

Glasfasererweiterung mit in:xtnTM basierend auf MoCA AccessTM 2.5

INCOAX

Umwandlung von Kabelnetzen in Multi-Gigabit-Glasfaser-Erweiterungen Chance für HFC-, Telekommunikations- und Glasfaserbetreiber

Glasfasererweiterung mit in:xtnTM basierend auf MoCA AccessTM 2.5

INCOAX



Inhalt

Dokumentenverwaltung	4
Revisionshistorie.....	4
Dokumentinformationen	4
Abkürzungen	4
Zusammenfassung	7
Einführung	9
IP über Koax – Systemübersicht	9
InCoax-Produktinformationen	11
Entwicklung des Zugangsnetzes	11
Auswirkungen des Bandbreitenverbrauchs durch Echtzeit-Entertainment	11
DSL-Entwicklung zur Unterstützung von Echtzeit-Entertainment	13
Breitbanderlebnis für Verbraucher	15
Vergleich von Koax im Gebäude und Telefonleitung	17
Leistung des Betreibers bei der Änderung der Zugangstechnologie	19
Ändert MoCA Access 2.5 die Voraussetzungen für das Zugangsgeschäft?	20
MoCA Access 2.5 und G.fast – Vergleich des Investitionsaufwands	21
Voll-IP-Kabel-Revolution	22
Verweise	23

Abbildungen

Abbildung 1 MoCA Access 2.5-Frequenzbänder	9
Abbildung 2 Systemübersicht IP über Koax.	10
Abbildung 3 Installation von IP über Koax in einem Gebäude bei Koexistenz mit Kabelfernsehdiensten ...	10
Abbildung 4 Installation von IP über Koax in einem Gebäude bei Koexistenz mit Kabelfernsehdiensten ...	11
Abbildung 5 Verkehrszusammensetzung 2016 in der Spitzenzeit – Nordamerika, Festanschluss.	12
Abbildung 6 Verkehrszusammensetzung 2015 in der Spitzenzeit – Europa, Festanschluss.	12
Abbildung 7 Globaler Smart-TV-Anteil an den TV-Sendungen (Quelle: BI Intelligence)	13
Abbildung 8 Entwicklung von ADSL zu G.fast, angeboten von Telekom-Betreibern.	15
Abbildung 9 Um die Gbit/s-Geschwindigkeit zu erreichen, muss eine G.fast-DPU in der Wohnanlage bereitgestellt werden.	15
Abbildung 10 Verteilung der Spitzenzeiten-Istgeschwindigkeit im Verhältnis zur Spitzen-Istgeschwindigkeit für ausgewählte BT- und Virgin Media-Pakete (Quelle: Ofcom, 2013)	6
Abbildung 11 Steigende Anforderungen an die Dauerdatengeschwindigkeit veranlassen DSL- und DOCSIS-Betreiber, einen Glasfaseranschlusspunkt in der Wohnanlage einzurichten, um Gigabit-Dienste anbieten zu können.	17
Abbildung 12 Aufbau eines Koaxialkabels	17
Abbildung 13 Typisches Twisted-Pair-Kabel.	18
Abbildung 14 Dämpfungsvergleich von 100 Metern RG6-Koaxialkabel und verdrehter Telefonleitung auf verschiedenen Frequenzen.	18

Tabellen

Tabelle 1 Stärken (+) und Schwächen (-) von Koaxial- und Twisted-Pair-Kabeln im Vergleich	19
Tabelle 2 Zusammenfassung der Aufrüstungsoptionen für DOCSIS- und DSL-Betreiber.....	21
Tabelle 3 Vergleich von Geschwindigkeit, Investitionsaufwand und Verfügbarkeit der Zugangstechnologien auf Basis der Gesamtkosten der Installation pro Teilnehmer des Betreibers aus [5].	22

Dokumentenverwaltung

Revisionshistorie

Datum	Rev.-Nummer	Autor	Version
2016-08-29	2016-01	Helge Tiainen	Version 2.0
2017-03-01	2017-01	Helge Tiainen	Version 2.1
2018-03-27	2018-01	Johan Sandström	Version 2.2

Dokumentinformationen

In diesem Dokument wird beschrieben, wie MoCA Access™ 2.5 eine steigende Nachfrage nach Breitbanddiensten unterstützen kann. Haupttreiber ist die Nachfrage der Endverbraucher nach einem schnellen Internetzugang zu Echtzeit-Unterhaltungsdiensten.

MoCA Access™ 2.5 zielt darauf ab, die bestehende Koaxialinfrastruktur im

Gebäude zu nutzen, um einen Breitbandzugang mit 2,5 Gbit/s bereitzustellen. Die Entwicklung der neuen MoCA Access 2.5-Technologie wird die Einstellung ändern, wie Betreiber kosteneffiziente Multi-Gigabit-Dienste über die bestehende Koaxial-Infrastruktur im Gebäude anbieten können.

Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line (asymmetrische digitale Teilnehmerleitung) ist eine Art DSL-Technologie, bei der die Bandbreite in Richtung Kundenstandort (Downstream) größer ist als umgekehrt (Upstream).
Band A-A	MoCA-Band von 400-900 MHz mit einer Bandbreite von 500 MHz, das verwendet wird, wenn das TV-Band durch eine Komplett-IP-Implementierung ersetzt wird.
Band A-B	Das Band A-B ist definiert zwischen den Frequenzen 800 MHz und 1675 MHz (875 MHz breit), die verwendet werden, wenn für das terrestrische Fernsehen ein Band bis zu 690 MHz genutzt wird.
Band A-C	Das Band A-C ist definiert zwischen den Frequenzen 1025 MHz und 1675 MHz (650 MHz breit), die verwendet werden, wenn die Mobilkommunikation 690-862 MHz nutzt oder wenn für Kabelfernsehen ein Band bis zu 862 MHz genutzt wird.
Band A-D	Das Band A-D ist definiert zwischen 1125 MHz und 1675 MHz (550 MHz breit), die verwendet werden, wenn für Kabelfernsehen ein Band bis zu 1002 MHz genutzt wird, einschließlich DOCSIS 3.0.
Band A-E	Das Band E ist definiert zwischen den Frequenzen 1375 MHz und 1675 MHz (300 MHz breit), die bei Kabelfernsehen bis 1218 MHz, einschließlich DOCSIS 3.1, verwendet werden.
In:xtnd Access	InCoax-Heimmodem. Trennt TV- und Datensignale. Verschiedene Datendienste werden über Gigabit-Ethernet-Ports und WLAN zur Verfügung gestellt.
CATV	Community Antenna Television, ein anderes Wort für Kabelfernsehen.
In:xtnd Combine	InCoax-Diplexer-Filter – Frequenzmultiplexer-Demultiplexer-Filter zur Kombination von TV-Frequenzen und Datenfrequenzen im gebäudeeigenen Koaxialnetzwerk.
In:xtnd Control	InCoax-Zentraleinheit im gebäudeinternen Netzwerk. Wandelt das eingehende Glasfaserersignal in ein HF-Signal um und überwacht das gebäudeinterne Netzwerk.

Abkürzung	Beschreibung
In:xtnd Manage	Softwaresystem zur Verwaltung von InCoax.
CLR	Coax Link Repeater – Gerät zur Verstärkung des Datensignals in einem Koaxialnetzwerk und zur Überbrückung von TV-Verstärkern bei Koexistenz mit Kabel- oder terrestrischem Fernsehen.
CO	Central Office (Zentrale) – ein Gebäude, in dem die Innenausrüstung von potenziell mehreren Telefonzentralen untergebracht ist, die jeweils ein bestimmtes geografisches Versorgungsgebiet bedienen.
D-CMTS	Distributed Cable Modem Termination System – Ausrüstung, die sich typischerweise an der Kopfstelle oder am Hub eines Kabelunternehmens befindet und zur Bereitstellung von Hochgeschwindigkeits-Datendiensten dient.
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification – ein Standard für die Datenkommunikation in Kabel-TV-Netzwerken.
DPU	Die Distribution Point Unit (Verteilerstelle) ist der G.fast-DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), der sich im Gebäude oder in unmittelbarer Nähe des Gebäudes befindet.
Downstream	Datenübertragungsrichtung zum Teilnehmer.
DSL	Digital Subscriber Line (digitale Teilnehmerleitung).
DSLAM	DSL-Zugriffsmultiplexer in der Zentrale.
Ethernet	Ein standardisierter serieller Datenbus.
FTTB	Fiber To The Basement – Glasfaser zum Keller eines Gebäudes.
FTTdp	Fiber To The Distribution Point (Glasfaser zum Verteilungspunkt).
FTTC	Fiber To The Curb (oder Cabinet) – Glasfaser zum Straßenschrank oder Mast ist näher am Gelände des Benutzers, normalerweise innerhalb von 300 m (1.000 Fuß).
FTTH	Fiber To The Home (Glasfaser zum Haus).
HFC	Hybrid Fiber-Coaxial ist ein Begriff aus der Telekommunikationsbranche und bezeichnet ein Breitbandnetz, das Glasfaser und Koaxialkabel kombiniert.
IPoC	IP over Coax – Bezeichnung des InCoax-Zugangssystems.
IPTV	Breitband-TV-Dienste, die über das IP-Protokoll bereitgestellt werden.
IP Video	Echtzeit-Entertainment, wie es zum Beispiel Netflix über das Internet liefert.
MDU	Multi-Dwelling Unit (Wohnanlage, Mehrfamilienhaus) ist eine Klassifizierung von Wohnungen, bei denen mehrere separate Wohneinheiten für die Bewohner in einem Gebäude oder mehrere Gebäude in einem Komplex enthalten sind.
MoCA	Multimedia over Coax Alliance, Industriestandard, siehe: www.mocalliance.org
MoCA Access 2.5	Neue Generation des MoCA-Standards, der den Breitbandzugang über Koaxialnetze mit einer Benutzerkapazität von bis zu 2,5 Gbit/s pro HF-Kanal unterstützt und für die Koexistenz mit Kabel-TV-Diensten in Wohnanlagen konzipiert wurde.
MSO	Ein Multi-System Operator ist ein Betreiber mehrerer Kabel- oder Direktübertragungs-Satellitenfernsehsysteme.
NOC	Network Operation Center bezeichnet einen oder mehrere Standorte, von dem/denen aus die Überwachung und Steuerung oder das Management des Netzwerks durchgeführt wird.
Ofcom	Ofcom ist die Kommunikationsbehörde im Vereinigten Königreich und reguliert den Fernseh- und Radiosektor, die Festnetz- und Mobilfunkbetreiber, die Postdienste sowie die Funkwellen, über die drahtlose Geräte betrieben werden.
OFDM	Orthogonal Frequency-Division Multiplexing (orthogonales Frequenzmultiplexverfahren).
ONT	Optical Network Terminal (optisches Netzwerk-Endgerät).
OTT	Unter Over-The-Top-Inhalten versteht man die Bereitstellung von Audio-, Video- und anderen Medien über das Internet ohne die Beteiligung eines Mehrsystembetreibers an der Kontrolle oder Verteilung der Inhalte.
QAM	Quadratur-Amplituden-Modulation.
QoS	Quality of Service (Dienstqualität) bezeichnet die Gesamtleistung eines Breitbandnetzes, insbesondere die Leistung, die die Nutzer des Netzes wahrnehmen.
Triple-Play	Kombination von Internet-, IPTV- und VoIP-Diensten.
Upstream	Datenübertragungsrichtung vom Teilnehmer.
VoD	Video on Demand, IPTV-basierte Videodienste.
VoIP	Voice over IP, IP-Telefonie.

Zusammenfassung

Echtzeit-Entertainment (bestehend aus Streaming IP Video und IP Audio) ist nach wie vor die größte Traffic-Kategorie in praktisch jedem Netzwerk und wird auch 2018 weiter wachsen. In Nordamerika beträgt der Anteil von Echtzeit-Entertainment 68,9% und in Europa ist Echtzeit-Entertainment für 45,6% des Downstream-Spitzenverkehrs verantwortlich. Je nach europäischem Land liegt dieser Prozentsatz jedoch zwischen 25% und 68% des Downstream-Verkehrs.

In den Branchen Telekommunikation und Kabel/MSO kämpfen die Wettbewerber ebenso miteinander wie mit ihren Legacy-Systemen. Die Telekommunikation stand vielleicht vor einer noch grundlegenden Herausforderung: Das Material, auf dem die Industrie basiert, ist Kupfer, und es ist schwer, damit die hohen Geschwindigkeiten zu erreichen, die notwendig sind, um den intensiven Verkehr durch die heutigen Netze zu unterstützen.

Das ist im Wandel begriffen. Die Telekommunikationsindustrie hat das Kupfer im Kern ihres Netzwerks und in den Geschäftsbereichen längst durch Glasfaser ersetzt. Das schwierigere Thema ist die letzte Etappe in den Wohngebieten und wie man die Teilnehmer auf den letzten Metern in der Wohnanlage erreichen kann.

Das bestehende Kabel-DOCSIS, das auf Downstream-Daten über mehrere bestehende TV-Kanäle basiert, erhöht die Komplexität der Kopfstelle und treibt die Investitionskosten in die Höhe, je näher eine DOCSIS-Kopfstelle an der Wohnanlage platziert ist. Heutzutage sind die Kosten für einen DOCSIS-Wohngebäude-Hub etwa fünfmal höher als die geschätzten Kosten für eine ähnliche MoCA Access 2.5-Kopfstelle (Node Controller), und mit höherer Datendurchsatzkapazität nimmt die Kos-

tendifferenz weiter zu.

HFC-, Kabel- und MSO-Betreiber müssen auch die Frage beantworten, wann traditionelle Analog-/Digital-TV-Dienste durch einen IP-Komplettansatz ersetzt werden sollen, während die Telekommunikationsbetreiber heute nur noch IP-basierte Dienste (TV, VoIP und Internetzugang) haben.

Wenn die Glasfaser-Anschlussstelle die Wohnanlage erreicht, wird die Breitbandindustrie die Infrastruktur im Gebäude wählen, die symmetrische Ethernet-Dienste (über CAT6-Kabel oder Glasfaser) am kostengünstigsten bereitstellen kann.

MoCA Access 2.5 wird die Fähigkeit haben, 2,5 Gbit/s pro HF-Kanal bereitzustellen. Multi-Gigabit, das deutlich mehr leisten wird als DSL- und DOCSIS-basierte Technologien aufgrund der begrenzten physikalischen Eigenschaften von Twisted-Pair-Kabeln und der Dauerkapazitätsbeschränkungen von DOCSIS, ist für die Zukunft geplant.

MoCA Access 2.5 wird eine Revolution für die Breitbandzugangswirtschaft einläuten. Auf einmal gibt es eine Zugangstechnologie, die eine echte Gigabit-Ethernet-Erweiterung über bestehende Koaxialkabel im Gebäude ermöglicht. Die ankommende Glasfaserkapazität am Gebäudeeingang wird der Kapazität in der Wohnung des Kunden entsprechen. Typischerweise stellen Betreiber für eine Wohnanlage Glasfaserkapazitäten mit Gigabit-Geschwindigkeit zur Verfügung, die von den Teilnehmern im Gebäude gemeinsam genutzt werden. Jetzt kann diese Kapazität auf die Wohnung ausgedehnt werden, indem die kosteneffiziente und nicht invasive (d.h., keine Notwendigkeit, die Wohnung zu modifizieren) Mehrkanal-MoCA Access 2.5-Technologie verwendet wird.

Für Kabel- und MSO-Betreiber ist dies sowohl eine Bedrohung als auch eine Chance, da sie traditionell analoge/digitale Fernsehdienste bereitstellen und über das Koaxialnetz Datendienste hinzufügen. Ihr Hintergrund ist der, Fernsehen als Hauptdienstleistung anzubieten, und sie haben Schwierigkeiten damit, vom traditionellen Fernsehvertriebsmodell abzuweichen. Sie investieren stark in die DOCSIS 3.1-Technologie, um eine höhere Dauerleistung erbringen zu können, und verfügen nicht über FTTP-Fähigkeiten wie die Telekom-Betreiber, während MoCA Access 2.5 mit DOCSIS 3.1 kombiniert werden kann und eine Möglichkeit darstellt, die Investitionen im Vergleich zu verteilten DOCSIS 3.1-Lösungen zu reduzieren.

Für Telekom-Betreiber ist MoCA Access 2.5 eine Möglichkeit, das im Gebäude

befindliche Koaxialnetz zu übernehmen, indem sie zunächst einen Add-On-Service zu den Kabel- und MSO-Diensten anbieten und damit IPTV- oder Echtzeit-Unterhaltungsdienste wie Netflix bereitstellen. Wenn der gebäudespezifische Servicevertrag mit dem Kabel- oder MSO-Betreiber endet, kann ein Telekom-Anbieter ein alternativer Dienstleister sein, der IP-Komplettendienste über das gesamte Funkfrequenzspektrum des Koaxialnetzwerks anbietet.

Die herausgeforderten Breitbandbetreiber und Internet Service Provider werden die MoCA Access 2.5-Technologie wahrscheinlich schneller implementieren als Telekommunikationsanbieter, was bereits heute der Fall ist. Dies übt Druck auf die Kabel- und MSO-Betreiber aus, wo sie sich dem Preiswettbewerb stellen müssen.

Einführung

IP über Koax – Systemübersicht

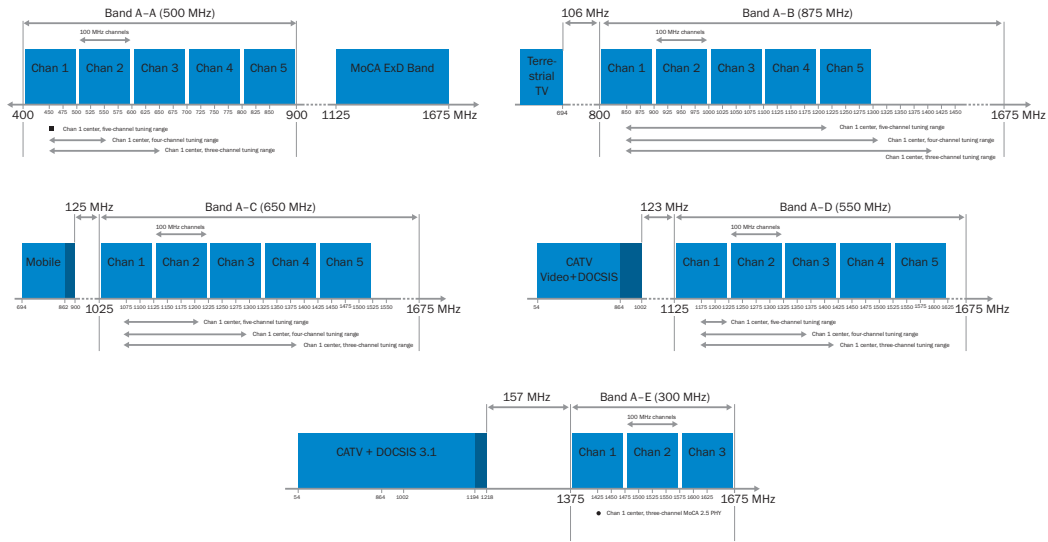
Zentrale Einheit des InCoax MoCA Access 2.5-Systems ist In:xtnd Control (eine oder mehrere Einheiten), welches das Datensignal von der ankommenden Glasfaser in ein HF-Signal umwandelt, das mit dem passiven Koaxialkabelnetz im Gebäude verbunden ist. In:xtnd Control wird am Standort des TV-Verstärkers des Gebäudes installiert. Wenn bestehende TV-Dienste beibehalten werden sollen, wird das HF-Signal von In:xtnd Control über Koax-Diplexer-Filter (CDF) an das gebäudeinterne Koaxialnetz angeschlossen, welches das MoCA-HF-Signal mit dem analogen / digitalen Fernsehsignal (EU-Frequenzspektrum 5-690 MHz) kombiniert. In:xtnd Control kommuniziert mit In:xtnd Access, das an Antennendosen im Gebäude angeschlossen ist. In:xtnd

Access trennt die TV- und Datensignale und wandelt letztere in Gigabit-Ethernet um. Das MoCA Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) mit Quadratur-Amplituden-Modulation-Funktechnologie (QAM) wird auch bei IEEE 802.11 Wi-Fi® und 4g/LTE eingesetzt.

In einer einzigen Koaxialkabelschleife mit MoCA Access 2.5 kann ein gebundenes 500 MHz-HF-Band A-A (fünf gebundene 100 MHz-Kanäle) mit einem Spektrum von 400-900 MHz mit einem 500 MHz-HF-Band A-C mit 1025-1525 MHz koexistieren. Wenn das Gebäude über mehrere Koaxialkabelschleifen verfügt, kann jede Schleife mit zwei HF-Bändern versorgt werden, und die Gesamtkapazität wird zwischen den angeschlossenen Modems aufgeteilt.

MoCA Access 2.5-Frequenzbänder

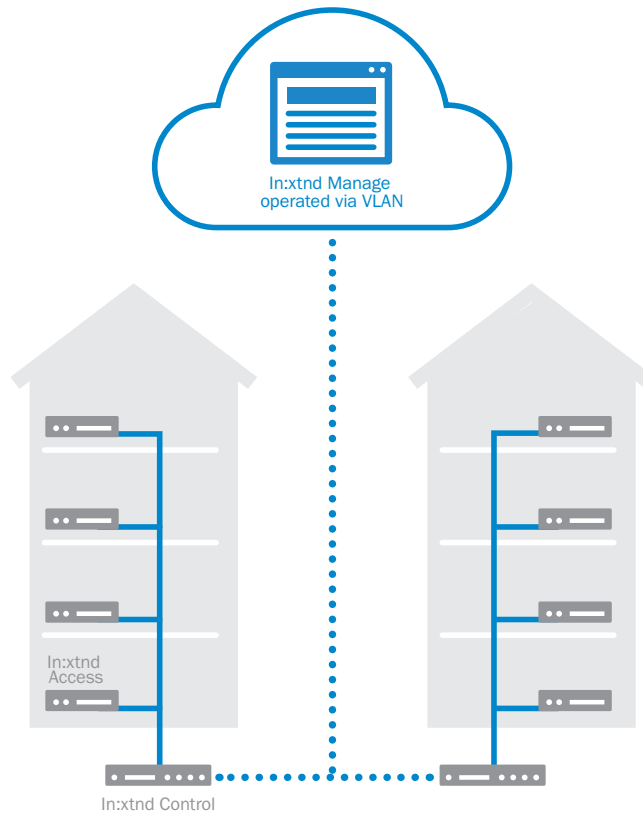
ABBILDUNG 1



IP über Koax – Systemübersicht

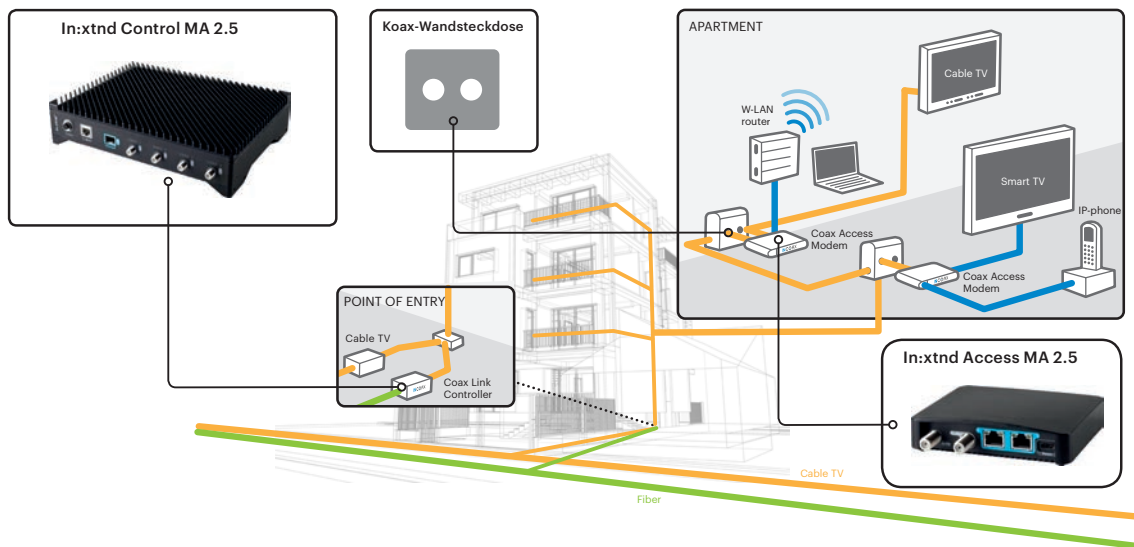
ABBILDUNG 2

Das System wird über In:xtnd Manage konfiguriert, gesteuert und überwacht, das in der Regel im Netzbetriebszentrum (NOC) des Betreibers installiert ist.



Installation von IP über Koax in einem Gebäude bei Koexistenz mit Kabelfernsehdiensten

ABBILDUNG
3-4



InCoax-Produktinformationen

Auf Basis des MoCA Access 2.5-Standards der Multimedia over Coax Alliance ist es das Ziel von InCoax, die nächste Generation von koaxialen Breitbandzugangslösungen anzubieten, wobei die bestehenden koaxialen TV-Netze genutzt werden können. Die aktuelle Plattform für Netzwerkzugangstechnologie, d.h. die Serie 19XX, wird zur Unterstützung von bis zu 10 Gbit/s Durchsatz in der Plattform der nächsten Generation (Serie 25XX) erweitert.

Dieses Dokument behandelt die folgenden InCoax-Produkte der nächsten Generation:

- In:xtn Control, mit 1,0/2,5/10 Gbit/s Glasfaser-Uplink und mehreren RFport-Alternativen
- In:xtn Access, mit GbE-Ethernet-Ports und IEEE 802.11 Wi-Fi® als Alternativen
- In:xtn Manage, Service-/Netzwerk-/Elementmanagement-Software für Netzwerkelemente
- In:xtn Combine, Filter und Kombiniierer verschiedener HF-Bänder

Entwicklung des Zugangsnetzes

Auswirkungen des Bandbreitenverbrauchs durch Echtzeit-Entertainment

Echtzeit-Entertainment [2], bestehend aus Streaming IP Video und IP Audio, ist nach wie vor die größte Traffic-Kategorie in praktisch jedem Netzwerk und wird voraussichtlich bis 2018 weiter wachsen.

In Nordamerika ist die Dominanz von Echtzeit-Entertainment zu einem großen Teil auf die anhaltende Marktführerschaft von Netflix mit einem Anteil von 35,2% am Netzwerkverkehr zurückzuführen, wie zahlreiche Presse- und Analystenberichte zeigen. Amazon Instant Video gewinnt an Popularität und 12 verursacht fast zwei Prozent des Downstream-Spitzenverkehrs aufkommens. Amazon wird als einer der führenden alternativen OTT-Videoservices in Nordamerika betrachtet.

Parks Associates gibt an, dass viele Verbraucher in den USA zum Beispiel mindestens zwei kostenpflichtige Dienste abonnieren, manchmal zusätzlich zu ihrem traditionellen Pay-TV-Anbieter. Da weiterhin kostenpflichtige Direktkundendienste (oder OTT) auf den Markt kommen, werden die Teilnehmer über eine zunehmende Anzahl von Alternativen verfügen, die den Bedarf an schnellen und zuverlässigen Zugangs-

netzen nur noch beschleunigen werden.

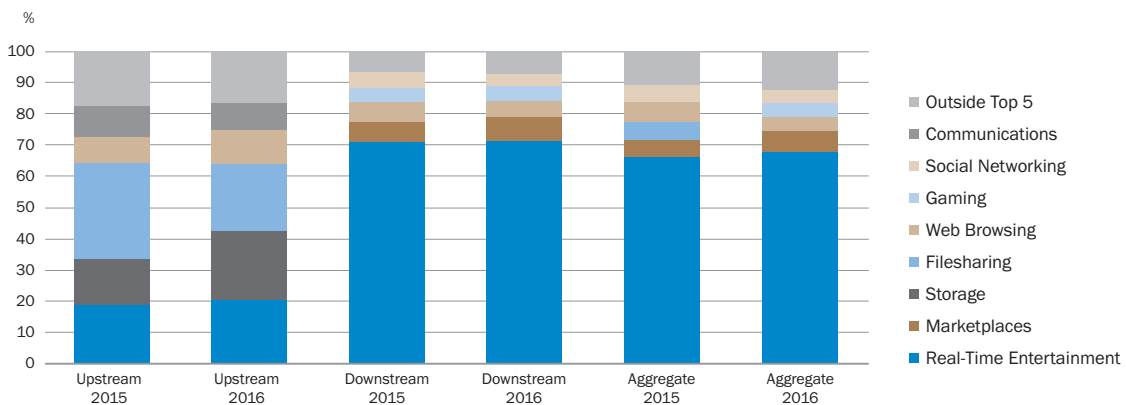
In Europa ist Echtzeit-Entertainment ebenfalls die führende Traffic-Kategorie, die 45,6 Prozent des Downstream-Datenverkehrs zu Spitzenzeiten ausmacht und jedes Jahr wächst. Es ist zu beachten, dass der Echtzeit-Entertainment-Verkehr von Land zu Land variiert, wobei der Anteil von OTT am Downstream-Verkehr zwischen 25 und 68 Prozent beträgt. Diese Unterschiede sind zum Teil auf die Verfügbarkeit einer Reihe von Streaming-Video-Diensten zurückzuführen, die in jedem einzelnen Land verfügbar sind, sowie auf die unterschiedlichen Leistungen der Betreiber von Internet-Breitbanddiensten. Länder, in denen kostenpflichtige Streaming-Dienste beliebt sind und leistungsstarke Breitbandnetzoptionen verfügbar sind, weisen in der Regel einen höheren Anteil am Echtzeit-Unterhaltungsverkehr in ihrem Netzwerk auf.

Nachfolgend finden Sie die Empfehlungen zur Internet-Download-Geschwindigkeit pro Stream für die Wiedergabe von Filmen und Fernsehserien über Netflix (Quelle: Netflix):

- 3,0 Megabit pro Sekunde –

Verkehrszusammensetzung 2016 in der Spitzenzeit – Nordamerika, Festanschluss

ABBILDUNG 5



- empfohlen für SD-Qualität
- 5,0 Megabit pro Sekunde – empfohlen für HD-Qualität
- 25 Megabit pro Sekunde – empfohlen für Ultra-HD-Qualität

Jeder IP-Videodienst stellt einen separaten Unicast-Stream dar, so dass Multicast-Streams wie bei IPTV keinen Vorteil haben. Mit der fortschreitenden Einführung von HD/UHD-Fernsehern wird auch der Anteil von Echtzeit-Entertainment am gesamten Internetverkehr weiter steigen.

Streaming-Dienste haben an Popularität gewonnen, was den Bedarf der Verbraucher an der auf Dauer verfügbaren Breitbandkapazität erhöht, und wenn Streaming-Dienste erst einmal anfangen, Ultra HD zu unterstützen, wird die Dauer-Breitbandkapazität weiter zunehmen.

DSL-Entwicklung zur Unterstützung von Echtzeit-Entertainment

Ein DSL-Zugangsnetz ist eine Zugangsarchitektur, bei der der Kanal der letzten Meile (in diesem Fall die DSL-Verbindung) einem einzelnen Teilnehmer zugeordnet ist. Die DSL-Zugangsarchitektur besteht aus zwei oder mehr Stufen zwischen dem Präsenzpunkt des Internet Service Providers (ISP) und dem Teilnehmer. Sie sind:

1. Das Netzwerk zwischen dem ISP und dem DSL Access Multiplexer (DSLAM),

der sich entweder in der Zentrale oder in der Loop-Anlage befindet. Befindet sich der DSLAM in der Zentrale (CO), ist die Verbindung der heutigen DSLAMs in Richtung Netzwerk in der Regel ein Hochgeschwindigkeitsdatennetz, das vom Internet Service Provider betrieben wird, mit Datenraten im Bereich von oder über 1 Gigabit pro Sekunde.

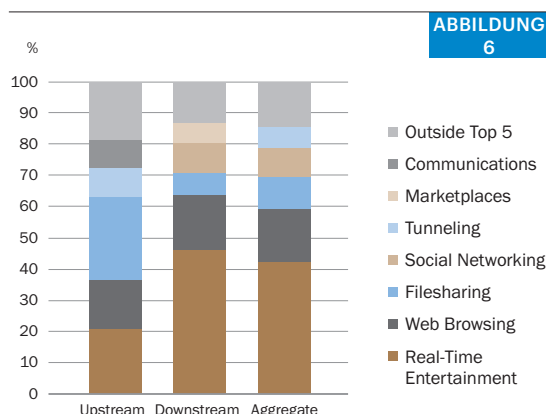
2. Die Teilnehmerschleife. Die Schleife stellt eine dedizierte Verbindung vom DSLAM zu jedem Teilnehmer bereit.

Ein typischer DSLAM in einer Zentrale ist eine modulare Einheit, die mit verschiedenen Arten von Zugangskarten bestückt werden kann. Die Verbindungen zum Datennetz bestehen in der Regel aus Verbindungen mit mehreren Gigabit oder höheren Geschwindigkeiten. Auf der Teilnehmerseite kann der DSLAM 500 oder mehr DSL-Verbindungen unterstützen, entweder direkt oder über untergeordnete DSLAMs, wie nachfolgend beschrieben.

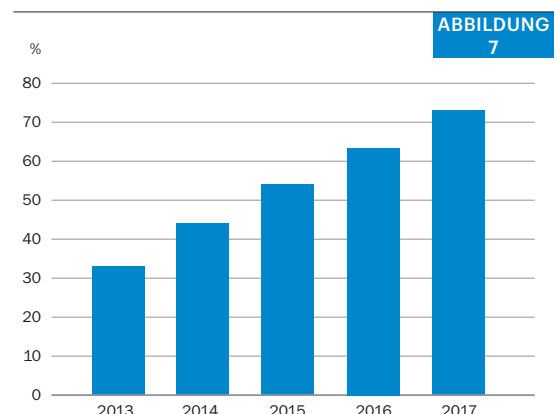
In vielen DSL-Netzen werden in der Loop-Anlage entfernte DSLAMs eingesetzt. Dadurch verringert sich die Länge der Schleife zwischen Teilnehmer und DSLAM, was wiederum höhere Datenraten ermöglicht. Diese DSLAMs bedienen in der Regel 24 bis 384 Teilnehmer in einem Verteilgebiet.

Wird der Teilnehmer von einem untergeordneten DSLAM bedient, besteht eine

Verkehrszusammensetzung 2015 in der Spitzzeit – Europa, Festanschluss



Globaler Smart-TV-Anteil an den TV-Sendungen (Quelle: BI Intelligence)



Verbindung zwischen dem DSLAM in der Zentrale und dem untergeordneten DSLAM. Viele untergeordnete DSLAMs werden über Glasfaserverbindungen mit Gigabit-Raten versorgt.

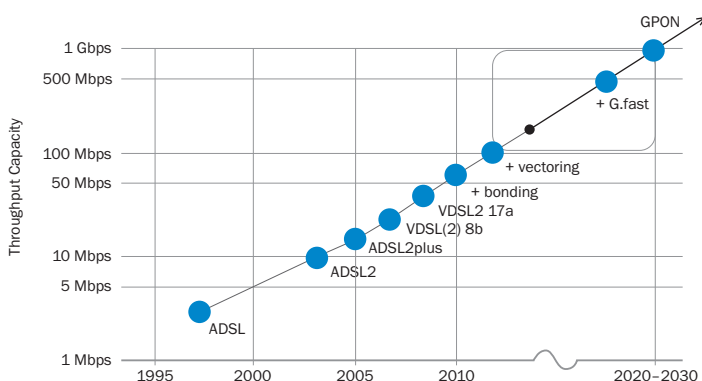
Die oben beschriebenen DSLAM-Verbindungen in Richtung Netzwerk sind gemeinsame Ressourcen, über die Daten von mehreren Teilnehmern die Bandbreite teilen. Dies sind typischerweise Hochgeschwindigkeitsressourcen, die im Bereich von 1 Gigabit pro Sekunde und darüber arbeiten.

Jeder Teilnehmerschleifenanschluss ist eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen dem DSLAM und einem einzelnen Teilnehmer. Der gesamte Verkehr, der über diese

Schleife übertragen wird, ist für den Teilnehmer bestimmt, der von der Schleife bedient wird. Mit der derzeit eingesetzten kommerziellen ADSL-Technologie liegen die erreichbaren Raten auf den längsten Schleifen eines Carrier-Service-Bereichs (3600 Meter) bei ca. 6 Mbit/s für den Download und ca. 1 Mbit/s für den Upload, wobei bei kürzeren Schleifen wesentlich höhere Geschwindigkeiten erreicht werden können. Wenn Schleifen von einem entfernten DSLAM bedient werden, der für ein einzelnes Verteilgebiet bestimmt ist, beträgt die maximale Schleifenlänge typischerweise weniger als 1800 Meter und unterstützt Download-Datenraten von 15-25 Mbit/s pro Teilnehmer.

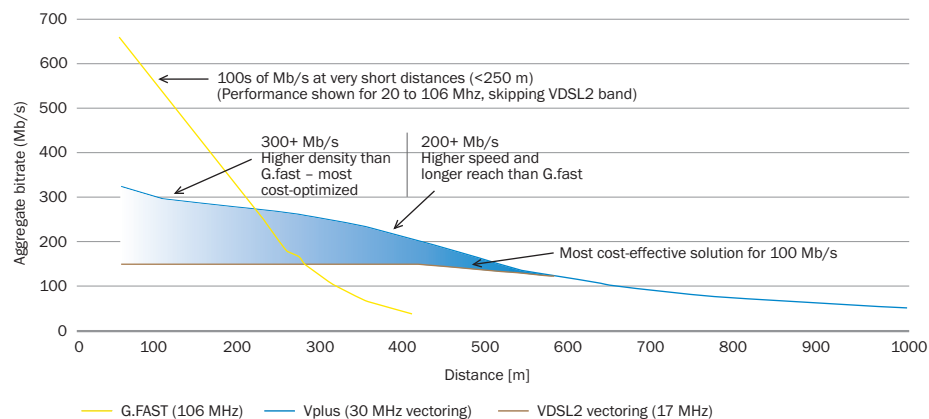
Entwicklung von ADSL zu G.Fast, angeboten von Telekom-Betreibern

ABBILDUNG 8



Um die Gbit/s-Geschwindigkeit zu erreichen, muss eine G.fast-DPU in der Wohnanlage bereitgestellt werden

ABBILDUNG 9



VDSL ist eine DSL-Technologie, die eine schnellere Datenübertragung als ADSL über ein einzelnes flaches, unverdrilltes oder verdrilltes Kupferdrahtpaar (Download bis zu 52 Mbit/s und Upload bis zu 16 Mbit/s) unter Verwendung des Frequenzbandes von 25 kHz bis 12 MHz ermöglicht. Mit diesen Raten kann VDSL Anwendungen wie HD-Fernsehen sowie Telefondienste (Voice over IP) und den allgemeinen Internetzugang über eine einzige Verbindung unterstützen. VDSL2-Systeme der zweiten Generation nutzen Frequenzen von bis zu 35 MHz, um Datenraten von nahezu 100 Mbit/s gleichzeitig in beide Richtungen bereitzustellen. Die maximal verfügbare Bitrate wird bei einer Reichweite von ca. 300 Metern erreicht; die Leistung nimmt mit zunehmender Schleifendämpfung ab. Das VDSL2-Vectoring von Systemen der dritten Generation funktioniert mit Twisted-Pair-Verkabelung und basiert auf dem Konzept der "Rauschunterdrückung", ähnlich wie bei den Kopfhörern, die Leute zunehmend in Flugzeugen verwenden, um Hintergrund-/Motorgeräusche beim Hören von Musik oder beim Ansehen eines Films zu reduzieren oder zu unterdrücken. VDSL2-Vectoring berechnet die Interferenz

zwischen allen Paaren in einem Strang, basierend auf den tatsächlichen Signalen, und nutzt diese Informationen, um ein Rauschunterdrückungssignal für jedes Paar zu erzeugen, wodurch praktisch jedes Übersprechen entfernt wird.

G.fast ist die vierte Generation der DSL-Technologie für Teilnehmeranschlüsse unter 250 Metern, mit Leistungszielen zwischen 150 Mbit/s und 1 Gbit/s je nach Leitungslänge. Hohe Geschwindigkeiten werden nur über sehr kurze Schleifen erreicht, die weniger als 100 Meter lang sind.

Kabel- und MSO-Betreiber haben den klaren Vorteil, dass sie im Vergleich zu Telekom-Anbietern höhere Bandbreiten-Spitzenraten anbieten können. Dies ist bereits heute der Fall und wird mit der DOCSIS-Entwicklung fortgesetzt.

Breitbanderlebnis für Verbraucher

Es gibt viele Faktoren, die das Gesamterlebnis der Verbraucher in einem bestimmten Breitbandnetz beeinflussen. Die beiden Hauptthemen sind jedoch die Spitzengeschwindigkeit und die Dauerbandbreite:

- Eine hohe Spitzengeschwindigkeit kann es den Kunden ermöglichen, Dateien zum sofortigen Gebrauch schnell herunter

Verteilung der Spitzenzeiten-Istgeschwindigkeit im Verhältnis zur Spitzen-Istgeschwindigkeit für ausgewählte BT- und Virgin Media-Pakete (Quelle: Ofcom, 2013)

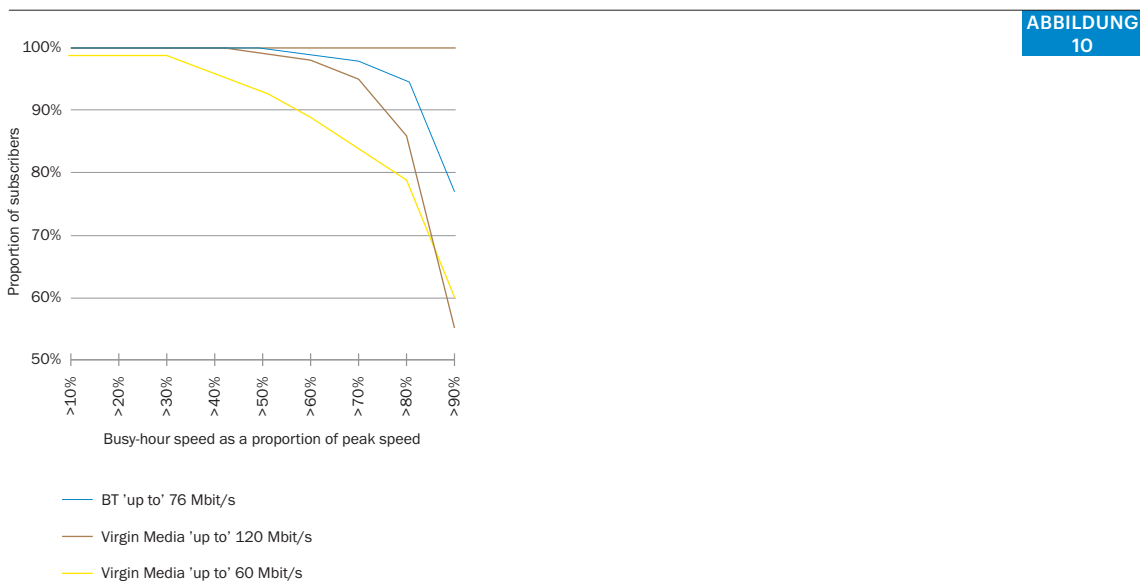


ABBILDUNG 10

erzuladen/hochzuladen – und dies ist besonders wichtig, wenn ein Kunde vor dem Gebrauch warten muss, bis 16 der Download abgeschlossen ist. Ein Beispiel ist das Herunterladen von Medien über ein Heimnetzwerk für den späteren Gebrauch unterwegs, z.B. von einem Cloud-Speicherdienst zu einem Offline-Medienplayer (z.B. ein Sky-Go-Film auf ein Tablet oder ein neues iTunes-Album auf einen iPod) vor dem Verlassen des Kundenhaushalts.

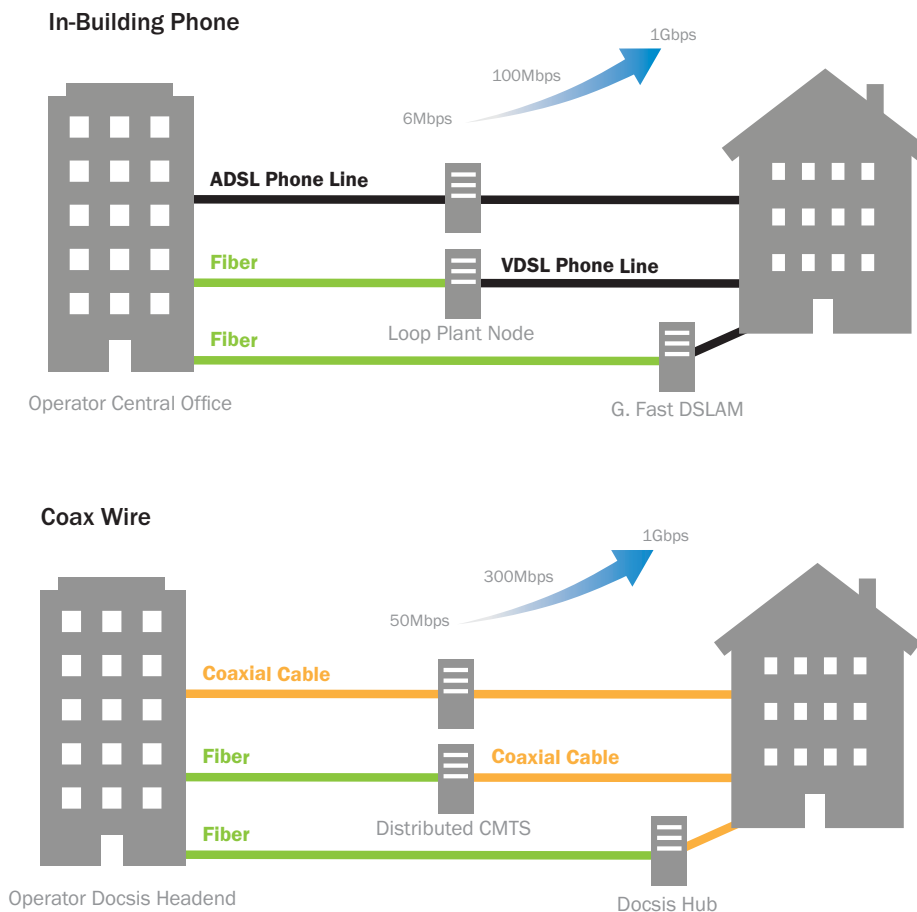
- Eine hohe Dauergeschwindigkeit selbst zu Spitzenverkehrszeiten ermöglicht eine stabilere Verbindung für die Teilnehmer und eine gute Leistung ihrer Verbindungen unabhängig von der Tageszeit oder

dem Wochentag. Eine gute Leistung ist sowohl für Dienste mit hohen QoS-Anforderungen (wie IPTV oder Videokonferenzen) als auch für Dienste erforderlich, die die Verteilung großer Datenmengen über einen längeren Zeitraum erfordern, wie beispielsweise Echtzeit-Entertainment.

Da DOCSIS eine gemeinsame Bandbreite im Zugangsnetz nutzt, leidet es tendenziell unter einem viel größeren Abfall der Spitzengeschwindigkeiten und Dauerbandbreite aufgrund von Netzwerküberlastungen als VDSL/FTTC. Dies zeigt sich bei Betrachtung der tatsächlich erreichbaren Geschwindigkeiten von DOCSIS während

Steigende Anforderungen an die Dauerdatengeschwindigkeit veranlassen DSL- und DOCSIS-Betreiber, einen Glasfaseranschlusspunkt in der Wohnanlage einzurichten, um Gigabit-Dienste anbieten zu können

ABBILDUNG 11



der Stoßzeit (wenn die größte Anzahl von Nutzern mit hoher Wahrscheinlichkeit das Netzwerk gleichzeitig nutzt), wie in Abbildung 8 für Großbritannien dargestellt. Dieser Effekt ist beim Vergleich ähnlicher Pakete (d.h. Virgin Media bis zu 60 Mbps mit BT bis zu 76 Mbps) noch deutlicher; der Anteil der Ofcom-Tester, die in Spitzenzeiten mehr als 80% ihrer maximalen Geschwindigkeit erreichen, betrug 79%, damit Virgin Media Spitzengeschwindigkeiten bereitstellen konnte, die näher an der angekündigten Geschwindigkeit liegen oder diese tatsächlich übersteigen.

Wenn der Anteil von Echtzeit-Entertainment steigt, wie bereits beschrieben, nimmt die Dauerleistung in einem DOCSIS-basierten Netzwerk, in dem viele Teilnehmer eine DOCSIS-Verbindung teilen, schneller ab als in einem DSL-basierten Netzwerk. Um die Kundenzufriedenheit zu erhalten, müssen die Kabel- und MSO-Betreiber entweder die Anzahl der für den Daten-Download genutzten Fernsehkanäle erhöhen oder 17 DOCSIS 3.1 einführen, wodurch die Kapazität durch die Nutzung eines breiteren Frequenzspektrums erhöht wird. Eine andere Alternative besteht darin, die DOCSIS-Kopfstation näher zum Kundengelände zu verschieben oder die DOCSIS-Kopfstation in der Wohnanlage selbst unterzubringen. Gleiches gilt für DSL-Betreiber, wenn G.fast eingesetzt wird, was im Prinzip bedeutet, dass die DPU in der Wohnanlage installiert werden muss,

um Gigabit-Geschwindigkeiten bereitstellen zu können.

Der DOCSIS-Betreiber muss näher an die Wohnanlage herankommen, damit weniger Kunden die verfügbare Kapazität teilen, um eine hohe Dauerkapazität pro Kunde zu gewährleisten, während DSL-Betreiber näher an die Wohnanlage herankommen müssen, indem sie die Telefonleitungsschleife verkürzen, damit für den Kunden eine höhere Kapazität verfügbar ist.

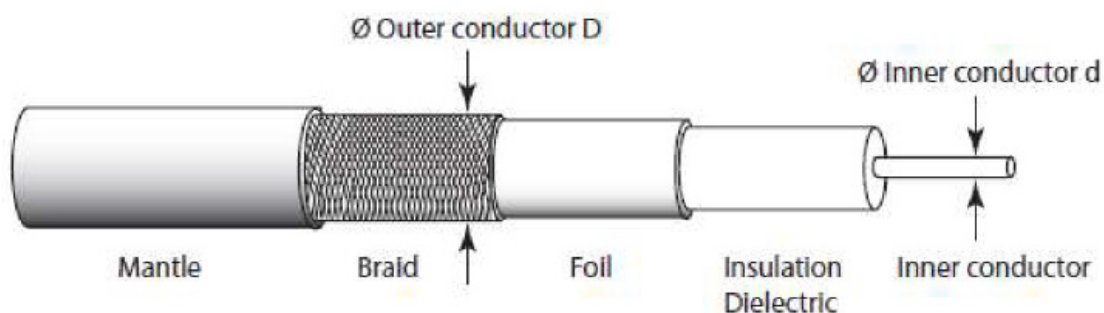
Vergleich Koaxialkabel im Gebäude vs. Telefonleitung

Koaxialkabel, röhrenförmige zweiadrige Kabel, die aus einem Kern und einer Abschirmung bestehen, werden in Kabel- und terrestrischen Fernsehsystemen und anderen Hochfrequenzanwendungen eingesetzt. Ihr Aufbau ist in Abbildung 11 dargestellt. Ein Mantel umhüllt das Kabel; eine Schutzhülle aus weißem PVC oder schwarzem Polyethylen (PE). Geflecht und Folie dienen als Abschirmung und schützen das Kabel vor der Einstrahlung unerwünschter terrestrischer Frequenzen, um Störungen zu vermeiden. Das Geflecht schützt vor tiefen Frequenzen und die Folie vor hohen Frequenzen. Umgekehrt schützen Folie und Geflecht die Umgebung vor der Abstrahlung des Koaxialkabels.

Die Isolierung oder das Dielektrikum hat die Funktion, den Innenleiter in Position zu halten. Der beste verfügbare Isolator ist

Aufbau eines Koaxialkabels

ABBILDUNG 12



Luft. Um gute Dämpfungseigenschaften zu erreichen, enthält die Isolierung auch 18 kleine Luftblasen, die das Gefühl von Schaumstoff vermitteln. Je mehr Luft in der Isolierung ist, desto weniger dämpft das Kabel. Die gängigsten Kunststoffarten sind Polyethylen (PE) und geschäumtes Polyethylen. Der Innenleiter besteht aus Kupfer und hat einen bestimmten Durchmesser, der bei dem in Gebäudenetzen verwendeten Kabel zwischen 0,5 mm und 2,0 mm variiert.

Twisted-Pair-Verkabelung ist eine Art von Verkabelung, bei der zwei Leiter eines einzelnen Stromkreises miteinander verdreht werden, um elektromagnetische Interferenz (EMI) von externen Quellen zu beseitigen, z.B. elektromagnetische Strahlung von ungeschirmten Twisted-Pair-Kabeln (UTP) und Übersprechen zwischen benachbarten Paaren. Im symmetrischen Paarbetrieb führen die beiden Drähte gleiche und entgegengesetzte Signale, und das Ziel erkennt den Unterschied zwischen den beiden. Dies wird als Differentialmodusübertragung bezeichnet. Rauschquellen leiten Signale durch Kopplung von elektrischen oder magnetischen Feldern in die Drähte ein und tendieren dazu, sich mit beiden Drähten gleichermaßen zu koppeln. Das Rauschen erzeugt somit ein

Gleichtaktsignal, das am Empfänger bei der Aufnahme des Differenzsignals aufgehoben wird.

Dieses Verfahren beginnt zu scheitern, wenn sich die Rauschquelle in der Nähe der Signalleitungen befindet; der näher gelegene Draht koppelt stärker mit dem Rauschen und die Gleichtaktunterdrückung des Empfängers kann es nicht beseitigen. Dieses Problem tritt besonders bei Telekommunikationskabeln auf, bei denen Paare im gleichen Kabel viele Kilometer lang nebeneinander liegen. Ein Paar kann ein Übersprechen in einem anderen induzieren und ist über die Kabellänge additiv. Das Verdrehen der Paare wirkt diesem Effekt entgegen, da bei jeder halben Verdrehung der der Rauschquelle am näher liegende Draht ausgetauscht wird.

Unter der Voraussetzung, dass die Störquelle über die Entfernung einer einzelnen Verdrehung gleichmäßig oder nahezu gleich bleibt, bleibt das induzierte Rauschen im Gleichtakt. Die differentielle Signalübertragung reduziert auch die elektromagnetische Strahlung des Kabels und die damit verbundene Dämpfung, die eine größere Entfernung zwischen den Vermittlungsstellen ermöglicht.

Die Erhöhung der Datengeschwindigkeit erfordert die Unterstützung eines zuneh-

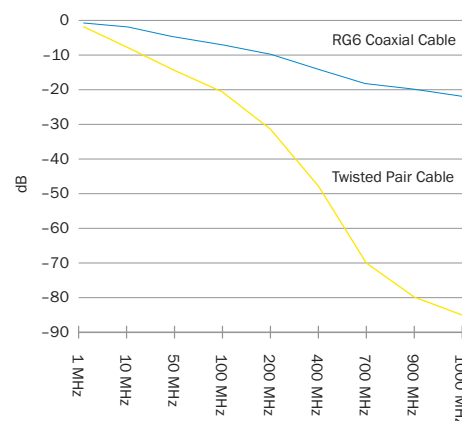
Typisches Twisted-Pair-Kabel

ABBILDUNG 13



Dämpfungsvergleich von 100 Metern RG6-Koaxialkabel und verdrehter Telefonleitung auf verschiedenen Frequenzen

ABBILDUNG 14



menden Frequenzspektrums, und es ist offensichtlich, dass Twisted-Pair-Telefonkabel im Gebäude eine viel höhere Dämpfungsleistung aufweisen, um höhere Frequenzen zu unterstützen als RG6-Koaxialkabel im Gebäude. Das bedeutet, dass Koaxialkabel besser geeignet sind, hochfrequente Signale zu übertragen als Twisted-Pair-Kabel, und ist auch einer der Gründe, warum DOCSIS-Betreiber eine viel höhere Spitzengeschwindigkeit anbieten können als DSL-Betreiber.

Koaxialkabel wurden aufgrund der Umstellung von Analog- auf Digital-TV aufgerüstet, da die Digital-TV-Übertragung eine größere Kanalvielfalt bietet, so dass in den meisten Wohnanlagen das Koaxialnetz im Gegensatz zu den Telefonleitungen aufgerüstet wurde. Koaxialkabel unterstützen einen Frequenzbereich von typischerweise bis zu 2,4 GHz und Datenraten über 10 Gbit/s. Koaxialkabel können die Geschwindigkeit zukünftiger Glasfaserkabel erreichen, Twisted-Pair-Kabel nicht.

Leistung des Betreibers bei der Änderung der Zugangstechnologie

Telekom-Betreiber haben traditionell versucht, die bestehenden Investitionen in die Kupferinfrastruktur zu maximieren, indem sie neue Technologien für den Breitbandzugang wie ADSL, VDSL, VDSL-Vectoring und jetzt für die Zukunft G.fast mit einer Unterstützung von nahezu 1 Gbit/s bei Kupferleitungslängen von weniger als 100 Meter eingeführt haben.

Für den Einsatz in Neubauten wird davon ausgegangen, dass FTTH in Einfamilienhäusern und FTTdp in Mehrfamilienhäusern

die gewählte Lösung sein wird.

Für den Einsatz in vorhandenen Einfamilienhäusern ist FTTH eine Alternative, wenn die Flächendurchdringung mehr als 50% der Teilnehmer beträgt, andernfalls bietet sich FTTdp in einem Straßenschrank an.

Beim Einsatz in bestehenden Wohnanlagen wird das FTTdp im Untergeschoss der Wohnanlage untergebracht, um die Anforderung einer Kapazität von 1 Gbit/s zu erfüllen, damit der DSL-Betreiber mit DOCSIS-Betreibern konkurrieren kann.

Bei G.fast wird von einigen Anbietern vorgeschlagen, dass es möglich sein sollte, anstelle von Kupferdrähten im Gebäude auch die koaxiale Infrastruktur zu nutzen. G.fast nutzt zunächst ein Spektrum bis 106 MHz und später bis 212 MHz. Wenn das Gebäude bereits über DOCSIS-Dienste von einem Kabel- oder MSO-Betreiber verfügt, kann G.fast nicht an demselben Koaxialkabel koexistieren. G.fast erfordert auch, dass die Koax-Infrastruktur vom Verteilungspunkt über ein dediziertes Koaxialkabel zu jeder Wohnung verläuft, was in vielen Wohnanlagen nicht der Fall ist. G.fast erfordert auch, dass die Koax-Infrastruktur vom Verteilungspunkt über ein dediziertes Koaxialkabel zu jeder Wohnung verläuft, was in vielen Mehrfamilienhäusern nicht der Fall ist.

Durch das Angebot der G.fast-Koaxiallösung wird deutlich, dass Telekom-Betreiber Koaxialkabel als Alternative zur Unterstützung von Gigabit-Diensten sehen, wenn sich das FTTdp im Gebäude befindet.

MSOs und Kabelbetreiber haben traditionell versucht, die bestehenden Investi-

Kabelattribut	Koaxialkabel-Netzwerk	Twisted-Pair-Netzwerk
Alter der gebäudeinternen Verkabelung	+	-
Kabelverfügbarkeit am Eingangspunkt	+	+
Verkabelung erreicht TV-Standort im Haushalt	+	-
HF-Dämpfung des Kabelnetzes	+	-
Zukünftige Unterstützung für Multi-Gigabit	+	-

Tabelle 1 Stärken (+) und Schwächen (-) von Koaxial- und Twisted-Pair-Kabeln im Vergleich

tionen in die Koaxialinfrastruktur zu maximieren, indem sie neue Technologien für den Breitbandzugang wie DOCSIS1.0, DOCSIS2.0, DOCSIS3.0 und jetzt für die Zukunft DOCSIS3.1 mit bis zu 10 Gbit/s hinzugefügt haben.

Die Koaxialnetze müssen für den Frequenzbereich bis 1218 MHz aufgerüstet werden, wenn DOCSIS3.1 eingesetzt wird. Das bedeutet, dass Splitter und Abgriffe aufgerüstet werden müssen und alle TV-Verstärker diese höheren Frequenzbereiche unterstützen und auch den Rücklauffrequenzbereich bis 200 MHz abdecken müssen. Das Netzwerk wird weiterhin ein geteiltes Medium sein. Wenn eine DOCSIS-Kopfstation 500 Teilnehmer unterstützt, teilen sich diese Teilnehmer die bereitgestellte Kapazität, bleiben im Bereich von Mbit/s pro Teilnehmer, und damit wird der zukünftige Bedarf an Dauerkapazität, der für Netflix UHDTV und ähnliche Dienste erforderlich ist, nicht gedeckt.

Im Durchschnitt hat jedes Haus in Europa 2,4 Fernsehgeräte, so dass eine Dauerkapazität von 60 Mbit/s erforderlich ist, und DOCSIS 3.1 kann das ohne DOCSIS 3.1-Hub in der Wohnanlage nicht leisten.

Für den Einsatz in Neubauten wird davon ausgegangen, dass FTTH in Einfamilienhäusern und FTTdp in Mehrfamilienhäusern die gewählte Lösung für Kabel- und MSO-Betreiber sein wird, um sowohl Fernsehdienste als auch DOCSIS-Dienste über Glasfaser anzubieten.

Für den Einsatz in vorhandenen Einfamilienhäusern bleibt DOCSIS weiterhin eine starke Alternative, wenn es ein bestehendes Koaxialnetz gibt. Beim Einsatz in Mehrfamilienhäusern wird sich das FTTdp im Untergeschoss der Wohnanlage befinden, damit Echtzeit-Unterhaltungsdienste unterstützt und weiterhin sowohl traditionelle Digital-TV- als auch DOCSIS-Dienste bereitgestellt werden können.

Fähigkeiten von DOCSIS und DSL Aufrüstungsoptionen		Zeitrahmen		
		Jetzt	Mittelfristig	Langfristig
Optionen für DOCSIS-Betreiber	Technologie	Bereitstellung von DOCSIS 3.0	Bereitstellung von DOCSIS 3.1	MoCA Access für All-IP über Koaxialkabel
	Frequenzband	5-862 MHz	5-1006 MHz oder 5-1218 MHz	5-1700 MHz
	Netz	Reduzierung der Anzahl der Haushalte pro Knoten	Distributed CMTS- oder DOCSIS-Hub	FTTdp-Bereitstellung innerhalb der Wohnanlage zur Unterstützung von MoCA Access
Optionen für DSL-Betreiber	Technologie	VDSL	VDSL-Vectoring/G.fast/MoCA Access 2.5	MoCA Access koexistiert entweder mit TV/DOCSIS oder All-IP über Koax
	Frequenzband	Bis zu 35 MHz über Kupferleitung	Bis zu 106 MHz über Kupferleitung	Bis zu 212 MHz über Punkt-zu-Punkt-Koaxialleitung. Kupferleitungen können nur auf sehr kurzen Entfernungen von weniger als 70 Metern verwendet werden
	Netz	FTTC in der Regel im Straßenschrank	FTTC für VDSL-Vectoring und FTTdp im Wohngebäude bei G.fast/MoCA Access 2.5	FTTdp für MoCA Access im Wohngebäude

Tabelle 2 Zusammenfassung der Aufrüstungsoptionen für DOCSIS- und DSL-Betreiber

Ändert MoCA Access 2.5 die Voraussetzungen für das Zugangsgeschäft?

Die DSL- und DOCSIS-Branche muss sowohl mit ihren Legacy-Systemen kämpfen wie untereinander. Die DSLs stehen vielleicht vor einer noch grundlegenden Herausforderung: Das Material, auf dem die Industrie basiert, ist Kupfer, und es ist schwer, damit die hohen Geschwindigkeiten zu erreichen, die notwendig sind, um den intensiven Verkehr durch die heutigen Netze zu unterstützen.

Das ist im Wandel begriffen. Die DSL-Branche hat das Kupfer im Kern ihres Netzes und in den Geschäftsbereichen längst durch Glasfaser ersetzt. Das schwierigere Thema ist die letzte Etappe in den Wohngebieten und wie man die Teilnehmer auf den letzten Metern im Gebäude erreichen kann.

MoCA Access 2.5 wird die Fähigkeit haben, 2,5 Gbit/s und mit Zukunftsplänen bis zu 10 Gbit/s zu liefern, was deutlich mehr sein wird als DSL-basierte Technologien aufgrund der begrenzten physikalischen Eigenschaften von Twisted-Pair-Kabeln bieten können.

Eine vorhandene DOCSIS-Installation, die auf Downstream-Daten über mehrere bestehende TV-Kanäle basiert, erhöht die Komplexität der Kopfstelle und treibt die Investitionskosten in die Höhe, je näher die DOCSIS-Kopfstelle am Gebäude platziert ist. Heutzutage sind die Kosten für einen DOCSIS-Wohngebäude-Hub etwa vier- bis fünfmal höher als die geschätzten Kosten für eine ähnliche MoCA Access 2.5-Kopfstelle, und mit höherer Datendurchsatzkapazität nimmt die Kostendifferenz weiter zu.

Für HFC müssen Kabel- und MSO-Betreiber müssen auch die Frage beantworten: "Wann sollen traditionelle Analog-/Digital-TV-Dienste durch einen IP-Komplettersatz ersetzt werden, während die DSL-Betreiber heute nur noch IP-basierte Dienste anbieten?" MoCA Access 2.5 ist ein starker Kandidat, um die Art und Weise zu ändern, wie Gigabit-Dienste insbesondere in Wohnanlagen angeboten werden. Es kann entweder in Koexistenz mit traditionellen TV-/DOCSIS-Diensten oder als Voll-IP-Lösung über Koaxialkabel mit Multi-Gigabit-Diensten eingesetzt werden. Damit ist MoCA Access 2.5 auch für ambitionierte Breitbandbetreiber und Internet Service Provider sowie Telekom-Betreiber geeignet.

Aus technologischer und performanter Sicht ist MoCA Access 2.5 eine sehr kosteneffiziente Lösung im Vergleich zu G.fast und DOCSIS3.1. Es hat keine Altlasten wie DOCSIS und ist sehr skalierbar im Vergleich zu G.fast, wo 2,5 Gbit/s und in Zukunft bis zu 10 Gbit/s für einen Teilnehmer bereitgestellt werden können. Es wird der eingehenden Glasfaserkapazität entsprechen, die heute bei 1 Gbit/s liegt und in Zukunft über die Glasfaser zur Wohnanlage bei 10 Gbit/s liegen wird.

Vergleiche der Investitionskosten für MoCA Access 2.5 und G.fast können schwierig sein, da sie stark von den technologischen Lösungen und Ausrüstungskosten der Lieferanten abhängen, aber auch von der Geografie und den Bodenverhältnissen, von der bestehenden Infrastruktur, der Verfügbarkeit vorhandener Kanäle, dem städtischen Infrastrukturfeld und den Arbeitskosten. In mehreren

Technologie	Netzwerkzugriffsgeschwindigkeit	Investition (€) pro Teilnehmer	Verfügbarkeit
Vectored VDSL	50-100 Mbit/s	265-440 (mit DSLAM in Zentrale)	Heute – 2018
G.fast	100 Mbit/s – 1 Gbit/s	1230 (einschließlich FTTB)	Heute – 2018
FFTH	2,5 Gbit/s, die von 32 oder 64 Teilnehmern gemeinsam genutzt werden	2200-4400 (mit ONT beim Teilnehmer)	Heute – 2018
MoCA Access 2.5	2,5 Gbit/s gemeinsame Koaxialschleife für 31 Teilnehmer	450-650 (einschließlich FTTB)	Heute – 2018

Tabelle 3 Vergleich von Geschwindigkeit, Investitionsaufwand und Verfügbarkeit der Zugangstechnologien auf Basis der Gesamtkosten der Installation pro Teilnehmer des Betreibers aus [5].

Vorträgen werden die Investitionskosten pro Teilnehmer für Netzzugangstechnologien verglichen.

Die Kostenschätzungen für VDSL-Vectoring, G.fast und GPON in diesem Vergleich stammen aus „Giga Feast or Fast“ vom G.FAST-Gipfel am 21. Mai 2014. VDSL-Vectoring gilt mit durchschnittlichen Kosten von 265-440 € pro Teilnehmer als die kostengünstigste Option, wie von Dienstleistern berichtet wurde, die Vectored VDSL mit DSLAM in der Zentrale einsetzen.

MoCA Access 2.5 erfordert FTTB, wobei die Glasfaser-Anschlussstelle typischerweise im Keller der Wohnanlage installiert ist, wo sich auch der TV-Verstärkeranschlusspunkt des Gebäudes befindet. In diesem Vergleich werden die Kosten für die Glasfaserbereitstellung auf den gleichen Betrag geschätzt wie die FTTH-Bereitstellungskosten. Die Kosten für MoCA Access im Gebäude basieren auf den Kosten, die von den Dienstleistern für die Bereitstellung von MoCA Access vorausgehenden Lösungen gemeldet wurden. Einschließlich der Kosten für die Glasfaserbereitstellung gilt MoCA Access 2.5 als ebenso kostengünstig wie Vectored VDSL, mit durchschnittlichen Kosten von 450-650 € pro Teilnehmer und der Möglichkeit, Gigabit-Dienste bereitzustellen.

G.fast wird auf deutlich höhere Kosten als Vectored VDSL geschätzt. Die Implementierung von G.fast erfordert kürzere Entfernungen zwischen dem Verteilungspunkt (der DPU) und dem Teilnehmer, was in der Praxis bedeutet, dass die DPU im Wohngebäude selbst installiert wird, um nahe genug an die Wohnungen heranzukommen. G.fast wird auf Kosten von 1230 € pro Teilnehmer geschätzt.

GPON verursacht die höchsten Kosten, da es Glasfaserinstallationen zum Gebäude und auch innerhalb des Gebäudes erfordert, wo es in der Optical Terminal Unit (ONT) endet. Ein häufig genanntes Kostenproblem bei GPON ist die Installation der Glasfaser im Anschlusssegment, was die Zustimmung und Koordination mit dem Hausbesitzer oder Vermieter

erfordert.

Daher ist eine Kombination aus GPON und MoCA Access 2.5 sehr gut, da sie keine Koordination, Zustimmung des Vermieters oder Besuche in jeder Wohnung der Wohnanlage erfordert. Die Lösungen sind völlig eingriffsfrei. Sie erfordern keine Installation von neuen Kabeln, neuen Dosen oder optischen Netzwerk-Endgeräten (ONT) und auch keine Aufräumarbeiten in der Wohnung nach erfolgter Installation.

Wie bei ADSL- und VDSL-Modems können die Teilnehmer die MoCA Access 2.5-Modems selbst installieren.

Voll-IP-Kabel-Revolution

MoCA Access 2.5 wird eine Revolution in der Breitbandkommunikation auslösen. Auf einmal gibt es eine Technologie, die eine echte Glasfasererweiterung über bestehende Gebäudeleitungen ermöglicht. Die eingehende Glasfaserleistung am Gebäude-Einstiegspunkt entspricht der Geschwindigkeit in der Wohnung des Kunden. Gewöhnlich stellen die Betreiber einer Wohnanlage eine Glasfaserkapazität von 1 Gbit/s bzw. – bei GPON – von 2,48/1,25 Gbit/s zur Verfügung, die von den Teilnehmern im Gebäude geteilt wird. Jetzt kann diese Leistung durch den Einsatz der kostengünstigen MoCA Access 2.5-Technologie bis in die Wohnung hinein erweitert werden.

Für Kabel- und MSO-Betreiber ist dies eine Bedrohung, da sie traditionell analoge/digitale Fernsehdienste bereitgestellt und über das Koaxialnetz Datendienste hinzugefügt haben. Ihr Hintergrund ist der, Fernsehen als Hauptdienstleistung anzubieten, und sie haben Schwierigkeiten damit, vom traditionellen Fernsehvertriebsmodell abzuweichen. Sie investieren auch stark in DOCSIS-Technologien, um eine höhere Kapazität bereitzustellen zu können, verfügen jedoch, abgesehen von etwas Hybrid Fiber Coax (HFC), nicht über FTTH-Fähigkeiten wie die Telekom-Betreiber.

Für Telekom-Betreiber ist MoCA Access 2.5 eine Möglichkeit, das im Gebäude befindliche Koaxialnetz zu übernehmen, indem sie zunächst einen zusätzlichen Dienst neben Kabel- und MSO-Diensten anbieten, also IPTV- oder Echtzeit-Unterhaltungsdienste wie Netflix und dergleichen. Wenn der gebäudespezifische Servicevertrag mit dem Kabel- oder MSO-Betreiber endet, kann ein Telekom-Anbieter ein alternativer Dienstleister sein, der IP-Komplettdienste über das Koaxialnetzwerk anbietet.

Als Konkurrenten antretende Breitbandbetreiber und Internet Service Provider werden die MoCA Access 2.5-Technologie wahrscheinlich schneller als die Telekom-Betreiber einführen, was bereits heute der Fall ist. Dies übt Druck auf die Kabel- und MSO-Betreiber aus, wo sie sich dem Preiswettbewerb vor allem bei Internet-Surfdiensten stellen müssen.

In vielen Ländern konzentrieren sich die Regulierungsbehörden nur auf die Deregulierung der Telefonleitungen. Der regulierte Zugang zu Next Generation Access Networks (NGA) 2010/572/EU ist inzwischen gesetzlich geregelt, und in vielen EU-Mitgliedstaaten und einigen Staaten wurden auch Koaxialnetze darin eingeschlossen, was bei den Kabel- und MSO-Betreibern sehr unbeliebt ist.

MoCA Access 2.5 wird die regulatorischen Anforderungen unterstützen, dass mehrere Betreiber den MoCA Access 2.5-Knoten für die Entflechtung von Diensten nutzen.

Darüber hinaus strebt die EU auch eine aggressive Breitbandversorgung über die „Connectivity for a European Gigabit Society“ (aus [6]) an: „2010 wurden in der Digitalen Agenda für Europa Ziele für die Konnektivität bis 2020 festgelegt: universelle Verfügbarkeit bei 30 Mbit/s, um den territorialen Zusammenhalt zu gewährleisten, und Abonnements bei 100 Mbit/s durch mindestens 50% der europäischen Haushalte, um den künftigen Wettbewerbsbedarf zu antizipieren.“ Das Dokument definiert auch die zukünftigen Ziele für 2025:

„... Zugang zu Konnektivität mit mindestens 100 Mbit/s für alle europäischen Haushalte.“ Dies erfordert eindeutig die Wiederverwendung bestehender Kabel- und Leitungsinfrastrukturen, um die gesetzten Ziele erreichen zu können.

Betreiber, die die MoCA-Zugangsmöglichkeit frühzeitig nutzen, werden bei der Voll-IP-Kabel-Revolution deutliche Vorteile haben, da sie durch entsprechende Organisation in der Lage sind, Implementierungen über Koaxialnetze vor dem Wettbewerb durchführen zu können.

Verweise

- [1] Analyse Mason-Bericht: Zukunftsfähigkeit von Kabelnetzen für superschnelles Breitband
- [2] Sandvine: Global Internet Phenomena, 2016
- [3] Broadband Forum: DSL Technology Evolution
- [4] Alcatel-Lucent: Overview of G.Fast (Überblick über G.fast)
- [5] J. M. Cioffi und G. Ginis „Giga Feast or Fast“, G.FAST-Gipfel, 21. Mai 2014
- [6] Connectivity for a Competitive Digital Single Market – Towards a European Gigabit Society (Konnektivität für einen konkurrenzfähigen digitalen Binnenmarkt – Auf dem Weg zu einer europäischen Gigabit-Gesellschaft), COM(2016) 587

Glasfasererweiterung mit In:xtnd™ basierend auf MoCA Access™ 2.5

INCOAX



Kontaktinformationen, Adressen:

InCoax Networks AB
Utmarksvägen 4
SE-802 91 Gävle
Schweden

info@incoax.com
www.incoax.com

INCOAX