

# **Frequenzbereichserweiterung im Upstream (full DOCSIS 3.x) unter Beibehaltung der UKW-Übertragung im Kabel – von Dipl.-Ing. (FH) Andreas Wilharm, Technischer Leiter braun teleCom GmbH**

Der Bedarf nach größeren Bandbreiten zur Versorgung der Bevölkerung mit Internetanschlüssen steigt unaufhörlich. Unlängst wurde von der Politik ein rascher Ausbau der Kommunikationsnetze gefordert mit dem Ziel, mittelfristig alle deutschen Haushalte mit einer akzeptablen Bandbreite versorgen zu können.

In Gebieten, die an das koaxiale Breitbandkabelnetz angeschlossen sind, ist es heute bereits möglich durch Channel Bonding sehr hohe Datenraten von bis zu 400 MBit/s im Downstream zu liefern. Zudem besteht die Möglichkeit Gruppen von Modems zu bilden, die einzelnen Bonding Groups zugeordnet werden. Bei höherem Bedarf an Datenraten werden zusätzliche Downstream-Kanäle dazu geschaltet. Ermöglicht wird dieses unter anderem durch eine Frequenzbereichserweiterung des Downstreams auf 1.006 MHz bzw. 1.216 MHz. Dadurch ist es möglich, trotz des „shared mediums“ im Breitbandkabel hohe Datenraten pro Teilnehmer zu liefern.

Im Upstream-Bereich ist die oben genannte Vorgehensweise nicht so ohne weiteres möglich. Bedingt durch die Limitierung des Frequenzbereiches auf die obere Grenze von 65 MHz und einer möglichen Nutzung des Upstream-Bereiches ab ca. 18 MHz beträgt die verfügbare Bandbreite lediglich 47 MHz. Zieht man von dieser Bandbreite noch die aus technischen Gründen nicht oder nur schlecht nutzbaren Frequenzen im Bereich von 27 MHz und 40 MHz ab, bleiben nur noch maximal ca. 40 MHz Bandbreite übrig. Dadurch limitiert sich natürlich auch die verfügbare Upstream-Datenrate pro angeschlossenem Haushalt.

Bei den genutzten Kanalbandbreiten von 6,4 MHz und einer daraus resultierenden Symbolrate von 5.120 kSymb/s steht bei insgesamt sechs möglichen Kanälen im Upstream und einer QAM64/S-CDMA Modulation theoretisch eine maximale Brutto-Datenrate von 184,32 MBit/s zur Verfügung.

Da es sich bei dem Dienst Internet-Access über Breitbandkabelnetze um ein „shared medium“ handelt, also die verfügbare Datenrate unter den Teilnehmern „aufgeteilt“ werden muss, ist die daraus resultierende Upstream-Geschwindigkeit pro angeschlossenem Haushalt, bei hoher Nutzerzahl in einem Cluster, dementsprechend gering.

Während man diesem Problem im Downstream - wie oben beschrieben - durch die Bereitstellung weiterer Kanäle begegnen kann ist dieses Vorgehen im Upstream nicht ohne weiteres möglich, da der sich an den derzeitigen Upstream-Bereich anschließende Frequenzbereich bereits anderweitig belegt ist.

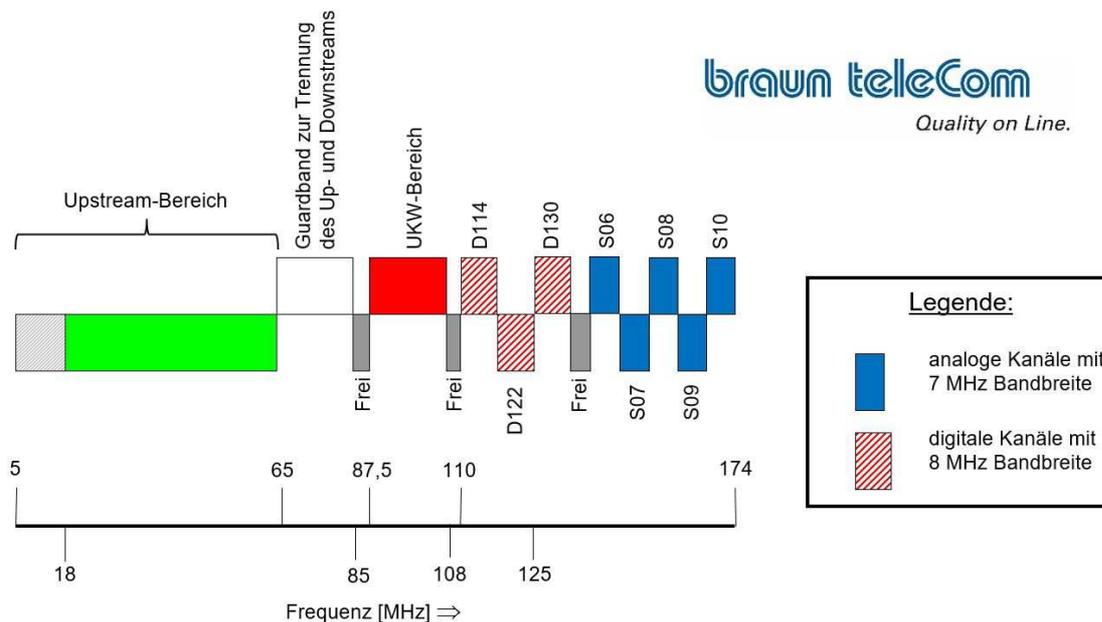


Abbildung 1: Frequenzplan des Upstream-Bereiches mit den angrenzenden Belegungen

Wie aus der Abbildung 1 ersichtlich, ist es aufgrund der Festlegung des UKW-Bereiches auf die Frequenzen von 87,5 bis 108 MHz und mit Rücksicht auf die Millionen im Markt befindlicher UKW-Empfänger nicht möglich, ohne Modifikationen an der Downstream-Belegung den Frequenzbereich des Upstreams zu erweitern.

Da bisher kein Termin bekannt ist, an dem der UKW-Dienst - ähnlich wie die analoge TV-Übertragung - eingestellt werden soll, hat die braun teleCom eine Lösung entwickelt, die eine Koexistenz von breiterem Upstream-Bereich **und** UKW ermöglicht.

Eine Erweiterung des Upstream-Bereiches in ein zusätzliches Frequenzband oberhalb von UKW kam nicht in Betracht, da bei dieser Lösung der Aufwand für die benötigten Diplexer in den Verstärkern stark ansteigen würde. Derzeit ist die Trennung zwischen Up- und Downstream-Bereich, mit einem dazwischen liegenden, 20 MHz breiten Guardband (siehe Abbildung 1) relativ unkompliziert machbar. Würde man nun die Diplexer so konstruieren, dass der Bereich 5 bis 65 MHz und zusätzlich z. B. ein Bereich ab ca. 110 MHz für den Upstream verwendet werden, stiege die Komplexität -und damit der Konstruktionsaufwand- deutlich an. Außerdem müssten mehrere Guardbänder

mit jeweils mindestens 20 MHz Bandbreite vorgesehen werden, wodurch wertvolle Übertragungsbandbreite verschwendet würde.

Die Lösung des Problems größerer Bandbreite für den Upstream in bestehenden BK-Netzen musste daher in einer Anchlusserweiterung des derzeitigen Frequenzbereichs über die 65 MHz hinaus zu suchen sein. Damit verbunden sind aber eine Verschiebung des UKW-Bereiches, hin zu höheren Frequenzen und dessen anschließende Rückumsetzung beim Teilnehmer in den ursprünglichen Bereich von 87,5 - 108 MHz.

Der zu verschiebende UKW-Bereich hat eine Bandbreite von 20,5 MHz. Und passt somit in den Bereich von drei 8 MHz breiten Kanälen. Ausgewählt wurden die Kanäle K 67 bis K 69 im Frequenzbereich 838 bis 862 MHz, da sie derzeit in den meisten Netzen noch nicht belegt worden sind und somit keine Verschiebung dort befindlicher Programme nach sich ziehen.

Das Prinzip der blockweisen Frequenzumsetzung entspricht im weitesten Sinn dem in der heutigen Satellitenempfangstechnik angewandten Prinzip. Dort werden die empfangenen Frequenzen aus dem 11/12 GHz-Bereich durch Abmischung in den ZF-Bereich von 0,95 bis 2,15 GHz umgesetzt.

In einer Rundfunkempfangsstelle, die der Signalzuführung zu einem BK-Netz dient, kann auf ähnliche Weise das zusammengefasste UKW-Signal blockweise auf eine höhere Frequenz umgesetzt werden. Dadurch können die bestehenden UKW-Aufbereitungskomponenten in einer Rundfunkempfangsstelle weiterverwendet werden.

Die blockweise Frequenzumsetzung des UKW-Bereiches in eine höhere Frequenz erfolgt mit vorher festgelegten Frequenzen. Diese Maßnahme ermöglichte eine kostengünstige Produktion der in größeren Mengen benötigten Rückumsetzer, da auf Bauteile zur elektronischen Frequenzabstimmung verzichtet werden konnte. Gleichzeitig wird eine gute Trennschärfe der Bandpässe erreicht, da diese nur für jeweils einen bestimmten Frequenzbereich gefertigt werden müssen und so entsprechend optimiert werden konnten.

Die Informationen Frequenz und Lautstärke eines Audiosignals stecken bei der Frequenzmodulation (FM) in der Häufigkeit und im Delta der Abweichung von der FM-Mittenfrequenz. Eine Schwankung der Amplitude eines FM-Signals hat daher keine direkte Auswirkung auf die Signalqualität, sofern sie innerhalb der zulässigen Empfangsparameter liegt. Dadurch sind die Anforderungen an die Linearität der Mischer im Up- und Downconverter nicht besonders hoch, was wiederum zu einer kostengünstigen Fertigung beiträgt.

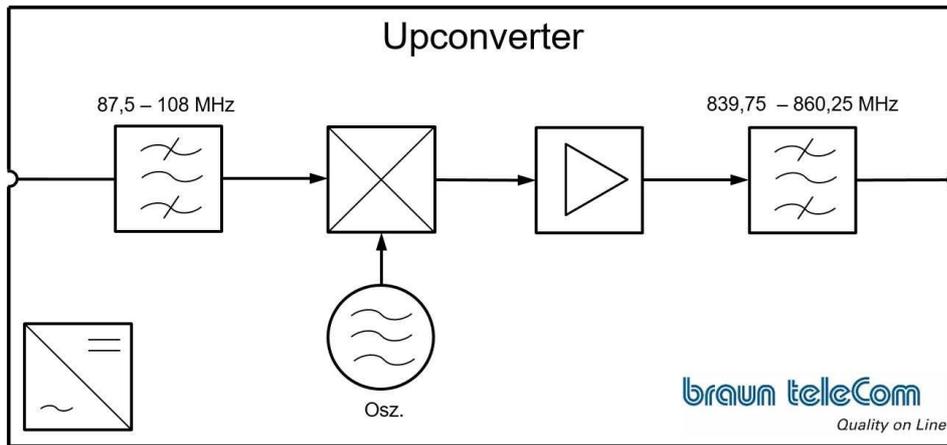


Abbildung 2: Blockschaltbild Upconverter für den UKW-Bereich

Das UKW-Summensignal gelangt über einen Bandpass mit dem Frequenzbereich 87,5 bis 108 MHz auf einen Mischer. Ebenfalls in den Mischer wird der Oszillator eingespeist. Das dadurch entstehende Frequenzband wird anschließend verstärkt und steht dann über einen Bandpass mit dem Frequenzbereich 839,75 bis 860,25 MHz am Ausgang des Upconverters für die Einspeisung in das Ausgangssammelfeld der Rundfunkempfangsstelle zur Verfügung.

Anzumerken wäre noch, dass die in den Upconverter eingespeisten UKW-Kanäle in gespiegelter Frequenzlage am Ausgang anstehen. Dadurch liegt ein Programm aus der höchsten UKW-Frequenzlage bei 108 MHz nach der Umsetzung in der niedrigsten Frequenzlage bei 839,25 MHz und umgekehrt. Diese Drehung der Frequenzlage wird im Downconverter wieder rückgängig gemacht, indem dort die gleiche Oszillatorfrequenz verwendet wird.

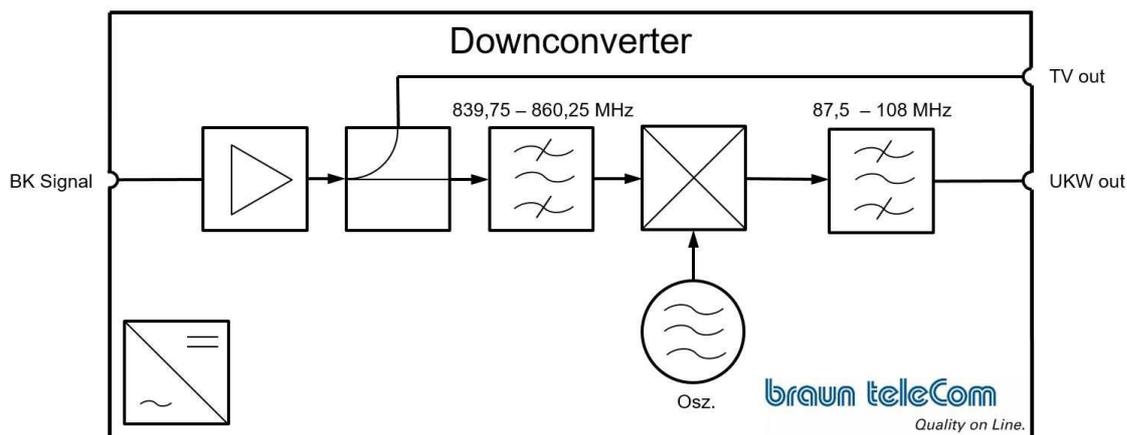


Abbildung 3: Blockschaltbild Downconverter für den UKW-Bereich

Das Blockschaltbild zeigt den Signalverlauf des Downconverters. Da der umgesetzte Frequenzbereich von 839,75 bis 860,25 MHz beim Teilnehmer nicht an der UKW-Buchse der Antennensteckdose zur Verfügung steht, muss der Downconverter an der TV-Buchse angeschlossen werden. Um weiterhin den TV-

Empfang zu ermöglichen, besitzt der Downconverter einen zusätzlichen Ausgang für das originale TV-Signal.

Das breitbandige BK-Signal wird verstärkt und anschließend an der Buchse TV out zur Verfügung gestellt. Die interne Verstärkung und Abzweigdämpfung betragen jeweils ca. 6 dB. Aufgrund dieser geringen Verstärkung trägt sich der Verstärker nur unwesentlich in die Systemkette ein und kann bei einer Systemberechnung vernachlässigt werden.

Über den Durchgang des Abzweigers gelangt das verstärkte BK-Signal auf einen Bandpass mit einem Durchlassbereich von 839,75 bis 860,25 MHz und anschließend auf einen Mischer, an den ein Oszillator angeschlossen ist. Das abgemischte Signal im Bereich 87,5 bis 108 MHz steht danach über einen entsprechenden Bandpass an der Buchse UKW out zur Verfügung.

Die Entwicklung dieses Systems zeigt einmal mehr, dass die Firma braun teleCom GmbH den Finger am Puls der Entwicklung leistungsfähiger Breitbandnetze hat. Durch den Einsatz der UKW-Blockumsetzung ist der Weg frei für die volle Nutzung der Übertragungsmöglichkeiten von DOCSIS 3.0/3.1 und gibt damit den Netzbetreibern die Möglichkeit einer Bandbreitenerhöhung im Upstream.

