

Volker Leisse

DOCSIS® 3.1 auf dem Weg in die Netze

Zur Person



- Selbständiger beratender Ingenieur mit mehr als 20jähriger Erfahrung in der Telekommunikationsbranche
- Senior Executive Advisor für die Cable Television Laboratories (CableLabs®), dem globalen Forschungs- und Entwicklungskonsortium der Betreiber von Breitband-Kabelfernsehtetzen
- Schnittstelle der europäischen CableLabs Mitglieder zu globalen Projektteams und Repräsentant in diversen Industriegremien sowie europäischen und internationalen Standardisierungsorganisationen

Zum Vortrag

- Anforderungen und Designziele für DOCSIS 3.1
- Technologieüberblick und Leistungsparameter
- Koexistenz und Implementierungsstrategie
- Zertifizierungsprogramm
- Fallstudien
- Weiterentwicklung





Designziele für die nächste Generation

Gigabit Services	<ul style="list-style-type: none">•Effiziente Unterstützung höherer Übertragungskapazität•Zielmarken von 10 Gbps im Downstream, 2 Gbps im Upstream
Kostenreduktion	<ul style="list-style-type: none">•Signifikante Verringerung der Kosten pro übertragenem Bit im Vergleich zu DOCSIS 3.0
Anpassungsfähigkeit an Netzbedingungen	<ul style="list-style-type: none">•Nutzung des verfügbaren Spektrums•Berücksichtigung variierender Signalqualität
Effiziente Migration	<ul style="list-style-type: none">•Strategie zur 'erfolgsbasierten' Umrüstung•Kontinuität im Dienstangebot für Privat- und Geschäftskunden
Vorteile in existierenden Netzen	<ul style="list-style-type: none">•Verbesserung auch in existierenden HFC Netzen ohne notwendige Anpassung der Netzkomponenten
Energieeffizienz	<ul style="list-style-type: none">•Verbesserung im Stromverbrauch durch Nutzung erweiterter Funktionalität

	DOCSIS 3.0*	DOCSIS 3.1*	Verbesserung
Übertragungssystem	Single-Carrier QAM	OFDM	+ spektrale Effizienz + Robustheit + Flexibilität + Skalierbarkeit
Modulation	DS: bis zu 256-QAM US: bis zu 64-QAM	DS: bis zu 4096-QAM US: bis zu 1024-QAM (4096-QAM)	DS: + 4 bit/symbol → 50% US: + 4 bit/symbol → 66%
FEC	Reed-Solomon	LDPC	+ 3 dB SNR Verbesserung → 1024-QAM @ 34 dB SNR
Frequenzbereich	DS: 108 .. 862 (1006) MHz US: 5 .. 65 (85) MHz	DS: 258 (108) .. 1218 (1794) MHz US: 5 .. 204 MHz (versch. Grenzen)	DS: + 206 MHz → ~25% US: + 139 MHz → ~230%
Netzkapazität	DS: 94 Kan. @ 55 Mbps = ~5 Gbps US: 9 Kan. @ 30 Mbps = 270 Mbps	DS: 5 Blöcke @ 2,3 Gbps = 11,5 Gbps US: 2 Blöcke @ 0,9 Gbps = 1,8 Gbps	DS: + 130% US: + 566%
Modemkapazität	DS: 32 Kan. = ~1,7 Gbps US: 8 Kan. = 240 Mbps	DS: 2 Blöcke + 24 Kan. = ~5,9 Gbps US: 2 Blöcke = 1,8 Gbps	DS: + 247% US: + 650%
Kanalbündelung (bonding)	Auf Paketebene	Zeit- und Frequenzmultiplex Auf Paketebene	

DOCSIS 3.0 CM

DOCSIS 3.1 CM

CPE

Wenige 1.0/1.1
Viele 2.0
Einige 3.0

Keine 1.0/1.1
Mehr 3.0

Viele 3.0
Erste 3.1

Viele 3.0
Mehr 3.1

Viele 3.1

Verringerung von
2.0 CPE

3.0

US/DS
Bonding

3.1
CM

3.1 DS
CCAP

3.1 US
CCAP

Verb.
Netz

Kopfstelle

5-65 MHz US
3.0 CMTS
DS Bonding

3.0 CCAP
Mehr DS Bonding
US Bonding

3.0 CCAP
Mehr DS & US
Bonding

3.1 CCAP
Erste 3.1 DS OFDM

Erste 3.1 US
OFDMA

Erweiterung US &
DS

DOCSIS 3.0 CMTS/CCAP

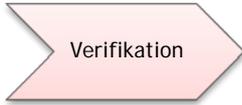
DOCSIS 3.1 CMTS/CCAP

(Quelle: CableLabs)

© Dipl.-Ing. Volker Leisse

Mögliche Implementierungsstrategien

- **Upstream**
 - DOCSIS 3.1 im gesamten US-Spektrum
 - Koexistenz mit DOCSIS 3.0 durch Zeit- und Frequenzmultiplex
 - z.B. DOCSIS 3.1 @ 64-QAM in 5 .. 23 MHz
DOCSIS 3.1 @ 256-QAM in 23 .. 65 MHz } ~400 Mbps
 - Erweiterung des verfügbaren Spektrums durch neue US Grenze bei 204 MHz
 - Alternative für UKW Radio (88 .. 108 MHz) und ggf. analoges TV
- **Bedarfsgerechte Netzerweiterung durch Nodesplit →
Verbesserung der Signalqualität**



Zertifizierung durch **CableLabs**[®]

- Ziele
 - Einhaltung der Spezifikationen und Interoperabilität
 - Abgleich von Markteinführungsstrategien der Netzbetreiber und Roadmaps der Hersteller
- Aktueller Stand
 - Interoperabilitätstests im Zeitraum Juni 2015 bis Juni 2016
 - Bisher 10 zertifizierte DOCSIS 3.1 Kabelmodems
 - 108 .. 1002 MHz DS / 5 .. 85 MHz US / 2x2 OFDM / 32x8 SC-QAM
 - 258 .. 1218 MHz DS / 5 .. 204 MHz US / 2x2 OFDM / 32x8 SC-QAM
 - Erfolgreiche Unterstützung der Produktverfügbarkeit für erste DOCSIS 3.1 Roll-outs



Einsatz von DOCSIS 3.1 - Beispiel

- Einer der größten Netzbetreiber in USA mit mehr als 20 Millionen Internet-Kunden
- Vorbereitung und Planung zu DOCSIS 3.1 seit Ende 2014
 - Versuche mit OFDM Signalen in verschiedenen HFC Netzarchitekturen
 - Erste Geräte (Kabelmodem und CCAP) im Labor
- Nach Feldversuchen Ende 2015 → Ankündigung kommerzieller Dienste im Januar 2016

Einsatz von DOCSIS 3.1 - Beispiel

- DOCSIS 3.1 im Einsatz in Atlanta and Nashville → Gigabit Service
- Einsatz von DOCSIS 3.1 geplant in 100% des Comcast-Netzes
 - Neue Einsatzgebiete bereits in der zweiten Hälfte 2016 (Chicago, Detroit, Miami)
 - Massive Erweiterung im gesamten Jahr 2017
- Netzausbau mit DCA (R-PHY), passives Koaxnetz (Deep Fiber)
- Keine Erweiterung des US-Spektrums oberhalb von 85 MHz geplant

Einsatz von DOCSIS 3.1 – Beispiel

- Komplexe Kapazitätsplanung
 - Große Flexibilität bei der Frequenzzuweisung
 - Variable Netzkapazität aus Sicht der Modems
 - Optimierung der Modulationsprofile
- Neue Betriebsabläufe
 - Konfiguration bei der Installation unter Berücksichtigung von OFDM
 - Meßwerte bei der Netzüberwachung



Einsatz von DOCSIS 3.1 - Beispiel

- Dänischer Telekommunikationsnetzbetreiber mit HFC Netz zu 1,5 Mio. Haushalten und mehr als 450 000 Internet-Kunden
- Vorbereitung und Planung als großangelegtes Upgrade mit DOCSIS 3.1 in 2015
- Nach Feldversuchen mit 900 Haushalten und einem Pilottest mit 10 000 Haushalten → kommerzieller Start Mitte 2016
- Geplanter Abschluss des Netzwerkumbaus bis Ende 2017

Einsatz von DOCSIS 3.1 - Beispiel

- Netzausbau mit DCA (R-MACPHY)
 - IP-basierte Anbindung der optischen Knoten
 - Synergie mit anderen Plattformen im Kernnetz
- Erweiterung des US-Spektrums auf 204 MHz und des DS-Spektrums auf 1218 MHz
- Homogenisierung des Netzes
 - Weniger Typen aktiver Komponenten
 - Einheitliche Spezifikation

Und Außerdem ?

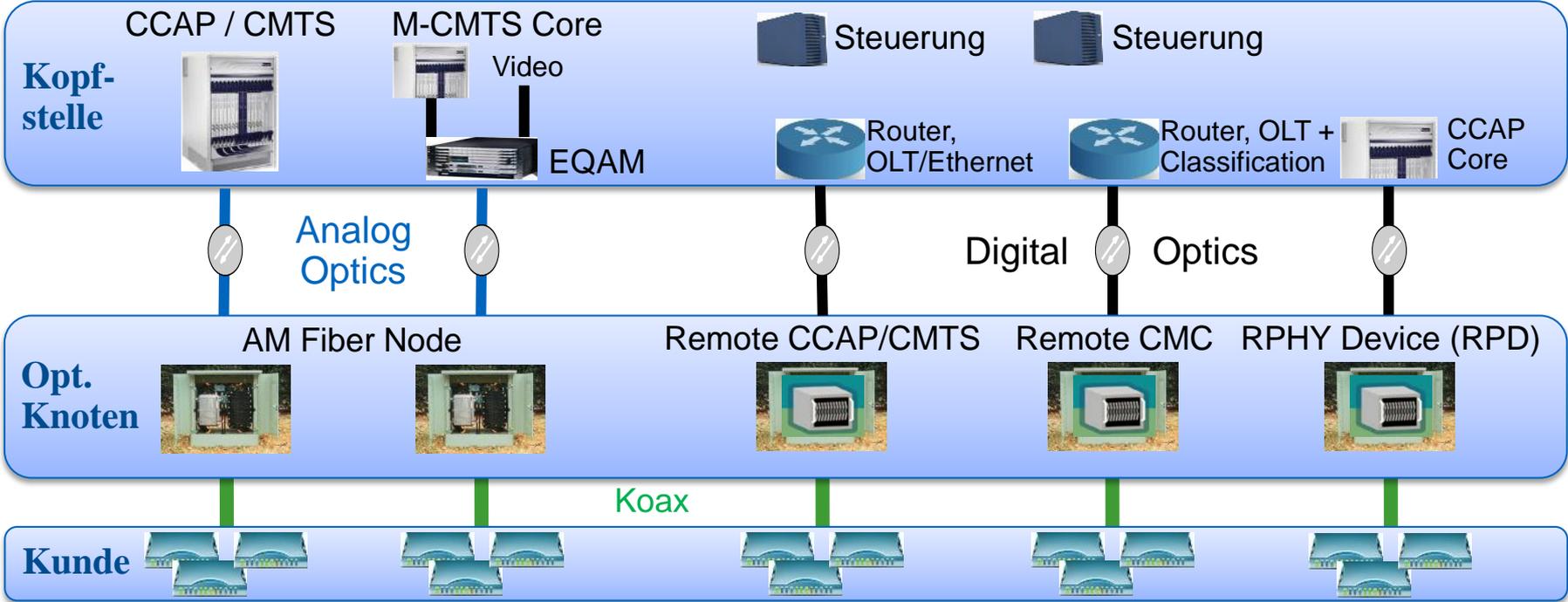
- Distributed CCAP Architecture (DCA)
 - Zukunftssicherung beim Netzausbau
- Full Duplex DOCSIS
 - US Kapazität für Gigabit-Dienste

Zentralisiert
Integriert & Modular

Remote MACPHY

Split MAC

Remote PHY



Distributed CCAP Architecture (DCA)



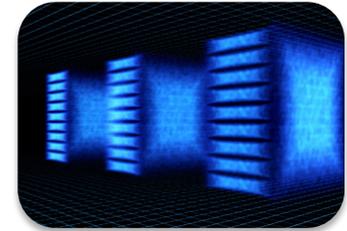
Digital Optics
(Reichweite, Kosten
(OPEX, CAPEX))



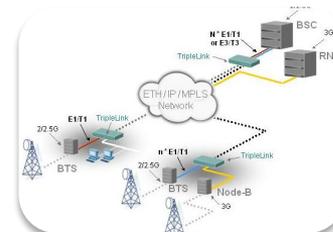
Signalqualität
(Grundrauschen, MER,
erweitertes US
Spektrum))



Standortkosten (Platz,
Stromverbrauch,
Klimatisierung)



Virtualisierung



B2B Dienste (Backhaul)

Full Duplex DOCSIS

- Erweiterung von DOCSIS 3.1
 - OFDM Signale
 - DOCSIS 3.1 Downstream Spektrum
 - Koexistenz mit existierenden Geräten und Diensten
- Netzarchitektur: passives Koaxnetz
- Schlüsseltechnologie: Self Interference Cancellation
- Leistungsfähigkeit abhängig von Isolation der Signalpfade

Full Duplex DOCSIS

- Signifikante Erweiterung der Kapazität im Upstream
 - Serviceziel von zunächst 2 Gbps, langfristig 3-4 Gbps
 - Erfordert Netzkapazität von zunächst 4-6 Gbps und langfristig 6-8 Gbps
- Ermöglicht symmetrische Gigabit-Dienste über das HFC Netz
- Mögliche Alternative zur Veränderung der oberen Upstream-Grenze

Zusammenfassung

- DOCSIS 3.1 ermöglicht Gigabit Dienste
- Erhöhung der Attraktivität von HFC als Zugangsnetz
 - Konkurrenzfähigkeit
 - Lebensdauer
- Effiziente Migration und Unterstützung von Netzerweiterungen
- Geräte sind verfügbar; Einsatz im Feld beginnt