

UMTS

Universal Mobile Telecommunications System

Seminararbeit von Matthias Kaul ✧ Sommersemester 2008



Inhalt

1	Mobile Datenübertragungsverfahren	3
1.1	GPRS - General Packet Radio Service	3
1.2	HSCSD - High Speed Circuit Switched Data	3
2	Geschichte von UMTS	4
2.1	Frequenzvergabe in Deutschland.....	4
3	Mobilfunkgenerationen	5
3.1	Die erste Generation	5
3.2	Die zweite Generation	5
4	Funktionsweise von UMTS.....	6
4.1	Allgemeines	6
4.2	Frequenzbereiche	6
4.3	Übertragungsgeschwindigkeit	7
4.4	Zellenmanagement	7
4.5	UMTS-Netzarchitektur.....	7
5	Zukunftsaussichten	9

1 Mobile Datenübertragungsverfahren

1.1 GPRS - General Packet Radio Service

- schon vor der Einführung von UMTS beschleunigte GPRS die Datenübertragung in den deutschen GSM-Mobilfunknetzen
- in GSM-Netzen waren die Datenübertragungsraten auf magere 9,6 kBit/s beziehungsweise 14,4 kBit/s im Compressed Mode begrenzt
- Datendienste und mobiles Internet waren eine langsame und somit teure Angelegenheit - die GSM-Erweiterungen GPRS und HSCSD sollten hier Abhilfe schaffen
- GPRS nutzt die Vorteile der paketorientierten Datenübertragung und der Kanalbündelung
- bei höchstem Datendurchsatz von 21,4 kBit/s pro Kanal ergibt sich bei Bündelung der acht GSM-Kanäle eine maximale Datenübertragungs-Kapazität von 171,2 kBit/s
- Aber: diese Übertragungsrate ist nur ein theoretisch erreichbarer Wert - praktisch beschränken sich die Netzbetreiber auf 53,6 kBit/s (52,8 kBit/s bei o2)
- so gut wie alle neuen Mobiltelefone unterstützen GPRS (z. B. zum Anschauen von WAP-Seiten, MMS-Übertragung)
- oft kann auch ein Computer oder Handheld mit dem GPRS-fähigen Mobiltelefon verbunden werden, um diesen Geräten einen vollwertigen, wenn auch schmalbandigen Internetzugang zu gewähren
- das Mobiltelefon fungiert dann als Modem, es gibt auch GPRS-Steckkarten für Notebooks
- Vorteile sind die große Netzabdeckung der GSM-Netze sowie die geringen Investitionskosten der Netzbetreiber
- ein weiterer Anwendungsfall ist die Ortung von Fahrzeugen und Objekten, bei der GPRS zur Übertragung von Positions- und Telemetriedaten benutzt wird
- weiterhin wird das GPRS-Datennetz für den Mobilfunkdienst Push-to-talk genutzt¹²

1.2 HSCSD - High Speed Circuit Switched Data

- HSCSD ist seit der Einführung von UMTS nicht mehr zeitgemäß
- HSCSD wird von E-Plus seit November 1999 und von Vodafone seit Oktober 2000 angeboten
- zur Steigerung der Übertragungskapazität wird das Verfahren der Kanalbündelung genutzt, dem Nutzer werden gleich mehrere GSM-Kanäle zugewiesen
- theoretisch sind acht Kanäle möglich, realisiert ist derzeit aber nur die Bündelung von maximal vier Kanälen, wobei alternativ die Kombination von 2:2 oder 3:1 für den Down- und Upload zur Wahl stehen
- ein Kanal erreicht eine Geschwindigkeit von 14,4 kbit/s³

¹ http://de.wikipedia.org/wiki/General_Packet_Radio_Service, 28. Juli 2008, 21:25 Uhr

² <http://www.teltarif.de/i/gprs.html>, 28. Juli 2008, 21:25 Uhr

³ <http://www.teltarif.de/i/hscsd.html>, 28. Juli 2008, 21:25 Uhr

2 Geschichte von UMTS

2.1 Frequenzvergabe in Deutschland

Im August 2000 wurden in Deutschland die UMTS-Frequenzen von der damaligen Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP) versteigert.

Die Frequenzen teilen sich folgende Firmen:

1. T-Mobil	für 16,58 Mrd. DM (8,48 Mrd. Euro)
2. Viag Interkom (O2)	für 16,52 Mrd. DM (8,45 Mrd. Euro)
3. Mannesmann Mobilfunk (Vodafone)	für 16,47 Mrd. DM (8,42 Mrd. Euro)
4. Group 3G (Quam)	für 16,45 Mrd. DM (8,41 Mrd. Euro)
5. E-Plus/Hutchison	für 16,42 Mrd. DM (8,39 Mrd. Euro)
6. Mobilcom	für 16,37 Mrd. DM (Lizenz zurückgegeben)

Im zweiten Auktionsteil ging es um 5 kleine Frequenz-Pakete. Dort boten nur noch 5 Bieter. Viag Interkom (O2) stieg vorzeitig aus.

Die Frequenzen teilen sich folgende Firmen:

1. E-Plus/Hutchison	für 73,6 Mrd. DM
2. Mobilcom	für 121,0 Mrd. DM (Lizenz zurückgegeben)
3. Mannesmann Mobilfunk (Vodafone)	für 121,0 Mrd. DM
4. Group 3G (Quam)	für 122,7 Mrd. DM (Lizenz zurückgegeben)
5. T-Mobil	für 122,7 Mrd. DM

Dadurch ergibt sich ein Gesamterlös von 99.368.200.000 DM (rund 50 Milliarden Euro). Im Vergleich mussten in Österreich die beteiligten Investoren nur jeweils zwischen 113 und 120 Millionen Euro aufbringen. Zusammen wurde in Österreich ein Betrag von 700 Millionen Euro vom Staat für die Lizenzen kassiert.

Gemäß den Lizenzbedingungen musste bis Ende 2003 eine Netzabdeckung von 25 Prozent erreicht sein. 25 Prozent bedeutet, dass 25 Prozent der Bevölkerung (in diesem Fall Deutschland) erreicht werden muss. Diese Netzabdeckung erreicht man dadurch, dass man alle Großstädte versorgt. Allein 50 Prozent der deutschen Bevölkerung lebt auf 8 Prozent der Fläche der Bundesrepublik Deutschland.

Trotz der durchaus machbaren Vorgaben sind die Firmen Quam (Group 3G) und Mobilcom (France Telecom) vorzeitig ausgestiegen. Beide Firmen hatten als einzige kein vorhandenes Mobilfunknetz in Deutschland. Die Wirtschaftsflaute ab 2001 und die schlechten Aussichten auf Rentabilität ihrer Mobilfunknetze, sowie firmeninterne Querellereien führten letztendlich zum Ausstieg beider Firmen. Die Lizenzen für die UMTS-Frequenzen mussten zurückgegeben werden.

Am 16. Februar 2004 wurde UMTS in Deutschland kommerziell verfügbar. Vodafone ging damals als erster Netzbetreiber an den Start. Bis zum Ende des Jahre 2004 waren auch die anderen Netzbetreiber (außer Quam und Mobilcom) mit UMTS verfügbar.

Wenn man bedenkt, dass erst 2004 die Mobilfunkbetreiber an den Start gingen, dann erkennt man wie jung dieser Markt ist. Wir befinden uns in einer Übergangsphase, in der alle UMTS-Handys auch im GSM- oder GPRS-Netz betrieben werden können. Der Dualmode ist für UMTS-Handys ein dringend benötigtes Leistungsmerkmal, damit überall telefoniert werden kann. Es ist sogar denkbar, dass das GSM-Netz als Backup bestehen bleibt, wenn

UMTS nicht bis in den letzten Winkel ausgebaut werden kann oder um die steigende Nutzung des Mobilfunks und die dadurch hohe Netzlast auf zwei Funknetze zu verteilen.⁴

3 Mobilfunkgenerationen

Gene- ration	Mobil- netz	Übertra- gung	Vermitt- lung	Datenüber- tragung
1G	AMPS	analog	Leitungsv.	keine
2G	GSM DECT HSCSD	digital digital digital	Leitungsv. Leitungsv. Leitungsv.	geringe (9,6 kbit/s)
2,5G	GPRS EDGE	digital digital	Paketverm. Paketverm.	
3G	UMTS	digital	Paketverm.	
3,5G	HSPDA HSUPA	digital digital	Paketverm. Paketverm.	
3,9G	UTRAN LTE	digital	Paketverm.	
4G	NGMN 802.16m	digital	Paketverm.	hohe Datenrate >> 100 Mbit/s




Abbildung 1⁵

3.1 Die erste Generation

- analoge Technik
- in den USA unter Advanced Mobile Phone Service (AMPS) bekannt
- C-Netz in Deutschland, Portugal und Südafrika
- NMT in Skandinavien, später Benelux, Österreich und Osteuropa
- RTMS in Italien

3.2 Die zweite Generation

- 1991 erfolgte die Aufschaltung des ersten D-Netzes (D1 Telekom) und 1992 D2privat
- Sendefrequenz 900 MHz
- im Mai 1994 folgte das E1 (E-Plus) Netz auf 1800 MHz, später dann auch auf 900 MHz
- 1997 folgte Viag Interkom (heute O2) als zweites E-Netz

⁴ Quelle: <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/0601231.htm>, 28. Juli 2008, 19:45 Uhr

⁵ Quelle: <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/3-9-generation-3-9G-3-9-Generation.html>, 26. Juli 2008, 17:50 Uhr

4 Funktionsweise von UMTS

4.1 Allgemeines

UMTS ist Teil der IMT-2000-Familie, dem Dachbegriff für die 3. Generation (3G) der Mobilfunksysteme. UMTS wurde von der Europäischen (ETSI) und der Japanischen (ARIB) Standardisierungsorganisationen initiiert. Besonders die Japaner hatten es eilig, da Engpässe im japanischen Mobilfunknetz zu befürchten waren. Deshalb ging im Oktober 2001 das erste öffentliche UMTS-Netz in Japan an den Start.

UMTS ist die drahtlose Breitband-Technik, die Multimedia-Dienste zur Verfügung stellen soll. Die Technik basiert auf einer paketerorientierten Vermittlung und dem Internet-Protokoll. Damit soll eine effektive Bandbreitennutzung ermöglicht werden, um die Voraussetzung für neue mobile Kommunikationsdienste zu schaffen:

- Videotelefonie/Videokonferenz
- Internet-Zugang
- E-Mail und Datentransfer
- eCommerce/Online-Shopping
- Finanzdienstleistungen/Mobile Banking
- Musik/Video on Demand
- Mobiles Radio und Fernsehen
- Informationsdienste
- Navigation

Mit UMTS wurde im Mobilfunk eine wichtige Neuerung eingeführt. Die Multi-Call-Funktionalität. Darunter versteht man den Aufbau und die Nutzung mehrerer Verbindungen über ein mobiles Endgerät. So ist es zum Beispiel möglich, gleichzeitig zu telefonieren und im Internet zu surfen.

4.2 Frequenzbereiche

Die UMTS-Spezifikation sieht zwei unterschiedliche Modulationsverfahren vor, die sich auch bei den genutzten Frequenzbereichen unterscheiden.

	Modulationsverfahren	Frequenzbereiche
FDD	Frequency Division Multiplex	1,920...1,980 GHz (Uplink) 2,110...2,170 GHz (Downlink)
TDD	Time Division Multiplex	1,900...1,920 GHz 2,010...2,025 GHz

Das Modulationsverfahren für FDD verwendet die Frequenzbereiche 1,920 bis 1,980 GHz und 2,110 bis 2,170 GHz. TDD verwendet die Frequenzbereiche 1,900 bis 1,920 GHz und 2,010 bis 2,025.

Teilt man das Frequenzband in Frequenzträger ein, so ergeben sich im FDD-Frequenzbereich 12 Frequenzträger mit jeweils 5 MHz in Uplink- und Downlink-Richtung. Der Duplex-Abstand beträgt 190 MHz.

Für das TDD-Frequenzband sind 7 ungepaarte Frequenzträger zu je 5 MHz definiert. Die Vergabe der UMTS-Frequenzen erfolgte in 5 MHz-Blöcken. In Deutschland wurden jeweils 2 Duplex-Frequenzträger an 6 Mobilfunkanbieter und 5 der 7 ungepaarten Blöcke an 5

Mobilfunkanbieter versteigert. 2 der ungepaarten Blöcke sind also noch frei. Sie dienen als Schutzabstand zum benachbarten DECT-Frequenzbereich.

4.3 Übertragungsgeschwindigkeit

Die UMTS-Spezifikation sieht im Idealfall eine Bruttobandbreite von maximal 2 MBit/s vor. Je nach Auslastung der Funkzelle und Störpegel auf der Funkschnittstelle können es deutlich weniger sein.

In der Praxis spricht man von 384 kBit/s (bis 120 km/h) als theoretisches Maximum, bei einem unbelasteten UMTS-Netz. Bei zunehmender Geschwindigkeit, z. B. beim Auto- oder Zufahren, dürfte sich die Geschwindigkeit auf 144 kBit/s (bis 500 km/h) reduzieren.

4.4 Zellenmanagement

Bei hoher Auslastung einer Funkzelle reduziert sich die Datenrate. Um ein Zusammenbrechen der Funkschnittstelle zu vermeiden, verringert diese Funkzelle ihren Versorgungsbereich. Man bezeichnet sie dann als pumpende Zelle (cell breathing).

Das gleiche passiert dann, wenn sich ein Teilnehmer am Rand der Zelle bewegt. Dann muss der Signalverlust durch Erhöhen der Sendeleistung ausgeglichen werden. Innerhalb der Zelle steht aber nur eine maximale Sendeleistung zu Verfügung, die nicht überschritten werden darf. Somit führt eine Erhöhung der Sendeleistung für einen Teilnehmer zur Reduzierung der Sendeleistung für die anderen Teilnehmer. Auch in diesem Fall schützt sich die Zelle vor Überlast durch das Reduzieren des Zellenradius. Die Teilnehmer, die sich am Rand der Zelle befinden, werden dann an eine benachbarte UMTS-Zelle per Soft-Handover übergeben oder es findet ein Handover ins GSM-Netz statt. Diesen Vorgang wird der Teilnehmer bei einer Sprachverbindung kaum bemerken.⁶

4.5 UMTS-Netzarchitektur

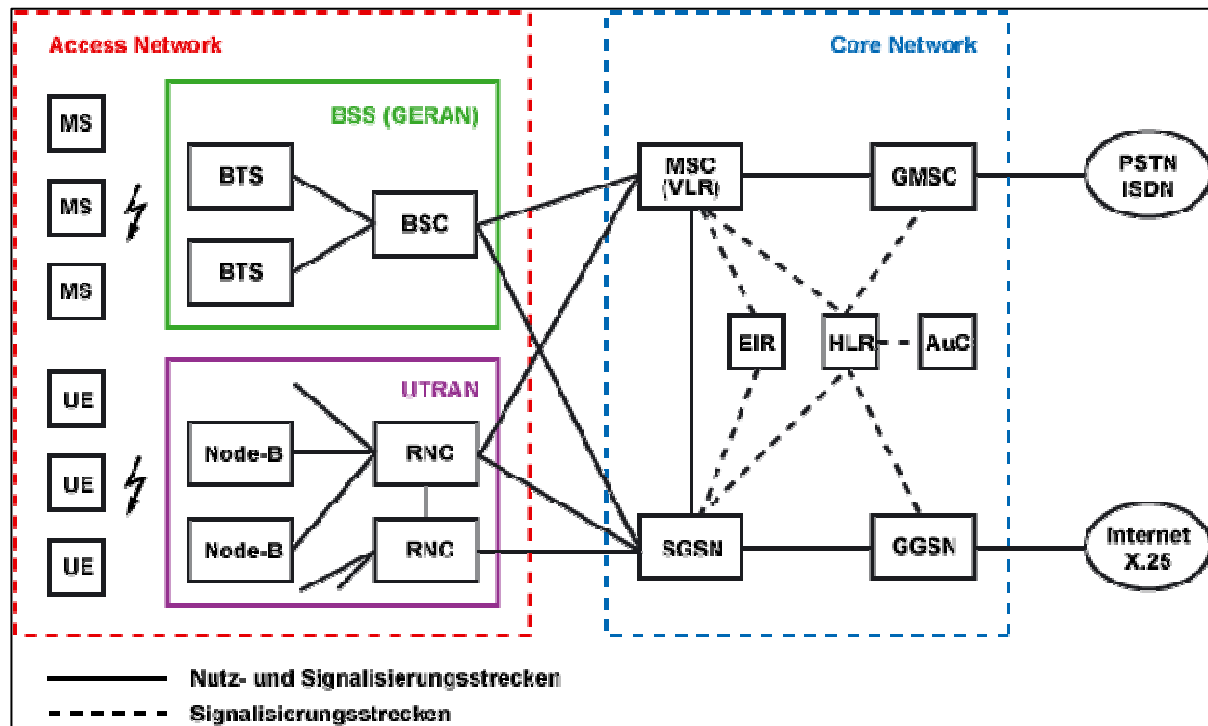
GSM-Netzbetreiber, die UMTS einführen, greifen auf die Netzelemente und die Architektur des GSM-Netzes und dessen GPRS-Erweiterung zurück. Zumindest in der Anfangsphase von UMTS dürfte GSM und UMTS ein gemeinsames Kernnetz für die Vermittlung von Sprache und Daten, sowie die Abrechnung haben.

Die kombinierte GSM-UMTS-Netzwerkarchitektur teilt sich in ein **Access Network** mit dem Mobil- und Basisstationen, sowie dem **Core Network (Kernnetz)**, mit der bestehenden Architektur von GSM/GPRS. Innerhalb des Access Network gibt es für UMTS vergleichbare Komponenten wie bei GSM. Aufgrund ihrer weitergehenden Funktionalität und Neuerungen bei den Schnittstellen hat man andere Namen gewählt. Zum Vergleich ist das **Base Radio Sub-System (BSS)** des GSM-Netzes in der oberen Darstellung enthalten. Wie bereits beschrieben, hat jedes Funknetz einen eigenen Sende- und Empfangsbereich, der als **Radio Access Network (RAN)** bezeichnet wird. Darin werden unterschiedliche Frequenzen und Übertragungsverfahren genutzt. Im UMTS-Netz wird dieser Bereich als **UMTS Terrestrial RAN (UTRAN)** im GSM-Netz als **GSM/EDGE RAN (GERAN)** bezeichnet. Das GERAN besteht aus der **Basisstation (BTS)** und dem **Controller (BSC)**. Im UTRAN ist die Basisstation das **Node-B**. B steht hier für Base bzw. Basisstation. Mehrere davon werden von einem Radio Network Controller (RNC) gesteuert. Im UTRAN sind im Gegensatz zum GERAN die Controller (RNC) untereinander vernetzt. So ist unter anderem das so genannte Soft-Handover möglich. Dabei müssen zwei Node-B ein Endgerät versorgen.

⁶

Quelle: <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/0601231.htm>, 28. Juli 2008, 19:45 Uhr

Die Mobilfunktelefone werden als **User Equipment (UE)** bezeichnet. Das Gerät selber als **Mobile Equipment (ME)**, die SIM-Karte als **UMTS Subscriber Identity Mobile (USIM)**.



Im Kernnetz werden leitungsorientierte Verbindungen von den MSCs verwaltet. Hier gibt es eine **Heimatdatei (Home Location Register, HLR)**, deren Datensätze der Teilnehmer temporär in den **Besucherdateien (Visitor Location Register, VLR)** der Vermittlungsstellen gespeichert. Die **GMSC**, die Gateway-Vermittlungsstelle, ist für den Übergang von und in das Festnetz und andere Mobilfunknetze verantwortlich. Der paketorientierte Datenverkehr wird von der **SGSN (Serving GPRS Support Node)** abgewickelt. Das Routing ins Internet übernimmt das **GGSN (Gateway GPRS Support Node)**.

Diese Netzwerkarchitektur ermöglicht den fliegenden Wechsel zwischen UMTS und GSM/GPRS, sofern das eingesetzte Endgerät den Dual-Mode unterstützt. Für UMTS-Kunden steht dann in nicht UMTS-versorgten Gebieten GSM zur Verfügung. Probleme bereiten nur wenige Anwendungen, die mit GSM nicht funktionieren. Z. B. Videotelefonie.

Um in UMTS-Netzen hohe Übertragungsraten bis 2 MBit/s oder mehr zu realisieren, muss das Kernnetz angepasst werden. Sobald UMTS etabliert ist und sich die GSM-Nutzung sich reduziert, dürfte der Umbau der Kernnetze beginnen. Dazu soll von der SS7-basierten Signalisierung auf ein reines IP-Netzwerk umgestellt werden. Da der meiste Datenverkehr auf IP basiert, wird auch die Sprache darauf umgestellt werden. Die klassische Leitungsvermittlung wird zu Gunsten der Paketvermittlung verschwinden. Spätestens dann wird Voice-over-IP (VoIP) im Mobilfunk Realität.⁷

⁷ Quelle: www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/0910221.htm, 28. Juli 2008, 19:37 Uhr

5 Zukunftsaussichten

- seit 2006 bieten alle Netzbetreiber außer E-Plus High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) für deutlich höhere Empfangs-Datenraten (sog. „Downlink“) an
- E-Plus plant nach eigenen Angaben den Ausbau für das dritte oder vierte Quartal 2008, wobei nach wie vor ungeklärt ist, zu welchen Tarifen der Dienst angeboten wird bzw. ob bestehende Tarife automatisch auf HSDPA umgestellt werden
- unter optimalen Bedingungen sind theoretisch bis zu 14,4 Mbit/s brutto (nach Codierung ca. 10,8 Mbit/s netto) möglich
- die praktisch erreichbare und nutzbare Empfangs-Datenrate ist jedoch aufgrund der Fehlerkorrektur und von Interferenzen niedriger und beträgt zur Zeit 1,4 Mbit/s
- zukünftig sollen Datenraten von bis zu 5,1 Mbit/s erreicht werden
- zudem hängt die erzielbare Datenrate auch noch von der Fähigkeit des Endgerätes ab
- es wurden verschiedene Geräte-Kategorien definiert, die sich in den unterstützten Modulationsarten (QPSK oder 16QAM), der Anzahl der gleichzeitig empfangbaren Kanäle und dem zeitlichen Mindestabstand von HSDPA-Blöcken unterscheiden
- derzeit kommerziell verfügbare Geräte arbeiten mit HSDPA-Category 12 (= maximal 1,8 Mbit/s) oder HSDPA-Category 6 (=maximal 3,6 Mbit/s)
- diese Geschwindigkeiten sind bislang in Deutschland in großen Teilen des UMTS-Netzes verfügbar
- die Einführung der HSDPA-Category 8 mit maximal 7,2 Mbit/s ist für Mitte 2007 in Deutschland angekündigt; in einigen Gebieten in Österreich ist diese Ausbaustufe bereits seit Anfang 2007 verfügbar.
- im Zuge des Ausbaus von HSDPA soll mittels High Speed Uplink Packet Access (HSUPA) die maximal mögliche Sende-Datenrate (sog. „Uplink“) zunächst auf 1,4 Mbit/s und später auf 5,8 Mbit/s gesteigert werden
- wiederum in Österreich wurden im April 2007 bereits erste Basisstationen mit dieser Technik ausgerüstet; um diese deutlich höhere Geschwindigkeit zu nutzen, benötigt man ein Endgerät, welches HSUPA unterstützt.
- die Planungen sehen High Speed OFDM Packet Access (HSOPA) als darauf folgende Ausbaustufe im Rahmen von Next Generation Mobile Networks (NGMN) bis zum Jahre 2010 vor⁸

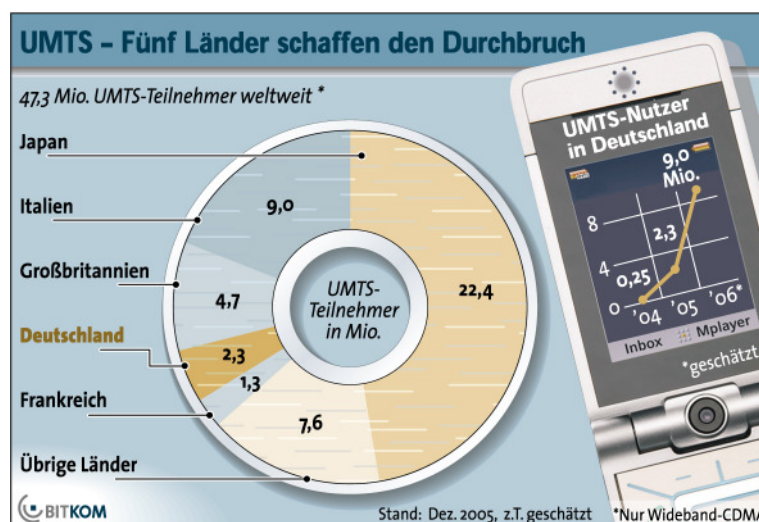


Abbildung 2,

Quelle: http://www.bitkom.org/de/presse/30739_37663.aspx, 28. Juli 2008, 17:00 Uhr

⁸

<http://de.wikipedia.org/wiki/UMTS>, 28. Juli 2008