



**Netzupgrade 1.0 GHz oder 1.2 GHz?**

Das Marktumfeld fordert die Kabelbranche mit kompetitiven Serviceangeboten. Die Kabelnetzbetreiber sind gezwungen, die entsprechende Infrastruktur bereit zu stellen. Insbesondere der erweiterte Rückweg ist ein Muss und bedingt einen Wechsel des Aktivmaterials. Der Rückwegausbau erfordert auch im Vorwärtsweg einen Ausbau auf mindestens 1.0 GHz. Selbstverständlich kommen dabei Komponenten der neusten Technologie mit einer Bandbreite von 1.2 GHz zum Einsatz.

Die grosse Frage, ob das Upgrade der Kabelnetze auf 1.0 GHz oder 1.2 GHz erfolgen soll, hängt von vielen Faktoren ab. Sind die Netze früher nachhaltig modernisiert worden und präsentieren sich in einem guten Zustand, so ist ein Upgrade auf 1.2 GHz zu präferieren, da die Investitionskosten nur unwesentlich höher sind. Andernfalls oder wenn ein Upgrade schnell realisiert werden muss, ist ein 1.0 GHz-Upgrade eine opportune Lösung. Dieses Prinzip verfolgen u.a. die Wasserwerke Zug (WWZ).

*Franz Hellmüller, Geschäftsführer*

**Netzupgrade ja – aber welche Bandbreite?**

In der Schweizer Kabelbranche wurde weitgehend erkannt, dass die heutigen 862 MHz-Netze mit 65 MHz Rückweg mittelfristig über zu wenig Übertragungskapazität verfügen, um dem Endkunden marktgerechte Internet- und Videoservices anzubieten. Alleine für die Lancierung schnellerer Internet-Abos im Downstream (DS) muss das Übertragungsspektrum in den nächsten zwei Jahren von heute 65 MHz auf 204 MHz erweitert werden. Gleichzeitig können mit diesem Rückwegausbau auch die dringend notwendigen höheren Internet-Anschlussgeschwindigkeiten im Upstream (US) realisiert werden, welche die DSL-Anbieter mittels dem neuen «G.fast» Protokoll auf den Markt bringen werden.

Als Konsequenz der Spektrumserweiterung im Rückweg gehen im Vorwärtsweg rund 140 MHz Bandbreite verloren. Das durch die Abschaltung des analogen Fernsehens frei gewordene Spektrum reicht mittelfristig nicht aus, um diesen Verlust zu kompensieren. Mit dem geplanten Ausbau der Internetbandbreite, der stetigen Kundenzunahme im Bereich «nichtlineare Videodienste» sowie der Einführung von 4K- und später 8K-Fernsehen ist eine Spektrumserweiterung auf mindestens 1.0 GHz oder 1.2 GHz unumgänglich.

**Sind 1.2 GHz Netzupgrades wirtschaftlich?**

Die Kabelnetze in der Schweiz sind aufgrund ihrer Geschichte sehr heterogen. Netztopologie, koaxiale Netzstruktur, Verstärkerkaskaden, Verstärkerausgangspiegel, Hausanschlusspegel sowie Alter und Typen der verbauten Koaxialkabel variieren von Netz zu Netz. Aber auch die Netzinfrastrukturreserven bezüglich der Rohranlage und der Kabinen sind sehr unterschiedlich. Die aufgezählten Punkte entscheiden massgeblich über die Höhe der Investitionen bei einem Netzupgrade.

Viele Kabelanlagen wurden in der Vergangenheit nachhaltig modernisiert. Alternde Koaxialkabel wurden durch neue oder durch Glasfasern ersetzt. Ebenso wurde darauf geachtet, dass die angelieferten Hausanschlusspegel ausreichend dimensioniert waren. Die Feldlängen und Kaskaden wurden durch den Einsatz von optischen Nodes kontinuierlich verkleinert. Unsere Erfahrungen aus Vorprojekten haben gezeigt, dass sich in solchen Netzen die Investitionskosten für ein 1.2 GHz-Netzupgrade nur um einstellige Prozentzahlen von einem 1.0 GHz-Upgrade unterscheiden. Bei dieser Ausgangslage entscheiden sich die Kabelnetzbetreiber klar für die 1.2 GHz-Lösung.

**«Ausschlaggebend für die Entscheidung 1.0 GHz oder 1.2 GHz Upgrade ist nicht die Frage nach der künftig benötigten Bandbreite im DS, sondern der «Faktor Zeit» für die Einführung des erweiterten Rückwegs.»**

In den übrigen Netzen können 1.2 GHz-Modernisierungen zeitlich und finanziell aufwendiger ausfallen. In diesen Fällen kann alternativ ein 1.0 GHz-Upgrade in Betracht gezogen werden. Als Konsequenz muss aber ein Kapazitätsverlust von 23 Prozent in Kauf genommen werden – Kapazität, welche langfristig fehlen wird.

### Glücksfall DOCSIS 3.1

Mit der Einführung von DOCSIS 3.1 ab dem Herbst 2017 steht eine Datenübertragungstechnologie zur Verfügung, welche im Gegensatz zu DOCSIS 3.0 auch unter schwierigen Kanalbedingungen genutzt werden kann. Während bis anhin die Daten in 8 MHz breiten Kanälen übertragen wurden, stehen mit OFDM Tausende von Einzelträgern zur Verfügung, welche sich individuell und dynamisch an die vorherrschenden Übertragungsbedingungen anpassen. Gleichzeitig wurde mit LDPC ein starker Fehlerkorrekturmechanismus implementiert, welcher auch in der Mobile-Funktechnologie und bei DVB-T zur Anwendung kommt. Damit kann mit DOCSIS 3.1 bei einem rund 6 dB schlechteren Rauschabstand dieselbe Datenmenge übermittelt werden wie heute mit DOCSIS 3.0. Umgekehrt können, bei gleichbleibendem Störabstand, mit DOCSIS 3.1 pro Symbol zwei Bit mehr übertragen werden, was einer Kapazitätserhöhung von rund 25 % gegenüber DOCSIS 3.0 entspricht.

Die Flexibilität und Robustheit von DOCSIS 3.1 kann aber auch dazu genutzt werden, um von der bisherigen Vorgehensweise bei einem Netzupgrade abzuweichen. Bis anhin ging mit einer Bandbreitenerweiterung eine vollständige Netzplanung zwischen Node und Hausanschlüssen einher, um die Dämpfungszunahme der Koaxialkabel bei höherer Frequenz zu berücksichtigen. Damit konnte der notwendige Signalpegel an den einzelnen Hausübergabepunkten und somit an den Teilnehmeranschlussdosen garantiert

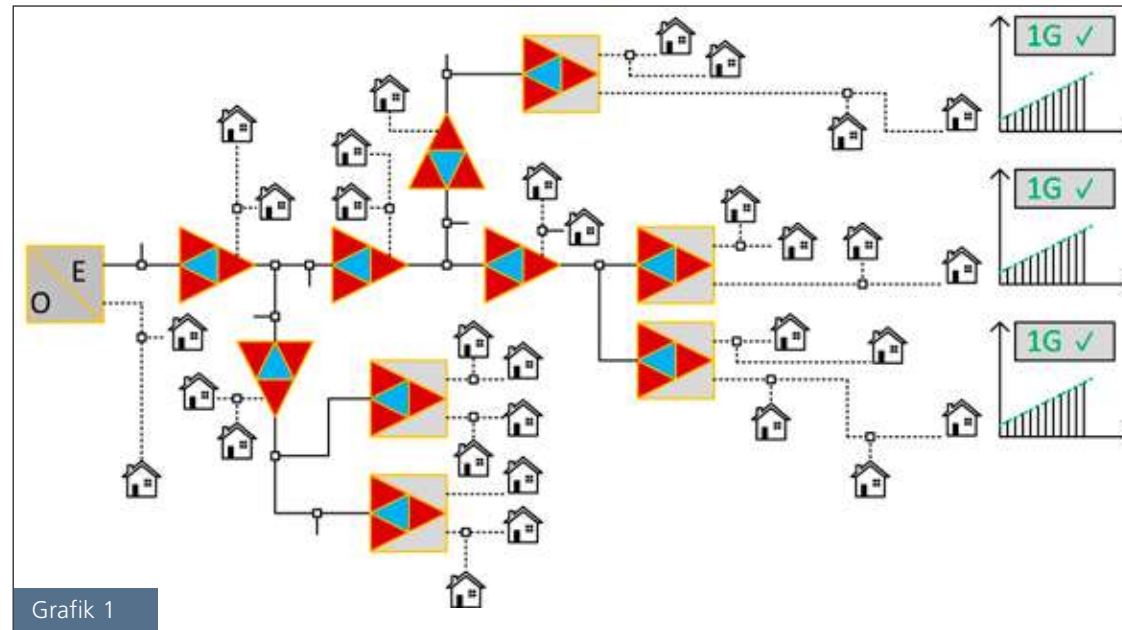
werden. Während die einwandfreie Übertragung von analogen TV-Kanälen sowie auch DVB-C und DOCSIS 3.0 auf minimal einzuhaltenden Anschlusspegeln von 62 dBuV (Analog-TV) resp. 56 dBuV (DVB-C, DOCSIS 3.0) beruhen, arbeitet DOCSIS 3.1 auch bei tieferen Pegeln. Als Folge nimmt zwar der maximale Datendurchsatz infolge niedrigerer QAM-Konstellationen ab; eine zuverlässige Verbindung ist aber dennoch gewährleistet. So kann man sich vorstellen, dass die Bandbreite eines heutigen 862 MHz-Netzes durch reinen 1:1 Ersatz des Aktivmaterials auf 1.0 / 0.2 GHz erweitert werden kann. Durch die hohe Aussteuerbarkeit der neusten Verstärkergeneration (GaN 2. Generation) sind bei 1.0 GHz Ausgangspegel bis 111 dBuV möglich. Somit kann die Einhaltung der minimalen Anschlusspegel bis 1.0 GHz in den meisten Fällen ohne Änderung der Netzstruktur und ohne zusätzliche Verstärkerstandorte garantiert werden.

### Grafik 1

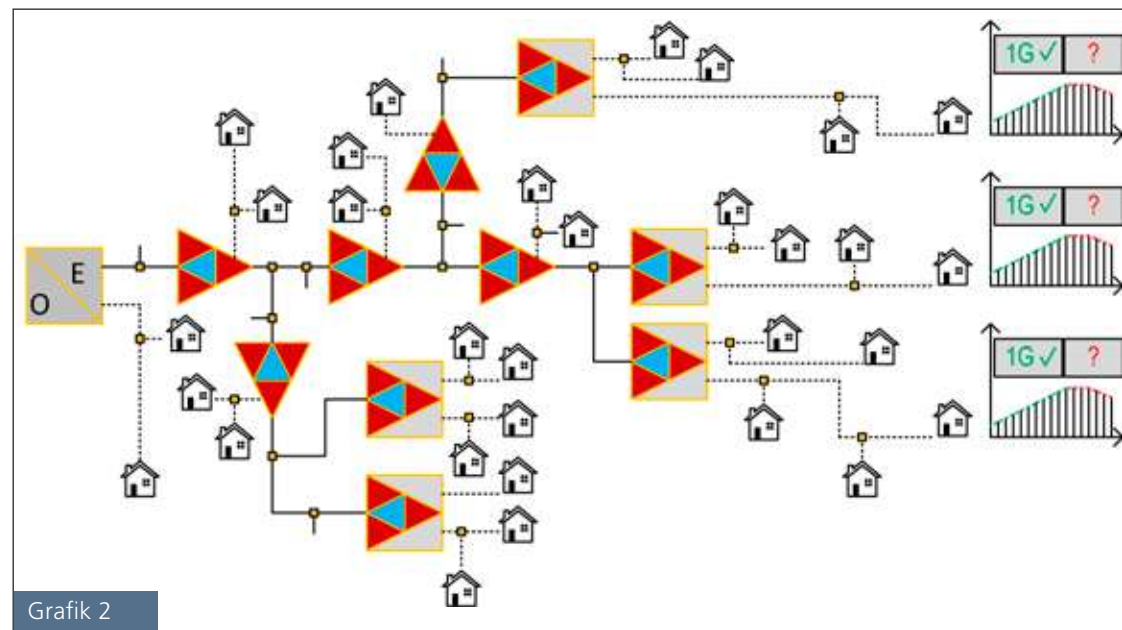
Durch einen zusätzlichen Ersatz der passiven Verteiler im Netz mit 1.2 GHz-Produkten kann eine generelle 1.2 GHz-Durchlässigkeit bis zum Hausübergabepunkt erreicht werden. Zwar können ohne Netzplanung und zusätzliche Verstärkerstandorte die minimalen Hausanschlusspegel zwischen 1.0 GHz und 1.2 GHz nicht mehr garantiert werden; ein DOCSIS 3.1-Betrieb in diesem Frequenzspektrum mit abgesenktem Pegel ist aber dennoch möglich, wenn auch mit einem reduzierten Datendurchsatz, welcher zudem von Hausanschluss zu Hausanschluss variieren kann. Ähnlich wie bei der DSL-Technologie wird der Datendurchsatz von der Qualität der Leitung und dem angelieferten Pegel abhängig sein.

### Grafik 2

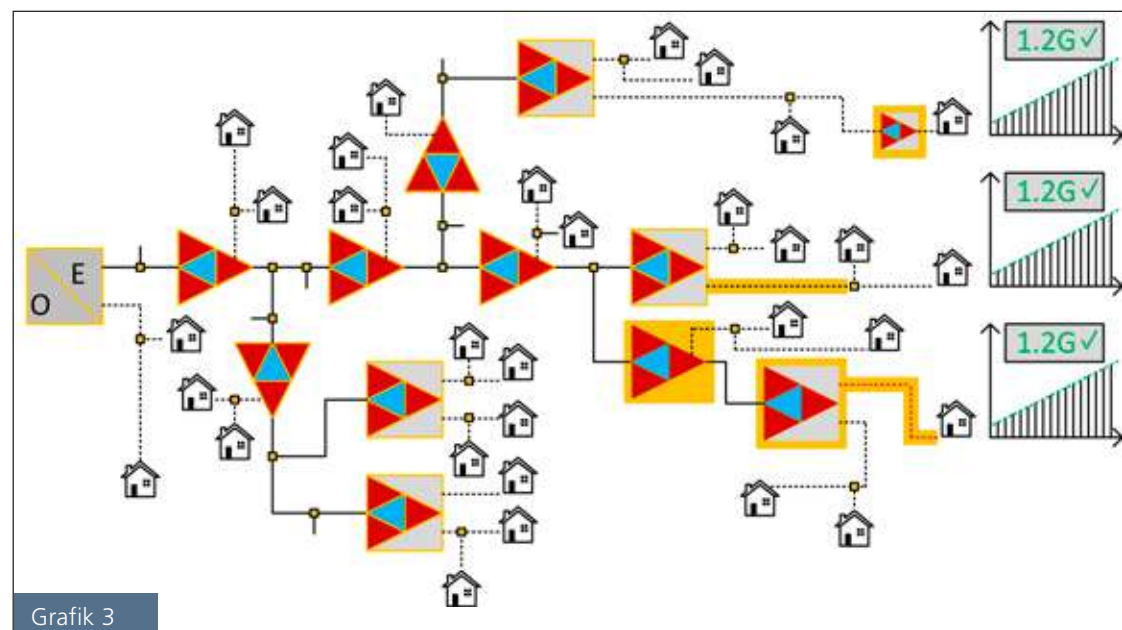
Damit bei einer Netzmodernisierung auf 1.2 / 0.2 GHz über das gesamte Spektrum das Maximum aus DOCSIS 3.1 herausgeholt werden kann, muss das Netz zwischen Node und Hausübergabepunkt



Grafik 1



Grafik 2



Grafik 3

auf die neue Eckfrequenz berechnet werden, um die minimalen Hausübergabepiegel bei 1.2 GHz garantieren zu können. Dabei sinkt der maximal mögliche Ausgangspegel der Distributionsverstärker auf 109 dBuV bei 1.2 GHz. Dies entspricht einem Pegel von ungefähr 107 dBuV bei 1.0 GHz und 106 dBuV bei 862 MHz. Als Folge muss die Struktur des Netzes punktuell angepasst und mit zusätzlichen Verstärkerstandorten ergänzt werden. Auch das Auswechseln von bestimmten Kabeltypen, welche durch Alterung einer Dämpfungserhöhung unterliegen, ist einzurechnen. Das Ausmass der Anpassungen, und damit der Investitionen, ist stark abhängig vom heutigen 862 MHz-Netzkonzept, den vorhandenen Reserven im Netz sowie den eingesetzten Kabeltypen.

### Grafik 3

### Strategien zur Kapazitätserweiterung in der Kabelbranche

Unumstritten in der ganzen Kabelbranche sind zwei Facts:

- Die Zunahme des Datenvolumens steigt ungebremst von Jahr zu Jahr.
- Die Übertragungskapazität im US muss innerhalb von 2 Jahren auf 204 MHz angehoben werden.

Während sich der zweite Punkt nur durch den Wechsel des Aktivmaterials erkaufen lässt, kann eine Erhöhung der Übertragungskapazität im DS mit verschiedenen Massnahmen beeinflusst werden. Dazu gehören:

- Erweiterung des Übertragungsspektrums
- Einführung DOCSIS 3.1
- Zuordnung von jedem Node zu einem CMTS-Port (Ausbau CMTS-Infrastruktur)
- Zellverkleinerung in Zusammenhang mit dem Ausbau der CMTS
- Einführung von Remote-PHY
- Verkleinerung der Broadcastpalette durch Verlagerung von Fernsehkanälen in die IP-Plattform (Video over IP)
- Erweiterung des FTTH-Footprints

Eine einfache Zauberformel für die Festlegung des Bandbreitenbedarfs existiert in der Kabelbranche ebenso wenig wie bei den Telcos. Vielmehr muss situativ nach einer geeigneten Lösung gesucht werden, wobei die Konkurrenzsituation und die Wirtschaftlichkeit im Zentrum stehen. Grosse Kabelnetzbetreiber – wie beispielsweise die Wasserwerke Zug (WWZ) – setzen, je nach Zustand eines Netzes, auf unterschiedliche Upgrade-Konzeptionen. So wird in Netzen mit einer Bandbreite von lediglich 750 MHz eine vollwertige Modernisierung auf 1.2 GHz vorgenommen. Demgegenüber werden 862-MHz Netze situativ sowohl auf 1.0 GHz wie auch auf 1.2 GHz erweitert. Ausschlaggebend für die Entscheidung 1.0 GHz oder 1.2 GHz ist dabei nicht die Frage nach der künftig benötigten Bandbreite, sondern der «Faktor Zeit». Dass der Bandbreitenbedarf auch künftig stetig steigen wird und 1.0 GHz-Netze bald wieder an ihre Grenzen stossen werden, ist bei WWZ unbestritten. Um jedoch alle Netze innerhalb der nächsten zwei bis drei Jahre auf den erweiterten Rückweg von 204 MHz umbauen zu können, ist ein 1.0 GHz-Zwischenschritt mit einem 1:1 Wechsel des Aktivmaterials unumgänglich. Gleichzeitig werden Liegenschaften in Neuüberbauungen mit Glasfasern erschlossen und über ein GPON oder RFOG-System mit Signalen versorgt. Mit dieser Massnahme kann dem steigenden Marktdruck seitens Swisscom und UPC begegnet werden.

Planen auch Sie, Ihre Netze für die anstehenden Herausforderungen fit zu machen? Gerne diskutieren wir mit Ihnen mögliche Lösungsvarianten oder offerieren Ihnen ein Vorprojekt zur Machbarkeit und den Investitionskosten.



# Intelligent ~~components~~ <sup>investment</sup>

## 1.2 / 0.2 GHz

### Teleste AC8810 – optischer Node

Dieser intelligente, optische Node gehört zur neuesten Generation der 1.2 GHz-Plattform von Teleste. Die zwei fix eingebauten Empfänger, die zwei frei wählbaren CWDM DFB Rückwegsender sowie die 2. Generation GaN Verstärkerhybride erfüllen die Anforderungen an ein DOCSIS 3.1-optimiertes Netz bestens.

#### Produktmerkmale:

- 2 aktive Ausgänge, als Linie oder Stamm konfigurierbar, 2. Ausgang intern splittbar
- Höchstmöglicher Ausgangspegel bei digitaler Volllast dank neuester GaN-Technologie der 2. Generation
- 1.2 GHz Bandbreite im Downstream (DS), 204 MHz im Upstream (US)
- Optical-Level-Control (OLC) und Pilotregelung
- Einstellen der wichtigsten Betriebsparameter mittels Drucktasten und LED-Display möglich
- Steckbare Diplexfilter und Taps
- Vollständige Fernüberwachung und Fernsteuerung aller Parameter
- Ingress-Spektrumüberwachung pro Ausgang
- DS Spektrumüberwachung
- Plug and Play-Inbetriebnahme per Knopfdruck



### Teleste ACE2-Verstärker

Dieser kompakte Verstärker gehört ebenfalls zur neuesten Generation der 1.2 / 0.2 GHz-Plattform von Teleste. Der fix eingebaute Rückwegverstärker, vier frei wählbare und steckbare Diplexfilter sowie die neueste Generation GaN Verstärkerhybride erfüllen die Anforderungen an ein DOCSIS 3.1-optimiertes Netz bestens. Erstmals kann der Netzbetreiber das Wechseln der Diplexfilter von heute 65 MHz auf künftig 204 MHz mittels RIS (Remote Ingress Switch Control) und der Quattro-Technologie von seinem Arbeitsplatz aus vornehmen.

#### Produktmerkmale:

- 1.2 GHz-Bandbreite im DS, 204 MHz im US
- 1 aktiver Ausgang mit 44 dB Gain
- Fix eingebauter Rückwegverstärker mit 28 dB Gain
- Höchstmöglicher Ausgangspegel bei digitaler Volllast dank neuester GaN-Technologie der 2. Generation
- Ingressdämpfung mittels eingebautem RIS (Remote Ingress Switch Control)
- 4 steckbare und umschaltbare Diplexfilter (Quattro-Technologie)
- Plug and Play-Inbetriebnahme
- Unterbrechungsfreie Netzwartung

#### Im Bilde sein:

Für eine kostenminimierte Bandbreitenerweiterung auf 1.0 / 0.2 GHz oder 1.2 / 0.2 GHz ist ein umfassendes Ingenieurwissen unerlässlich.

- Know-how DOCSIS 3.1-Technologie und Unterschiede zu DOCSIS 3.0
- Auswirkung des Modulationsprofils unter DOCSIS 3.1 und der Netzbelastung auf die Netzpegelung
- Berechnung der Übertragungsqualität im DS und US

#### Unser Service:

- Kostenlose Produktschulung
- Technische Beratung
- Erstellen der Konfigurationsfiles
- Konzeptentwicklung
- Umfassender Helpdesk



**helltec**  
CREATIVE NETWORKS

Helltec Engineering AG  
Stationsstrasse 89  
CH-6023 Rothenburg

Tel +41 41 444 42 42  
Fax +41 41 444 42 43  
info@helltec.ch