

Docsis 3.1

Auf dem Weg zu Multi-Gigabit-Anschlüssen

Alexander Ebbes,
Jan Rübenach

Kabelanbieter (Multi-Service-Operator) haben sich am Breitbandmarkt eindrucksvoll etabliert. 18 Mio. Haushalte beziehen derzeit ihr TV-Programm über sie und für bis zu 28. Mio. Haushalte könnten bereits Breitbandinternet und VoIP-Dienste bereitgestellt werden. Nun steht mit Docsis 3.1 eine neue Spezifikation bereit, mit deren Hilfe die Bandbreiten abermals ausgebaut werden können. Auch für kleine und mittlere Unternehmen stellen die Angebote der Kabelnetzbetreiber zunehmend eine attraktive Alternative dar.

DSL und die für Breitbandkabel eingesetzte HFC-Technik (Hybrid Fiber Coax) sind in ihrer Konstruktion recht unterschiedlich. DSL ist eine sternförmig vom DSLAM (DSL Access Multiplexer) abgehende Infrastruktur mit exklusiver Verbindung zwischen DSLAM und DSL-Modem, typischerweise über eine dedizierte Cu-Doppelader. Der Vor-

gangung eine Kombination von Quadraturamplitudenmodulation (QAM) und bekannten IP-Techniken wie DHCP, SNMP und TFTP vor. Das Modem beim Kunden splittet das Docsis-Informationsbündel wieder in die entsprechende Teilinformationen für TV, VoIP und Internet auf. Das Netz „spricht“ also lediglich im Bereich der Übertra-

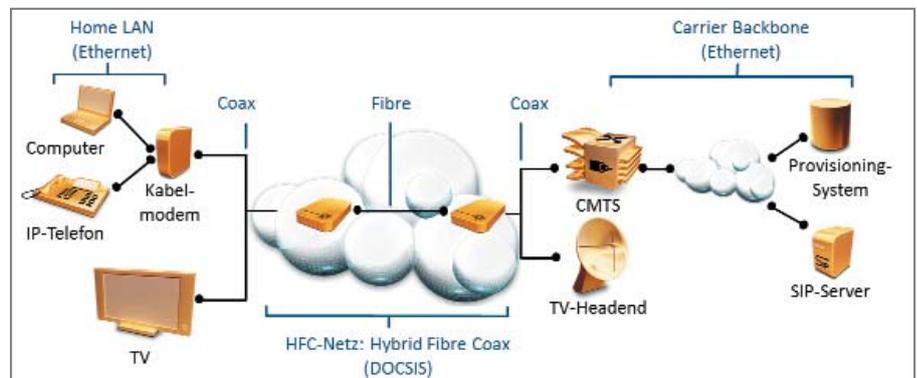


Bild 1: HFC-Netz auf Docsis-Basis

gang wird als Provisioning bezeichnet. Anders im Kabelnetz, wo sich alle Modems die Koax-Infrastruktur teilen. Diese ist baumförmig aufgebaut und als „Shared Medium“ konzipiert. An einem Endknoten hängen typischerweise bis zu 500, in Ausnahmefällen auch bis zu 1.000 Haushalte. Alle Modems bekommen den gleichen Datenstrom geliefert, aus dem jedes entsprechend seiner Konfiguration seine Inhalte filtert. Der Serviceumfang ist damit direkt im Modem festgelegt, und dessen MAC-Adresse dient dem Kabelnetzbetreiber (KNB) als eindeutiger Identifikator. In diesem Fall wird also das Modem beim Kunden und nicht das CMTS (Cable Modem Termination System), das topologische Äquivalent zum DSLAM in Kabelnetzen, provisioniert.

Da sich Koaxialkabel anders verhalten als Kupferkabel oder Ethernet, wird zur Übertragung auf Netzebene die Docsis-Spezifikation (Data over Cable Services Interface Specification) herangezogen. Sie sieht zur Datenübertra-

gung von CMTS zum Kabelmodem Docsis, beim Kunden sowie im Carrier Backbone Ethernet (Bild 1).

Heute: Docsis 3.0

Derzeit ist die Docsis-Version 3.0 aktuell, die Veröffentlichung der Docsis-3.1-Spezifikation steht kurz bevor (Bild 2). Innerhalb von Version 3.0 sind nach Definition der Cablelabs folgende Dienste über Docsis möglich:

- TV-Dienste: analog und digital sowie in SD und HD;
- speziell geschaltete digitale TV-Services wie Video on Demand (VoD) und Switched Digital Video;
- Breitbandinternet und VoIP;
- Home Security Services;
- Managed IP-Cable-Services.

Die Übertragungskapazitäten können per Quality of Service (QoS) für Uni- und Multicast garantiert werden. Weitere Funktionen sind IPv6, Verschlüsselung und Autorisierung. Durch Kanalbündelung (Channel Bonding) ist es möglich, je nach Nutzerzahl an der

Dr. Alexander Ebbes ist CTO der GIP AG und Chefarchitekt der OSS-Solution Xyna Factory; Jan Rübenach ist als Junior Consultant in den Bereichen Telekommunikation und Smart Energy bei der GIP AG in Mainz tätig

CMTS, höhere Kapazitäten im Down- und Upstream (DS, US) bereitzustellen. Auf der Anga Cable 2012 demonstrierten z.B. Unitymedia KabelBW und Cisco einen 1,5 Gbit/s schnellen Breitbandinternetanschluss via Kabel auf Basis von EuroDocsis 3.0

Morgen: Docsis 3.1

Der Sprung von Docsis 1.0 auf 1.1 brachte für den Endkunden die Erweiterung eines Breitbandanschlusses um VoIP und somit einen zweistufigen Service. Mit Version 2.0 wurden Videokonferenzen möglich und erste Spezialfunktionen für kleine und mittelgroße Unternehmen integriert. Docsis 3.0 brachte dann die Integration von VoD sowie eine bessere Unterstützung mobiler Endgeräte mit sich. Die Änderungen von Docsis 3.0 auf Docsis 3.1 sind nicht weniger richtungsweisend, in ihren Auswirkungen für den Privatkunden jedoch weitgehend auf steigende Bandbreiten beschränkt. Neue Modems (ab 2014) werden abwärtskompatibel zu vorherigen Docsis-Versionen sein, denn so kann eine schrittweise und evolutionäre Einführung von Docsis 3.1 erfolgen. Bis die ersten Umstellungen auf Netzseite voraussichtlich im Jahr 2015 erfolgen, werden die Modems im „3.0-only“-Modus betrieben. Sobald entsprechende Bandbreiten netzseitig verfügbar sind, können so höherwertige

Dienste ohne einen flächendeckenden Hardwaretausch angeboten werden.

Mittelfristig werden über Kabelnetze 10 Gbit/s im DS (1 Gbit/s US) erreichbar

die Mehrheit der bestehenden Softwarekomponenten in einer Docsis-3.1-Welt fortbestehen können.

Im Gegensatz zu einem Ausbau von Bandbreite auf Netzebene knüpft



Bild 2: Roadmap von Docsis 3.1 und CCAP

bar sein, wodurch ein echtes Konkurrenzangebot zu FTTH (Fiber to the Home) entsteht. Um diese Bandbreiten zu erreichen, setzt Docsis 3.1 eine effizientere Modulation auf Basis von OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), OFDAM (Orthogonal Frequency Multiple-Access) und LDPC (Fehlerkorrektur) ein, um ein größeres Frequenzspektrum vergeben zu können (Tabelle).

Zur Bereitstellung neuer und bestehender Services kann sich Docsis 3.1 mit Version 3.0 ein Frequenzspektrum teilen und neue Dienste über die erweiterten Frequenzbereiche übermitteln. Da Frequenzen dynamisch bereitgestellt werden können, ist ein energieeffizienter Betrieb entsprechend der Verkehrslast möglich. Das gesamte Design ist auf Effizienzsteigerung und Wiederverwendbarkeit bestehender Komponenten ausgelegt. So soll auch

Docsis 3.1 somit konsequent an die bestehende HFC-Infrastruktur an, womit ein schnellerer Bandbreitenausbau gewährleistet ist. Der gesamte Ausbau kann entsprechend modular auf Basis der Marktnachfrage erfolgen.

Mit CCAP gerüstet für die Zukunft

Wie Bild 1 zeigt, ist die Einspeisung in das Kabelnetz derzeit zweigeteilt. Über die CMTS werden sämtliche Datendienste wie Internet oder VoIP übermittelt. Das TV-Headend wiederum verwandelt IP-basierte Videosignale aus dem Carrier Backbone in einen MPEG-Transportstrom (MPEG-TS). Damit für die zunehmend datenhungrigen IP-Video- und Internetdienste mehr flexibel nutzbare Bandbreite zur Verfügung gestellt werden kann, muss ein größeres Frequenzspektrum

genutzt werden. Hier kommt CCAP ins Spiel. Auf Docsis-3.0-Basis entwickelt, übernimmt die Converged Cable Access Platform (CCAP) die Aufgaben von CMTS und EQAM auf einer konvergierten Hardwareplattform. Mit CCAP werden TV-Signale und IP-Verbindungen nicht mehr über eine

eine CCAP neue Ausbaugelände auf EPON-Basis sowie herkömmliche HFC-Anschlussbereiche gleichermaßen versorgen. Der Vorteil: Es müssen keine Änderungen am Anschluss des Endkunden vorgenommen werden. Die CCAP-Implementierung startete vor der Erarbeitung der Docsis-3.1-

Download, sondern auch am Upload und QoS-Angeboten interessiert sind. Diese Dienste werden gemeinhin unter dem Begriff Business Services over Docsis (BSoD) zusammenfasst. Neben dem reinen Netzzugang mit entsprechender DS- und US-Bandbreite sind hier insbesondere die Standortvernetzungen via VPN oder Cloud-Services wie z.B. IP-PBX-Telefonanlagen zu nennen. Das Gerätemanagement solcher Lösungen übernimmt der Provider, so dass mit Hilfe dieses As-a-Service-Ansatzes komplexe Sicherheitslösungen und moderne Kommunikationsinfrastrukturen auch für KMUs zugänglich werden.

Voraussetzung: modernes OSS

Um die Eigenschaften des physischen Kabelnetzes in Services umzuwandeln, braucht es allerdings ein geeignetes Provisioning-System. Alle Modems müssen mit Einstellungen in Form von Konfigurationsdateien versorgt werden, die von einem modernen Operation Support System (OSS) zur Provisionierung zum Zeitpunkt der Anfrage generiert werden. Ältere Provisionierungssysteme nutzen statische Konfigurationsdateien. Diese müssen jedoch kontinuierlich von Technikern aktualisiert werden, was eine effiziente Bereitstellung von flexiblen Privat- und Geschäftskundendiensten verhindert, da permanent alle Kombinationen von Modemtypen und Produktmerkmalen vorliegen müssen. In modernen Verfahren kommen Workflow-Maschinen und integrierte Implementierungen von DHCP zum Einsatz. Eine anpassbare Lease-Vergabe per DHCP-Server eignet sich hervorragend als Trigger für dynamische Konfigurationsprozesse aller Art. Mit solchen Werkzeugen lassen sich Docsis-Features optimal für Privat- und Geschäftskundenangebote instrumentieren. Ein zeitgemäßes OSS in Kombination mit den größeren und vor allem flexibler einsetzbaren Bandbreiten durch Docsis 3.1 und CCAP schaffen ein außerordentlich konkurrenzfähiges Kommunikationsnetz, das hilft, den Datenhunger der nächsten Jahre zu stillen. (bk)

Parameter (EuroDOCSIS)		Heute	Phase 1	Phase 2	Phase 3
Downstream	Frequenzband	54-1002 MHz	108-1002 MHz	(300)-1002 MHz	(500)-1700 MHz
	Angenommene Modulation	256-QAM	256-QAM	> 1024-QAM	> 1024-QAM
	Channels	8	24	116	200
	Kapazität	300 Mbit/s	1 Gbit/s	5 Gbit/s	10 Gbit/s
Upstream	Frequenzband	5-42 MHz	5-86 MHz	5-(230)MHz	5-(400) MHz
	Angenommene Modulation	64-QAM	64-QAM	> 256-QAM	> 256-QAM
	Channels	4	12	33	55
	Kapazität	100 Mbit/s	300 Mbit/s	1 Gbit/s	2 Gbit/s

Bandbreitenentwicklung von Docsis 3.0 auf Docsis 3.1 (ohne CCAP)

getrennte Infrastruktur, sondern über eine vereinigte Plattform bereitgestellt. Damit kann die Kanaldichte auf einem Gerät zunehmen und höhere Bandbreiten können bereitgestellt werden, wobei die QAM-Kanäle für unterschiedliche Dienste nutzbar sind. So kann je nach Bedarf mehr Bandbreite für Internetdienste auch aus dem TV-Spektrum bereitgestellt werden.

Man erwartet für die CCAP-Hardware eine vier- bis sechsmal höhere Kanaldichte als bei einer CMTS, und die Kosten pro Bit Übertragungsrate sinken. Die höhere Datendichte spart darüber hinaus Platz innerhalb der Racks. So müssen weniger Geräte verteilt, gewartet und mit Energie versorgt werden.

Die Leistungsfähigkeit von HFC-Netzen kann nicht unendlich ausgebaut werden. Der Trend geht auch in der Kabelbranche hin zu All-IP-Lösungen, ist es doch viel einfacher, IP-basierte Dienste zu unterstützen, wenn das Netz selbst schon auf IP-Verkehr optimiert ist. Auch in diesem Szenario ist eine CCAP das Mittel der Wahl, da sie explizit eine transportagnostische Architektur unterstützt. So können z.B. EPONs (Ethernet Passive Optical Network) oder andere Netztechniken nativ innerhalb der CCAP implementiert werden. Durch Stecken entsprechender Leitungskarten (Line Cards) kann

Spezifikation. Derzeit noch für den Betrieb auf Docsis 3.0 ausgelegt, wird die Umstellung auf Version 3.1 bei den CPEs beginnen. Da sämtliche 3.1-er Modems abwärtskompatibel zu Version 3.0 sein werden, besteht auch hinsichtlich der Kombination mit CCAP kein Anpassungszwang. Die CCAP wird dabei die bestehenden Docsis-3.0-Frequenzspektren besser ausnutzen, bis ein Upgrade auf 3.1 den Einsatz zusätzlicher Frequenzen erlaubt. So werden schrittweise für den Endkunden die Bandbreiten von den derzeitigen rund 100 Mbit/s (US) auf etwa 480 Mbit/s (CCAP) und anschließend über die Gigabit-Grenze hinaus verschoben.

Neue Geschäftsfelder

Bisher adressieren die Kabelnetzbetreiber primär den privaten Endkunden. Letztlich haben sie aber eine Technik und ein Leitungsnetz an der Hand, mit denen sie auch Geschäftskunden kostengünstig mit Breitbandanschlüssen versorgen können. Gerade im Segment der kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) bestehen große Chancen, mit günstigen und flexiblen Angeboten neue Kunden zu erschließen. Durch Docsis 3.1 steht mehr Bandbreite zur Verfügung. Damit steigt auch die Attraktivität für Unternehmen, die nicht nur am