

LTE800-Sperrfilter

Zweiter Folgebericht der Deutschen TV-Plattform zur Verträglichkeit von Rundfunk und Mobilfunk im UHF-Band

1. Ausgangslage

Im Rahmen der Digitalen Dividende wurde der bisher vom Rundfunk benutzte UHF-Teilbereich 790 MHz bis 862 MHz (800-MHz-Bereich) mobilen Funkanwendungen zugewiesen. Primäres Ziel für diesen Teilbereich ist das Angebot drahtloser Breitbandanschlüsse für den Internetzugang in solchen Gebieten, in denen bisher keine oder unzureichende drahtgebundene Infrastruktur dafür vorhanden ist. Für die Nutzung des 800-MHz-Bereichs wurden deshalb bei der Frequenzvergabe durch die Bundesnetzagentur (BNetzA) die Auflage erteilt, dass zunächst unversorgte Gebiete auszubauen sind und danach die Versorgung von Ballungsgebieten begonnen werden kann.

Die Vergabe der Frequenzen im Bereich 790 MHz bis 862 MHz erfolgte durch Versteigerung. Den Zuschlag erhielten Telefonica Deutschland (O2), Telekom Deutschland und Vodafone. Alle drei Anbieter werden die neueste Generation des Mobilfunks (4G) einsetzen. Es handelt sich um LTE (long term evolution), das auch im 1,8-GHz Bereich und 2,6-GHz-Bereich vorgesehen ist. Um Missverständnisse zu vermeiden gilt für den 800-MHz-Bereich die Bezeichnung LTE800.

Bei LTE800 gilt folgende Frequenznutzung:

- Abwärtsstrecke (sogenannter Downlink), d.h. Aussendungen der Basisstation ⇒ Empfang am LTE800-Endgerät:
791 MHz bis 821 MHz
- Aufwärtsstrecke (sogenannter Uplink): d.h. Aussendungen des LTE-800-Endgeräts ⇒ Empfang an der Basisstation:
832 MHz bis 862 MHz

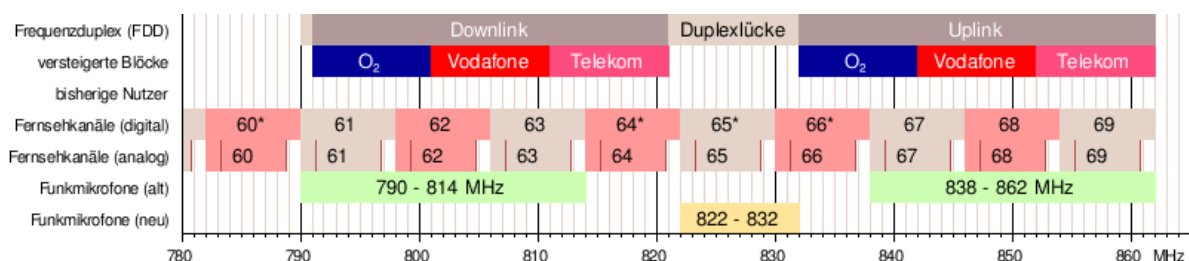


Abbildung 1: Ergebnis der Frequenzversteigerung vom Mai 2010

Die jeweils 30 MHz großen Bereiche sind in drei Blöcke zu je 10 MHz unterteilt, wobei jedes der drei oben genannten Mobilfunkunternehmen einen Block ersteigert hat. Der Abstand zwischen downlink und uplink beträgt immer 41 MHz, d.h. die Endgeräte des Mobilfunk-Netzbetreibers der den Block 791 MHz bis 801 MHz erworben hat senden im Bereich 832 MHz bis 842 MHz.

Die Frequenzbereiche 790 MHz bis 791 MHz und 821 MHz bis 832 MHz dienen als Schutzbänder zu dem vom Rundfunk genutzten Frequenzbereich bis 790 MHz sowie zwischen der Abwärtsstrecke und der Aufwärtsstrecke. Mehrere Studien hatten im Vorfeld der Versteigerung empfohlen, größere Schutzbänder zu schaffen, um drohende Störungen von Anfang an einzudämmen.

2. Problemstellung bei DVB-T

Das digitale terrestrische Fernsehen DVB-T ist mit der Maßgabe angetreten, unkomplizierten terrestrischen Empfang mit einfachen Mitteln nahezu überall anbieten zu können („Überallfernsehen“). Die technische Auslegung der DVB-T Geräte und des entsprechenden Zubehörs (insbesondere Antennen) erfolgte unter der Maßgabe, dass der Betrieb in einem Rundfunkband stattfindet, in dem außer mit starken benachbarten Rundfunksendern mit keinerlei weiteren leistungsstarken HF-Signalen in direkter Frequenznachbarschaft und physikalischer Nachbarschaft gerechnet werden muss. Mit der Einführung von LTE800 im ehemaligen Rundfunkbereich im UHF Band V (790-862MHz) ändert sich das jedoch gänzlich.

Die Hochfrequenzaussendungen von LTE-Basisstationen und LTE-Endgeräten können generell Auswirkungen auf den Fernsehempfang des gesamten UHF Bandes haben, von dem jetzt nur noch der Bereich unterhalb 790MHz für Fernsehanwendungen zur Verfügung steht. DVB-T Empfangsstörungen machen sich in Form von Bild- und Tonaussetzern, Klötzchenbildung, bis hin zum Totalausfall bemerkbar.

Alle im Markt befindlichen DVB-T-Empfänger und DVB-T-Antennen – vor allem aktive Antennen – empfangen weiterhin alle Signale bis 862 MHz. Dadurch treten am Antenneneingang der Empfänger bzw. am Verstärker in oder nach der Antenne auch LTE800-Signale ungedämpft auf. Diese können auf verschiedenste Weise Störungen des DVB-T-Empfangs bewirken, deren Umfang u.a. vom genutzten Tunerkonzept sowie von den konkreten Signalverhältnissen hinsichtlich Pegel und Frequenz abhängig ist. Die Gründe für Störungen des DVB-T Empfangs sind vielfältig. Störungen entstehen in erster Linie durch:

- zu hohe (LTE-) Störsignale im Vergleich zu den zu empfangenen DVB-T-Signalen, d.h. der Empfänger kann beide nicht mehr sauber trennen;
- zu hohe absolute Störsignalpegel, d.h. der Empfänger oder vorgeschaltete Verstärker (insbesondere aktive Antennen) werden übersteuert;
- Intermodulation von mehreren Signalen und Überlagerung der Mischprodukte mit den eigentlich zu empfangenen DVB-T-Signalen; „mehrere Signale“ können hierbei sowohl LTE-Signale als auch DVB-T-Signale sein.

Eine Störung des DVB-T-Empfangs kann auch durch unmittelbare Einstrahlung von LTE800-Signalen in das Gehäuse von DVB-T-Empfängern bewirkt werden. Die Wahrscheinlichkeit einer solchen Einstrahlung lässt sich nur durch Schirmungsmaßnahmen in entsprechendem Umfang – sowohl bei den Empfängern wie auch bei allen Kabel und Steckerkomponenten – reduzieren. Bei Bestandsgeräten ist eine solche Nachrüstung nicht oder nur in den seltensten Fällen realisierbar. Neue DVB-T-Empfänger könnten hingegen mit besserer Schirmung gebaut werden, was allerdings die Gerätekosten erhöht und andererseits – einen vertretbaren Aufwand vorausgesetzt – nur eine gegenüber dem jetzigen Stand erhöhte Einstrahlungsfestigkeit ermöglicht, keine absolute.

3. Einsatz von Filtertechnik

3.1 Ideale Filter

Die Aufgabe eines idealen LTE800-Sperrfilters in Bezug auf DVB-T besteht darin, bis 790 MHz alle Frequenzen ungehindert durchzulassen, d.h. ohne Einflüsse auf das zu empfangene DVB-T-Signal, und ab 791 MHz alle Frequenzen vollständig zu sperren. Für eine reale Filterlösung muss bezogen auf den Durchlassbereich von einer Einfügedämpfung unter 1 dB ausgegangen werden, während die Dämpfung im Sperrbereich 30 dB bis 50 dB betragen kann. Die Dämpfung unterhalb 790 MHz führt realistisch zu einer Verkleinerung des Empfangsgebietes, da damit sehr schwache (aber noch empfangbare) Signale noch weiter abgeschwächt werden.

Andererseits ist zu berücksichtigen, dass moderne Empfänger – vor allem in Flachbildfernsehern – oft als sogenannte Multinorm-Tuner ausgeführt werden, d.h. sie ermöglichen den Empfang mehrerer DVB-Signale, z.B. DVB-T und DVB-C. Ein vorgeschaltetes Filter wie oben ausgeführt würde dabei aber den Empfangsbereich für DVB-C signifikant beschränken.

Daher gilt es nach Lösungen zu suchen, die

- a) die oben genannten Anforderungen hinsichtlich des ungestörten Empfangs von DVB-T sicherstellen;
- b) gleichzeitig LTE-Signale möglichst stark abdämpfen, bis hin zu 862 MHz und perspektivisch auch darüber hinaus und
- c) dabei den Empfangsbereich für DVB-C in Multi-Normgeräten nicht beschränken.

Entsprechende Filter müssen kostengünstig in Relation zum Tuner und in kompakter Bauform realisierbar sein.

3.2 Einschränkung bei realen Filtern

Reale Filter besitzen immer eine gewisse Dämpfung im Durchlassbereich, die sogenannte Einfügedämpfung. Da diese die Empfangbarkeit von DVB-T beeinträchtigen oder im Rahmen der Neuplanung von DVB-T/T2-Netzen die Kosten dieser Netze signifikant erhöhen kann, ist ein Wert von deutlich unter 1 dB zu fordern.

Der zweite wesentliche Parameter ist die Dämpfung, die das Filter im Sperrbereich erreicht. Aus mehreren Studien - z.B. von der britischen Regulierungsbehörde Ofcom¹ - ergibt sich diesbezüglich eine minimal notwendige Dämpfung von mindestens 30 dB.

Besonders kritisch ist die Flankensteilheit des Filters. Dies ist der Übergang zwischen Durchlassbereich und Sperrbereich, d.h. wie schnell das Filter ausgehend von einer minimalen Einfügedämpfung eine gewisse Sperrdämpfung erreicht. Geht man bei letzterem von einer Sperrdämpfung von 30 dB aus, dann wäre angesichts des Frequenzabstands zwischen Ende des Durchlassbereich (790 MHz) und Beginn des Sperrbereichs (791 MHz) von 1 MHz eine Flankensteilheit von 30 dB/MHz erforderlich.

Schließlich dürfen Filter auch keine Verzerrungen der Signale im Zeitbereich über die gesamte Bandbreite verursachen (Gruppenlaufzeit).

4. Lösungsansätze

Sperrfilter können grundsätzlich mittels passiver Komponenten oder durch aktive Filterschaltungen (mit Stromversorgung) realisiert werden. Funktionsbedingt sind sie in beiden Fällen den Antenneneingängen der DVB-T-Empfänger vorgeschaltet.

Bei passiven Komponenten gibt es viele Realisierungsmöglichkeiten, z.B. mittels diskreter Bauteile (Spulen, Kondensatoren), unter Ausnutzung bestimmter physikalischer Effekte (z.B. Oberflächenwellen-Filter, SAW).

Aktuelle Untersuchungen in DVB zeigen, dass Filter mit den oben genannten Anforderungen nicht umsetzbar sind. Dies liegt vor allem daran, dass die Flankensteilheit von Filtern, die kostengünstig und mit relativ moderaten Abmaßen herstellbar sind, eine Steilheit von maximal 10 dB/MHz aufweist. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt die britische Regulierungsbehörde Ofcom in einem aktuellen Feldversuch². Dabei konnten Störungen durch LTE-Aussendungen in den Frequenzbereichen 801 MHz bis 811 MHz und 811 MHz bis 821 MHz reduziert werden, hinsichtlich des ersten Blocks 791 MHz bis 801 MHz gelang dies aber nur bedingt.

Schließlich bestätigt dies erneut die Aussagen des Heinrich-Hertz-Instituts in seinem Bericht an das BMWi 2009 mit Blick auf die Notwendigkeit eines Schutzbandes. Das HHI kommt darin zu dem Schluss, dass aufgrund der technischen Möglichkeiten von Filtern ein Schutzband von mindestens 10 MHz notwendig wäre.

Aktuell sind am Markt keine praktisch verwendbaren (wirkungsvollen) LTE-Sperrfilter verfügbar. Oft ist deren Durchlassdämpfung selbst in den zu empfangenden Kanälen viel zu hoch. Dadurch kann es nach dem Einfügen des Filters zu Empfangsausfällen kommen. Selbst wenn diese Durchlassdämpfung nur Kanäle betrifft, die momentan an dem konkreten Ort nicht empfangbar sind, könnte sich dies in naher Zukunft ändern, z.B. bei der Einführung von neuen DVB-T2-Diensten wie HDTV, größerer Programmvierfalt und mobilen Anwendungen.

¹ ERA Technology Report 2010-0026

² Ofcom 2221/PCFT/R/1.2

5. Perspektiven

Grundsätzlich könnten Filter dazu beitragen, das Störrisiko LTE800/DVB-T bei den Bestandsgeräten zu reduzieren. Ihr Nutzen hängt jedoch stark vom individuellen Störfall-Szenario ab, und ist nur eine von mehreren Möglichkeiten.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass Bestandsgeräte (DVB-T Empfänger, aktive Antennen, usw.) nicht wirkungsvoll nachgerüstet werden können. Auch ist derzeit keine Technologie erkennbar, die eine Realisierung solcher Filter ermöglicht. Es wird Situationen geben, in denen Filter nachträglich eingefügt werden können, aber diese müssten jeweils auf eine ganz konkrete Empfangssituation am entsprechenden Ort angepasst werden. Insofern handelt es sich nicht um wirtschaftlich tragfähige Lösungen.

Die derzeit sehr populären breitbandigen aktiven Zimmerantennen sind im Störfall in der Regel nicht weiter verwendbar. In einigen Fällen wird eine Reduzierung des Störrisikos nur über eine Reduzierung der Leistung der LTE-Basisstation oder eine Modifikation ihrer Antennen möglich sein. Insbesondere in enger Nachbarschaft erhöht sich das Risiko einer Störung zwischen LTE-800-Endgerät und DVB-T Empfänger.

Insgesamt ist daher zu erwarten, dass eine Reduzierung des Störrisikos auf der Basis von Filtern nicht ausreichend ist.

Neben dem oben genannten Problem der grundsätzlichen Verfügbarkeit entsprechender Filter ist bei neuen DVB-T-Empfängern der zeitliche Aspekt von enormer Bedeutung. Solche Geräte dürfen erst mit veränderten Leistungsmerkmalen in den Markt gebracht werden, wenn hierfür die eingeleitete Standardisierung abgeschlossen ist. Ein Abschlusstermin hierfür ist derzeit nicht absehbar.

Darüber hinaus ist zu erwarten, dass solche Geräte auch erst dann produziert werden, wenn ein entsprechender Markt vorhanden ist. Hierbei ist vor allem zu berücksichtigen, dass die Digitale Dividende in Europa zu unterschiedlichen Zeitpunkten genutzt wird, d.h. andererseits in vielen Ländern der Empfang von DVB-T-Signalen in den entsprechenden Kanälen 61 bis 69 noch in 2012 oder gar 2013 möglich sein wird. Dies betrifft insbesondere so wichtige Märkte wie Großbritannien, Spanien oder Polen. In Italien gibt es derzeit keine Pläne, LTE 800 einzuführen.

In jedem Fall treten zusätzliche Kosten auf, deren Übernahme derzeit ungeklärt ist. Die Ermittlung von Ursachen für Funkstörungen obliegt der Bundesnetzagentur und speziell ihrem Prüf- und Messdienst (PMD). Es ist daher wichtig, dass Störungen an die Bundesnetzagentur gemeldet werden, da es sich hier um eine Funkstörung handelt. Nur so ist die Einforderung einer Kostenübernahme durch Dritte – konkret die Mobilfunk-Netzbetreiber – möglich, bei letztendlichem Nachweis des Verursachers. Die Bundeseinheitliche Hotline-Nummer der Bundesnetzagentur für Funkstörungen lautet: 01803 / 23 23 23³.

³ Festnetzpreis 9 ct/min; Mobilfunkpreise maximal 42 ct/min. Diese Servicrufnummer ist 24 Stunden am Tag erreichbar. Auf der Homepage der BNetzA wird darauf hingewiesen, dass die erforderlichen Maßnahmen der Bundesnetzagentur zur Aufklärung von Funkstörungen für denjenigen, der eine Störung meldet, kostenlos sind.

6. Zusammenfassung und Fazit

Mit diesem Bericht zur IFA 2011 setzt die Deutsche TV-Plattform ihre Beiträge zur Störproblematik zwischen LTE 800 und DVB-T fort. Nach den Verträglichkeitsberichten 2009 und 2010 stehen diesmal die erhofften Filterlösungen zur Verbesserung der Situation im Mittelpunkt. Den irrationalen Erwartungen an nicht existente „Wunderfilter“ wird hier die technische Realität gegenüber gestellt. Auch die Saga, dass neue Empfänger „von allein“ störtester werden, gehört in diese Kategorie des Wunschenkens.

Vielmehr soll die Diskussion zwischen den Marktteilnehmern durch dieses Dokument versachlicht werden und damit Wege zur Verbesserung der Situation in einer Partnerschaft „auf Augenhöhe“ ermöglicht werden. Allein durch das Vorschalten von Filtern ist das Störpotential nicht zu beseitigen. Nicht bei integrierten Fernsehgeräten und Settop Boxen, aber erst recht nicht bei portablen und mobilen Empfängern, geschweige denn bei den millionenfach verbauten Fahrzeugempfängern mit aktiven Scheibenantennen.

Herausgeber/Publisher:
Deutsche TV-Plattform e.V.

Redaktion:
Arbeitsgruppe Terrestrik der Deutschen TV-Plattform

Autorenteam:
Ulrich Freyer (Analyst für Medientechnik) und Ronald Lorenz (Media Broadcast)
Mit Unterstützung von Martin Fähnrich (Panasonic), Bernd Heimermann (Media Broadcast), Dr. Bertram Hock (BMW), Horst Indek (Mediengruppe RTL Deutschland), Ralf Martin (ZDF), Eckhard Matzel (ZDF), Michael Pausch (Bayerischer Rundfunk), Rainer Rabe (LPR Hessen), Dr. Helmut Stein (ISDM, DVB Project) und Wolfgang Wütschner (Bayerischer Rundfunk).