

DOCSIS 3.1 aus der Sicht des Herstellers Teleste Corporation

Interview mit Pasi Järvenpää

Wie wirkt sich die DOCSIS 3.1 Einführung auf die Kabelbranche aus?

Die Einführung von DOCSIS 3.1 löst bei den Herstellern von HFC- und DOCSIS-Produkten eine Welle der Sortimentserneuerung aus. Der neue Standard ermöglicht Kundenanschlüsse von 1 Gb/s, jedoch mit wesentlich geringeren Investitionskosten im Vergleich zu FTTH-Netzen. Mindestens für die nächsten 10 Jahre wird DOCSIS 3.1 die «Roadmaps» der Produzenten sowie der Service Provider bestimmen. Auch wenn nicht alle Netzbetreiber in naher Zukunft DOCSIS 3.1 einsetzen werden, sollte man sich den Investitionszyklus von HFC-Netzen vor Augen führen. Dieser liegt für aktive Netzwerkkomponenten um 10 Jahre. Investitionsentscheidungen, welche heute getroffen werden, wirken sich demzufolge weit in die nächste Dekade aus.

Was ist das Entscheidende an DOCSIS 3.1 aus der Sicht von Teleste?

Teleste hat entschieden, ein breites Produktsortiment zu entwickeln, welches die mit DOCSIS 3.1 neu definierten Frequenzbereiche in beiden Übertragungsrichtungen abdeckt und auch die weiteren Anforderungen aus dem neuen Standard erfüllen. Das Sortiment umfasst den gesamten Bereich von der Kopfstation bis hin zur Anschlussdose. In Bezug auf den Endkunden, welchem DOCSIS 3.1 als «Giga-Welt» vermarktet wird, profitiert dieser von höheren Übertragungskapazitäten und Anschlussgeschwindigkeiten sowie von einem erweiterten Portfolio an Breitbanddiensten. Das Produktsortiment von Teleste zielt darauf ab, dem Kabel-

netzbetreiber alle Vorteile der neuen Möglichkeiten im Kontext mit DOCSIS 3.1 zugänglich zu machen, um somit dem Endkunden das «Gigabit-Speed»-Erlebnis bei der Nutzung von Breitbanddiensten zu ermöglichen.

Welches sind die signifikanten technologischen Herausforderungen von DOCSIS 3.1 an die Hersteller?

Zurzeit ist nur eine begrenzte Auswahl an Chips für 1.2 GHz-Verstärker lieferbar. Laserdioden und andere optische Komponenten sind keine Herausforderung bei der anstehenden Frequenzerweiterung, jedoch müssen die HF-Schaltungen in optischen Sendern und Empfängern überarbeitet werden. Ebenfalls wird ein breites Spektrum an neuen passiven 1.2 GHz Komponenten benötigt wie beispielsweise elektromechanische oder Ferrit-Bauteile. Sowohl bei den HFC-Geräten, als auch bei deren Steckmodulen, müssen die entsprechenden DOCSIS 3.1-Modifikationen vorgenommen werden. Dazu gehören Module wie optische Empfänger, Duplexfilter, Rückwegverstärker, Taps und Splitter.

Die Implementation höherer Frequenzbereiche im Vorwärtsweg erfordert generell ein Re-Designing der meisten Komponenten im Signalpfad. Dies hat einen wesentlichen Einfluss hinsichtlich der erforderlichen Testaufbauten und dem Messgerätepark, dies sowohl in der Entwicklung wie auch in der Fabrikation.



Pasi Järvenpää ist Senior Vice President für R&D bei Teleste Corporation, in Turku/Finnland.

Der DOCSIS 3.0 Standard wurde 2006 veröffentlicht und wird wohl noch ein paar weitere Jahre angewendet. Für DOCSIS 3.1 wird angenommen, dass dessen Lebenszyklus bis weit in die nächste Dekade hineinreichen wird.

Die Implementation von DOCSIS 3.1 wird die Kabelbranche in den kommenden Jahren prägen. Die Bereitstellung von 1218 MHz im Vorwärtsweg und 204 MHz im Rückweg passt bestens in die Evolutionsgeschichte der HFC-Netze; frühere Schritte erfolgten von 300 über 450, 606, 750, 862 bis auf 1006 MHz, resp. von 28 über 42, 65 bis auf 85 MHz im Rückweg.

helltec
CREATIVE NETWORKS

Helltec Engineering AG
Buzibachring 1
CH-6023 Rothenburg

Tel +41 41 289 12 22
Fax +41 41 289 12 29
info@helltec.ch

helltec

FOCUS

DOCSIS 3.1 – Der Booster für eine neue Generation HFC-Netze

Mit dem Aufbau von leistungsstarken Glasfasernetzen durch die Swisscom und EVU stellt sich für die Kabelnetzunternehmen die Frage, ob mittel- und langfristig über HFC-Netze noch konkurrenzfähige Dienste erbracht werden können, welche jenen über FTTH-Netze ebenbürtig sind. Da viele Kabelnetzbetriebe vom anfallenden Investitionsaufwand für den Aufbau eines Parallelnetzes in reiner Glastechnologie über eine Zeitdauer von 5 Jahren finanziell überfordert würden, verbleibt als realistische und unternehmerisch kalkulierbare Variante ein punktueller Ausbau des Netzes auf FTTH (Neuerschliessungen, Geschäftsanschlüsse). Als primäres Versorgungsnetz dient das bestehende HFC-Netz, welches auf die

CMTS- und CM-Hersteller erkannt und im Herbst 2013 mit Cable-Labs die Spezifikationen eines neuen DOCSIS-Standards veröffentlicht. Dieser als DOCSIS 3.1 bezeichnete Nachfolger des heutigen DOCSIS 3.0 ist zu einem hohen Grad rückwärtskompatibel. DOCSIS 3.1 beruht grundlegend auf der Forderung nach einer besseren spektralen Nutzung der vorhandenen Bandbreite, der Anwendung von wesentlich robusteren und effizienteren Modulationsverfahren und Fehlerkorrekturmechanismen sowie einer generellen Erweiterung des Frequenzbereichs im Vorwärts- und Rückweg. Damit soll die Leistungsfähigkeit der z.T. über 15 Jahre alten Übertragungsstandards so gesteigert werden, dass das brach-

Next Generation Networks

Vor rund 50 Jahren wurden die ersten Kabelfernsehtetze in der Schweiz gebaut. Seither hat sich die Technologie der Kabelnetze stetig weiterentwickelt. Immer höhere Bandbreiten, Ausbau des Rückweges und die Implementierung von DOCSIS beeinflussten die Branche. Damit konnten die Kabelnetzunternehmen den steigenden Marktbedürfnissen stets gerecht werden. Die grosse Frage für die Kabelnetzunternehmer ist: Sind die heutigen 862 MHz-Netze und DOCSIS 3.0 am Ende oder geht die Entwicklung weiter? Bedingt der nächste Ausbauschritt FTTH?

Die Entwicklung der HFC-Netze geht weiter. Die HFC-Komponenten von 1.2 GHz im Vorwärtsweg und 200 MHz im Rückweg sowie DOCSIS 3.1 Datenausrüstungen werden die Branche bis Ende des nächsten Jahrzehnts prägen. Diese Thematik der «Next-Generation-Networks» prägt die aktuelle Ausgabe von «Focus».

Franz Hellmüller, Geschäftsführer

«Im Gegensatz zum Aufbau eines FTTH-Netzes kann die Weiterentwicklung der HFC-Netze auch kurzfristig finanziert werden. Mit dem Einsatz des neuen DOCSIS 3.1 Standards können neu Leitungsanschlüsse mit 1 Gb/s Geschwindigkeit angeboten werden – und das ohne FTTH.»

künftigen Bedürfnisse und Anforderungen weiter entwickelt wird.

Dass der Aufbau eines reinen Glasfasernetzes um Faktoren mehr kostet als die Weiterentwicklung der bestehenden HFC-Netze, hat auch die Industrie der

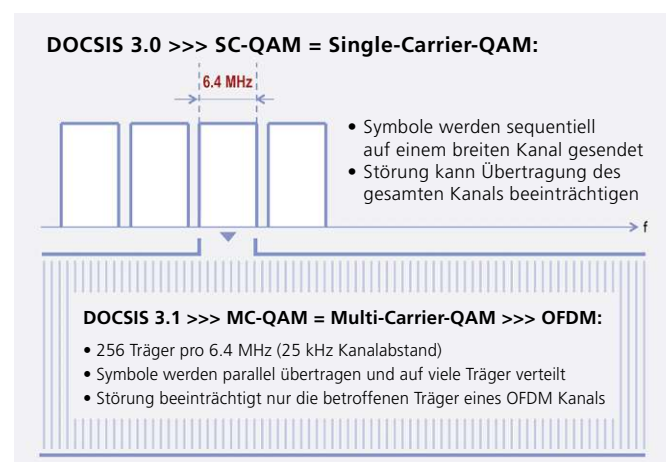
liegende Leistungspotential der heutigen HFC-Netze vollumfänglich genutzt werden kann. Mit DOCSIS 3.1 können bei Bedarf Datenanschlüsse mit einer Geschwindigkeit von >1 Gb/s im Downstream (DS) sowie >750 Mb/s im Upstream (UP) realisiert werden.

DOCSIS 3.1 Werkzeugkiste

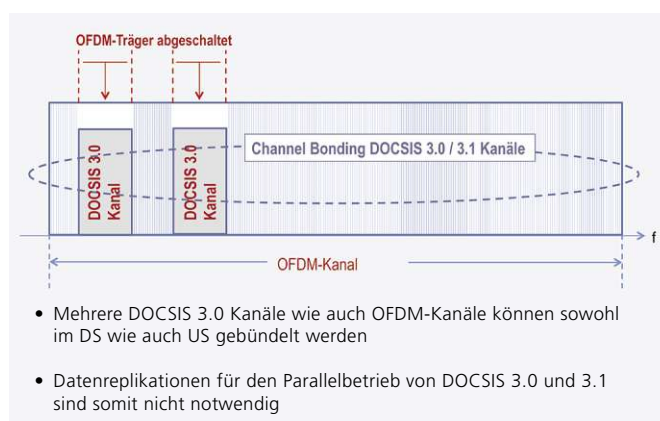
- Erweiterung der US Bandbreite bis 204 MHz
- Erweiterung der DS Bandbreite auf 1.2 resp. 1.7 GHz
- Höherwertige Modulationsverfahren (bis QAM-4096 im DS und US)
- MC-QAM (Multicarrier QAM) anstatt SC-QAM (Single Carrier QAM)
 - OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) im DS
 - OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) im US
- Bessere Fehlerkorrektur-Technologie
 - Outer FEC: BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) im DS und US
 - Inner FEC: LDPC (Low-density parity-check) im DS und US
- MMP (Multiple Modulation Profiles) (jedes CM nutzt das höchstmögliche Profil)
- Rückwärtskompatibilität – SC-QAM und MC-QAM (OFDM) können vom CM gleichzeitig genutzt und sogar gebündelt werden (keine Datenreplikation)

Modulation	MAC-Layer Kapazität pro MHz [Mb/s]		C/N Ziel HF-Planung [dB]		Verbesserung MAC-Layer Kapazität (DOCSIS 3.0 > 3.1) bei gleichen C/N Anforderungen
	DOCSIS 3.0	DOCSIS 3.1	DOCSIS 3.0	DOCSIS 3.1	
QPSK	1.229	1.280	20	14	---
8-QAM	1.843	1.921	23	17	---
16-QAM	2.457	2.561	26	20	108%
32-QAM	3.071	3.201	29	23	74%
64-QAM	3.686	3.841	32	26	56%
128-QAM	4.300	4.481	35	29	46%
256-QAM	4.914	5.121	38	32	39%
512-QAM	5.528	5.762	41.5	35.5	34%
1024-QAM	6.143	6.402	44.5	38.5	30%
2048-QAM	6.757	7.042	48	42	27%
4096-QAM	7.371	7.682	52	46	25%

Grafik 1: Steigerung der Übertragungskapazität mit LDPC unter DOCSIS 3.1 bei gleichbleibenden C/N-Werten im Netz.



Grafik 2: MC-QAM bei DOCSIS 3.1 (OFDM) gegenüber SC-QAM bei DOCSIS 3.0.



Grafik 3: Rückwärtskompatibilität ermöglicht selbst die Bündelung von DOCSIS 3.0 und DOCSIS 3.1 Kanälen im DS wie auch im US.

«DOCSIS 3.1 kann mit einer vollbeladenen Werkzeugkiste verglichen werden, mit dessen Inhalt die heutigen HFC-Netze zu einem Quantensprung befähigt werden und sich Datenanschlüsse im Gigabit-Bereich realisieren lassen.»

Eine weitere Innovation bei DOCSIS 3.1 ist die Möglichkeit, CMs mit denselben Übertragungsbedingungen einem Modulationsprofil zuzuordnen. Die Anwendung von MMP (Multiple Modulation Profiles) bewirkt, dass jedes CM mit dem bestmöglichen Modulationsprofil arbeitet, welches die Kanalbedingungen (Störabstände) zulassen. Im Gegensatz dazu laufen bei DOCSIS 3.0 sämtliche CM mit dem Modulationsprofil, welches durch das CM mit den schlechtesten Kanalbedingungen bestimmt wird, was eine schlechte Nutzung der Gesamtübertragungskapazität zur Folge hat.

Auswirkungen DOCSIS 3.1 auf die heutigen HFC-Netze

- Die Industrie beschäftigt sich derzeit intensiv damit, den DOCSIS 3.1-Standard in Produkte umzusetzen, dies bei CMTS, CM, über HFC-Komponenten bis hin zur einfachen Anschlussdose. Ab 2016 sollten die ersten HFC-Netze, welche die Vorzüge von DOCSIS 3.1 nutzen, in Betrieb genommen werden.

- HFC-Aktivkomponenten werden neu über 1.2 GHz im DS und 204 MHz im US verfügen (Splitt wählbar: 65/85, 85/108, 204/258). In Nodes und Verstärkern kommt die GaN-Hybrid-Technologie anstelle der heutigen GaAs-Hybrid-Technologie zum Einsatz, um der höheren Kanalbelastung im DS gerecht zu werden.
- Im US werden die OMI-Werte (optischer Modulationsindex) mit steigender Bandbreite sinken und damit auch die erreichbaren Rauschabstandswerte (CNR).
- Die Nutzung höherer Rückwegbandbreiten bedingt eine Abschaltung oder Umsetzung des heutigen UKW-Bandes.
- Bezüglich der Zellgrößen ist zu beachten, dass bei zu kleinen physikalischen Netzzellen unter Vollbelegung des Rückwegspektrums bis 204 MHz keine Zusammenschaltung von mehreren Netzzellen auf ein US-Port der CMTS mehr möglich ist. Ansonsten können keine höherwertigeren Modulationsverfahren wie 256-QAM, 512-QAM, 1024-QAM und 2048-QAM im US angewendet werden.
- Es steht dem Kabelnetzbetreiber frei, auf welche Bandbreite er seine Netze ausbauen möchte. 1.2 GHz im DS und 204 MHz im US sind lediglich die Vorgaben für die Equipment Hersteller.
- Generell gilt die Regel: Je mehr die Vorteile von DOCSIS 3.1 genutzt werden sollen, desto mehr muss in das bestehende HFC-Netz investiert werden.
- Dank der Rückwärtskompatibilität zu DOCSIS 3.0 kann die Migration sanft – das heißt in Schritten und geografisch segmentiert – erfolgen.

Schlussfolgerung: DOCSIS 3.1 bringt die Kabelbranche in die «Giga-Welt»

Der globale Datenaustausch über IP hat ein intensives Wachstum erfahren, welches sich aller Voraussicht nach in den kommenden Jahren noch verstärken wird. Diese Entwicklung wird vor allem durch die Nutzung von IP-Video angetrieben und führt zu einem enormen Anwachsen des Bedarfs an Übertragungskapazität auf allen Netzstufen. Glücklicherweise sind die Kabelnetzbetreiber in einer exzellenten Ausgangsposition, um diesen Bedarf effizient und zu wettbewerbsfähigen Preisen zu decken.

Der neue DOCSIS 3.1 Standard wird IP-Datenaustausch für eine Vielzahl von Internet-Diensten anbieten. Insbesondere wird die durch den neuen Standard massiv gesteigerte Rückwegbandbreite dem Bedürfnis der Teilnehmer nach höheren Upload-Geschwindigkeiten gerecht. Die Treiber für diesen stetig steigenden Bandbreitenbedarf im Rückweg sind einerseits der starke Anstieg von selbst produzierten Video-Inhalten, welche über entsprechende Internet-Plattformen wie beispielsweise YouTube verteilt werden und andererseits die vermehrte Nutzung von Cloud-Diensten für die externe Datenspeicherung oder die Synchronisierung von Inhalten auf mehreren Endgeräten. Teleste verfolgt diese Entwicklung seit geraumer Zeit und ist bereits in der Lage, als erster Hersteller einen DOCSIS 3.1 kompatiblen Node zu liefern.

