

Leistung von Breitbandkabelnetzen erhöhen

Die virtuelle CMTS – mit dem Kopf in der Cloud

Durch Remote-PHY und -MACPHY-Technologien können Funktionen der CMTS in die Optical Nodes verlagert und mehr Bandbreite zu den Kunden gebracht werden. Aus der physikalischen wird eine virtuelle CMTS, was auch für die Netzbetreiber zahlreiche Vorteile mit sich bringt. Von Dr. Alex Adams

Jedes Jahr am zweiten Sonntag im Mai wird der Tag der Mütter begangen, an dem wir traditionell der Menschen gedenken, die uns zur Welt gebracht und uns in unseren ersten Jahren durch das operative Geschäft des Lebens geführt haben. In der Regel lässt sich nicht verhindern, dass Mütter unser gesamtes Leben lang bestrebt sind, auf uns aufzupassen. Einem Breitbandkommunikationsnetz hingegen sind solche Verhältnisse zwar grundsätzlich fremd, aber die Beziehung eines CMTS – kurz für „Cable Modem Termination System“ – zu seinen Kabelmodems kann in gewisser Weise ebenfalls als durchaus mütterlich angesehen werden, weshalb im Folgenden auch das CMTS mit dem weiblichen Artikel beschrieben werden soll.

CMTS als Kopf des Netzes

Die CMTS ist der Chef der „Cable-Family“. In einem HFC-Netz geschieht bis auf wenige Ausnahmen nichts, was nicht von der CMTS angeordnet oder genehmigt wurde. Sie ist der Kopf des Netzes, die Kabelmodems führen ihre Anweisungen aus und können selbst nur Anfragen an die CMTS senden. Downstream-Signale werden als Broadcast gesendet, und den einzelnen Kabelmodems wird mitgeteilt, auf welchen Frequenzen die angeforderten Informationen zu finden sind. Jedes Modem filtert dann die für sich bestimmte Information aus dem Broadcast heraus. Diese Situation ist vergleichbar mit meiner Schwester, die ihren vier Söhnen allgemeine Anweisungen für den Marsch in die Innenstadt gibt. Jeder Sohn filtert aus dem mütterlichen Downstream die für ihn bestimmten Anweisungen heraus. Sollten jedoch Fragen seitens der jungen Herren auftauchen, müssen diese einzeln beantwortet werden. Jeder Sohn muss also warten, bis er an der Reihe ist, mit seiner Mutter zu sprechen. Auch der Upstream eines Breitbandkommunikationsnetzes ist in solche Zeitabschnitte unterteilt; eine solche Anordnung wird als Zeitmultiplexsystem bezeichnet. Der Vergleich einer CMTS und ihrer Kabelmodems mit einer Mutter mit Tausenden von Kindern ist also gar nicht so abwegig.

CCAP verbessert Leistung und Qualität

Traditionell ist die CMTS Teil einer sogenannten „Converged Cable Access Platform (CCAP)“, also direkt übersetzt einer „zusammengeführten Kabelzugangsplatt-

form“. Die hier zusammengeführten Funktionen sind die Übertragung von Daten-, Video- und Sprachsignalen. Die CCAP kombiniert die Funktionen des Cable Modem Termination Systems für die Datenverarbeitung mit Edge Quadrature Amplitude Modulation (Edge-QAM) für die Verarbeitung von Audio- und Videosignalen. Die Kombination dieser Elemente ermöglicht eine effizientere Netzauslastung und reduziert die physikalische Ausdehnung des Geräts im Headend. Durch den Einsatz von CCAP-Equipment konnten Netzbetreiber ihren Kunden in den letzten Jahren immer höhere Datenraten und eine verbesserte Servicequalität bieten. CCAP-Systeme liefern schnelles Internet, Voice-over-IP-Telefonie, digitale Videodienste, DOCSIS-Anwendungen und IPTV (Internet Protocol Television). Ein CCAP ist somit ein sehr leistungsfähiger Spezialcomputer, der in einem HFC-Netz an zentraler Stelle in einem Headend oder Hub eingesetzt wird und von dort aus den Netzbetrieb steuert.

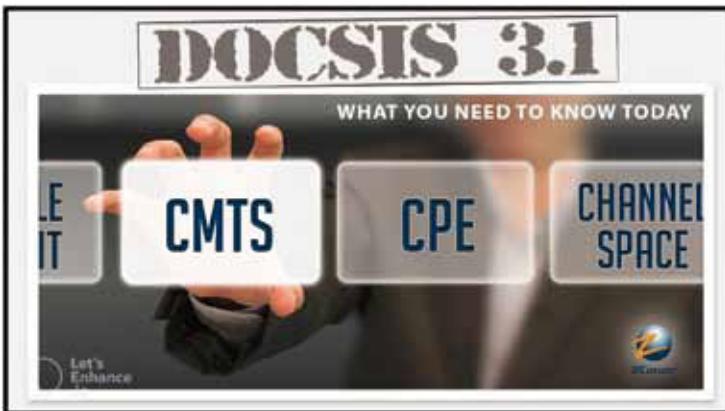
Dezentralisierung durch Remote-PHY

Die Einführung der DOCSIS 3.1-Technologie in HFC-Netzen ging und geht häufig mit der Einführung von Remote-PHY-Ansätzen zur weiteren Optimierung von CMTS-Systemen einher. Remote-PHY-Systeme dezentralisieren viele Funktionen der CMTS im Netz und verteilen die Kontrolle über Funktionen der Übertragungsschicht in die Optical Nodes, wobei nur ein Core-CMTS-Modul im Headend erhalten bleibt. Die Funktion der CMTS wird also buchstäblich über den Footprint bzw. über die Optical Nodes im Netz „verstreut“. Viele



© orlando-florin-rosu · Adobe Stock

Abbildung 1: Der Kopf in den Wolken – die CMTS wird in die Cloud verlagert und virtualisiert



Quelle: SCTE, a subsidiary of CableLabs

Abbildung 2: Parallel zur Einführung der DOCSIS 3.1-Technologie in HFC-Netzen wurden CMTS-Systeme weiter durch Remote-PHY optimiert.

Signale zur Organisation und Durchführung des Datentransports werden somit nicht mehr zwischen den einzelnen Kabelmodems und der zentralen CMTS im Headend ausgetauscht, sondern zwischen den Modems und ihren Optical Nodes, zu denen eine deutlich kürzere Distanz besteht als zum zentralen Headend.

Zwei Übertragungsschichten

Die Übertragungsschicht bildet die Schicht 1 des OSI-Modells. Sie wird im Englischen als „Physical Layer“ bezeichnet, und da die Amerikaner Abkürzungen lieben, wird aus dem „PHY-Layer“ schnell einfach „PHY“. Bei Remote-MACPHY-/PHY-Systemen werden auch Funktionen der Schicht 2 des OSI-Modells in die Optical Nodes verlagert. Diese Schicht wird offiziell als „Data Link Layer“ bezeichnet, in der Breitbandkabelindustrie wird jedoch gerne der Name einer Untergruppe dieser Schicht für das Ganze verwendet und als „DOCSIS MAC“ bezeichnet. Abbildung 3 zeigt das für die Breitbandindustrie angepasste OSI-Modell.

Die PHY-Schicht umfasst Upstream und Downstream „Physical Media Dependent“, also die Modulation auf die Übertragungsfrequenz und die physikalische Übertragung des Signals über das Kabel. Die „Downstream Convergence Layer“ (DS TC) ordnet den Downstream-Daten je nach Empfänger und Übertragungsfrequenz unterschiedliche Modulationsprofile zu. Die PHY ist also die Schicht, auf der die eigentliche Arbeit verrichtet wird. Hier findet die Modulation der Symbole auf

die Trägerfrequenzen und deren konsistente Übertragung über das Kommunikationsnetz statt.

Die Data Link Layer besteht wiederum aus DOCSIS Media Access Control (MAC), Link Security und 802.2 Logical Link Control, wobei die beiden letzteren der Sicherheit und Kontrolle der logischen Verbindung dienen. Wie bereits erwähnt, wird die gesamte Data Link Layer in der Breitbandindustrie auch gerne als „DOCSIS MAC“ bezeichnet, was, wie in Abbildung 3 deutlich wird, nicht ganz korrekt ist. Wie das so ist mit Spitznamen. Der Data Link Layer und insbesondere darin die DOCSIS MAC sind unentbehrlich für die logistische Organisation des Datentransports, wofür sogenannte MAC Management Messages (MMM) zwischen CMTS und Kabelmodems ausgetauscht werden. Diese sind nicht besonders groß – etwa ein bis zwei Kilobyte –, aber ohne MMMs läuft im Netz nichts. In DOCSIS 3.1-Netzen erhalten die Kabelmodems ihre MMMs vom CMTS über die Subcarrier des PHY-Link-Kanals im OFDM-Kanal,

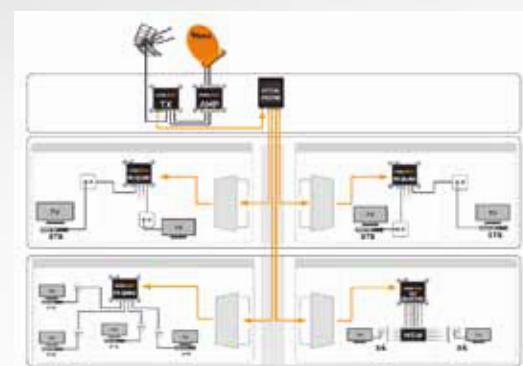
der besonders robuste Modulationsordnungen verwendet, um die MAC Management Messages auf dem Übertragungsweg zu schützen. PHY-Layer und DOCSIS MAC lassen sich anschaulich erklären, wenn man den Datentransport über das HFC-Netz mit dem Transport eines Überseecontainers vom Hamburger Hafen nach München vergleicht. Während hier der LKW und der Container, sein Inhalt und die Fahrt auf der Autobahn Funktionen des PHY-Layers darstellen, entsprechen die MMMs wiederum der logistischen



DIE LÖSUNG FÜR SATELLITENGESTÜTZTE TV-VERTEILUNG ÜBER GLASFASER

- **Die zukunftssichere Lösung für Hotels, Pensionen, Wohnheime, Wohnungswirtschaft und Anlagenbetreiber**
- **Flexibilität und maximale Leistung**
- **Volle Programmauswahl - alle Sender eines Satelliten am Ausgang verfügbar**

100%
MADE IN TELEVES



Anwendungsbeispiel FTTH

Televes®



Televes Deutschland GmbH Küferstraße 20
DE-73257 Königstein (bei Stuttgart) Deutschland

televescorporation ■ televes.com ■ televes.de@televes.com



Vorbereitung und Durchführung des Datentransports auf der DOCSIS MAC. Genauso wie der LKW-Fahrer im Hamburger Hafen nicht den erstbesten Container auflädt und damit planlos in Richtung Alpen aufbricht, wird auch der Transport des Containers vorher von einer Spedition geplant, z. B. wird ein Fahrer mit entsprechender Fahrerlaubnis eingeteilt, Papiere werden vorbereitet, Route und Maut müssen berechnet werden, Ansprechpartner im Hafen und am Zielort werden benannt, etc. Man könnte auch sagen: Ohne DOCSIS MAC kein Plan!

Zentraler Computer im Headend wird überflüssig

Remote-PHY- und MACPHY-Systeme ersetzen die ehemals zentrale CMTS im Headend durch eine abgespecktes Core-CMTS als Schnittstelle zum übergeordneten Internet Service Provider und zusätzlich viele „Außenstellen“ der Core-CMTS in den Optical Nodes. Neben vielen Vorteilen einer solchen Konfiguration – wie reduzierte Latenzen und die Nutzung digitaler optischer Links – entfällt die Notwendigkeit eines sehr leistungsfähigen zentralen Computers im Headend. Stattdessen ist nun eine Vielzahl von im Netz verteilten und vergleichsweise weniger leistungsfähigen Rechnern erforderlich. Diese müssen jetzt aber keine speziell für die Breitbandindustrie angepassten Computersysteme mehr sein, sondern ihre Funktionen können durch generische Server- und Cloud-Systeme abgebildet werden. Aus der physikalischen CMTS wird eine sogenannte virtuelle CMTS (vCMTS).

Mehr Kosteneffizienz und Flexibilität

Virtuelle Cable Modem Termination Systems bieten darüber hinaus zahlreiche weitere Vorteile. Im Gegensatz zu ihren technologisch älteren Schwestern besteht eine vCMTS nicht aus einem zentralen Hochleistungsrechner, der speziell für die Aufgaben einer CMTS entwickelt wurde. Eine vCMTS ist eine softwarebasierte Lösung, die auf virtualisierten Servern läuft. Eine vCMTS emuliert die Funktionen einer physikalischen CMTS, d.h. sie ahmt diese mit Hilfe von Software nach, um den Datenverkehr zwischen

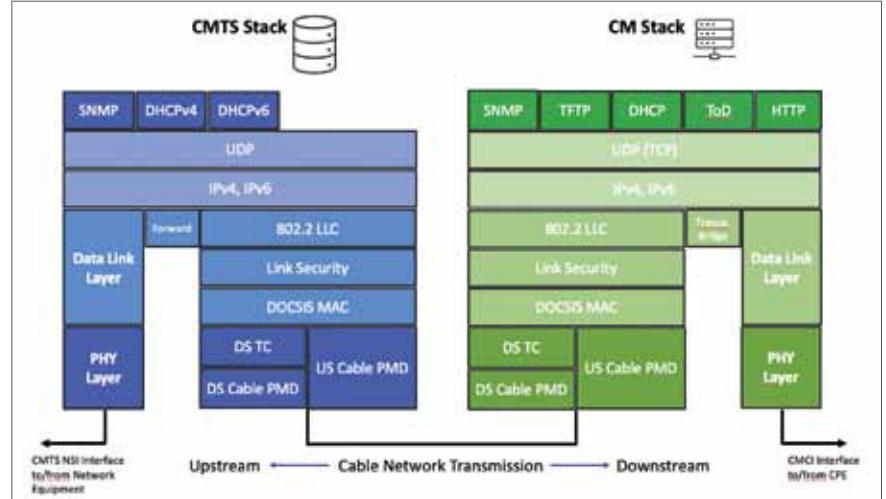


Abbildung 3: OSI-Stack für HFC-Netze

den Modems und dem übergeordneten Netz des Internet Service Providers zu managen und zu routen. Die Entkoppelung der CMTS-Funktionen von speziellen, dafür notwendigen Hardware-Chassis hat den Vorteil, dass Systemskalierungen und -anpassungen nicht zwangsläufig mit einem kostspieligen Hardwaretausch verbunden sind, sondern diese Schritte ausschließlich softwaretechnisch durchgeführt werden können. Dies ist nicht nur kostengünstiger, sondern auch kurzfristiger realisierbar als bei einer zentralen, physikalischen CMTS. Darüber hinaus bieten virtuelle CMTS-Ansätze sowohl für große als auch für kleine Netzbetreiber technische und wirtschaftliche Vorteile und sind außerdem flexibler, wenn z. B. die Netzkapazität erhöht werden soll, ohne gleichzeitig neue Infrastruktur aufzubauen.

Darüber hinaus kann die vCMTS in eine Cloud-Umgebung eingebunden werden, was die Skalierbarkeit des Systems erhöht und dem HFC-Netzbetreiber mehr Flexibilität bietet. Eine virtuelle und dezentrale CMTS-Architektur kann mit Hilfe von Software in einfachen Schritten entsprechend den Anforderungen des Netzes oder Netzsegments skaliert werden, auch wenn sich die Anforderungen schnell ändern. So können Netzbetreiber dynamisch Kapazitäten in einzelnen Netzsegmenten hinzufügen oder auch reduzieren, ohne neue technische Geräte in Betrieb nehmen oder gar erst anschaffen zu müssen. Ein weiterer wichtiger Vorteil einer virtualisierten CMTS-Struktur ist die erfreuliche Kostenentwicklung bei Anschaffung und Betrieb (z. B. Energieverbrauch,



Quelle: Brady Voipe, Voipfirm

Abbildung 4: Anatomie einer virtuellen CMTS

Wartung). Traditionelle, zentralisierte und physikalische CMTS-Ansätze erfordern zunächst erhebliche Investitionen in die technische Infrastruktur der CMTS. Diese ist – wie oben beschrieben – eine speziell für diesen Zweck entwickelte Maschine, deren Anschaffung, Wartung und Upgrade ihren Preis hat. Demgegenüber sind virtuelle CMTS-Ansätze kostengünstiger, da sie auf generischen Servern aus dem Computerfachhandel realisiert werden können, die in der Regel alles andere als Spezialanfertigungen, sondern vielmehr programmierbare Allrounder sind. Abbildung 4 zeigt beispielhaft solche Geräte und darauf zu betreibende Softwareelemente. Darüber hinaus können Netzbetreiber zukünftige Technologien sowie Übertragungsprotokolle durch Upgrades von vCMTS-Systemen abbilden, wodurch für sie die Unterstützung der jeweils neuesten Industriestandards vereinfacht wird.

Einfacheres Netzwerkmanagement und größere Zuverlässigkeit

Der Einsatz virtueller CMTS-Architekturen ermöglicht darüber hinaus ein vereinfachtes Netzwerkmanagement, da vCMTS-Lösungen über zentrale Management-Schnittstellen verfügen, die eine ganzheitliche Sicht auf die Netzwerkinfrastruktur ermöglichen. Dies erleichtert das Management und die tägliche Überwachung der CMTS-Funktionen sowie die Fehlerbehebung, Konfigurationsänderungen und die Netzwerkadministration erheblich. Darüber hinaus bieten die Möglichkeiten der Virtualisierung Raum für die Verbesserung der Netzwerkredundanz und -verfügbarkeit. Durch die Integration redundanter virtueller Geräte und

die Etablierung von Failover-Mechanismen können Netzbetreiber Ausfallzeiten auf ein absolutes Minimum reduzieren und damit die Zuverlässigkeit des Netzes weiter erhöhen.

Konnektivität auch in Zukunft gewährleisten

Virtuelle CMTS-Strukturen werden für Netzbetreiber gerade jetzt immer interessanter, da die COVID-Pandemie der Nachfrage nach Hochgeschwindigkeits-Internet einen zusätzlichen Schub gegeben hat. Immer mehr Menschen nutzen das Internet für ihre Arbeit, und nach den Jahren der Pandemie ist es vielerorts üblich geworden, ein oder zwei Tage pro Woche im Homeoffice zu arbeiten. Darüber hinaus durchdringt das Internet mittlerweile jeden Aspekt unseres Lebens – eine Tatsache, die uns ein verlorenes Smartphone drastisch vor Augen führt. Wir nutzen es für unsere Arbeit, für unsere Unterhaltung, für Bildung, Ausbildung und Gesundheit, für Einkäufe und Behördengänge, um nur einige zu nennen. In allen Lebensbereichen werden Daten erzeugt, bei jedem Menschen und weit darüber hinaus. Die Netzbetreiber müssen sicherstellen, dass sie diese Konnektivität auch in Zukunft angesichts wachsender Datenflutten in guter Qualität gewährleisten können. Virtuelle Lösungen bieten hierfür bereits heute flexible und kosteneffiziente Ansätze, ohne dass neue physikalische Infrastrukturen errichtet werden müssen. Schließlich ist es eine generationenübergreifende Einstellung fast aller Mütter, dass man zuerst die vorhandene Ausrüstung nutzt und verbraucht, bevor man in neue investiert. Wenn die CMTS menschlich wäre, würde sie sicher zustimmen. ■



© Adams Network Engineering

Dr.-Ing. Alexander C. Adams

Dr.-Ing. Alexander Adams ist Chief Science Officer der Netzkontor Gruppe und Geschäftsführer der Adams Group. Alex verfügt über 22 Jahre Erfahrung in der deutschen und internationalen Breitbandkommunikationsindustrie. Er ist Dozent und europäischer Repräsentant der SCTE, a subsidiary of CableLabs, und arbeitet in der Proactive Network Maintenance Research Gruppe der CableLabs. Zudem ist er Dozent für Nachrichtentechnik an der Jade Hochschule in Wilhelmshaven/Oldenburg. Alex hält einen Bachelor- sowie Master-Abschluss in Elektrotechnik von der University of Hawai'i und hat an der TU Darmstadt promoviert.

Technologie mit klarer Signalwirkung für Empfang und Kommunikation



Zubehör

- Erhöhte Schirmung gegen 4G/LTE
- Klasse A +10 dB
- Installationsfreundlich



Verstärker

- Zuverlässig und langlebig
- Hoher Frequenzbereich
- Von Netzbetreibern zertifiziert



SMARTSolutions

- Smarte Inhouse-Verteilung von HDMI- und Ethernet-Signalen
- IPTV über Koax



Kopfstellen/IPTVSolutions

- Multituner – Multimodulator (DVB-T/DVB-C)
- Fernwartung/SMARTPortal
- Interaktive Hospitalitylösung



Multischalter

- Kaskadier- und stapelbar
- Bis zu 4 Sat-Positionen
- Einkabel-Lösungen

ANGACOM

WHERE BROADBAND MEETS CONTENT

Besuchen Sie uns in Köln

Halle 8, Stand Nummer A35

AXING AG

Telefon +41 52 - 742 83 00

info@axing.com

www.axing.com



Erfahren Sie
online mehr!