

# CCAP und Remote-PHY in der Kopfstelle

Lösungen für die dynamischen Kabelnetze von heutes

Die Art und Weise, in der die Verbraucher Video und Daten in ihrer Wohnung nutzen, ändert sich. Multicast- oder Broadcast-Programme werden den Anforderungen der Kunden nach mehr Inhalten nicht länger gerecht. Daher ist die Nachfrage nach Unicast-Diensten, wie Video-on-Demand (VoD) explosionsartig angestiegen. Die genannten Veränderungen sind teilweise darauf zurückzuführen, dass die Verbraucher heute mehr Geräte besitzen, mit denen sie auf Daten und Videos zugreifen können.

Obgleich der Fernseher immer noch das wichtigste Bildschirmgerät für die Familie ist, nutzen viele bereits ihren Laptop, Mobiltelefone, Tablets und andere IP-basierte Geräte. Da heute mehr Bildschirme in der Wohnung vorhanden sind, müssen die Kabelnetzbetreiber Möglichkeiten finden, die steigende Bandbreitennachfrage zu erfüllen. Zudem werden die IP-Netze aufgrund des zunehmenden Unicast-Verkehrs schnell immer dynamischer.

Einem kürzlich von Cisco veröffentlichten White Paper zufolge wird der weltweite Internet-Videoverkehr der Verbraucher im Jahr 2017 insgesamt 69 % des gesamten Internet-Verkehrs ausmachen. 2012 waren es nur 57 %. Zudem wird sich der VoD-Verkehr bis 2017 fast verdreifachen und einen Wert erreichen, der 6 Milliarden DVDs pro Monat entspricht.

Für die Kabelnetzbetreiber führt diese neue Dynamik zu einer Überlastung in der Kopfstelle, wo die Signale für den Kunden eingespeist werden. Die meisten Kabelnetze behandeln Daten und Video noch als zwei separate Komponenten. Doch da der Netzwerkverkehr weiter unvorhersagbar anwachsen wird, müssen die Kabelnetzbetreiber nach neuen Lösungen suchen, um diesen Verkehr zu bewältigen.

Dieses Dokument erläutert das Konzept der Converged Cable Access Platform (CCAP) als eine mögliche Lösung. Es informiert über die Vorteile der CCAP-Technologie und beschreibt zwei mögliche Implementierungen. Weiterhin widmet sich dieses Dokument den benötigten CCAP-Tests, da sich die aktuelle Testumgebung von Grund auf ändern wird. Zum Schluss wird ein Blick auf die Remote-PHY-Technik geworfen, die die Überlastung in der Kopfstelle weiter verringern soll.

Die folgenden Themen werden behandelt:

- Was ist CCAP?
- Implementierung
- CCAP-Tests
- Remote-PHY
- Fazit

## Was ist CCAP?

In einer typischen Kopfstelle ist ein Edge-QAM-Gerät für die Übertragung des Broadcast- und Narrowcast-Verkehrs zuständig. Ein separates Cable Modem Termination System (CMTS) übernimmt den Daten- und Unicast-Verkehr. Bei den heutigen dynamischen Netzwerken müssen die beiden Systeme jedoch um die Bandbreite, deren Nachfrage ansteigt, konkurrieren. Die Netzbetreiber stehen also vor der großen Herausforderung, den gesamten Netzwerkverkehr mit zwei isolierten Systemen effektiv zu verwalten. Das führt zu Überlastungen und Engpässen, die die Dienstgüte (QoS), die den Privatkunden und auch den Geschäftskunden zur Verfügung gestellt werden kann, beeinträchtigen.

Mit der CCAP-Technologie gehört dieses Problem der Vergangenheit an, da die Edge-QAM- und CMTS-Funktionen in einer zentralen Plattform zusammengefasst werden. Sie prüft intelligent das Volumen und den Typ des im Netzwerk übertragenen Verkehrs und führt in Echtzeit Anpassungen aus, um eine reibungslose Übermittlung zu gewährleisten. Im Prinzip legt CCAP alle Downstream-Träger, einschließlich DOCSIS und Video-QAM, auf einen einzigen HF-Port, wobei über die Software flexibel zwischen den Trägern gewechselt werden kann. Damit entsteht eine transportunabhängige Netzwerkarchitektur, die die heutigen Verkehrsanforderungen effektiv bewältigt und auch zukünftige Netzwerke unterstützt.

CCAP hilft den Verbrauchern, die Bandbreite zu erhalten, die sie zu einem bestimmten Zeitpunkt benötigen, und erlaubt den Netzbetreibern von Kostensenkungen zu profitieren. So nutzt CCAP die Bandbreite beispielsweise besser aus, da diese Technologie anstelle der traditionellen analogen Kanäle ausschließlich digitale Kanäle verwendet. Damit stehen für jeden analogen Kanal, den CCAP ersetzt, fünf bis sechs digitale Kanäle mehr zur Verfügung. Zudem wird das im Kabel verfügbare Spektrum effizienter ausgenutzt.

Weiterhin sparen die Dienstanbieter mit CCAP Geld, da ein Gerät jetzt das schafft, wofür früher zwei Geräte, Edge-QAM und CMTS, benötigt wurden. Damit werden bis zu 50 % des Platzes in den Racks der Kopfstelle frei, was auch den Stromverbrauch um mindestens die Hälfte verringert.

Darüber hinaus sparen die CCAP-Edge-Geräte dadurch Platz, weil sie eine höhere Portdichte aufweisen. Jeder Port kann das gesamte Line-up der QAM-Träger bereitstellen, wobei ein einzelner CCAP-Port eine kleinere Anzahl von Nodes bedient und damit ein gezielteres Narrowcasting ermöglicht. Allerdings ist die große Anzahl von Ports und individuellen QAMs, die im Rahmen der Inbetriebnahme und laufenden Wartungen getestet und gemessen werden müssen, mit ganz besonderen Herausforderungen verbunden.

## Implementierung

Mit dem integrierten und dem verteilten CCAP-Modell haben die Kabelnetzbetreiber die Wahl zwischen zwei unterschiedlichen CCAP-Implementierungen. Für welche Methode sie sich entscheiden, hängt davon ab, welches Verkehrsvolumen aktuell über die betreffende Kopfstelle übertragen wird und wie hoch der Broadcast- und Narrowcast-Anteil im Verhältnis zu Unicast- und Datenübertragungen ist.

Beim integrierten CCAP-Modell werden beide Geräte, also Edge-QAM und CMTS, ersetzt. An deren Stelle tritt eine CCAP-Plattform, die die Paketverarbeitung und das Datenmanagement übernimmt sowie über Linecards sowohl den Upstream- als auch den Downstream-Verkehr verarbeitet. Dieses CCAP-Modell bietet ebenfalls Module, die traditionellen HFC-Netzwerkverkehr und gängige EPON-Installationen unterstützen.

Hierbei handelt es sich um ein Komplettkonzept, das langfristig kostengünstig ist und die Kopfstelle so effizient wie möglich ausnutzt. Allerdings ist es mit erheblichen Vorlaufkosten verbunden, die so manchen Anbieter abschrecken könnten.

Das verteilte CCAP-Modell behält das CMTS bei, ersetzt das alte Edge-QAM-Gerät jedoch durch ein neueres Modell mit höherer Portdichte. Damit steht der Kopfstelle eine größere Bandbreite zur Verfügung und sie kann mehr Narrowcast-Verkehr verarbeiten. Allerdings bleiben die Anforderungen des dynamischen Unicast-Verkehrs unberücksichtigt.

Dieses Konzept bietet den Anbietern mehr Flexibilität bei der Implementierung und kann die Vorlaufkosten verringern, ist aber auf lange Sicht teurer. Letzten Endes wird eine CCAP-Plattform, die auch das hochdichte Edge-QAM-Gerät verwaltet, benötigt, um das CMTS zu ersetzen.

Welche Methode der Kabelnetzbetreiber auswählt, ist letztlich von der Situation in der jeweiligen Kopfstelle abhängig. In Städten, in denen das Kabelnetz große Verkehrsvolumen aller Verkehrstypen überträgt, ist das integrierte Konzept zu empfehlen. Für abgelegene Gebiete mit nicht so viel Unicast- und Datenverkehr würde sich das verteilte Konzept anbieten.

Einige der größten Kabelnetzanbieter in den USA und in anderen gesättigten Märkten haben bereits begonnen, CCAP in ihren Labor- und Testnetzen zu installieren. Dort wird schon bald eine vollständige Implementierung erfolgen. In den sich noch entwickelnden Märkten werden innerhalb der kommenden zwei oder drei Jahre umfassende Implementierungen erwartet.

## CCAP-Tests

CCAP löst viele der Bandbreiten- und Überlastungsprobleme, vor denen die Kabelnetzbetreiber in der Kopfstelle stehen. Dafür stellen das Testen der CCAP-Technologie und Beheben von Dienstunterbrechungen weitaus größere Herausforderungen. Vor CCAP haben die Betreiber manuell einen Kanalbelegungsplan (Line-up) erstellt, der festlegt, welches Programm über die physikalischen Kanäle des Netzwerks übertragen wird. Wenn sich ein Kunde beispielsweise während einer HBO-Übertragung über verpixelte Bilder beschwerte, musste der Videotechniker im Büro anrufen, um zu erfahren, über welchen physikalischen Kanal HBO übertragen wurde. Erst danach konnte er diesen Kanal testen, um die Störung zu beheben.

Bei CCAP wird das Line-up automatisch erstellt und dynamisch angepasst, um die gesamte verfügbare Bandbreite immer möglichst effizient auszunutzen. Das erschwert die Testausführung. Das Line-up zu dem Zeitpunkt, wenn der Kunde die Störung bemerkt, kann sich grundlegend von dem Line-up unterscheiden, das aktiv ist, wenn der Techniker die Messungen durchführt. Der Kanal kann sogar während der Testausführung wechseln. Dadurch wird es für den Techniker noch schwieriger, zu ermitteln, welcher physikalische Kanal gestört ist.

Ein weiteres Problem besteht darin, dass die meisten Kabelnetzbetreiber unterschiedliche Techniker für Video, Daten und die Bitübertragungsschicht, also das Kabel selbst, haben. In einer CCAP-Umgebung sind alle drei Bereiche jedoch eng miteinander verflochten. Das bedeutet, dass der Techniker sich auf allen drei Gebieten auskennen und lückenlos integrierte Tester besitzen muss, um diese neue Technologie zu bewältigen.

Heute stehen bereits Tester der nächsten Generation, wie der VSE-1100 von VIAVI, zur Verfügung, die Tests von Daten, Video und der Bitübertragungsschicht nahtlos in einem kompakten Gerät kombinieren. Auch erkennen sie das aktuelle Line-up automatisch, so dass der Techniker, sobald er von einer Störung Kenntnis erhält, den richtigen Kanal testen kann. Das ist möglich, weil diese neuen Tester so portabel und robust sind, dass sie mit vor Ort genommen werden können, um die tatsächliche Verkehrsbelastung zu prüfen und zu ermitteln, welcher spezifische Träger bzw. QAM diesen Verkehr überträgt. Damit erübrigen sich zahlreiche aufwändige Diagnosen, so dass sich die Fehlerbehebung wesentlich beschleunigt.

Doch mit der zunehmenden Bandbreitennutzung erweisen sich die aktuellen Methoden zum Ermitteln von Rauschen und Störeinstrahlungen als unzulänglich. Das liegt daran, dass diese Tests für gewöhnlich freie Bandbreite benötigen, weil sie außerhalb des Kanals messen, um herauszufinden, ob Rauschen aus oder in einen spezifischen Kanal heraus- oder hineindringt. Bei CCAP können aber alle Kanäle belegt sein. Neue Inband-Testverfahren, wie „Störeinstrahlung im Träger“ nutzen einen aktiven Kanal und demodulieren dessen Verkehr. Mit diesen Methoden werden modulationsbasierte Daten gewonnen, die abgeglichen werden, so dass störende Komponenten erkennbar sind. Dabei wird die Übertragung des aktuellen Verkehrs selbst nicht beeinträchtigt.

Ein ähnliches Problem ist die Störung durch nahegelegene Funknetze (über die Luftschnittstelle), wie durch LTE/4G-Dienste, die im Bereich von 750 MHz betrieben werden. Da die US-amerikanische FCC sowie andere Aufsichtsbehörden weiter Funkspektren verkaufen, müssen die Funk- und Kabelnetzanbieter mehr Frequenzen nutzen, die sich mit dem LTE/4G-Bereich überlappen. Aktuell lösen die Kabelnetzbetreiber dieses Problem, indem sie den Verkehr von einem gestörten Kanal zu einem anderen, weiter entfernten Kanal verschieben. Da das Netzwerk jedoch immer mehr Kanäle nutzt, funktioniert diese Lösung nicht länger. Weiter verschärft wird das Problem durch die ansteigende Anzahl von LTE/4G-Installationen.

Neue Inband-Testverfahren, wie „Störeinstrahlung im Träger“ nutzen einen aktiven Kanal und demodulieren dessen Verkehr. So sind die Kabelnetzbetreiber in der Lage, den gestörten Kanal umgehend zu lokalisieren und zu erkennen, ob Rauschen aus oder in einen spezifischen Kanal heraus- oder hineindringt. Damit ist es möglich, die Störung zu beheben, ohne den Verkehr in einen anderen Kanal verschieben zu müssen.

Bei CCAP müssen die Tests jedoch nicht nur schneller ausgeführt werden, sondern auch helfen, die geografische Position bis auf ausgewählte Segmente im Kabelnetzwerk genau einzugrenzen. So bedeutet die steigende Anzahl von Broadcast/Narrowcast-QAM beispielsweise, dass konventionelle, langsamere Tester zu lange benötigen, um in der Kopfstelle bzw. im Hub die Qualität jedes einzelnen QAM lückenlos zu prüfen. Die Tester müssen erheblich an Geschwindigkeit zulegen, um die Gesamttestdauer bei der Inbetriebnahme, Wartung und Fehlerdiagnose zu verkürzen. Außerdem erlauben die neuesten HFC-Monitoring-Lösungen der Kopfstelle, jeden einzelnen Node im Feld zu überwachen und zu ermitteln, ob er korrekt funktioniert. Dann können neue Analytoren die Strecke zwischen der Kopfstelle und der Wohnung segmentieren, um den fehlerhaften Bereich zu ermitteln.

Das Impulsgeräusch zählt zu den Störungen, die am schwierigsten zu beheben sind. Dieses sporadisch auftretende Rauschen beeinträchtigt einen Kanal nur für Sekundenbruchteile, verursacht beim Kunden aber erhebliche QoS-Probleme. Das Impulsgeräusch ist an sich schon nur schwer zu erkennen. Wenn sich das Line-up aber wie bei CCAP auch noch dynamisch ändert, ist es umso komplizierter, die eigentliche Ursache der Störung zu lokalisieren. Immer ist ein anderer Dienst gestört, der sich auch noch von einem CCAP-Port zum anderen unterscheiden kann.

Um diese Herausforderung zu bewältigen, müssen neue Tester das aktuelle Line-up nicht nur automatisch erkennen, sondern das Impulsgeräusch auch grafisch darstellen können. Dann kann der Techniker entscheiden, welche Vorgehensweise angebracht ist, um das Problem zu beheben.

## Remote-PHY

Trotz aller Vorteile, die CCAP der Kopfstelle bietet, bleibt ein Problem bestehen, da der Kunde weiter immer mehr Bandbreite im Downstream und im Upstream belegen wird. Remote-PHY verschiebt die Downstream-QAM-Generierung, Upstream-Demodulation und weitere Verarbeitungsabläufe dichter an die Wohnung heran, um die Kapazität zu erhöhen. Anders ausgedrückt, verlegt Remote-PHY einen Teil der Kopfstelle/Hub in das Feld (am Node), dichter an die Wohnungen der Kunden heran.

Früher haben Nodes den eingehenden und abgehenden Verkehr von bis zu 3000 Wohnungen bewältigt. Da die Kunden aber nach immer mehr Bandbreite und Diensten verlangen, liegt diese Zahl jetzt eher bei 250 Wohnungen pro Node.

Remote-PHY wird in Form von neuer Node-Hardware implementiert, die die alten Nodes im Feld ersetzt. Es werden die gleichen Aufgaben wie bei den vorhandenen Nodes ausgeführt. Zusätzlich erfolgt jedoch eine dynamische Zuweisung des Verkehrs zu den Downstream- und Upstream-Kanälen. Der Backhaul vom Node zur Kopfstelle ändert sich von HF/Optisch auf Gigabit-Ethernet/Optisch, um größere Kapazitäten zu übertragen und trotzdem die IP/Ethernet-Standardtechnologie weiter zu nutzen.

Wie bald kann Remote-PHY implementiert werden? Die größte Hürde für den Einsatz dieser Technologie scheint die Verfügbarkeit eines abschließenden Technologieplans zu sein, der optimale, zukunftssichere und skalierbare Lösungen schafft. Für die Anbieter scheint es logisch zu sein, in Neubaugebieten, in denen noch keine Nodes installiert sind, mit der Implementierung zu beginnen.

## Fazit

Die Frage ist nicht, ob CCAP kommt, sondern nur wann. Die Nachfrage nach Bandbreite steigt in einem solchen Tempo an, dass die Kabelnetzbetreiber keine andere Wahl haben, als eine Version dieser Technologie zu installieren. CCAP scheint eine intelligente Investition zu sein, da diese Technologie auch zukünftige, sich erst noch entwickelnde Netzwerke unterstützen kann.

Zudem bietet CCAP verschiedene Implementierungsmethoden, um den spezifischen Anforderungen der einzelnen Kabelnetzbetreiber gerecht zu werden. Der Betreiber kann ein CCAP-Modell auswählen, das seinen Ansprüchen für die betreffenden Kopfstellen genügt. Damit ist er in der Lage, CCAP auf möglichst wirtschaftliche Art und Weise zu implementieren, um die Kosten pro Bit zu senken und die Bandbreite zu vergrößern.



Kontakt **+1 844 GO VIAVI**  
(+1 844 468 4284)  
+49 7121 86 2222

Sie finden das nächstgelegene  
VIAVI-Vertriebsbüro auf  
[viavisolutions.com/contacts](http://viavisolutions.com/contacts)

© 2020 VIAVI Solutions Inc.  
Die in diesem Dokument enthaltenen Produktspezifikationen und Produktbeschreibungen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.  
ccap-wp-cab-nse-ae  
30176150 900 0914