

---

## Neue Wege zur Breitbandversorgung – eine Betrachtung von LTE -

---

### 1. Einleitung

Vieles hat sich in den letzten Jahren bei der Verbesserung der Breitbandversorgung ländlicher Räume getan; das vom Bayerischen Gemeindetag initiierte Bayerische Förderprogramm ist bei aller Kritik im Detail ein Erfolg. Absolut positiv zu vermerken ist, dass das Fördervolumen nochmals um 45 Mio. € aufgestockt und das Programm bis Ende 2011 verlängert wurde.

Gelegentlich lohnt aber auch ein Blick zurück, immer dann nämlich wenn Großes angekündigt wurde. Mal hinzuschauen, was eigentlich in der Realität daraus geworden ist.

Ein gutes Beispiel bietet die Breitbandstrategie der Bundesregierung vom Februar 2009. Dort wurde als Ziel fixiert, dass,

- bis Ende 2010 die Lücken in der Breitbandversorgung geschlossen sein sollten und alle Bürger flächendeckend mit leistungsfähigen Breitbandanschlüssen versorgt sein sollen. Als leistungsfähigen Breitbandanschluss hat man damals 1 Mbit/s definiert.
- bis Ende 2014 75 % der Bevölkerung einen „hochleistungsfähigen“ Breitbandanschluss erhalten sollten.

Sieht man einmal davon ab, dass die Zeit längst darüber hinweggegangen ist, einen 1 Mbit/s-Anschluss als leistungsfähigen Breitbandanschluss zu bezeichnen – der Bandbreitenbedarf verdoppelt sich alle 20 Monate - so kann man trotz aller Erfolge doch erkennen, dass wir nicht gerade gut im Zeitplan liegen.

Die Bundesregierung hat seinerzeit eine 4-Säulen-Strategie mit unter anderen einer unterstützenden Frequenzpolitik verkündet. Ein Teil dieser Strategie war die Versteigerung der Frequenzen der sogenannten **digitalen Dividende**, einem Frequenzpaket im Bereich von 790 MHz – 862 MHz, das aufgrund der Umstellung von analogen auf digitales Fernsehen freigemacht werden konnte.

Diese Technik, mit deren Hilfe die drahtlose Verbreitung von schnellem Internet auch in ländlichen Regionen bewerkstelligt werden soll nennt sich **LTE** (Long Term Evolution).

Im folgenden Beitrag wird ein kurzer Abriss der Technik sowie deren Brauchbarkeit für die Versorgung ländlicher Regionen beschrieben.

## **2. Technik**

### **2.1. Grundsätzliches**

Schon bisher galt die UMTS-Technik der Mobilfunkbetreiber insbesondere in der Hochgeschwindigkeitsvariante HSDPA als eine der möglichen Alternativen für einen kabelgebundenen DSL-Ausbau. Mit einer UMTS-Zelle kann theoretisch bis zu 7,2 Mbit/s, teilweise auch bis 42 Mbit/s (bei Zusammenschaltung zweier Frequenzen) an Downloadgeschwindigkeit erzielt werden. Dies gilt wohlgermerkt pro Zelle, d.h. die angeschlossenen Nutzer müssen sich die Kapazität teilen.

UMTS arbeitet im Frequenzbereich von 2,1 GHz. In diesem Frequenzbereich breitet sich ein Funksignal ähnlich wie Licht aus und man benötigt nahezu eine Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger. Dies hat zur Folge, dass für eine vollständige Flächenabdeckung eine Vielzahl von weiteren Sendestationen errichtet werden müssten, was wirtschaftlich

gesehen für die Betreiber nicht rentabel ist. UMTS wird deshalb wohl nie flächendeckend verfügbar sein.

Dennoch, man denke nur an die rasante Verbreitung der Smart-Phones, steigen die Wachstumsraten des Bandbreitenbedarfs mobiler Breitbandanschlüsse exponentiell, noch deutlich mehr als bei Festnetzanschlüssen. Bild 1 zeigt nach einer Studie von Cisco das Wachstum für mobile Bandbreiten.

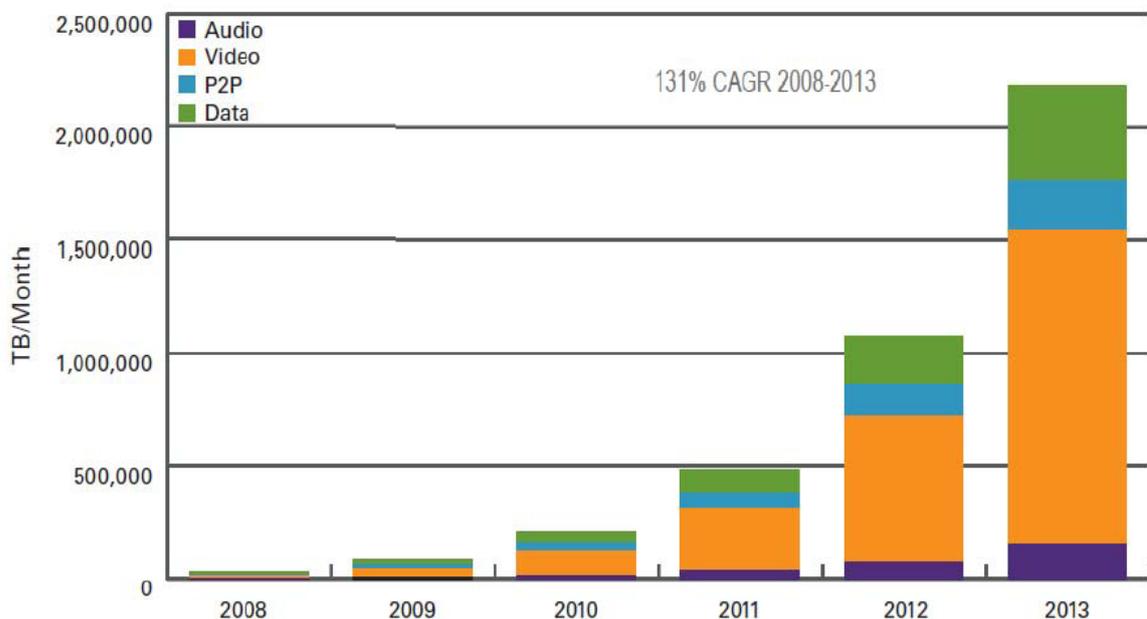


Figure 1: Mobile Data Traffic Growth (Source: Cisco, 2009)

Bild 1: Wachstum mobiler Breitbandverkehr

Es ist daher heute schon absehbar, dass auch die UMTS-Technik an Ihre Grenzen stößt. Immer mehr Nutzer müssen sich die Bitraten teilen, und erhalten jeweils immer weniger Leistung.

Hier verspricht die LTE-Technik, eine Weiterentwicklung von UMTS-, spürbare Abhilfe. Bei LTE wird ein neues Modulationsverfahren (OFDM, wie bei DVBT), eine neue Antennentechnologie (MiMo), sowie eine spezielle Codierung eingesetzt, wodurch die Datenübertragungsrate signifikant

gesteigert werden kann. So sind mit der LTE-Technik **theoretisch** bis zu 300 Mbit/s im Download möglich. Mit den heutigen Verfahren ist eine maximale spektrale Effizienz von 5 Bit/s/Hz zu erreichen, d.h. für eine 20 MHz-Zelle stehen maximal 100 Mbit/s im Download zur Verfügung. Mit LTE steht erstmals eine Technik zur Verfügung, die das Potenzial hat, eine Alternative zum DSL-Anschluss zu werden.

## 2.1 Szenario in Deutschland

In Deutschland wurden zur Unterstützung der Breitbandstrategie der Bundesregierung im Wesentlichen zwei Frequenzbereiche für die Nutzung von LTE ausgeschrieben. Zum einen waren dies die Frequenzen der Digitalen Dividende, zum anderen zwei Blöcke im 2,6 GHz-Bereich.

Großes Augenmerk wurde auf das Versteigerungsergebnis für die Frequenzen der Digitalen Dividende gerichtet, da diese in einem physikalisch günstigen niedrigen Bereich von 800 MHz liegen. Die Ausbreitungsbedingungen sind dort besser, so dass sich mit weniger Funkzellen größere ländliche Bereiche versorgen lassen. Die 2.6 GHz-Frequenzen beinhalten mehr Bandbreite, benötigen ein dichteres Stationsnetz und sind für den Einsatz in Ballungsräumen gedacht.

Die Versteigerung endete am 20.05.2010 und brachte für die Frequenzen der Digitalen Dividende (LTE 800) das Ergebnis im Bild 2:

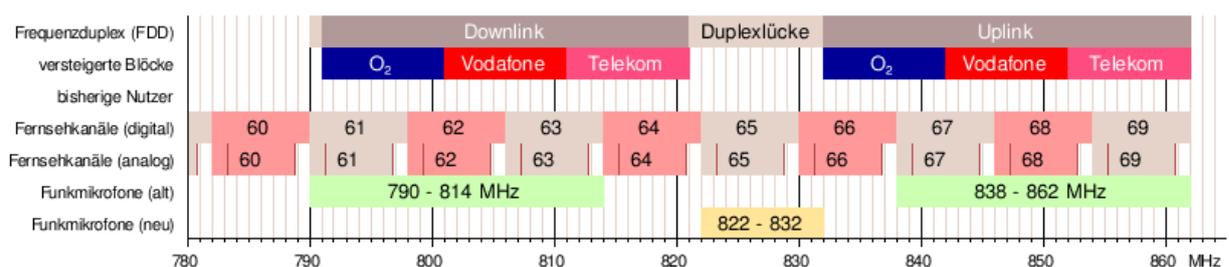


Bild 2: Versteigerungsergebnis 800 MHz-Frequenzen (Quelle Wikipedia)

Im Endeffekt bedeutet dies, dass den Anbietern O2, Vodafone und Telekom jeweils eine Bandbreite von 2\*5 MHz für LTE 800 zur Verfügung steht.

Dabei ist den Lizenznehmern auferlegt, mit LTE 800 zunächst die ländlichen Bereiche zu versorgen. Hierfür wurden Prioritätenlisten für die ländlichen Regionen erstellt. In der Prio-1-Liste finden sich beispielsweise alle Gemeinden bzw. Ortsteile mit weniger als 5000 EW wieder. Erst wenn die Haushalte in den Gebieten der Prio-1-Liste zu 90 % versorgt sind, dürfen die Gemeinden der nächsten Prioritätsstufe erschlossen werden usw.

Inzwischen sind in Deutschland die ersten LTE-Stationen der Mobilfunkbetreiber in Betrieb gegangen; z.T. hat eine aggressive Vermarktung begonnen. Dadurch ist bei Kommunen und Bürgern eine Verunsicherung entstanden, der im Folgenden Kapitel begegnet werden sollte.

### **3. Leistungsfähigkeit für ländliche Regionen**

Wie bereits erwähnt besitzen die LTE 800-Frequenzen einige positive Eigenschaften. Sie haben eine

- größere Reichweite
- gute Gebäudedurchdringung

Eine LTE 800-Zelle kann im Idealfall einen Senderadius von 10 km erreichen, in der Praxis eher 8 km. In bergigen Gegenden kann der Zellradius auch mal auf 3 km schrumpfen. Dennoch kann mit deutlich weniger Funkzellen als z.B. bei UMTS oder WLAN eine flächendeckende Versorgung erreicht werden. In zwei bis drei Jahren sollte dies auch aus dem Eigeninteresse der Anbieter heraus weitgehend erreicht sein.

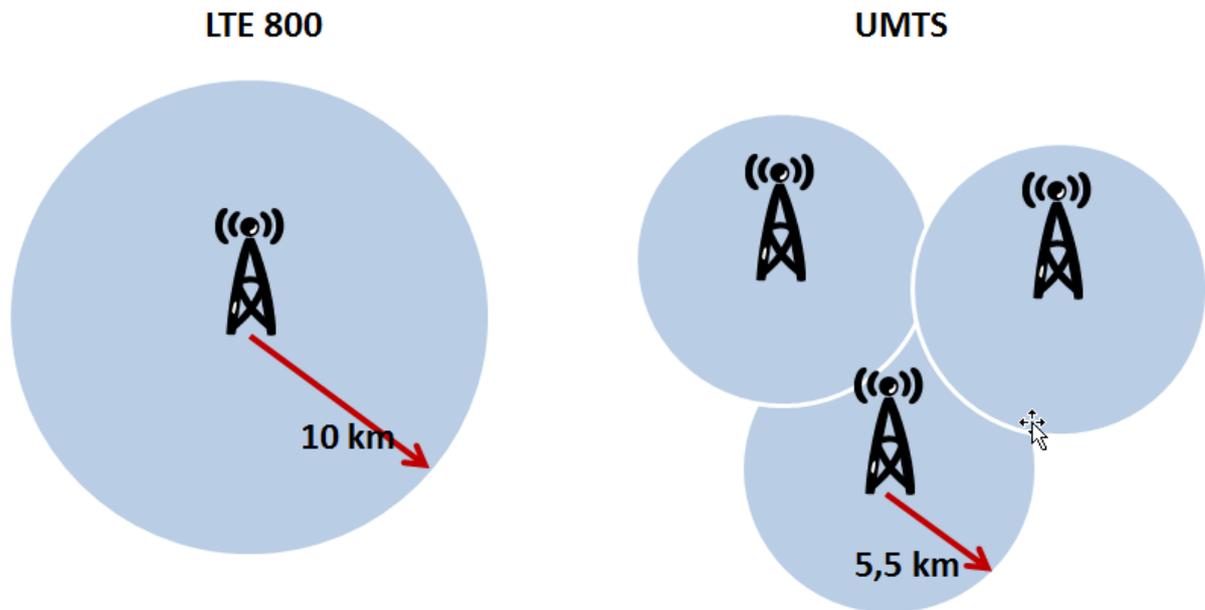


Bild 3: Vergleich der Zellstruktur LTE 800 und UMTS

Ein Anhaltspunkt bietet vielleicht die derzeitige GSM-Abdeckung, die mit den heute vorhandenen Funkstandorten bei vergleichbaren Frequenzen eine weitgehende Flächendeckung in Deutschland erreicht hat.

Problematisch sieht der Verfasser allerdings zukünftig den Nachweis, ob die Netzbetreiber jeweils ihrem Versorgungsauftrag gemäß LTE-Lizenz nachgekommen sind, da die Kontrollmöglichkeiten nur auf Basis der freiwilligen Angaben im Breitbandatlas des TÜV Rheinland beruhen.

Über allen interessiert natürlich die Frage aller Fragen:

### **Welche Bandbreite haben wir denn nun zu erwarten?**

Vorab ist generell zu bemerken, dass bei funkbasierten Technologien eine Reihe von Einflüssen zum Tragen kommt, die eine präzise Aussage über zu erwartende Bitraten schwierig macht.

Manche Anbieter, insbesondere von WLAN-Netzen, die hierfür auf Anfrage von Gemeinden eine Bitratengarantie abgeben, handeln hier wider besseres Wissen. Eine Garantie ist

physikalisch unmöglich! Die beim Endverbraucher ankommende Bitrate hängt von vielen Faktoren ab. Einige seien hier genannt:

- Zahl der aktiven Nutzer in der Zelle („Shared Medium“)
- Entfernung
- Geschwindigkeit bei mobilem Nutzer
- Topographie
- Gebäudeabschirmung
- Eingesetztes Endgerät bzw. Antennentechnologie

In der Praxis heißt dies, dass die bereits aus der Festnetztechnologie wohlbekanntes Aussage: „bis zu .... Mbit/s“ hier noch in wesentlich stärkerem Maße gilt! Trotz aller Unschärfe bezüglich einer Bitratenprognose kann diese bei Kenntnis und Analyse der örtlichen Verhältnisse doch näherungsweise bestimmt werden.

Dies sei im Folgenden näher erläutert.

Wie oben erläutert ist heute für eine Funkzelle mit einem Frequenzspektrum von 20 MHz ein maximaler Download von 100 Mbit/s möglich. Die bei der Versteigerung der Digitalen Dividende pro Anbieter vergebene Bandbreite ermöglicht jedoch maximal eine Zelle mit 10 MHz Frequenzspektrum, d.h. eine Zelle kann maximal 50 Mbit/s liefern. Üblicherweise werden an einem Funkmasten drei Zellen durch eine gerichtete Antennenabstrahlung gemäß Bild 4 realisiert:

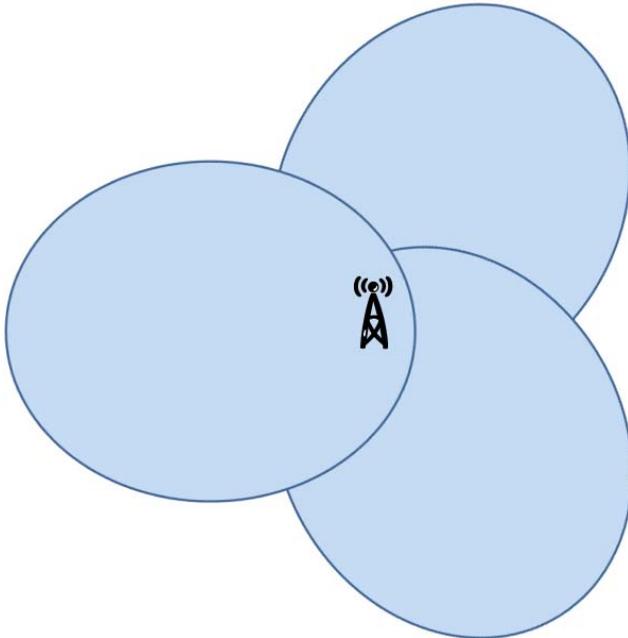


Bild 4: klassisches Antennendiagramm eines Funkstandortes

Ein Standort wie oben dargestellt kann also in jeder der drei Hauptstrahlrichtungen 50 Mbit/s bereitstellen.

Weiterhin ist zu beachten, dass bei LTE die Entfernungsabhängigkeit in noch stärkerem Maße Einfluss auf die zu erzielende Übertragungsrate wirkt. Je nach Signalstärke, d.h. Nähe zur Antenne kommen nämlich unterschiedliche Modulationsverfahren (Übertragungsverfahren) zum Einsatz, wie Bild 5 zeigt.

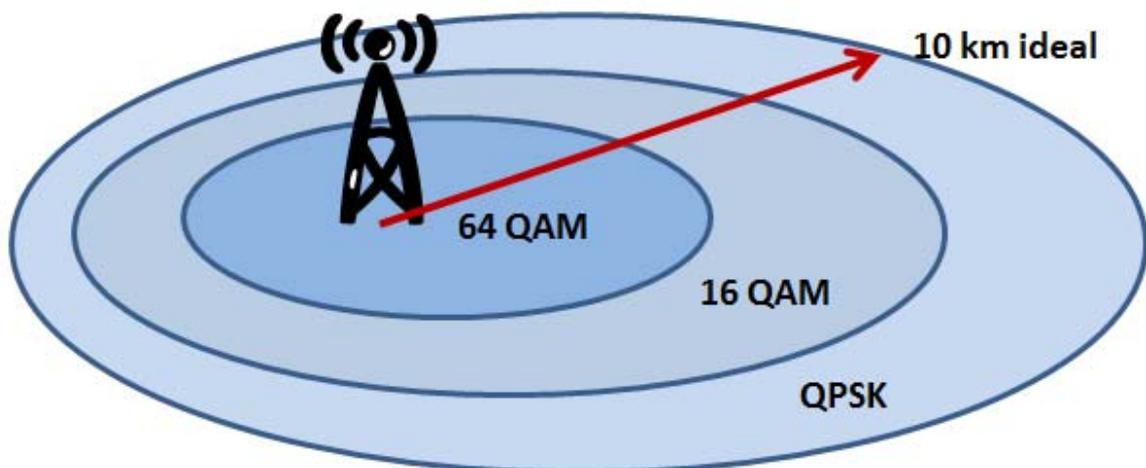


Bild 5 Modulationsverfahren bei LTE

Nur das im inneren Teil der Zelle greifende 64 QAM-Verfahren stellt die genannten 50 Mbit/s bereit, die sich natürlich die gleichzeitig aktiven Nutzer teilen müssen. Im zweiten Ring stehen dann nur noch ca. 12 Mbit/s bereit, weiter draußen nochmals entsprechend weniger.

Für eine genauere Prognose muss also jeder Einzelfall mit den entsprechend prognostizierten Nutzerzahlen betrachtet werden. Eine Faustregel aus planerischer Sicht ist jedoch beispielsweise:

**Bei 200 Nutzern in einer Zelle ist mit hoher Wahrscheinlichkeit eine gesicherte Übertragungsrate von 2 – 3 Mbit/s erreichbar!**

Dabei sollte keinesfalls der derzeitige Bedarf im Vordergrund stehen, da sonst mit steigenden Nutzerzahlen das böse Erwachen kommt. Vielmehr muss bei solchen Überlegungen bereits jetzt auf alle zukünftig zu versorgenden Haushalte reflektiert werden.

Anfangs werden die beim Endverbraucher ankommenden Bitraten sicherlich höher sein; es sollte aber nicht bereits heute die Unzufriedenheit von morgen vorgezeichnet sein!

### **Funktechnische Beeinflussungen:**

Der Vollständigkeit sei noch auf zwei Problemkreise hingewiesen:

#### Beeinflussung des Betriebs von Drahtlosmikrofonen

Wie in Bild 2 dargestellt, sind für den Frequenzbereich der digitalen Dividende noch auslaufend Drahtlosmikrofone zugelassen. Insbesondere Veranstalter mit entsprechendem Bedarf laufen daher gegen LTE800 Sturm. Die

Bundesnetzagentur (BNetzA) hat im Kollisionsfall unbürokratische Abhilfe versprochen. Die Entwicklung bleibt abzuwarten.

### Beeinflussung ungeschirmter SetTop-Boxen an Kabelfernseh- anlagen

Auch hier sind Störungen nicht auszuschließen, da die entsprechenden Frequenzen in Kabelfernseh- und Gemeinschaftsantennenanlagen noch belegt sind, so dass auch hier die Entwicklung sorgfältig zu beobachten ist.

### Grenzgebiete

Ein Problem stellt auch noch die Nutzung der Frequenzen im grenznahen Raum zu Tschechien und Österreich dar. In diesen beiden Nachbarländern sind die Frequenzen noch mit Fernsehsignalen belegt. Aus Gründen der internationalen Frequenzkoordination können daher in einem Streifen von ca. 30 km zu diesen Nachbarländern die LTE800-Frequenzen derzeit noch nicht eingesetzt werden.

## **4. Tarife**

Bis heute gibt es eine Spanne von 29,99 €/Monat bis 69,99 €/Monat, abhängig von der gewählten Übertragungsgeschwindigkeit und dem gewählten maximalen Datenvolumen. Die Anbieter bieten Freivolumina zwischen 5 GB und 30 GB an. Wenn ein Endverbraucher innerhalb eines Monats diese Menge an heruntergeladenen Daten überschreitet, wird er auf 385 kbit/s herunter gedrosselt, eine Tatsache, die einerseits auf die doch begrenzte Kapazität des Systems hinweist, andererseits eine Anwendung im gewerblichen Bereich nicht geeignet erscheinen lässt.

## 5. Endgeräte

Bis heute gibt es bis auf wenige Prototypen noch keine Handys und Smartphones für LTE; technisch gesehen stellt auch die Integration von Sprachübertragung ein Problem dar, das aber sicher noch gelöst wird. Die derzeit angebotenen Router und Empfangseinheiten sind als Vorseriengeräte zu bezeichnen. Ein entsprechendes Angebot wird sich sicher schnell stabilisieren.

## 6. Fazit

Die Einführung von LTE 800 ist ein wichtiger Schritt zur Verbesserung der Internetversorgung ländlicher Bereiche. Die von interessierter Seite verbreitete Euphorie muss relativiert werden. Man kann davon ausgehen, dass kurzfristig gesichert und stabil nicht mehr als 2 – 3 Mbit/s im Download erreicht werden und dies stark entfernungsabhängig ist. Der private Bedarf im Sinne der heute offiziellen Definition kann vielerorts abgedeckt werden. Genauere Untersuchungen führt Corwese im Rahmen von Machbarkeitsstudien, oder auch als Einzeluntersuchung durch.

Für professionelle, gewerbliche Anwendungen scheint die Technologie weniger geeignet.

Dipl.-Ing. Roland Werb  
Corwese  
Fritz-Müller-Straße 3a  
82229 Seefeld

Tel 08152 980555  
Mobil 0171 2020202  
E-Mail: roland.werb@corwese.de