsetzer können bis zu 48 Netzabschlüsse angeschlossen werden.

4.2 Optischer Umsetzer

Im Projekt wurden der bestehende Knotenstandort und die übergeordneten Zubringerglasfaserleitungen bewusst als Stützpunkt für die Glasfasererschließung verwendet. In der Verzweigungskabine wurde der vorhandene optische/elektrische Wandler durch einen optischen Umsetzer NHC ersetzt. Die dort

angelieferten Vorwärts-Signale wurden gewandelt und sternförmig über LWL an die Endkunden weitergeleitet. In der Rückwärts-Richtung wurden die Lichtsignale wiederum sternförmig vom Teilnehmer zum Umsetzer transportiert und mit Hilfe einer Laser-Diode an die Kopfstation zurückgeführt, wie es bei herkömmlichen Kabelfernsehnetzen bekannt ist. Der Ersatz des klassischen Nodes durch den neuen Umsetzer NHC ermöglichte die Erweiterung des AM-Glasfasernetzes bis zum Teilnehmer, wobei die Konzentratorkfunktion wiederum für die Rückwärts-Signale sichergestellt war.

HF Verstärker sind überflüssig, und somit entfallen alle damit verbundenen Betriebs- und Wartungskosten. Der Abgleich des Verteilnetzes bzw. die Einpegelung der HF-Verteilverstärker fällt einfach außer Betracht. Im Gegensatz zu den heutigen Verteilsystemen bestand die Möglichkeit, die an die Endkunden angelieferten Dienste individuell ein- bzw. auszuschalten.

Da zum damaligen Zeitpunkt die langfristige Strategie von SIESA bezüglich der neuen Anwendungen noch unklar war, war der Wunsch des Betreibers, eine möglichst offene und neutrale Technologie bezüglich IP-basierender Dienste zu implementieren. Aus diesem Grund wurde der optische Umsetzer mit einem vorkonfektionierten „Patch Panel“ (Anschlusspanel) ausgestattet, der die Verbindungen zu den Ethernet-Switch Systemen jederzeit ermöglichen konnte. Dies bedeutet, dass in einer ersten Phase die herkömmlichen CATV-Dienste übertragen wurden, wobei je nach Bedarf und Wirtschaftlichkeit in einer zweiten Phase verschiedene Übertragungstechniken zum Einsatz kommen können.

4.2 Optischer Netzabschluss

Beim Endteilnehmer wurden die anliegenden optischen Signale wieder in eine für den Fernseher



Bild 2 Netzabschlussdose als WÜP

und das Kabelmodem konformes Signal umgewandelt.

Dies geschah in einem Netzabschluss mittels eines optischen Empfängers, der die optischen Signale in elektrische Signale umwandelt.

In der Rückwärts-Richtung wurden die elektrischen Signale mittels Lasersender in optische Signale gewandelt und zum Umsetzer zurückgeführt.

Für den IP-Teil verfügte der Teilnehmeranschlusspunkt über eine eingebaute breitbandige Schnittstelle. Dies ermöglicht eine individuelle, kundenbezogene Einführung der IP-basierenden Kommunikation. Im Rahmen dieses Projekts wollte der Betreiber Glasfaser innerhalb der Gebäude bis hin zu den Endgeräten verlegen. Um die Installationsarbeiten beim Teilnehmer (Montage und Spleißen der Faser) zu minimieren, wurde als Wohnungsübergabepunkt (WÜP) eine Netzabschlussdose in einer vorkonfektionierten Bauform entwickelt. (Siehe Bild 2).

In der Tabelle 1 sind die wichtigsten Auslegungsparameter mit den Systemmerkmalen dargestellt.

Produkt-Serie	Einsatzbereich
NHC-2000	19“Technik – Indoor-Bereich
NHC-0000	Al-Gussgehäuse - Feldeinsatz

Tabelle 3 **Netzabschluss – Produktübersicht**

Zum Begriff Netzabschlusspunkt:

- ◆ NHP-0000 bezeichnet Netzabschlüsse, die sich in Wohnungsumgebungen befinden und die neben den üblichen TV-Radio und Internet Anschlüssen über eine optische Datenschnittstelle verfügen.
- ◆ FAN-3000 bezeichnet Netzabschlüsse, die sich in Einfamilienhausumgebungen befinden und die neben dem üblichen F-Anschluss für TV-Radio und Internet über eine optische oder 10/100Mbps RJ-45 Schnittstelle verfügen.
- ◆ FAN-3500 bezeichnet Netzabschlüsse, die sich in Mehrfamilienhausumgebungen befinden und die neben dem üblichen F-Anschluss für TV-Radio und Internet über eine optische oder 10/100Mbps RJ-45 Schnittstelle verfügen.

Auslegungsparameter	Wesentliche Merkmale
◆ Vorwärtsweg	Analog- und Digitalfernsehen (47-862MHz) – Sicherstellung der CATV
◆ Rückwärtsweg	DOCSIS basierende Anwendungen (5-65MHz) – Sicherstellung der interaktiven Dienste
◆ IP-Kommunikation	Variable Bandbreiten für neue Anwendungen – Zukunftssicherheit
◆ Telephonie	Über unterschiedliche Technologien – Kabelmodem, Ethernet
◆ IP-Daten	Systemneutral – Höchste Flexibilität
◆ Architektur	Ausschöpfung der HFC-Struktur – Vertrauliche Architektur – Kosteneffizient
◆ Netzausbau	Schrittweiser Ausbau - Investition entsprechend der Nachfrage
◆ Ausrüstung Feld	Beseitigung aller HF-Verstärker – Betriebsfreundlich und Wartungseffizient
◆ Kopfstation	Keine Zusatzinvestition erforderlich – Ausnützung der vorhandenen Ausrüstungen

Tabelle 1 **Gegenüberstellung der Auslegungsparameter mit den Systemmerkmalen**

5. Produktfamilienübersicht

Bedingt durch unterschiedliche Netzwerkumgebungen und -anforderungen sind je nach Einsatzgebiet unterschiedliche Bauformen zu verwenden. Nachstehende Tabellen enthalten eine Übersicht der Produktpalette:

Produkt-serie	Einsatzbereich
NHP-0000	Wohnungsebene-WÜP
FAN-3000	Einfamilienhäuser-HÜP
FAN-3500	Mehrfamilienhäuser-HÜP

Tabelle 2 **Umsetzer – Produktübersicht**

6. Grundsätzliche Betrachtungen

Die mit dem Pilotprojekt gesammelten Erfahrungen sind positiv. Aufbau und Inbetriebnahme gestalteten sich erwartungsgemäß mit geringstem Installationsaufwand.

Die Anforderungen bezüglich der Bildqualität (Konformität nach CENELEC Normen) und der Zuverlässigkeit werden erfüllt. (Siehe Bild 5).

Es wurde nachgewiesen, dass Glasfaser eine optimale Lösung bietet. Für die erfolgreiche Verwirklichung einer FTTH-Infrastruktur sind jedoch folgende wichtige, miteinander zusammenhängende Faktoren zu berücksichtigen:

- ◆ Koexistenz der Technologien
- ◆ Berücksichtigung der HFC-Infrastruktur
- ◆ Erschließungsstrategie

- ◆ Offene Technologie
- ◆ Ökonomische Aspekte

6.1 Koexistenz der Technologien

In der Telekommunikationsbranche darf der Zeitfaktor bei der Ablösung vorhandener Technologien durch neue nicht unterschätzt werden. Je nach Zielsetzung und Komplexität kann ein Technologiewechsel mehrere Jahre dauern. In diesem Zeitraum werden die Netzbetreiber weiterhin verschiedene Netztechnologien parallel anwenden müssen. Da zum Beispiel die durchgehende Realisierung reiner IP-Lösungen für TV, Daten und Telephonie Dienste zur Zeit noch sehr aufwendig ist, soll die neue Netzinfrastruktur sowohl die bisherigen analogen als auch die zukünftigen digital-basierenden Dienste gleichermaßen unterstützen.

Wichtig für SIESA war, dass die Übertragung der traditionellen CATV-Dienste in Vor- und Rückwärtsrichtung (hinsichtlich Bildqualität und Zuverlässigkeit) gewährleistet wurde, auch bei einer Glasfasererschließung der Teilnehmer.

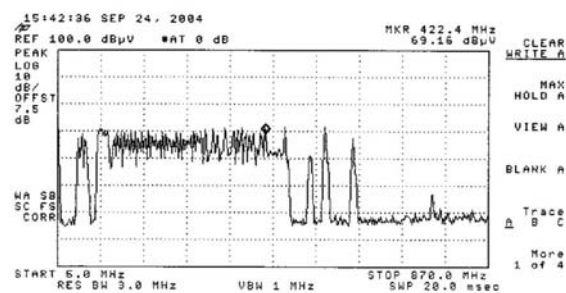


Bild 5 Spektrum CATV-Signal gemessen am Netzabschluss

6.2 Berücksichtigung der vorhandenen Infrastruktur

In der HFC-Infrastruktur ist der Node ein zentrales Element und stellt ein idealer abgesetzter Stützpunkt für eine Glasfasererschließung dar. Diese Standorte befinden sich in den meisten Fällen in der Mitte von Wohngebieten und nehmen somit eine große Bedeutung an, da Zubringerglasfaserleitungen, Verteilkabine Rohranlagen und Stromversorgungen bereits vorhanden sind. Die Berücksichtigung der bestehenden Hybrid-Struktur war für den Kunden ein logischer Ausgangspunkt für die Verlegung der neuen Infrastruktur.

Dieses Konzept bot SIESA den Vorteil, dass die vorhandene Kopfstation und Zubringerfaser-Infrastruktur ohne Eingriff weiter benutzt werden konnten. Damit war die Installation und Inbetriebnahme des Systems innerhalb von 2 Tagen möglich.



6.3 Erschließungsstrategie

Ein kompletter Austausch der Netzinfrastruktur durch den Vollausbau mit vollständiger Digitalisierung der Dienste ist aus wirtschaftlichen und technologischen Gründen nicht möglich. Im Gegensatz versuchen Netzbetreiber immer, die derzeitigen Zugangsnetze zweckmäßig und unter Berücksichtigung der Kundenbedürfnisse und der Wirtschaftlichkeit zu modernisieren. Dieses schrittweise Vorgehen wird aus heutiger Sicht wahrscheinlich auch in Zukunft eine entscheidende Rolle spielen und soll bei der Erarbeitung eines FTTH-Konzepts berücksichtigt werden. Diese stufenweise Erschließungsstrategie macht es heute für SIESA möglich, unter anderem TV und Sprache over IP in abgegrenzten Gebieten einzusetzen und damit wichtige Erfahrungen in sehr kurzer Zeit zu sammeln. Durch den zonenweisen Ausbau wird die Einführung neuer Technologien mit überschaubarem Risiko und minimaler Anfangsinvestition möglich.

6.4 Offene Technologie

Während die Übertragung von Fernsehprogrammen auf einer Vielzahl von ausgereiften Produkten und von etablierten Herstellern basiert, befinden sich im Gegenteil die digitalen Systeme noch in einer sehr unstablen Marktumgebung. Daher ist es aus der Sicht der Betreiber schwer und mit erheblichen Risiken verbunden, sich auf einen einzigen Produkthersteller für die IP-Ausrüstungen festzulegen.

Vor allem aus diesem Grund reicht zurzeit in den meisten Fällen die Bereitstellung der Faserkapazitäten für IP-Dienste aus.

Da die erforderlichen Investitionen für die entsprechenden IP-Geräte (Switches, Mediakonverter, Gateway) erst zu einem späteren Zeitpunkt anfallen sollen, möchte SIESA eine möglichst offene und systemneutrale Schnittstelle (in technischer Hinsicht und Herstellerunabhängigkeit) beim Netzabschluss zur Verfügung haben.

Darüber hinaus macht es dieses Konzept unter anderem möglich, in der Zwischenzeit von dem im Ausrüstungsbereich zu erwartenden Preissturz und den Technologieentwicklungen zu profitieren.

Ein weiterer Vorteil dieses Konzepts liegt darin, dass die Investitionen in IP-Ausrüstungen nicht heute sondern infolge tatsächlicher Kundenbedürfnisse getätigt werden. (Idee der Investition entsprechend der Nachfrage).

6.5 Ökonomische Aspekte

Ein wichtiger Parameter für die Wirtschaftlichkeit eines Netzes sind die Investitionskosten für die Verlegung der neuen Kabelinfrastruktur. Deshalb wird bei einem Netzbau die Ausnützung der bestehenden Koaxialkabel angestrebt. Tatsache ist aber, dass die derzeitige Koaxialkabelinfrastruktur zu den privaten Haushalten oft durch eine neue ersetzt werden muss.

Im Projekt Evaluation hat SIESA die Verlegungskosten (ohne Grabekosten) von Koaxialkabeln mit Glasfaserkabeln verglichen und bewertet. Dabei wurde die Glasfaservariante, sofern Rohranlagen vorhanden sind, als preislich vergleichbar mit den konventionellen Koaxialkabeln bewertet. Ferner, wenn man bedenkt, dass Glasfaser ein zukunftssichereres Medium als Kupferkabel ist, sollte grundsätzlich überlegt werden, ob es ökonomisch besser ist, weiterhin in konventionelle Techniken zu investieren, oder ob eine zukunfts offene Netzstruktur schrittweise vorbereitet werden soll.

Aufgrund der Tatsache, dass keine Zusatzinvestitionen in der Kopfstation und im Zubringerfasernetz erforderlich waren, konnte eine bessere Wirtschaftlichkeit erzielt werden.

Zu den obigen Kostenbetrachtungen ist weiter zu bemerken, dass die optische Basis-Technologie, die früher ausschließlich im „Backbone“ Bereich angewendet wurde und sehr teuer war, sich heute kostengünstiger für den Zugangsbereich realisieren lässt.

Aufgrund der gesammelten Erfahrungen ergibt sich, dass die Verlegung von Glasfasern im Anschlussnetz je nach Lösungskonzept und Zielsetzung eine attraktive Alternative zur konventionellen Kupfer-Lösung darstellt. Die Glasfasererschließung bis zum Teilnehmer wird eine immer realistischere und denkbare Lösung.

7. Schlussfolgerungen

Der vorliegende Beitrag beschreibt die Realisierung und die wesentlichen Entscheidungsgrundlagen des FTTH-Projekts. Diese Entscheidungsgrundlagen sind weitgehend die gleichen für große und kleine Kabelgesellschaften, in den Städten und in ländlichen Regionen.

Bei der Durchführung dieses Projektes wurde deutlich nachgewiesen, dass die Einführung der Glasfaser bis zum Endteilnehmer unter gewissen Umständen wirtschaftlich möglich ist.

Die Anpassung der neuen Infrastruktur auf die existierende Netzinfrastruktur, eine schrittweise Erschließungsstrategie und eine möglichst flexible Infrastruktur hinsichtlich Datenkommunikation waren entscheidende Kriterien für den Netzbetreiber.

Mit der Netzstruktur, die heute im Einsatz ist, hat der Netzbetreiber bereits die ersten TV over IP Feldversuche in realen Netzwerkumgebungen durchgeführt und ausgewertet. Laut SIESA „wird mit einer Glasfaserinfrastruktur alles unkompliziert und übersichtlich realisiert“.

SIESA möchte, dass ihr Netz für Daten- und Multimediaanschlüsse in Zukunft attraktiv bleibt, wenn breitbandige multimediale Dienste tatsächlich auf dem Markt angeboten werden.

Zu den Firmen

EMC Electronic Media Communication SA: entwickelt, produziert und vertreibt weltweit hochwertige Produkte und Systemlösungen für den Einsatz im CATV und Telekommunikationsbereich. Email: emc-web.com

Sierre Energie SA: Elektrizitätswerke Walliser Mittelland, baut und betreibt ein modernes Breitband-GlasfaserKabelnetz für TV, Radio, Internet sowie weitere digitale Kommunikationsdienste.

Email: www.siesa.ch