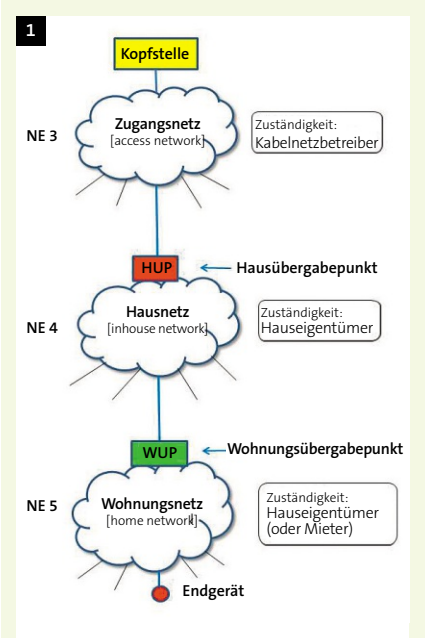
Wie Hörfunk im Kabel erhalten bleiben kann

Docsis 3.1 versus UKW im Kabel

Die Kabelnetze übertragen im UKW-Bereich (87,5...108 MHz) auch Radioprogramme. Durch Einführung der Docsis-Version 3.1 steht dieser Frequenzbereich für diese Nutzung nicht mehr zur Verfügung. Es stellt sich deshalb die Frage, wie unter Berücksichtigung dieser Situation auch weiterhin Hörfunkprogramme im Kabelnetz zur Verfügung stehen können. Der Beitrag zeigt die verschiedenen Lösungsmöglichkeiten mit ihren Vor- und Nachteilen auf.

Die als BK-Netze (Breitbandkommunikationsnetze) bezeichnete Infrastruktur verteilte zunächst nur terrestrisch empfangene Programme und später auch Satellitenprogramme. Sie wiesen ein Kanalraster mit zuerst 7 MHz und dann 8 MHz breiten Kanälen auf, die jeweils Platz für ein (analoges) Fernsehprogramm boten. Wegen der zunehmenden Programmvielfalt erfolgte schrittweise die Anpassung an den jeweiligen Bedarf und zwar durch Anhebung der oberen Grenzfrequenz dieser Netze und die damit verbundene Bereitstellung zusätzlicher Übertragungskanäle. Es begann mit der oberen Grenzfrequenz von 300 MHz, dann waren es 446 MHz und 606 MHz, inzwischen liegt der Wert bei 862 MHz.



Quelle: Freyer

Bild 1: *Netzebenen in Breitband-Kabelnetzen*

Quelle: braun telecom

Bild 2: *Multimedia-Anschlussdose*

Eine Besonderheit bei den BK-Netzen, die allerdings auch bei heutigen Netzen noch Gültigkeit hat, waren die unterschiedlichen Zuständigkeiten für die Netzebenen (NE). Diese sind wie folgt abgegrenzt:

- Netzebene 3 (NE 3) Zugangsnetz (access network), Zuständigkeit: Kabelnetzbetreiber
- Netzebene 4 (NE 4) Hausnetz (inhouse network), Zuständigkeit: Hauseigentümer
- Netzebene 5 (NE 5) Wohnungsnetz (home network), Zuständigkeit: Wohnungseigentümer.

Eine Änderung der oberen Grenzfrequenz des BK-Netzes machte es allerdings erforderlich, dass sie auf allen Netzebenen erfolgt, damit jedem Nutzer die volle Leistungsfähigkeit des Kabelnetzes zur Verfügung steht.

Die NE 3 wird von der Kopfstelle des Kabelnetzes gespeist. Ihre Schnittstelle zur NE 4 sind die Hausübergabepunkte (HÜP). Von dort versorgt die NE 4 alle angeschlossenen Wohnungsübergabepunkte (WÜP). Nach dieser Schnittstelle stellt die NE 5 die Verbindung zu den Anschlussdosen in den jeweiligen Wohnungen sicher (**Bild 1**).

Die Entwicklung der Kabelnetze

Der Übergang von der analogen in die digitale Welt führte bei den Kabelnetzen zu signifikanten Veränderungen. Durch das digitale Kabelfernsehen DVB-C (digital video broadcasting – cable) konnten nämlich gleichzeitig und ohne gegenseitige Beeinflussung mehrere Programme in einem Kanal untergebracht werden und zwar in normaler Bildauflösung (standard definition, SD), aber auch hoher Bildauflösung (high definition, HD). Dies bedeutete bezogen auf die verfügbare Übertragungskapazität mehr Programme und die Realisierbarkeit höherer Bildqualität.

Ausschlaggebend war jedoch die Erweiterung der Netze von der reinen Verteilfunktion, also vom Kabelnetz zum Nutzer, zur Interaktivität und zwar durch Ergänzung von Rückkanälen, also dem Weg vom Nutzer in das Kabelnetz. Dadurch ergab sich nämlich die Möglichkeit, den Kabelkunden neben dem bisherigen Fernsehen auch Internet und Telefonie anzubieten. Dieses »Alles aus einer Hand«-Konzept für die drei in der Praxis wichtigsten Mediennutzungen wird üblicherweise als Triple Play bezeichnet.

Die derzeitige Situation der Kabelnetze

Alle großen Kabelnetze sind inzwischen HFC-Netze (hybrid fibre coax), also hybride Netze, die sich auf Glasfaser und Koax abstützen. Dabei werden in der Netzebene 3 möglichst große Längen der ursprünglichen Koaxialkabel-Infrastruktur durch die erheblich leistungsfähigere Glasfasertechnologie ersetzt. Lediglich für die »letzte Meile« zum Kabelkunden wird noch das bisherige Koaxkabel verwendet.

Die Übertragungskapazität der typisch bis 862 MHz ausgebauten HFC-Netze teilen sich derzeit folgende Anwendungen:

- Internet-Downstream (DS) als Hinkanal (forward channel): Übertragungsweg vom Internet zum Nutzer
- Internet-Upstream (US) als Rückkanal (return channel): Übertragungsweg vom Nutzer in das Internet
- Digitales Kabelfernsehen DVB-C (digital video broadcast – cable)
- UKW-Hörfunk (87,5 MHz bis 108 MHz).

Das Übertragungsprotokoll Docsis 3.1

Die für Internetanwendungen erforderliche Interaktivität in Kabelnetzen lässt sich im ersten Schritt durch den Austausch der im Kabelnetz in einer Richtung arbeitenden Baugruppen (z. B. Verstärker) erreichen. Außerdem muss bei jedem Kabelkunden als

Produktreihe twist

Zuverlässigkeit hat einen Namen

Bei den Drehtorantrieben der **Produktreihe twist** finden Sie den passenden Antrieb für jede Torsituation. Die Antriebe sind besonders einfach und schnell zu montieren und bieten an ihren Steuerungen vielfältige Anschlussmöglichkeiten.

twist 200 E und **twist 200 EL**

Die leistungsfähigen Drehtorantriebe für Tore bis 2,5 m Torflügelbreite oder 300 kg Torflügelgewicht.

twist 350

Der starke Drehtorantrieb für Tore bis 4 m Torflügelbreite oder 700 kg Torflügelgewicht.

rapido

twist 350 rapido NEU

Der schnelle Drehtorantrieb mit 27 mm/s Schubgeschwindigkeit für Tore bis 3 m Torflügelbreite oder 300 kg Torflügelgewicht.

twist XL

Der bärenstarke Drehtorantrieb für Tore bis 7 m Torflügelbreite oder 1.100 kg Torflügelgewicht.

twist UG

Der Unterflurantrieb für Drehtore bis 3,5 m Torflügelbreite und 350 kg Torflügelgewicht

twist AM

Für Drehtore bis 2,5 m Torflügelbreite und 250 kg Torflügelgewicht. Ideal bei Toren mit großen Pfosten.

Jetzt im Onlineshop anmelden!

In unserem Onlineshop erhalten Elektriker einen Sonderrabatt und weitere Vorteile. Detaillierte Informationen erhalten sie unter folgendem Link.

www.shop-sommer.eu/elektriker

Unser Kompetenz-Team ist für Sie da

Bei technischen Rückfragen steht Ihnen unser Kompetenz-Team zu unseren Geschäftszeiten über den Chat im Onlineshop zur Verfügung.

Tabelle 1: Docsis-Versionen

Version	Ausgabejahr	Datenrate pro 8-MHz-Kanal		Eigenschaften	ITU-R Recommendation
		Downstream	Upstream		
Docsis 1.0	1997	50 Mbit/s	30 Mbit/s	Datentransfer in TV-Kanälen	J.112
Docsis 1.1	1999	50 Mbit/s	30 Mbit/s	Ergänzung von Kriterien für die Dienstgüte (quality of service, QoS)	J.112
Docsis 2.0	2001	50 Mbit/s	30 Mbit/s	Verbesserung der Unterstützung symmetrischer Dienste (z.B. IP-Telefonie)	J.122
Docsis 3.0	2006	50 Mbit/s bis 1,6 Gbit/s bei Kanalbündelung	30 Mbit/s bis 240 Mbit/s bei Kanalbündelung	Kanalbündelung möglich • bei DS: max. 32 Kanäle • bei US: max. 8 Kanäle Unterstützung von IPv6	J.222
Docsis 3.1	2013	bis 10 Gbit/s	bis 1 Gbit/s	Variable Kanalbandbreite durch den Einsatz von OFDM (bei DS: max. 192 MHz)	noch offen

Tabelle 2: Bandbreiten

	Bandbreite OFDM-Kanal bei Docsis 3.1	
	min	max
Downstream	24 MHz	192 MHz
Upstream	6,4 MHz	96 MHz

Nutzer eine Multimedia-Anschlussdose (MMADo) installiert werden, die gegenüber der bisherigen Anschlussdose einen dritten Anschluss der Steckverbindung Typ F aufweist und üblicherweise mit Internet oder Data gekennzeichnet ist (**Bild 2**).

Es bedarf allerdings auch der Implementierung eines für die Datenkommunikation geeigneten Übertragungsverfahrens. In Deutschland handelt es sich dabei um den Standard Docsis (data over cable system interface specification), der vom 1988 gegründeten internationalen Non-Profit Konsortium der Kabelnetzbetreiber Cable Labs (Cable Television Laboratories Inc.) mit Sitz in Louisville im US-Bundesstaat Colorado entwickelt und fortgeschrieben wurde. Dabei bezog sich Docsis ursprünglich nur auf Kabelnetze in den USA, die durch ein 6-MHz-Kanalraster gekennzeichnet sind. Um Docsis auch in Europa verwenden zu können, wurden die Spezifikationen des Standards auf die unterschiedlichen Parameter der europäischen Kabelnetze zugeschnitten und zur Unterscheidung die Bezeichnung Euro-Docsis eingeführt. Hier ist besonders das überwiegend verwendete 8-MHz-Kanalraster von Bedeutung. In der Praxis hat sich diese Differenzierung allerdings nicht etablieren können. Angaben zu Docsis meinen in Deutschland deshalb eigentlich stets Euro-Docsis.

Grundsätzlich kann festgestellt werden: Docsis ist ein Standard, der die Anforderungen für die Datenübertragung in Kabelnetzen festlegt. Dabei wird auf den Schichten 1 und 2 des OSI-Schichtenmodells gearbeitet. Die wesentlichen Merkmale der bisher fünf Docsis-Versionen zeigt **Tabelle 1**. Daraus ist auch deren Übernahme als Empfehlungen der Internationalen Fernmeldeunion (International Telecommunication Union, ITU) ersichtlich.

Über das bei Docsis implementierte Verfahren Media Access Control (MAC) können die Kabelnetzbetreiber folgende Maßnahmen durchführen:

- Kabelmodems konfigurieren
- Übertragungsbandbreiten (= Datenraten) ändern
- Dienste aktivieren/deaktivieren.

Die Privatsphäre der Kabelkunden wird bei diesen Steuerungsfunktionen durch MAC-Verschlüsselung sichergestellt. Die vollständigen Spezifikationen jeder Docsis-Version stehen zur Verfügung unter www.cablelabs.com/specs/specification-search.

In deutschen Kabelnetzen ist bisher vorrangig noch die Version Docsis 3.0 im Einsatz. Die Umstellung auf Docsis 3.1 erfolgt schrittweise durch die Kabelnetzbetreiber im Rahmen ihrer Geschäftsmodelle.

Die Realisierung der Datenübertragung gemäß Docsis erfordert allerdings entsprechende technische Funktionseinheiten. Beim Kabelkunden als Nutzer ist es das über eine IP-Adresse erreichbare Kabelmodem, während sich in der Kopfstelle des Kabelnetzes die CMTS (cable modem termination system) befindet. Nur dadurch ist die interaktive Kommunikation zwischen dem Internet und den Nutzern möglich, weil beide die Umsetzung der Daten in eine für den Transport im Kabelnetz geeignete Form bewirken.

Kabelnetze weisen bezüglich der Nutzung des Spektrums derzeit folgende Bereiche auf (**Bild 3**):

- 5…65 MHz: Docsis-Upstream
- 87,5…108 MHz: UKW-Hörfunk
- 109…862 MHz: Docsis-Downstream, DVB-C.

Der Umfang der Nutzung des letzten Bereichs für die einzelnen Dienste hängt ab vom jeweiligen Kabelnetzbetreiber und den regulatorischen Vorgaben.

Während sich der Bedarf für weitere Kanalkapazitäten zur Übertragung von DVB-C-Programmen hauptsächlich auf die Umstellung von SD auf HD und Full HD bezieht, nimmt die erforderliche Datenrate für Internetanschlüsse nach allgemein anerkannten Prognosen stetig zu. Experten gehen von bis zu 50 % Steigerung pro Jahr aus und sehen deshalb den mittelfristigen Bedarf von 1 Gbit/s als typischen Wert für den Downstream an den Wohnungsübergabepunkten (HÜP).

Grundsätzlich gibt es bei allen Übertragungssystemen folgende »Stellschrauben«, um höhere Datenraten zu ermöglichen:

- Leistungsfähigere Übertragungsverfahren
- Höherwertigere Modulationsverfahren
- Verbesserte Fehlerschutzverfahren
- Erweiterung des nutzbaren Spektrums
- Änderungen der Netzkonfiguration.

Docsis 3.1 als Turbo

Einen wesentlichen Schritt zu größerer Übertragungskapazität für Daten im Downstream und Upstream stellt der Übergang von Docsis 3.0 auf die Version Docsis 3.1 dar. Während bei Docsis 3.0 im 8-MHz-Kanalraster mit 256-QAM modulierten Einzelträgern (single carrier, SC) gearbeitet wird, kommt bei Docsis 3.1 das Mehr-Träger-Verfahren OFDM (orthogonal frequency division multiplex), also orthogonaler Frequenzmultiplex, zum Einsatz.

Es ist bei Docsis 3.1 die Modulation jedes Trägersignals bis 4096-QAM (auch als 4k-QAM bezeichnet) zulässig (**Bild 4**). Außerdem gibt es kein festes Kanalraster mehr, so dass die OFDM-Kanäle der jeweiligen Aufgabenstellung angepasste Bandbreiten aufweisen können, was zu einer effizienteren Nutzung der Frequenz-Ressource führt. Es gelten bei Docsis 3.1 die in **Tabelle 2** gezeigten Grenzwerte für die Bandbreite der OFDM-Kanäle.

Ein weiterer Vorteil von Docsis 3.1 stellt seine Adaptivität dar. In diesen Kanälen können nämlich vorhandene Docsis-3.0- oder TV-Kanäle ausgespart werden, so dass der bereits laufende Betrieb keine Beeinträchtigung erfährt (**Bild 5**). Das bedeutet in der Praxis die Möglichkeit des gleichzeitigen Betriebs von Docsis 3.1 und Docsis 3.0 in einem Kabelnetz, was den Übergang auf die leistungsfähigere Docsis-Version erleichtert.

Bei Docsis 3.1 kommen gegenüber Docsis 3.0 auch leistungsfähigere Fehlerschutzverfahren zum Einsatz, die robuster gegen Störeinwirkungen sind und deshalb auch geringere Störabstände ermöglichen. Dabei handelt es sich um den BCH-Code (gekennzeichnet durch die Anfangsbuchstaben der Namen der Wissenschaftler, die den Code entwickelt haben: Bose, Chaudhuri, Hocquenghem) und den LDPC-Code (low density parity check). Beide sind aus den Standards der zweiten DVB-Generation (DVB-S2, DVB-C2, DVB-T2) bekannt.

Die neue Version des Docsis-Standards ermöglicht auch die Erweiterung der Frequenzbereiche für den Downstream und den Upstream. Dabei kann die Grenze zwischen den beiden Bereichen grundsätzlich beliebig gewählt werden. Nach derzeitigen Planungen liegt der Upstream-Bereich zwischen 5 MHz und 204 MHz, was bezogen auf Docsis 3.0 einen erheblichen Zuwachs bedeutet. Der Downstream-Bereich soll bei 258 MHz beginnen und nach den bisher in Kabelnetzen üblichen 862 MHz dann bei 1218 MHz enden. Dadurch ergibt sich bezogen auf Docsis 3.0 ein Zugewinn von 356 MHz für den Download. Als nächste Stufe sind 1794 MHz als obere Grenzfrequenz konzipiert, also eine weitere Steigerung der Bandbreite von knapp 50 % (**Bild 6**). Aus **Tabelle 3** ist die Gegenüberstellung der bisherigen und zukünftigen Docsis-Spezifikationen ersichtlich.

Varianten für den Hörfunk in Kabelnetzen

Die bei Docsis 3.1 geplante Erweiterung des Upstream-Bereichs bis 204 MHz würde allerdings dazu führen, dass der UKW-

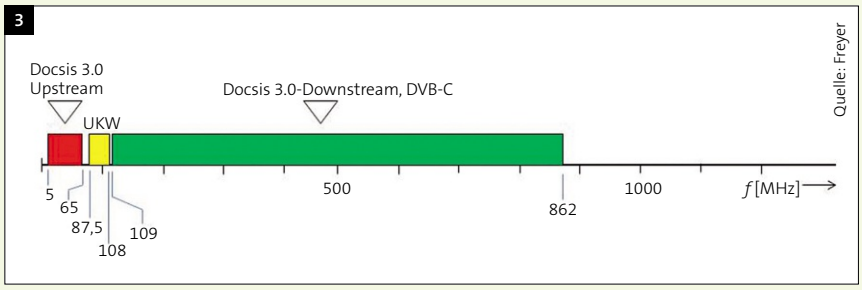


Bild 3: *Derzeitige Nutzung des Spektrums in Breitband-Kabelnetzen*

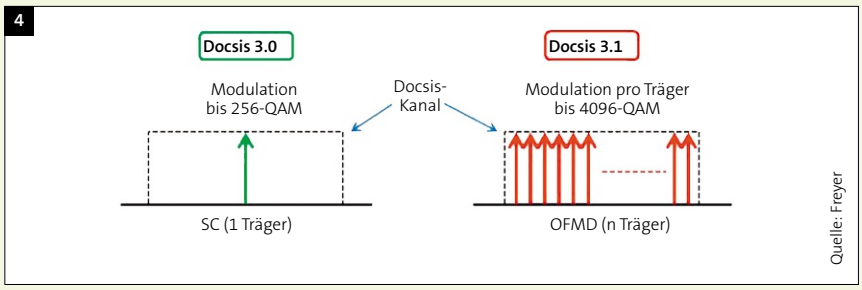


Bild 4: *Übertragung mit Docsis 3.0 und Docsis 3.1*

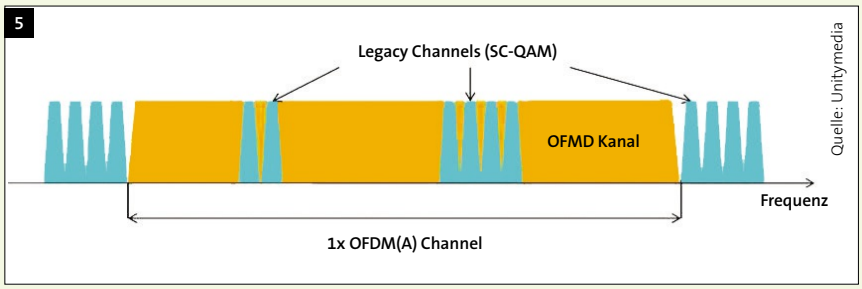


Bild 5: *Adaptivität von Docsis-3.1-Kanälen*

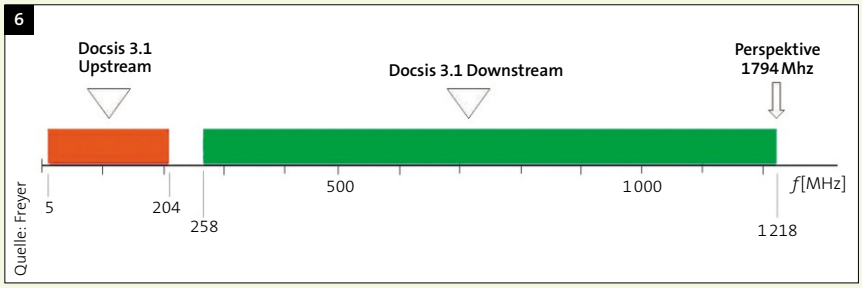


Bild 6: *Nutzung des Spektrums bei Docsis 3.1*

Tabelle 3: Docsis 3.0 vs. Docsis 3.1

	Docsis 3.0	Docsis 3.1
Downstream (DS)	109...862 MHz	258...1218 (...1794) MHz
Upstream (US)	5...65 MHz	5...204 MHz
Übertragungsart	Ein-Träger-Verfahren (single carrier, SC)	Mehr-Träger-Verfahren OFDM Trägersignalabstände: 25 kHz oder 50 kHz
Modulation	bis 256-QAM	bis 4096-QAM
Kanalbandbreite	8 MHz	DS: bis 192 MHz US: bis 96 MHz

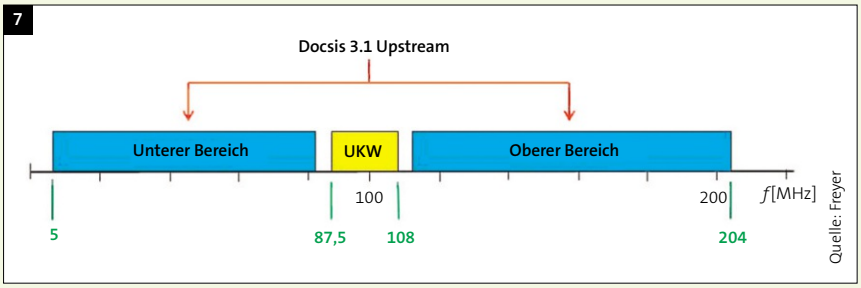


Bild 7: *UKW im Upstream-Bereich von Docsis 3.1*

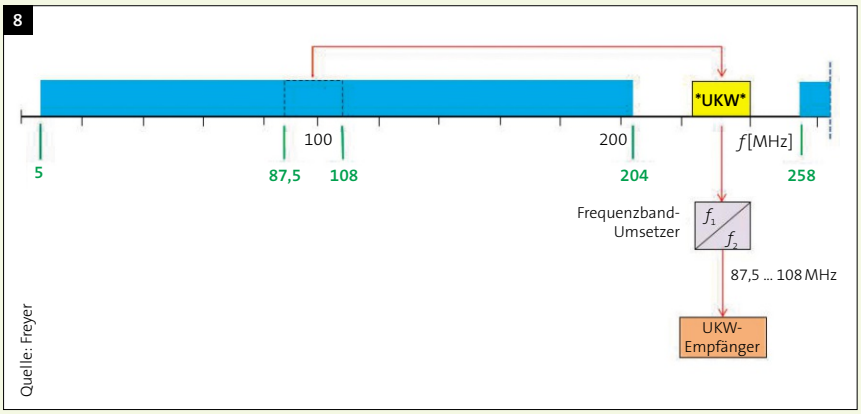


Bild 8: *Konvertierung des UKW-Bereichs bei Docsis 3.1*

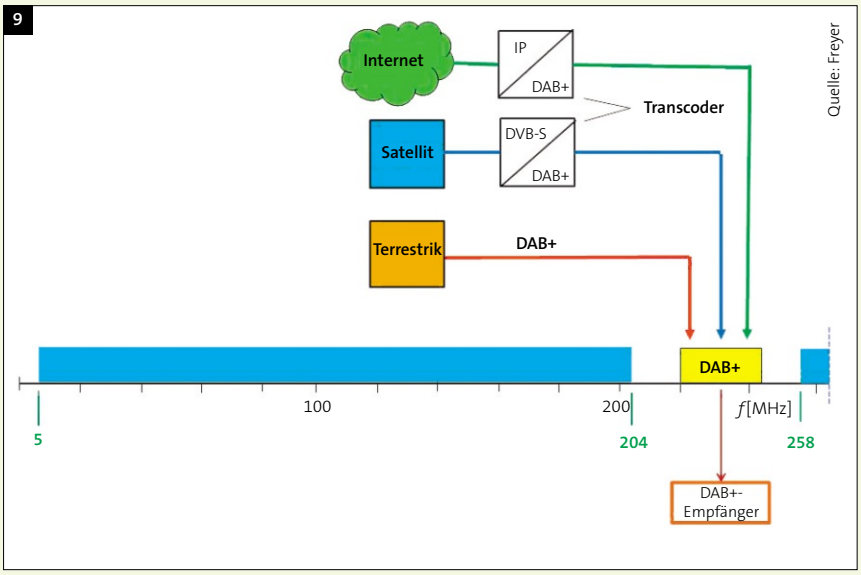


Bild 9: *Einspeisung von DAB+ bei Docsis 3.1*

Bereich (87,5…108 MHz) nicht mehr im Kabelnetz zur Verfügung steht und somit auch der bisherige analoge Hörfunk entfällt. Da die Hörfunknutzung via Kabel über 10 % der Kabelkunden beträgt, stellt sich deshalb die Frage, durch welche Maßnahmen Hörfunk weiter bereitgestellt werden kann. Nachfolgend sollen die verschiedenen Möglichkeiten gegenübergestellt werden.

UKW-Bereich beibehalten

Durch entsprechende Filterung könnte im neuen Upstream-Frequenzbereich der UKW-Bereich ausgespart und damit die bisherige Hörfunknutzung ohne Änderung beibehalten werden (**Bild 7**). Unter Berücksichtigung der Filterflanken würde dies allerdings die Reduzierung des Upstream-Frequenzbereichs um etwa 25 MHz bedeuten und sich damit eine relevante Einschränkung der Leistungsfähigkeit von Docsis 3.1 ergeben.

Bild 10: *Empfänger für DVB-C-Radio*

In diesem Zusammenhang sei auch darauf hingewiesen, dass die terrestrische Verbreitung von UKW mittelfristig eingestellt werden soll, weil das leistungsfähigere digitale Hörfunksystem DAB+ (digital audio broadcasting plus) inzwischen fast flächendeckend in Deutschland verfügbar ist und der Markt eine große Auswahl von Empfängern für DAB+ bietet.

Konvertierung der UKW-Programme

Durch Konvertierung könnte der UKW-Bereich in den Bereich zwischen Upstream und Downstream (204…258 MHz) umgesetzt werden. Für den Empfang der Programme mit dem bisherigen UKW-Empfänger würde dann allerdings vor seinem Antenneneingang ein Frequenzband-Umsetzer erforderlich, der die Rückumsetzung in den UKW-Bereich bewirkt (**Bild 8**). Solche Funktionseinheiten lassen sich zwar relativ kostengünstig herstellen, der Kabelkunde müsste sich jedoch selber um deren Beschaffung und die Installation kümmern. Bei der Konvertierung würde es sich allerdings weiterhin um analoge Übertragung handeln.

Einspeisung von DAB+

Als Ersatz für UKW könnte im Bereich zwischen Upstream und Downstream (204…258 MHz) der digitale Hörfunk DAB+ eingespeist werden. Für den Empfang wäre dann nur ein handelsüblicher DAB+-Empfänger erforderlich, weil dieser für 174 MHz bis 230 MHz ausgelegt ist (**Bild 9**). Es handelt sich um die TV-Kanäle K 5 bis K 12, die jeweils vier DAB-Frequenzblöcke aufweisen.

Aus vorstehendem Grund bietet es sich an, die terrestrisch empfangenen DAB+-Programme auf den Frequenzbereich 204…230 MHz umzusetzen, zum Beispiel durch den DAB Channel Converter DCC 1-00 der Firma Axing oder vergleichbare

Baugruppen. Mit diesen ist es aber auch möglich, die Transcodierung von Satellitenprogrammen (DVB-S) und/oder Programmen aus dem Internet auf DAB+ durchzuführen und damit das Inhalteangebot für die Nutzer im Rahmen der verfügbaren Übertragungskapazität zu erweitern.

Bei diesem Lösungsansatz für den Hörfunk entsteht allerdings den Kabelnetzbetreibern ein entsprechender technischer und damit kostenrelevanter Aufwand in jeder Kopfstelle des Kabelnetzes.

DVB-C-Radio

Es handelt sich bei DVB-C-Radio um die Vielfalt der beim digitalen Kabelfernsehen DVB-C mit den Fernsehprogrammen ergänzend übertragenen digitalen Hörfunkprogrammen in hoher Tonqualität. Diese sind unmittelbar mit jedem TV-Gerät empfangbar. Es gibt inzwischen aber auch reine Kabelradio-Empfänger, die keinen TV-Bildschirm aufweisen und als Kompaktgeräte für den Empfang von DVB-C-Radio optimiert sind (**Bild 10**).

Vorstehende Ausführungen zeigen, dass bei Einführung von Docsis 3.1 letztendlich UKW in den Kabelnetzen entfallen wird, es jedoch andere leistungsfähige Möglichkeiten für den Hörfunk im Kabel gibt. Dabei handelt es sich um digitale Verfahren, die gegenüber UKW bessere Tonqualität und zusätzliche Leistungsmerkmale bieten. Außerdem ergeben sich keine Einschränkungen beim Upstream-Frequenzbereich.

Es bedarf der Entscheidung der Kabelnetzbetreiber, welche Varianten sie nach der Einführung von Docsis 3.1 für den Hörfunk im Kabel nutzen wollen. Die Kabelkunden sollten darüber allerdings stets umfassend informiert werden, damit sie sich auf die neue Lage einstellen können.

Fazit

Docsis 3.1 stellt für die Kabelnetze eine konsequente Evolution zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit dieses Übertragungsweges dar. Dabei entfällt zwar UKW, der weitere Hörfunkempfang kann jedoch durch die aufgezeigten Möglichkeiten sichergestellt werden. Es handelt sich gesamt um eine Verbesserung für die Nutzer, was allerdings rechtzeitige und umfassende Informationen der Kabelnetzbetreiber über die geplanten Veränderungen voraussetzt. ●

Autor:
Ulrich Freyer,
Analyst für Medientechnik, Köln

FÜR SCHNELLLESER

Docsis 3.1 ist das derzeit leistungsfähigste Übertragungsprotokoll für IP-Signale in Kabelnetzen

Bei Einsatz von Docsis 3.1 steht der UKW-Bereich in den Kabelnetzen für die analoge Hörfunkübertragung nicht mehr zur Verfügung

Durch die digitalen Verfahren DAB+ und DVB-C-Radio lässt sich allerdings eine gute Hörfunkübertragung in Kabelnetzen realisieren

AUF DEM PLATZ
SETZT ER ALLE
UNTER STROM!

Baustellen sind wie Fußballfelder – für echte Erfolgsmomente braucht man einfach Profis auf dem Platz, die immer klar wissen, was Phase ist. Wir von WAGO unterstützen Dich dabei – mit Topequipment, damit Du Dein Team im entscheidenden Moment zum Erfolg führen kannst.

WAGO

Guck das Spiel in voller Länge:
www.wago.com/siegermomente
#siegermomente