



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

Fakultät Informatik, Institut für Technische Informatik, Professur für VLSI-Entwurfssysteme, Diagnose und Architektur

Der Funkstandard LTE (Long Term Evolution)

Christian Hübner



Dresden, 30.01.201



DRESDEN
concept
Exzellenz aus
Wissenschaft
und Kultur

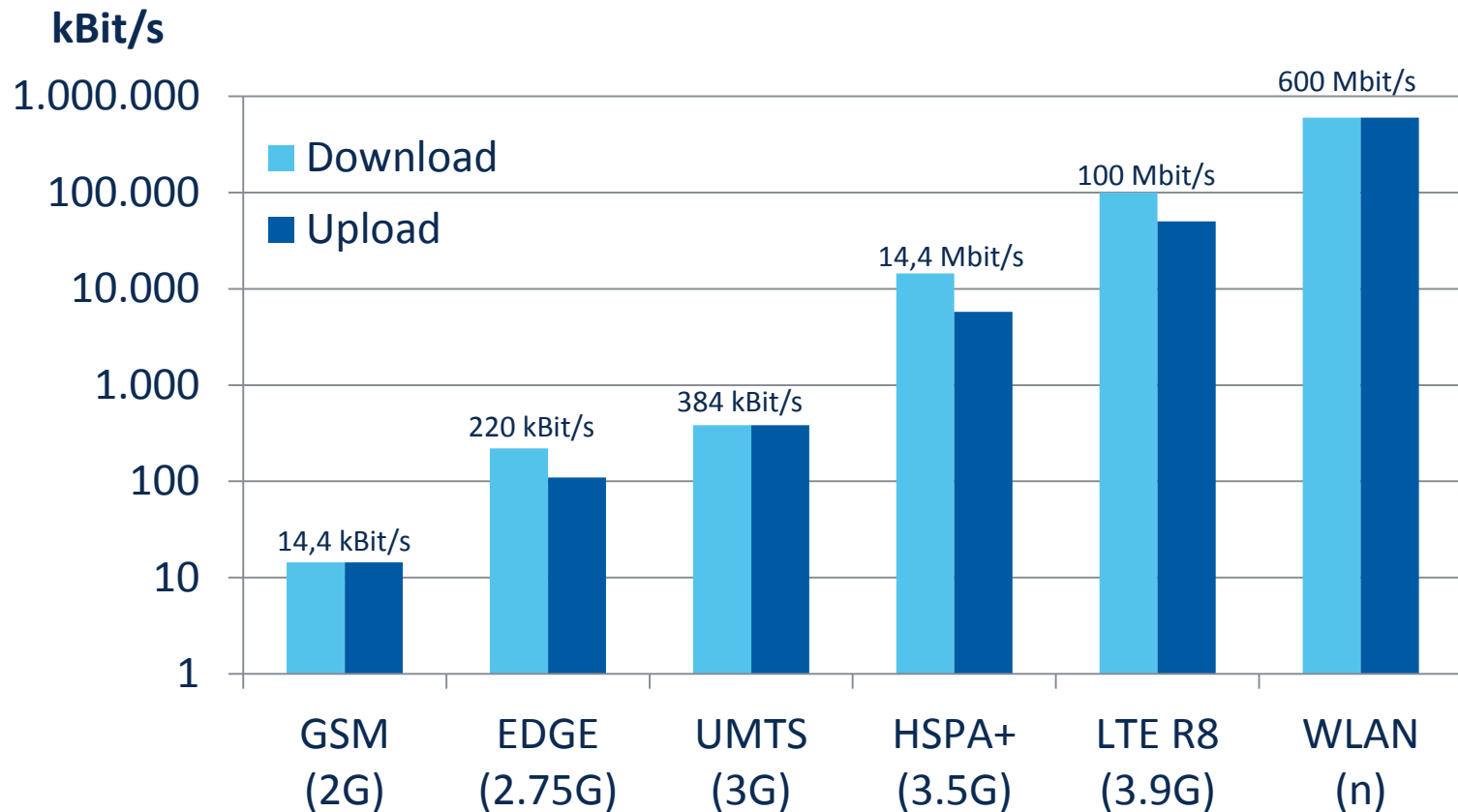
Gliederung

1. Einordnung von LTE
2. Technik
3. Sprechübertragung im LTE Netz
4. Geräte/ Ausblick
5. Quellen

1.1 Die Zukunft beim Mobilfunk heißt LTE

- steigende Bedürfnisse der Nutzer:
 - Musik und Filme streamen
 - Bilder hochladen und mit Freunden teilen
 - Videochat
 - Daten in und aus der Cloud laden
 - Datenhunger steigt rapide an
- Bandbreite ist durch nichts zu ersetzen als durch mehr Bandbreite

1.2 Einordnung und Theoretische Bandbreite



1.3 Warum werden diese Werte praktisch nie erreicht?

- Bandbreite einer Funkzelle wird mit allen Nutzern geteilt
- große Entfernung zur Basisstation
- schnelle Bewegung zwischen Basisstation (Zugfahrt)
- Abschirmung durch Wände oder Gebäude

1.4 3G oder 4G ?

- LTE nach Release 8 → 3G (IMT-2000)
- 4G ist aktuell ein Marketingbegriff
- LTE-Advanced (Release 10) → „echtes“ 4G (IMT-Advanced) (ab 2. Jahreshälfte 2013)
- Standards durch ITU (International Telecommunication Union) festgeschrieben

2.1 Überblick über die Technik

- auf mobiles Internet ausgerichtet
- IP basierte Übertragung (paketorientiert)
- **FDD** (frequenz division duplex) oder **TDD** (time division duplex) möglich
- Modulationsverfahren (64QAM, 16QAM, QPSK)
- MIMO Antennentechnik
- flexible Frequenzblöcke (1,4; 3; 5; 10; 15; 20 MHz)

2.2 Probleme

- weltweit über 40 LTE Funkbänder
- 2 unterschiedliche Duplexverfahren (TDD, FDD)
- Geräte, nur für bestimmte Netze/Regionen geeignet
 - erschwert Betreiberwechsel, schränkt Roaming ein
- zum Telefonieren muss in GSM/UMTS Netz zurückgewechselt werden

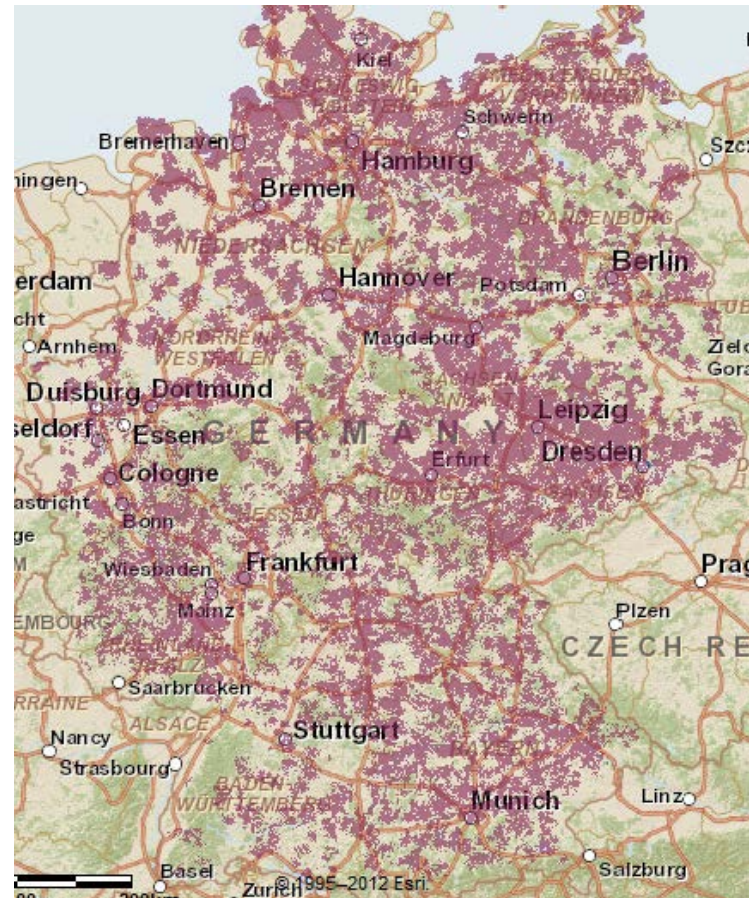
2.3 Frequenzbänder in Deutschland

Frequenzbänder	Nutzung	Übertragungsraten (Brutto)	Anbieter (GER)
800 MHz	Ländliche Regionen	50 Mbit/s	Telekom, Vodafone, O2
1800 MHz	Städte, Ballungsgebiete	100 Mbit/s	Telekom, O2, E-Plus
2600 MHz	Innenstädte, Hotspots (Bahnhöfe)	100 Mbit/s	Telekom, Vodafone, O2, E-Plus

2.4 Fleckenteppich LTE



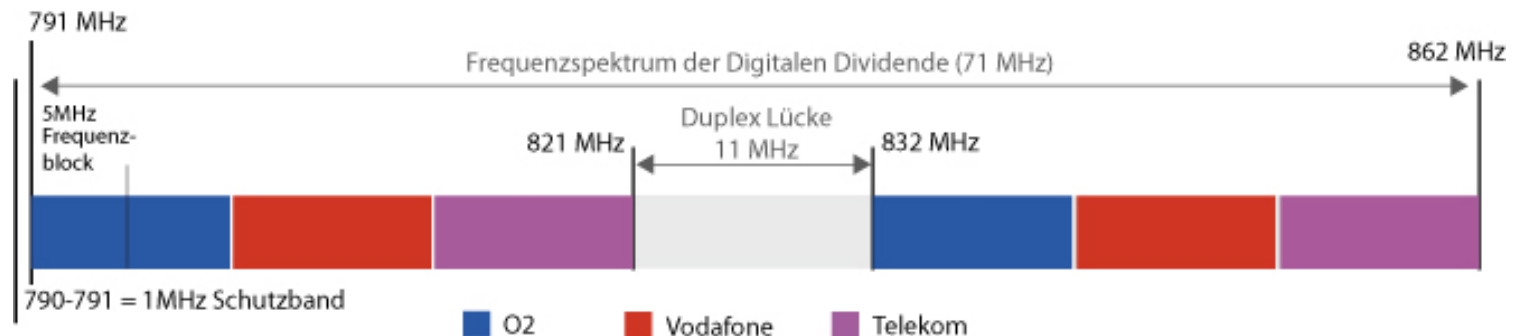
Vodafone



Telekom

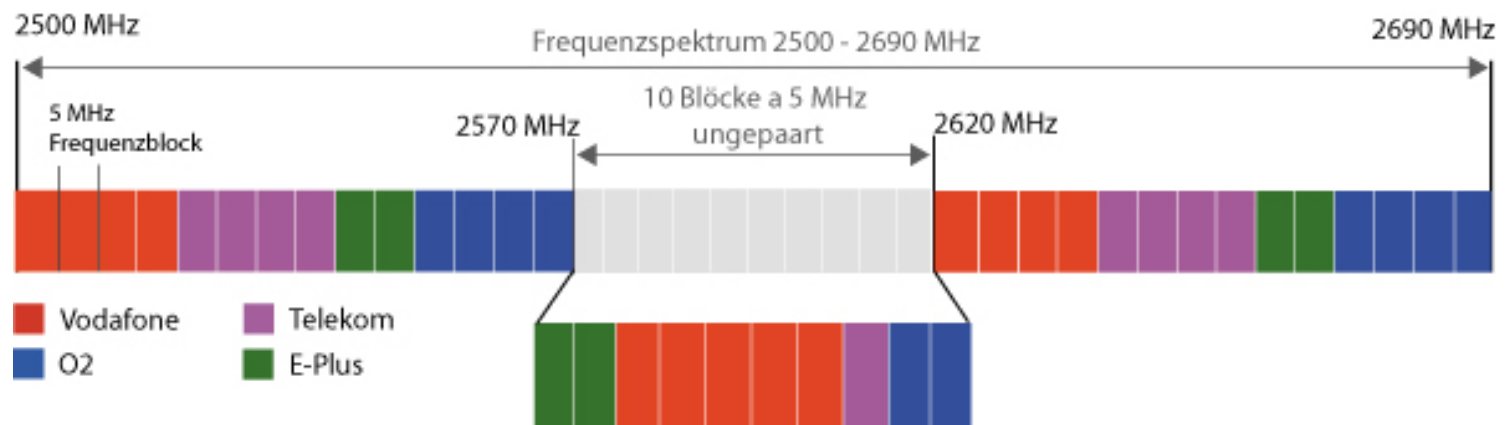
2.5 LTE 800 (Band 20)

- Digitalen Dividende → freiwerden des Frequenzbandes
- 60MHz unterteilt in 6x 10MHz Blöcke (gepaart)
- E-Plus nicht vertreten



2.6 LTE 2600 (Band 7)

- Möglichkeit 20MHz Kanalbreite zu nutzen
- 14x 10MHz gepaarte Blöcke (FDD)
- In der Mitte 10 Blöcke a 5 MHz ungepaart (TDD)



2.7 Bedeutung von LTE 1800 (Band 3)

- nichtmehr GSM exklusiv
(Bundesnetzagentur befreit Anbieter von Zweckbindung)
- Nutzung für LTE möglich (E-Plus)
- „harmonisiert“ (gleich aufgeteilt, nicht fragmentiert)
- Weltweit für LTE genutzt (LTE Hauptband)
- Chance auf Weltweites Mobilfunkroaming

3.1 Vorüberlegung

- LTE IP basiertes Netz (paketorientiert)
 - GSM/UMTS verbindungsorientiert
 - Noch keine Sprachübertragung über LTE Netz möglich
- Zurückschalten auf GSM/UMTS Netze
- CSFB

3.2 Circuit Switched Fallback (CSFB)

- Ansatz: Gerät in LTE Netz
- Ein-/Ausgehender Anruf
- Einwahl in GSM/UMTS Netz
- Gesprächsvermittlung
- Rückkehr ins LTE Netz (sofern noch vorhanden)
- Gesprächsaufbauzeit verlängert sich
- Datenübertragungen werden unterbrochen

3.3 Ausblick: VoLTE, SRVCC

- Gespräche direkt über LTE Netz Aufbauen (Voice over LTE)
- SRVCC-Technik (Single Radio Voice Call Continuity)
 - stellt sicher, dass ein über LTE begonnenes Gespräch beim verlassen der LTE Netzabdeckung im GSM/UMTS Netz fortgeführt wird (mit einer Unterbrechung von unter 300ms)
- erste Geräte Mitte 2013

4.1 LTE-Geräte und Funkbänder

Frequenz	Geräte
FDD-Verfahren	
700 MHz (USA)	193
800 MHz Band 20	90
1800 MHz Band 3	98
2600 MHz Band 7	120
TDD-Verfahren	
2300 MHz Band 40	53
2600 MHz Band 38	59
Stand Juli 2012	

4.2 LTE Gerätekategorien

Kategorie	max. Brutto Downlink (Mbit/s)	max. Brutto Uplink (Mbit/s)	3GPP-Norm
1	10,3	5,2	Release 8
2	51,0	25,5	Release 8
3	102,0	51,0	Release 8
4	150,8	51,0	Release 8
5	299,6	75,4	Release 8
6	301,5	51,0	Release 10
7	301,5	102,0	Release 10
8	2998,6	1497,8	Release 10

*3GPP - 3rd Generation Partnership Project (3GPP) ist eine weltweite Kooperation von Standardisierungsgremien für die Standardisierung im Mobilfunk

4.3 LTE-Advanced

- erste echte 4G Mobilfunktechnologie
- Kanalbreiten bis 100MHz
- asymmetrisches Frequenzzuweisung für FDD geplant (Down-/Uplink abweichende Kanalbreite)
- bis zu 3Gbit/s Downlink, 1,5Gbit/s Uplink theoretisch möglich
- Abwärtskompatibel zu LTE

5. Quellen

- [1] Alexander Spier, Darfs ein bisschen schneller sein?, Wie sich LTE im mobilen Alltag schlägt, c't 22/12, S.84
- [2] Achim Barczok, Alexander Spier, Smartphones und Tablets mit LTE auf den Zahn gefühlt, c't 22/12, S.88
- [3] Dusan Zivadinovic, LTE: Netzausbau, Geräthewahl, Roaming-Vorraussetzungen, c't 22/12, S.94
- [4] Frank Plettenberg, Wie der Telefondienst in ersten LTE-Geräten funktioniert, c't 25/12 S.188
- [5] <http://www.vodafone.de/privat/hilfe-support/netzabdeckung.html>
- [6] <http://www.t-mobile.de/funkversorgung/inland/>
- [7] http://de.wikipedia.org/wiki/Mobiles_Internet
- [8] http://de.wikipedia.org/wiki/Long_Term_Evolution
- [9] http://www.itemobile.de/uploads/media/LTE_Einfuehrung_V1.pdf
- [10] <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/0406221.htm>

Abschluss

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit