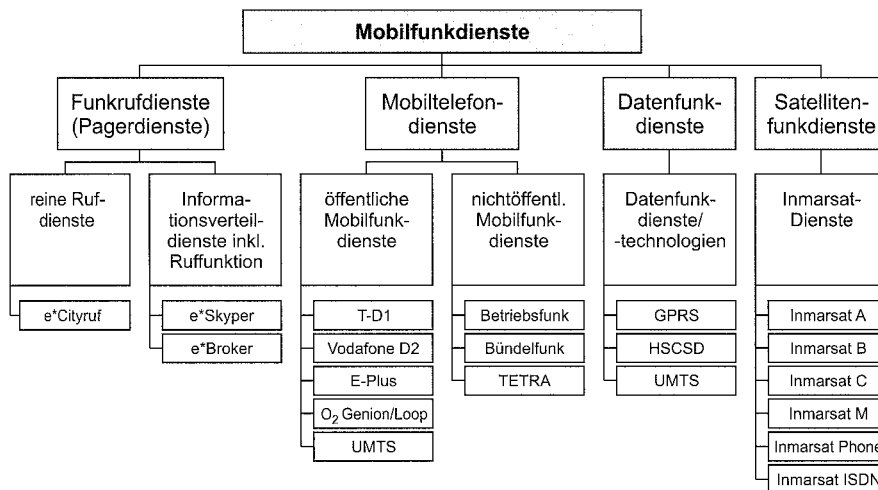


## Mobilfunknetze



### Pagernetze/Funkrufnetze

Diese Dienste verlieren durch die Verbreitung der Mobiltelefone und den damit möglichen SMS/ und MMS/Anwendungen (Short Message Service/Multimedia Messaging Service) an Bedeutung.

Funkruf ist Simplexbetrieb.

1. Um einen Funkruf auszusenden wird über das Telefonnetz die Verbindung zur Funkvermittlungsstelle/Funkrufzentrale des jeweiligen Pagernetzes aufgebaut und die Nachricht an die Zentrale übertragen.
2. Dort wird die Nummer auf Zulässigkeit geprüft und ob der Empfänger die Nachricht (Ton, Numerik, Text) auch empfangen kann.
3. Es erfolgt die Bestätigung „Ihr Ruf wurde angenommen.“
4. Die Nachricht wird mehrfach ausgesendet/wiederholt.

#### e\*Cityruf regional:

16 Regionalbereiche mit Reichweiten bis zu 200 km.

#### e\*Cityruf national:

im gesamten Bundesgebiet erreichbar

#### e\*Skyper:

„Nachrichten und Zeitungskiosk für die Jackentasche“

#### e\*Broker:

Börseninformationen

### Mobiltelefonnetze

In der Kommunikation wie auch in der PC-Technik nehmen Verbindungen und Anschlüsse, ohne dass eine fest installierte Leitungen zwingend voraus gesetzt wird, ständig zu.

In Deutschland gibt es mittlerweile (Stand Mai 2008) mehr Mobilfunkanschlüsse als Einwohner (rund 100 Millionen), aber nur 8,7 Millionen UMTS fähige Endgeräte (s.u.).

In Mobilfunknetzen werden die verwendeten Endgeräte **nicht** mit einem festen leitungsgebundenen Anschluss mit dem Netz verbunden. Der Netzzugang erfolgt leitungsunabhängig mithilfe elektromagnetischer Wellen hoher Frequenz (HF = High Frequency). Kann ein Endgeräte diese Frequenzen empfangen, besteht die Möglichkeit zur Kommunikation mit anderen Teilnehmern – unabhängig vom jeweiligen Standort.

Innerhalb des Sende- und Empfangsbereichs eines Mobilfunknetzes erfolgt der Netzzugang **ortsunabhängig** über eine **Funkschnittstelle**.

Die Entwicklungsgeschichte der kommerziellen Mobilfunktechnik wird in Abhängigkeit vom verwendeten Übertragungsverfahren in verschiedene "Generationen" unterteilt:

„Generation“	Zeit	Merkmale	Beispiel
1. Generation	ab 70er Jahre	analoge Sprachübertragung, national unterschiedliche Verfahren ohne Kompatibilität zueinander	C-Netz
2. Generation	ab 90er Jahre	digitale Sprach- und Datenübertragung gemäß internationalem <b>GSM-Standard</b> , Übertragungsrate 9,6 kBit/s	D-Netz E-Netz
3. Generation	ab ca. 2000	digitale Datenübertragung gemäß internationalem <b>UMTS-Standard</b> , Übertragungsrate 384 kBit/s bis zu 7,2 MBit/s und mehr sind mit <b>HSDPA</b> möglich (s.u.)	
4. Generation	ab ca. 2010	<b>LTE</b> , die Abkürzung für Long Term Evolution 60 MBit/s für download 20 MBit/s upload	

Mobilfunknetze der 1. Generation werden künftig nicht mehr betrieben, da sie technisch veraltet sind.

### **GSM-Netze** (Global System for Mobile Communication)

Diese Netze bilden die 2. Generation (G2) der Funknetze.

Details siehe weiter unten im Script.

Sie basieren auf dem zurzeit am weitesten verbreiteten GSM-Standard (GSM: Global System for Mobile Communications). GSM-Netze werden national von verschiedenen Betreibern angeboten. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der geografischen Verfügbarkeit und der Tarife. Bezüglich ihres Aufbaus und der verwendeten Übertragungstechnik bestehen jedoch prinzipiell keine Unterschiede. Zu einem GSM-Netz gehören als wesentliche Bestandteile:

- die GSM-Endgeräte
- die GSM-Basisstationen und
- die GSM-Vermittlungsstellen.

### **Die GSM-Endgeräte**

Die mobilen Endgeräte eines Funknetzes sind Funktelefone, die umgangssprachlich als "**Handy**" bezeichnet werden. Aufgrund der fortgeschrittenen Integrationstechnologie lassen sich fast alle technischen Funktionen eines Handys auf einem einzigen Chip integrieren. Die Eingabe von Daten (Rufnummer, Kurzmitteilung) geschieht über ein Tastaturfeld, die Darstellung von Informationen erfolgt mit einem kleinen monochromen LC-Display.

Ein für die Funktion des Handys erforderlicher Bestandteil ist die Benutzeridentitätskarte (**SIM-Karte**: **S**ubscriber **I**dentify **M**odule). Diese kann aus dem Gerät entnommen werden und enthält neben der international gültigen benutzerspezifischen Teilnehmerkennung/Rufnummer (**IMSI**: **I**nternational **M**obile **S**ubscriber **I**dentify) einen Speicherbereich für individuell einstellbare Benutzermenüs und ein elektronisches Telefonbuch. Des Weiteren ist eine geheime Kennung gespeichert, die zur Verschlüsselung und Entschlüsselung übertragener Daten dient.

Die **SIM-Karte** dient der eindeutigen Identifizierung eines Mobilfunkteilnehmers.

Bei einem Austausch der SIM-Karte in einem Gerät ändert sich zwangsläufig die Teilnehmer-Nummer. Für den Netzbetreiber ist dies gleichbedeutend damit, dass ein anderer Teilnehmer telefoniert.

Neben der IMSI-Nummer ist jedem Handy **zusätzlich** eine international gültige **Geräteken- nung** zugewiesen – die **IMEI-Nummer (IMEI: International Mobile Equipment Identity)**.

Die **IMEI-Nummer** dient der eindeutigen Identifizierung eines Gerätes.

**\*#06#**

Zum Schutz eines Handys vor unbeabsichtigter bzw. unbefugter Benutzung lassen sich fol- gende Maßnahmen treffen:

- **Tastatursperre**  
Durch Drücken einer vorgegebenen Tastenkombination sind sämtliche Tasten gesperrt. Ein unbeabsichtigter Druck auf eine Taste führt nicht zu einer Eingabe. Die Tastatur- sperre muss bei Bedarf nach jedem Einschalten neu aktiviert bzw. vor jeder Tastenbenut- zung deaktiviert werden.
- **Sperrcode**  
Der Sperrcode/Entsperrcode sichert ein Handy gegen unbefugte Benutzung. Je nach Ein- stellung muss dieser nach jedem Einschalten zunächst eingegeben werden, um das Handy nutzen zu können. Der Sperrcode wird auf der SIM-Karte gespeichert, er kann nur nach vorheriger Eingabe eines "Sicherheitscodes" (PIN-Code) verändert werden.
- **PIN-Code**  
Als weitere Schutzmaßnahme vor unbefugter Nutzung von Daten auf der SIM-Karte dient der PIN-Code (PIN: Personal Identity Number). Ist dieser aktiviert, kann ohne vorherige Eingabe der PIN nicht auf die SIM-Karte zugegriffen werden. Besonders schutzrelevante Daten können auch durch einen zweiten PIN-Code geschützt sein (z.B: Aufladen einer Gebührenkarte).

Die Energieversorgung eines Handys erfolgt über einen wiederaufladbaren NiMH-Akku oder einen Li-Ion-Akku. Zur Schonung des Akku-Ladezustandes wird die Sendeleistung bedarfs- orientiert reguliert, wodurch auch die Belastung des menschlichen Kopfes durch elektromag- netische Strahlung auf ein Minimum reduziert wird.

**„Eine Studie aus Skandinavien findet wieder einmal keine Krebsgefahr durch Handys. ... Die Forscher sind verwundert über die Aufregung in Deutschland. Schon Tausende Studien haben vergebens nach Beweisen für die Schädlichkeit von Handy-Strahlen gesucht. Weshalb verursacht ausgerechnet der Mobilfunk Angstphan- tasien wie kaum eine Technik zuvor“.**  
(Zitat aus dem DER SPIEGEL 6/2007 S. 4)

#### STUDIE MIT 420.000 TEILNEHMERN

### **Keine Krebsgefahr durch Handys**

**Der durchschnittliche Handybenutzer muss offenbar kein erhöhtes Krebsrisiko fürch- ten. Das haben dänische Forscher in einer Studie mit 420.000 Teilnehmern herausgefunden, die auch Langzeitwirkungen berücksichtigt. Für Vieltelefonierer gibt es allerdings keine ausdrückliche Entwarnung.**

Das Ergebnis der Studie ist eindeutig: "Wir konnten keinerlei erhöhte Risiken für irgendeine Krebsart identifizieren, die mit der Nutzung von Handys im Zusammenhang stehen könnte", sagte John Boice, Epidemiologe an der Vanderbilt University in Nashville (US-Bundesstaat Tennessee). Gemeinsam mit Wissenschaftlern aus Dänemark hatte er die Daten von 357.553 Männern und 62.542 Frauen aus Dänemark ausgewertet.

Die Studienteilnehmer hatten ihren ersten Mobilfunkvertrag zwischen 1982 und 1995 unterschrieben und nutzen Handys bis heute. Unter den 420.095 Personen registrierten die Forscher 14.000 Krebserkrankungen. Diese Zahl sei niedriger als man erwartet habe, schreiben sie im Fachblatt "Journal of the National Cancer Institute". Die Wissenschaftler hatten die Krebsquote der Handynutzer mit jener der übrigen Bevölkerung Dänemarks verglichen.

Die folgenden 3 Berichte sind lesenswert:



Rheinpfalz Zeitung, 01.06.2011

## WIRTSCHAFT

Rheinpfalz 2 04.06.2011

# Bei Handys auf niedrige Strahlung achten

**VERBRAUCHER-TIPP:** Vorsicht angebracht – Experten: An Vorsorgeregeln halten

VON HANS PETER SEITEL

**LUDWIGSHAFEN.** Niemand kann sicher sagen, ob Handy-Strahlen krebserregend sind oder nicht. Dennoch rät das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) dazu, beim Kauf der Geräte auf niedrige Strahlungswerte zu achten und sich auch beim Telefonieren an bestimmte Vorsorgeregeln zu halten.

Vor wenigen Tagen sorgte ein Expertenbericht der Weltgesundheitsorganisation für Aufsehen, nach dem die von Mobiltelefonen ausgehende Strahlung bei häufigem Gebrauch das Risiko von Hirntumoren möglicherweise erhöhen könnte (wir berichteten). Beweise dafür gibt es aber nicht.

Messgröße für die Strahlenbelastung ist der sogenannte SAR-Wert (für „Spezifische Absorptionsrate“), wobei für Handys ein Grenzwert von 2 Watt aufgenommener Energie pro Kilogramm Körpergewebe gilt. Aus Sicht der Hersteller ist entscheidend, dass alle in Deutschland erhältlichen Telefone diesen Grenzwert auch unter ungünstigen Bedingungen einhalten.

Laut BfS unterscheiden sich die Strahlungswerte allerdings erheblich. Nach Erhebungen der Behörde bewegen sich die SAR-Werte zwischen 0,1 und 1,94 Watt pro Kilogramm. Das BfS empfiehlt, vorsorglich Mobilfunkgeräte mit möglichst niedrigem SAR-Wert zu verwenden, da insbesondere über die Langzeitwirkungen der Strahlung bei intensiver Nutzung noch keine Klarheit bestehe.

Eine Liste mit den Werten von mehr als 1400 überprüften Handy-Modellen hat das BfS im Internet veröffentlicht. Erfasst sind Mobiltelefone von 49 verschiedenen Herstellern sowie den vier Netzbetreibern. Auch in den Gebrauchsanleitungen der Anbieter ist der SAR-Wert in der Regel genannt.

Als „besonders strahlungsarm“ gelten Telefone mit Werten bis zu höchstens 0,6 Watt pro Kilogramm. Nach Auskunft des BfS halten fast 30 Prozent der auf dem deutschen Markt befindlichen Handys diesen strengen Maßstab ein. Soweit sie auch in anderer Hinsicht umweltfreundlich sind, könnten sie daher das Umweltzeichen „Blauer Engel“



Neben dem Typ des Mobiltelefons beeinflusst auch das persönliche Verhalten die Strahlenbelastung. So raten Experten beispielsweise, Handys nicht direkt an den Kopf zu halten, sondern Gespräche mit einem Kopfhörersystem zu führen.

FOTO: KEYSTONE

tragen. Davon machen die Hersteller aber so gut wie keinen Gebrauch. Der Branchenverband Bitkom begründete dies bereits vor einigen Jahren damit, dass das Verwenden des Zeichens den falschen Eindruck erwecken könne, einige Handys seien gesundheitlich schädlicher als andere.

Neben dem Gerätetyp beeinflusst auch das persönliche Verhalten die Strahlenbelastung. So rät das BfS, statt eines Handys – wenn möglich – ein Festnetz-Telefon zu nutzen. Außerdem sollten Mobilfunk-Gespräche möglichst kurz und mit einem Kopfhörersystem (Headset) gehalten werden. Das Headset habe den Vorteil, dass sich der Abstand zwi-

schen der Telefonantenne und dem Kopf vergrößere. Den gleichen positiven Effekt erziele, wer ein Handy-Gespräch durch eine Kurznachricht (SMS) ersetze.

Weiterhin empfehlen die Experten, möglichst nicht bei schlechtem Empfang zu telefonieren, etwa in Autos ohne Außenantenne. Die Karosserie könne die Verbindung zur nächsten Mobilfunkstation verschlechtern, so dass das Handy mit einer höheren Leistung sende.

**INFO**

Die Strahlungswerte der Handy-Modelle sind abrufbar unter [www.bfs.de](http://www.bfs.de) („Elektromagnetische Felder, SAR-Werte von Handys“).

Rheinpfalz Zeitung, 04.06.2011

KOMMENTAR

## Die Angst-Macher

Wie WHO-Experten Daten aus Handy-Studien verdrehen

Die bisher größte Untersuchung zur Frage, wie Mobiltelefone auf das Gehirn wirken, hat ein verblüffendes Ergebnis erbracht: Handys schützen vor Krebs.

Für die voriges Frühjahr veröffentlichte Interphone-Studie haben Forscher mehr als 5000 an Hirntumoren erkrankte Menschen nach ihren Telefoniergewohnheiten befragt und die Daten mit gesunden Vergleichspersonen verglichen. Das Resultat: Menschen, die so gut wie nie mobil telefonierten, erkrankten häufiger an Hirntumoren als Menschen, die seit Jahren Handys benutzen. Wer etwa zwischen 735 und 1639 Stunden lang telefonierte, der hatte statistisch ein um 29 Prozent verringertes Risiko, am bösartigen Gliom zu erkranken.

Noch erstaunlicher als die scheinbar gesundheitsfördernde Wirkung von Handys ist allerdings, was Experten der Weltgesundheitsorganisation (WHO) vorige Woche aus der Interphone-Studie destilliert haben – das genaue Gegenteil: In einer Pressemitteilung bezeichneten Mitarbeiter der zur WHO gehörenden Internationalen Agentur für Krebsforschung (IARC) in Lyon elektromagnetische Strahlung von Handys als „möglicherweise krebserregend“.

Wie ist dieser Widerspruch zu erklären? Die IARC-Beamten verdrehen die Daten in einer Art und Weise, die für eine WHO-Behörde blamabel ist. In acht Gruppen von Testpersonen ergaben sich Hinweise auf ein verringertes Krebsrisiko durch Handys – das behal-

ten die Angst-Macher für sich. Stattdessen stützen sie sich ausschließlich auf eine Probanden-Gruppe, in der ein um 40 Prozent erhöhtes Krebsrisiko für Vieltelefonierer beobachtet wurde.

Das klingt bedrohlich, ist es aber nicht. Allein die relative Risikoerhöhung zu nennen ist ein statistischer Tuschenspielertrick. Wie groß der Effekt in absoluten Zahlen wäre, verrät die IARC-Meldung wohl schon deshalb nicht, weil es keinem wirklich Angst

machen würde. Pro Jahr erkranken 3 von 100 000 Menschen an einem Gliom. Eine Steigerung um 40 Prozent entspräche einem zusätzlichen Fall auf 100 000.

Mehr noch: Die Steigerung um 40 Prozent steht so gar nicht in der Interphone-Studie. Zwar scheint es so zu sein, als ob Menschen, die insgesamt 1640 oder mehr Stunden mobil telefoniert hatten, häufiger an Gliomen erkrankten. Jedoch relativieren die Forscher ihr eigenes Ergebnis: Der „Hinweis ist nicht be-

weiskräftig“, weil es methodische Fehler gegeben habe.

Vor allem aber sagen die Daten nichts darüber aus, ob elektromagnetische Strahlen ursächlich etwas mit Hirntumoren zu tun haben. Strahlen aus dem Handy erwärmen zwar das Gewebe, schädigen aber in dieser Dosis nicht die Zellkerne. So dürfte das Hirntumorrisiko in der zehnten Gruppe in Wahrheit ein zufälliger Befund sein – wie auch das verringerte Krebsrisiko der vielen Handybenutzer aus den anderen Gruppen, das die IARC-Beamten so geflissentlich verschweigen. JÖRG BLEICH



Handynutzerin Hilton

Der Spiegel 23/2011

MOBILFUNK

## Fälschung an der Charité

An der Berliner Charité ist eine Doktorarbeit zur Wirkung von Handy-Strahlen entstanden, die offenbar auf manipulierten Daten beruht. Die Studie hatte ein beunruhigendes Ergebnis erbracht: Funkwellen von Handys könnten angeblich sogenannte Strangbrüche im Erbgut verursachen. Mobilfunkkritiker zehren seit Jahren von solchen und ähnlichen Befunden. Die meisten entstammen dem berühmten „Reflex“-Projekt, das 2004 abgeschlossen wurde: Labore mehrerer europäischer Universitäten hatten, finanziert mit EU-Mitteln, die Wirkung von Funkwellen auf Zellpräparate untersucht – seltsam nur, dass die dabei gefundenen bedenklichen Strangbrüche nie von anderen Forschern reproduziert werden konnten. Auch ein Labor der Charité steuerte einige Studien bei; die Leitung hatte der heutige Prodekan Rudolf Tauber. Die Berliner Doktorarbeit, die nun unter dringendem Betragsverdacht steht, entstammt ebenfalls seinem Institut; Tauber selbst hat die junge Doktorandin betreut. Dass an



Handy-Nutzerin

deren Befunden etwas faul war, fiel jedoch erst dem Bremer Biologieprofessor Alexander Lerchl auf. Das war vor knapp einem Jahr – und seither drängt Lerchl, der auch Mitglied der Strahlenschutzkommission ist, auf Klärung des Verdachts. Doktorvater Tauber hingegen versuchte, die Sache mit immer neuen Erklärungen – von Software-Fehlern bis hin zu vertauschten Messwerten – als Versehen abzutun. Nach langem Hin und Her forderte Lerchl kürzlich ultimativ die Originaldaten der Experimente ein. Darin fand er gleich etliche Belege für vorsätzlichen Schwindel. Ganze Datenreihen waren grobschlächtig passend gerechnet worden; Aufnahmen von Zellen unter dem Mikroskop erwiesen sich als plumpe Fälschungen. Und nun kommt die Sache plötzlich voran: „Alle unsere Beiträge zum ‚Reflex‘-Projekt müssen jetzt auf den Prüfstand“, räumt Tauber ein. Von einem Versäumnis bei der Aufklärung aber könne keine Rede sein: „Wir haben von Anfang an mit Professor Lerchl kooperiert.“ Der streitbare Gelehrte sieht das anders: „Ich wurde hingehalten und abgespeist, solange es nur irgend ging. Man darf die Aufklärung nicht einfach den betroffenen Universitäten überlassen. Zumindest müsste ein unabhängiger Experte von außerhalb hinzugezogen werden.“

DER SPIEGEL 28/2011

119

Verkaufsfördernde Leistungsmerkmale von Handys sind die geringe Größe, das geringe Gewicht, die maximale Sprechzeit und die maximale Stand-by-Zeit.

Mit modernen Handys kann man nicht nur telefonieren, sondern auch andere Kommunikationsformen nutzen. So lassen sich über das Tastenfeld in begrenzter Anzahl alphanumerische Zeichen eingeben, die nach der Übertragung auf dem Display des Empfangsgeräts dargestellt werden. Eine solche Kurzmitteilung kann an einen einzigen Empfänger oder gleichzeitig an mehrere Empfänger verschickt werden (Broadcast).

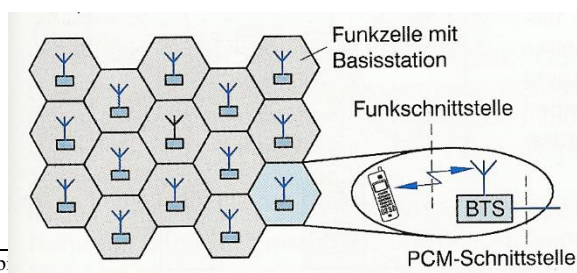
Die Eingabe, Übertragung und Darstellung von alphanumerischen Zeichen ist ein sogenannter **Telematikdienst**. Dieser trägt die Kurzbezeichnung **SMS (Short Message Service)**

Innerhalb einer SMS-Nachricht eines Handys lassen sich maximal 160 Zeichen übertragen. Für die Übertragung wird der 7-Bit-ASCII-Code verwendet. Der SMS-Dienst wird auch von einigen Internet-Anbietern unterstützt, so dass man auch mit dem PC über das Internet eine SMS an ein Handy absetzen kann. Werden hierbei mehr als 160 Zeichen versendet, wird die Information an das Handy in mehrere SMS-Nachrichten unterteilt.

Speziell ausgestattete Handys ermöglichen in begrenztem Umfang auch den Informationsabruf von Internetseiten (WAP).

### GSM-Basisstationen

GSM-Netze sind stets zellular aufgebaut. In jeder Zelle befindet sich eine **Basisstation** (BTS: **Base Transceiver Station**), die drahtlos mit den in der jeweiligen Zelle vorhandenen Endgeräten in Verbindung steht.



Die Zellenstruktur eines Mobilfunknetzes wird in diesem Bild vereinfacht dargestellt. In der Praxis sind die Zellen weder eckig noch gleich groß, vielmehr variieren sie in:

- Größe und
- Form (in Abhängigkeit von der Geländebeschaffenheit und erwarteten Verkehrsaufkommen einer Region)

Zu den wesentlichen **Aufgaben einer Basisstation** gehören:

- Verwalten der zugewiesenen Funkkanäle
- Kanalcodierung und -decodierung
- Verschlüsselung und Entschlüsselung
- Verbindungskontrolle
- Überwachung des Empfangspegels
- Steuerung des Sendepiegels
- Signalanpassung an die PCM-Schnittstelle, über die die Verbindung zu anderen Netzkomponenten erfolgt
- Steuerung des "handover"

Als **handover** bezeichnet man die Umschaltung einer bestehenden Verbindung auf einen anderen Übertragungskanal oder in eine andere Zelle

Jede Basisstation prüft laufend die Empfangssignalstärken der innerhalb einer Zelle aktiven Endgeräte. Sinkt der Empfangspegel eines Endgerätes an einer Basisstation ab (z. B. bei einer Durchreise mit dem Auto) oder wird er an einer anderen größer, so erfolgt eine entsprechende automatische Umschaltung des Übertragungskanals zu der besser empfangenden Station. Diese Umschaltung erfolgt unbemerkt vom Teilnehmer über eine GSM-Mobilvermittlungsstelle.

### **GSM-Mobilvermittlungsstellen**

Eine **Mobilvermittlungsstelle (MSC: Mobile Switching Center)** ist jeweils über eine (oder mehrere) **leitungsgebundene** 2 MBit/s-PCM-Übertragungsstrecke(n) mit benachbarten Basisstationen verbunden. Sie arbeitet prinzipiell wie eine Vermittlungsstelle (VSt) im Festnetz und stellt die gewünschte Verbindung mit einem anderen Mobilteilnehmer oder einem Teilnehmer eines anderen Netzes her. Die einzelnen Mobilvermittlungsstellen eines Netzbetreibers sind in der Regel maschenförmig miteinander vernetzt. Diese Vernetzung erfolgt entweder über ein eigenes Leitungsnetz oder über gemietete ISDN-Leitungen.

Folgende netzspezifische Funktionseinheiten, die teilweise in den Räumlichkeiten eines MSC untergebracht sind, liefern die für einen Verbindungsaufbau erforderlichen Informationen.

#### ➤ **Heimdatei**

Alle benutzerspezifischen Daten eines in einem Mobilfunknetz angemeldeten Teilnehmers werden in einer sogenannten Heimdatei (**HLR: Home Location Register**) erfasst. Hierzu gehören seine international gültige IMSI-Nummer sowie Zugriffsberechtigungen, Dienste und Dienstmerkmale, die der jeweilige Teilnehmer nutzen kann. Diese Informationen werden bei Bedarf von den Mobilvermittlungsstellen abgefragt. Eine Heimatdatei kann mehrere mobile Vermittlungsstellen bedienen.

#### ➤ **Besucherdatei**

Jede Mobilvermittlungsstelle verfügt über eine Besucherdatei (**VLR: Visitor Location Register**), in der Informationen über diejenigen Mobilteilnehmer gespeichert sind, die sich gerade in ihrem Einzugsbereich befinden. Beim Einschalten eines Endgeräts nimmt dieses



automatisch eine Verbindung zur nächsten Basisstation auf und meldet sich an. Die übertragenen Daten werden dann in der zugehörigen Besucherdatei gespeichert, nachdem sie von der Heimdatei bestätigt wurden. Verlässt ein Teilnehmer den Bereich einer Mobilvermittlungsstelle, so werden die Daten dieser Benutzerdatei bei eingeschaltetem Endgerät automatisch an die Besucherdatei der nächsten Mobil-VSt weitergereicht und in der Heimdatei aktualisiert.

#### ➤ **Beglaubigungszentrale**

Die Beglaubigungszentrale (**AuC**: Authentication Center) ist eine geschützte Datenbank, in welcher alle Informationen gespeichert sind, die zum Schutz der Funkschnittstelle gegen unberechtigtes Abhören erforderlich sind. Hierzu gehört eine Kopie des jeweils auf der SIM-Karte des Teilnehmers gespeicherten Geheimschlüssels. Dieser wird zur Authentisierung und zur Verschlüsselung der übertragenen Daten über den Funkkanal verwendet.

#### ➤ **Identitätsdatei**

Jedes Handy ist mittels seiner international gültigen Geräteerkennung (IMEI-Nummer) identifizierbar. Die Identitätsdatei (**EIR**: Equipment Identity Register) enthält eine Liste der Endgeräte eines Mobilnetzes, mit deren Hilfe sich bei Bedarf defekte oder als gestohlen gemeldete Geräte erkennen lassen.

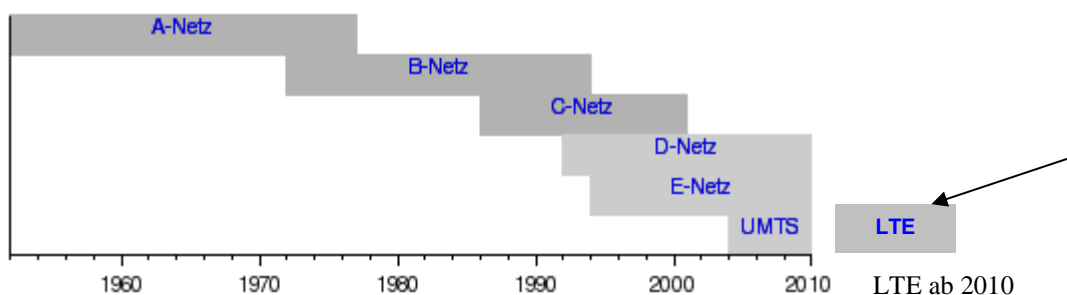
Die Betriebs- und Wartungszentrale (**OMC**: Operation and Maintenance Center) stellt das Managementsystem eines GSM-Netzes dar. Es steuert und überwacht sämtliche GSM-Funktionseinheiten und dient mithilfe von Hardwareredundanzen und intelligenten Fehlererkennungsmechanismen der Aufrechterhaltung aller Netzfunktionen.

Neben dem Fernsprechdienst bieten die Netzbetreiber den Teilnehmern eine Reihe von Übermittlungsdiensten und Dienstmerkmalen an. Hierzu zählen E-mail- und Internetzugang, Zugang zu paketvermittelnden Netzen (X.25), Telematikdienste sowie zahlreiche Mehrwertdienste (z. B. Rufweberschaltung, Rufnummernanzeige, Voice-Mailbox).

Mithilfe spezieller GSM-Module lassen sich auch **GPS-Daten** (**GPS**: Global Position System) zur **Positionsbestimmung und Ortung** empfangen und an die nächstgelegene GSM-Basisstation weiterleiten.

### **GSM-Netzarten**

1982 wurde die **Groupe Speciale Mobile (GSM)** gegründet, die für Europa ein einheitliches digitales Mobilfunksystem entwickeln sollte.



Es existieren grundsätzlich **drei verschiedene Arten von GSM-Netzen**.

Diese unterscheiden sich durch die **Frequenzbereiche**, die für die drahtlose Kommunikation zwischen einer Basisstation und den Funktelefonen innerhalb der zugehörigen Zelle verwendet werden. Für diese Kommunikation hat die für die Zuteilung der Funkfrequenzen verantwortliche **ITU** (International Telecommunication Union) international drei Frequenzbänder im Bereich von 900 MHz, 1800 MHz und 1900 MHz freigegeben. Diese Frequenzbereiche dienen **international** der jeweiligen Netzbezeichnung, zusätzlich werden **national** noch länderspezifische Benennungen verwendet. Innerhalb dieser freigegebenen Bereiche erfolgt die Datenübertragung von der Basisstation zum Funktelefon bzw. vom Funktelefon zur Basisstation im Getrenntlageverfahren.

Internationale Bezeichnung	Uplink (von der Mobilstation zur Basisstation)	Downlink (von der Basisstation zur Mobilstation)	Bandbreite (jeweils Uplink und Downlink)
GSM 900	890 – 915 MHz	935 – 960 MHz	25 MHz
GSM 1800	1710 – 1785 MHz	1805 – 1880 MHz	75 MHz
GSM 1900	1850 – 1910 MHz	1930 – 1990 MHz	60 MHz

### Reichweite

Die mit GSM erzielbaren Reichweiten schwanken stark, je nach Geländeprofil und Bebauung. Im Freien sind bei Sichtkontakt teilweise 35 km und mehr erreichbar, in den Städten dagegen teilweise nur 200 Meter.

Grundsätzlich gilt jedoch, dass mit GSM 900 aufgrund der längeren Wellenlänge größere Reichweiten erzielbar sind als mit GSM 1800.

Entsprechend der Reichweite wird die Zellengröße festgelegt. Dabei wird auch die prognostizierte Nutzung berücksichtigt, um Überlastungen zu vermeiden.

In Deutschland gibt es **verschiedene Anbieter**, die untereinander konkurrierende Mobilfunknetze betreiben:

Nationale Mobilfunknetze	Betreiber
<b>D1</b> (GSM 900)	T-Mobil (T-D1)
<b>D2</b> (GSM 900)	Vodafone D2
<b>E1</b> (GSM 1800)	E-Plus Mobilfunk GmbH,
<b>E2</b> (GSM 1800)	O2 Genion/Loop ehemals: VIAG Interkom

### GSM-900

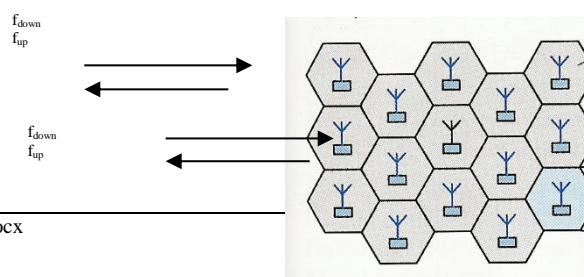
Innerhalb eines GSM-900-Netzes werden die Daten in einem Frequenzbereich von jeweils 25 MHz uplink und downlink übertragen (vgl. Tabelle oben). In diesen Bereichen stehen insgesamt je 124 Trägerfrequenzen mit einer Bandbreite von jeweils 200 kHz zur Verfügung. Über jede Trägerfrequenz können bis zu acht Kanäle in einem kombinierten Zeit- und Frequenzmultiplexverfahren (TDMA/FDMA) übertragen werden. Ähnlich wie bei ISDN weist dieses Übertragungsverfahren eine Rahmenarchitektur auf, zu deren Steuerung allerdings komplexere Protokollstrukturen erforderlich sind.

Die Basisstation einer Funkzelle bekommt **eine oder mehrere** dieser Trägerfrequenzen zugeteilt. Die Basisstationen der benachbarten Zellen erhalten dann **andere** Trägerfrequenzen.

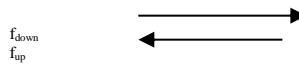
Obwohl aneinander grenzende Funkzellen teilweise überlappen, können sie sich aufgrund der Frequenzzuordnung gegenseitig nicht stören.

Nach einer bestimmten **Entfernung** können die gleichen Trägerfrequenzen dann von anderen Basisstationen wieder benutzt werden.

Frequenzuteilung (Beispiele)	
$f_{1up}$	890,1 MHz
$f_{2up}$	890,3 MHz
$f_{3up}$	890,5 MHz
$f_{1down}$	935,1 MHz



$f_{2\text{down}}$	935,3 MHz
$f_{3\text{down}}$	935,5 MHz



Über einen Kanal lassen sich Nutzsignale mit einer Standardrate von 9,6 kBit/s übertragen. Als erweiterter Standard sind auch 14,4 kBit/s möglich. Neben den Nutzkanälen sind noch zahlreiche Signalsierungs- und Hilfskanäle mit unterschiedlichen Übertragungsraten vorhanden, die ebenfalls in den genannten Frequenzbereichen übertragen werden:

Kanalbezeichnung	Funktion
Kontrollkanäle ( <b>DCCH</b> , Dedicated Control Channels)	Signalisierung beim Verbindungsaufbau, Übertragung von Feldstärkedaten, Roamingkontrolle, Handoversteuerung
Anrufkanal ( <b>PCH</b> , Paging Channel)	Nur downlink, Information der BTS an die Mobilstation über eingehende Rufe
Sende-Kontrollkanal ( <b>BCCH</b> , Broadcast Control Channel)	Übertragung zellenspezifischer Parameter (z. B. Listen benachbarter Zellen)
Synchronisationskanal ( <b>SCH</b> , Synchronisations Channel)	Rahmensynchronisation

Bei Sendeleistungen der Mobilstationen von bis zu 2 W (Watt) sind theoretisch Funkzellen bis **ca. 35 km Durchmesser** möglich.

### GSM 1800

Das GSM-1800-Netz wurde ursprünglich unter der Bezeichnung: DCS 1800 (Digital Cellular Telecommunication System) angeboten. Aufgrund physikalischer Gesetzmäßigkeiten ergibt sich bei diesen Frequenzen zwar eine geringere Reichweite bis ca. 5 km, allerdings stehen bei einer Bandbreite von 75 MHz insgesamt 374 Trägerfrequenzen zur Verfügung, über die bei gleichem Übertragungsverfahren wie beim GSM 900-Netz wiederum jeweils 8 Kanäle übertragen werden können. Die Übertragungsrate pro Kanal liegt in der Praxis ebenfalls bei 9,6 kBit/s. Die Sendeleistung der Endgeräte liegt zwischen 0,25 W und 1 W.

Um sowohl in einem GSM-900-Netz als auch in einem GSM-1800-Netz arbeiten zu können, muss ein mobiles Endgerät auf beiden Frequenzbereichen senden und empfangen können.

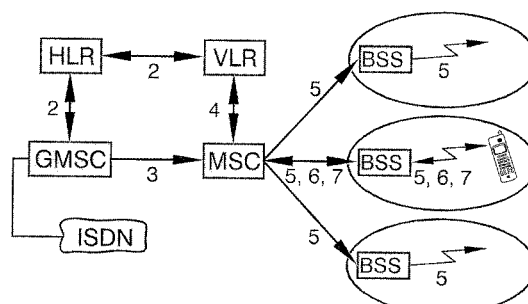
Mobile Endgeräte, die in den Frequenzbändern 900 MHz und 1800 MHz arbeiten können, werden als **Dual-Band-Handys** bezeichnet.

### GSM 1900

Der GSM-1900-Standard wird **außerhalb** von Europa verwendet (z. B. in den USA). Um weltweit mit nur einem mobilen Endgerät erreichbar zu sein, bedarf es demzufolge eines entsprechenden **Triple-Band-Handys**.

### Verbindungsaufbau

Der Verbindungsaufbau mit einem Mobilfunkteilnehmer ist ein komplexer Prozess, dessen wesentliche Schritte im Folgenden am Beispiel eines Verbindungswunsches aus dem ISDN-Bereich dargestellt werden.



1. Ein kommender Ruf aus dem ISDN-Bereich wird an die (dem rufenden Festnetzteilnehmer) nächstgelegene Mobilfunk-VSt geleitet. Diese bezeichnet man dann als Gateway-MSC (GMSC).
2. Auf der Grundlage der IMSI-Nummer des gewünschten Mobilfunkteilnehmers wird eine Verbindung zur zuständigen Heimdatei (HLR) des Mobilfunkteilnehmers aufgebaut. Diese prüft die Existenz des Teilnehmers. Anschließend wird die Information, über welche MSC der Teilnehmer zurzeit erreichbar ist, an die Gateway-MSC übertragen.
3. Mithilfe dieser Information baut die Gateway-MSC eine Verbindung zu dieser momentan zuständigen Mobil-VSt auf.
4. Die zuständige Mobil-VSt prüft mittels der Besucherdatei die Angaben zum Aufenthaltsbereich und zur Erreichbarkeit (z. B. Rufumleitung aktiv?).
5. Ist der Mobilteilnehmer als erreichbar erkannt, wird ein Funkruf aktiviert und über die entsprechenden Basisstationen (BSS) in **alle** der Besucherdatei zugeordneten Funkzellen gesendet.
6. Sobald das Mobilfunktelefon des gewünschten Teilnehmers auf die Anrufaufforderung (Page Request) reagiert hat, wird nur die Basisstation der Zelle, in der es sich befindet, ein Rufzeichen aussenden und alle notwendigen Sicherheitsprozeduren ausführen, um einen sicheren Übertragungskanal aufbauen zu können (Beglaubigung, Verschlüsselung).
7. Reagiert der gerufene Teilnehmer auf das Rufzeichen und nimmt den Ruf an, signalisiert das Handy über die Basisstation der Mobil-VST, dass die Verbindung hergestellt werden kann.

Der Verbindungsaufbau zwischen zwei Mobilfunkteilnehmern des **gleichen** Netzes verläuft analog dem oben geschilderten Ablauf. Der Verbindungsaufbau zwischen Teilnehmern konkurrierender Netze erfolgt über den Kollokationsraum einer ISDN-VSt.

Da alle Mobilfunknetze der 2. Generation auf den international vereinbarten GSM-Spezifikationen basieren, ist es grundsätzlich möglich, jeden Teilnehmer trotz unterschiedlicher Anbieter in **jedem beliebigen** GSM-Netz unter der stets gleichen zugewiesenen Rufnummer zu erreichen. Voraussetzungen hierfür ist allerdings ein sogenanntes **Roaming-Abkommen** zwischen den jeweiligen Netzbetreibern. Außerdem muss das verwendete Endgerät die jeweils verwendeten Frequenzbereiche unterstützen.

**Roaming** bedeutet, dass ein Teilnehmer in jedem beliebigen GSM-Netz Rufe aussenden kann und unabhängig vom Standort stets unter der gleichen Rufnummer erreichbar ist.

Verwendet ein Teilnehmer sein im Inland zugelassenes Handy im Ausland, so entstehen ihm auch bei einem Anruf aus dem Heimatland Kosten. Die Gebühren für die Verbindung bis zur "Landesgrenze" trägt der Rufende, die Gebühren von der Landesgrenze bis zu seinem momentanen Standort trägt der Gerufene!

### GSM- Tuning

Um zusätzliche Dienste anzubieten und um eine höhere Datenübertragungsrate mit den bestehenden GSM-Netzen zu erzielen, verwenden die Netzanbieter spezielle Übertragungstechnologien:

#### ➤ WAP

Um trotz der zurzeit noch geringen Nutzdatenrate von 9,6 kBit/s und der eingeschränkten Displayformate einen mobilen Internet-Zugriff zu ermöglichen, wurde das Kommunikationsprotokollpaket WAP (Wireless Application Protocol) entwickelt. Zu diesem Paket gehört die Wireless Markup Language (WML), eine "Sprache" mit der sich von mobilen Browsern lesbare Internetseiten auf Handys oder PDAs darstellen lassen. Hierzu wird der Umfang der übertragenen Daten reduziert und den begrenzten Anzeigemöglichkeiten des vorhandenen Displays angepasst. Da mobile Endgeräte nicht direkt mit dem Internet verbunden werden können, werden spezielle WAP-Gateways als Schnittstelle zwischen dem Mobilfunknetz und dem Web eingesetzt.

Zur Darstellung ist ein WAP-fähiges Endgerät erforderlich. Die Rolle von WML wird zukünftig **XHTML-basic** (Extensible Hypertext Markup Language) übernehmen, quasi eine geringfügig reduzierte Ausgabe von XHTML, dem Nachfolger der Websprache HTML.

### ➤ **HSCSD**

Bei **HSCSD** (High Speed Circuit Switched Data) handelt es sich um eine leitungsvermittelte Verbindungsart, bei der sich höhere Übertragungsraten durch **Bündelung** von Nutzkanälen erzielen lassen. Ein GSM Kanal überträgt normalerweise 9600 bit/s und mit jeder zusätzlichen Leitung erhöht sich die Übertragungsrate um weitere 9600bit/s. Mit einem speziellen Endgerät (z. B. PC-Card mit einem entsprechenden Funkmodul) lassen sich theoretisch bis zu 38,4 kBit/s übertragen. Mit einer Kanalcodierung können es theoretisch bis zu 115,2 kBit/s sein. Zurzeit können vorhandene Geräte bis max. 43,2 kBit/s im Downlink und 28,8 kBit/s im Uplink übertragen, falls ausreichend freie Übertragungskanäle zu Verfügung stehen.

Die Abrechnung erfolgt in Abhängigkeit von der Verbindungsdauer.

Die Endgeräte müssen diese Funktion unterstützen.

## Die nachfolgenden Techniken erst mal im Überblick:

### **GPRS**

Beim General Packet Radio Service (GPRS) liegt die Daten-Durchsatzrate bei **54 Kbit/s**. Gilt als Mobilfunk der zweiten Generation.

### **EDGE**

Die Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE) schaffen **220 Kbit/s**. Wird auch als Generation 2,5 bezeichnet

### **UMTS**

Das Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) bringt es auf **384 Kbit/s**. Wird auch als 3G oder Mobilfunk der dritten Generation bezeichnet.

### **HSDPA**

Die Weiterentwicklung UMTS Broadband oder auch High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) genannt, schafft Transferraten von bis zu 3,6 Mbit/s. In Ballungsräumen sollen sogar **bis 7,2 Mbit/s** erreicht werden.

UMTS mit HSDPA wird auch Generation 3,5 genannt.

### **LTE**

**3GPP Long Term Evolution (LTE)** (andere Namen sind **E-UTRAN** (Evolved UTRAN), **High Speed OFDM Packet Access** (HSOPA), **Super 3G** und **3.9G**) ist ein Mobilfunkstandard, der als UMTS-Nachfolger im Rahmen des 3GPP definiert wird.

Am 14. Dezember 2009 wurden die ersten kommerziellen LTE-Netzwerke von TeliaSonera in Stockholm und Oslo in Betrieb genommen. In der ersten Ausbaustufe erreichen sie eine Downstream-Datenrate von **100 MBit/s** und eine Upstream-Datenrate von **50 MBit/s**

### ➤ **Zu GPRS**

GPRS (General Packet Radio Service) ist eine Technik zur schnelleren Datenübertragung. Im Gegensatz zum GSM-Standard wird ein Kanal nicht für die Dauer der Verbindung zwischen Mobiltelefon und Basisstation belegt, sondern die zu übertragenden Daten werden in Pakete verpackt, die je nach Bedarf und Kapazität über einen Funkkanal gehen. Die Datenpakete mehrerer Nutzer werden hierbei über gerade freie Funkkanäle übertragen. Beim Empfänger werden diese Datenpakete wieder zusammengesetzt. Mit dieser Methode kann die Kapazität der Mobilfunknetze weitaus effektiver genutzt werden als bisher.

**GPRS ist eine paketvermittelte Übertragungstechnik für Datensignale in einem GSM-Netz.**

GPRS unterstützt die Übertragungsdienste "Point-to-Point" (PTP) und "Point-to-Multipoint" (PTM). Zur Übertragung von Sprache ist GPRS jedoch nicht geeignet. Spezielle Handys unterstützen deshalb sowohl den GSM- als auch den GPRS-Standard, die Umschaltung zwischen beiden Übertragungsarten erfolgt automatisch.

GPRS-fähige Endgeräte eignen sich besonders für den sogenannten "**Always-on-Betrieb**". Da kein Kanal dauerhaft belegt wird, kann man sich einmal in eine Datenverbindung in das Internet, das Intranet oder die Mailbox einwählen. Nur nach Bedarf werden dann Daten übermittelt, wenn etwa eine neue E-Mail gesendet oder empfangen wird oder man eine neue Internetseite aufruft. Die Abrechnung erfolgt hierbei nur nach wirklich übertragener Datenmenge und nicht nach Verbindungszeit.

GPRS ermöglicht pro Kanal eine maximale Brutto-Übertragungsgeschwindigkeit von 13,4 kBit/s. Gebündelt rauschen die Daten mit bis zu 53,6 kBit/s, d.h. fast ISDN-Geschwindigkeit, durchs Netz.

Die Endgeräte müssen diese Funktion unterstützen.

### ➤ **Zu EDGE**

**EDGE** (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) ist ein Übertragungsverfahren, welches ein spezielles PSK-Modulationsverfahren und eine komplexere Multiplextechnik nutzt. Hiermit lassen sich auf einem vorhandenen GSM-Kanal mit 200 kHz Bandbreite bis zu 48 kBit/s übertragen. Durch Kombination von bis zu acht solcher Kanäle sind Übertragungsraten von maximal 384 kBit/s möglich.

Bei mobilen Endgeräten, mit den genannten erweiterten Fähigkeiten, spricht man auch von der 2,5ten Generation (G2,5). Die Handys dieser Generation werden mit einem größeren Farbdisplay und einem umfangreicheren Betriebssystem für den multimedialen Einsatz ausgestattet.

**Handys mit Multimedia-Eigenschaften werden auch als Smartphones bezeichnet.**

Diese Multimedia-Telefone werden unter anderem einen direkten mobilen Internetzugang (ohne WAP-Gateway), ein vollwertiges E-Mail-Programm und ein sogenanntes **Personal-Information-Management-System (PIM)** zur Verwaltung persönlicher Daten wie Adressen und Terminen auf einer dem PC vergleichbaren Benutzeroberfläche bieten.

### ➤ **Zu UMTS-Netze**

UMTS ist die Abkürzung für **Universal Mobile Telecommunications Systems** und stellt die **europäische** ETSI-Bezeichnung für den weltweiten Standard von Mobilfunknetzen der 3. Generation (G3) dar.

UMTS sollte das Web in der Hand, auf dem Handy oder dem Taschencomputer werden – bislang ist davon wenig zu spüren.

Die **internationale** ITU- Bezeichnung für diesen Standard lautet **IMT-2000**.

Die wichtigsten Merkmale der Mobilfunksysteme der dritten Generation (3G) und somit auch von UMTS wurden Mitte der 90er Jahre anhand der IMT-2000-Spezifikationen durch die ITU (International Telecommunications Union) festgelegt. **UMTS wird Weltstandard werden.** Zur Familie der Mobilfunksysteme der dritten Generation gehören Systeme, die den Anforderungen der IMT-2000 Spezifikationen entsprechen und somit weitgehend kompatibel sind. Hierzu gehören **UMTS, CDMA-2000 und UWC-136.**

CDMA-2000 ist das in den USA angestrebte System für den Mobilfunk.

Das UWC-136 System basiert auf dem heutigen GSM-Netz, das über den High-Speed-Datenstandard EDGE fortgeführt wird.

Der Unterschied zwischen diesen Systemen liegt in der Modulationstechnik.

UMTS-Netze werden grundsätzlich die gleiche zellulare Struktur wie GSM-Netze aufweisen. Sie unterscheiden sich allerdings bezüglich der verwendeten Frequenzbereiche, der Übertragungsverfahren, sowie der bereitzustellenden Qualitätsanforderungen und Verkehrsprofile der angebotenen Dienste.

UMTS nutzt Frequenzbänder im Zwei-Gigahertz-Bereich und arbeitet sowohl paket- als auch leitungsvermittelt. UMTS überträgt genauso wie GPRS die Daten in Paketen, d.h. die gesendete Information wird in mehrere Teile zerlegt und beim Empfänger wieder zusammengesetzt. UMTS vergibt dabei unterschiedliche Codierungen, die nur vom richtigen Empfänger entschlüsselt werden können. Das System verwendet hierfür eine neue Funktechnik, abgekürzt CDMA bzw. W-CDMA:

**W-CDMA** (Wideband Code Division Multiple Access) und **TD-CDMA** (Time Division CDMA).

Beide arbeiten mit getrennten Verbindungen, vom Sender zum Empfänger (Downlink) und im Uplink zurück. Das auch als FDD (Frequenz Division Duplex) bezeichnete W-CDMA begrenzt jedoch den Uplink auf 64 Kilobit pro Sekunde und bietet einen Downlink mit bis zu **384 kBit/s** (siehe auch Tabelle unten).

Aufgrund der bestehenden **Abwärtskompatibilität** wird man in Europa die jetzt in Betrieb befindlichen GSM-Handys für den Sprechverkehr und den eingeschränkten Datenverkehr (z.B. SMS) weiter benutzen können.

**Um die von Mobilfunknetzen der 3. Generation angebotenen Leistungsmerkmale vollständig nutzen zu können sind jedoch entsprechende UMTS-Endgeräte erforderlich.**

**UMTS-Netze** stellen gleichzeitig und unabhängig voneinander Breitbanddienste mit unterschiedlichen Datenraten an der Funkschnittstelle zur Verfügung.

Netze der 3. Generation werden weltweit seit 2001 aufgebaut. In Deutschland haben verschiedene Betreiber eine entsprechende Lizenz zur Nutzung der zur Verfügung stehenden Frequenzbereiche erhalten. Diese Frequenzen wurden für fast 100 Milliarden DM ersteigert und brachten eine hohe Verschuldung der Firmen mit sich.

Der UMTS-Standard sieht eine Übertragungsrate von 2 MBit/s vor. Allerdings handelt es sich hierbei um einen Wert, der nur unter idealisierten Bedingungen erreichbar ist. Die praktisch realisierbaren Werte werden geringer sein und hängen von verschiedenen Faktoren ab.

maximale Übertragungsrate	Übertragungsbedingungen
2 MBit/s	quasistationärer Betrieb in einer <b>Picozelle</b> (Versorgungsradius < 500m) mit geringer Nutzerzahl

384 kBit/s	mobiler Betrieb mit Bewegungsgeschwindigkeiten bis ca. 50km/h in einer <b>Mikrozelle</b> (Versorgungsradius<3km) mit geringer Nutzerzahl
144 kBit/s	mobiler Betrieb mit Bewegungsgeschwindigkeiten über 120km/h in einer <b>Makrozelle</b> (Versorgungsradius<10km)

Darüber hinaus lässt sich eine sogenannte globale Weltzelle definieren in der durch die Einbindung eines Satellitennetzes auch bei hohen Geschwindigkeiten (z. B: im Flugzeug) Übertragungsraten bis 144 kBit/s möglich sind. Diese Kommunikation erfolgt in einem separaten 3G-Frequenzbereich.

Als Übertragungsverfahren wird für die Luftschnittstelle eine Kombination aus Zeitmultiplex und Breitband-Code-Multiplex eingesetzt (**TD/W-CCMA**: Time Division/Wideband-Code Division Multiple Access, siehe auch oben).

Dieses Übertragungsverfahren ist zwar störunanfällig, jedoch nimmt die Übertragungsrate aufgrund von Überlagerungseffekten bei elektromagnetischen Wellen mit zunehmender Bewegungsgeschwindigkeit des Endgerätes ab.

Beim TD/W-CDMA-Verfahren wird einem Nutzer nicht ein spezieller Übertragungskanal zur Verfügung gestellt, sondern ihm steht bis zu 2 MBit/s von der einer Zelle zugeordneten Bandbreite zur Verfügung. Sind mehrere Endgeräte innerhalb einer Zelle aktiv, muss die Bandbreite der Zelle aufgeteilt werden (Shared Medium). Bei einer sehr großen Anzahl von aktiven Geräten sinkt somit automatisch die Übertragungsgeschwindigkeit pro Gerät.

Bei dem im UMTS-Netz eingesetzten **TD/W-CDMA-Übertragungsverfahren** ist die Übertragungsrate abhängig von der Anzahl der in einer Zelle aktiven Geräte.

Hieraus ergibt sich grundsätzlich die Forderung nach kleinen Zellgrößen (Picozellen), die in Ballungsgebieten durchaus auch weniger als 50 m im Durchmesser betragen können! Diese kleinen Zellgrößen lassen sich jedoch nicht flächendeckend einrichten, da die Errichtung entsprechender Basisstationen in der erforderlichen Anzahl mit erheblichen Investitionskosten für die Betreiber verbunden sein würde.

In Gebieten mit zu erwartender geringer Verkehrsdichte kann die Zellgröße auch bis zu 10 km betragen.

Um auch bei hohem Verkehrsaufkommen in Spitzenzeiten akzeptable Übertragungsraten zur Verfügung stellen zu können, lassen sich bei UMTS Zellgrößen **dynamisch** in ihrer Größe verändern. Des weiteren ist bei Bedarf ein temporäres "Ausleihen" von Übertragungsfrequenzen von benachbarten Zellen möglich.

Der Effekt der sich dynamisch verändernder Zellgröße wird als **Cell-Breathing**, die gegenseitige „Ausleihe“ von Übertragungskapazitäten wird als **Soft-Capacity** bezeichnet.

### **Kosten von UMTS beachten** (Stand September 2006)!!!

Die Kosten für UMTS-Surfen sind extrem teuer. SPIEGEL-ONLINE (DER SPIEGEL) berichtet von seinem eigenen Reporter, der in Frankreich im Sommer 2006 drei Wochen die Tour de France begleitete. Seine Monatsrechnung betrug 9000 Euro. Allein an einem Tag hatte er fast 3500 Euro Gebühren durch Surfen und Archivrecherche im Ausland erzeugt. Eine UMTS Flatrate für Rechner oder Handy kostet innerhalb Deutschlands etwa 40 bis 55 Euro pro Monat. Im Ausland, wenn andere Netze und nicht das Partnernetz des eigenen Betreibers benutzt werden, kommt ein User auf einen Preis von 14 bis 15 Euro pro Megabyte. Die Startseite von SPIEGEL ONLINE verbraucht für den Download schon knapp 500 Kilobyte. Je nach Land, Anbieter und Tarif entspricht dies einem Preis von 4 bis 7 Euro. Bei Vodafone kostet der Download von 100 Megabyte in Frankreich, Spanien Großbritannien, Italien und Spanien 87 Euro (Volumentarif). Die Konkurrenz, T-Mobile und E-Plus rechnen jenseits der Grenze nach dem GPRS-Tarif –



als surfe man über sein normales Handy. 50 Kilobyte kosten 39 oder 59 Cent. Bei E-Plus kosten somit 20 Megabyte rund 240 Euro.

### UMTS/Mobilfunk Datenverkehr kann schneller als DSL sein

- Das mobile Datenrennen hat begonnen.
- Bis 2007 werden Engpässe erwartet.

= > **W-LAN-Hotspots und UMTS für mobilen Datenverkehr sind schon vorhanden.**

Gängige UMTS-Datenkarten bringen es nominal auf 384 kBit/s.  
(Im DSL-Festnetz sind ab 1000 kBit/s üblich.)

Die GSM-Standardisierungsgruppe 3GPP hat für UMTS-Mobilfunk ein noch schnelleres Datenübertragungsverfahren definiert: == > **HSDPA, der UMTS-Turbo:**

### Ruckelfreie Bilder lassen sich mit HSDPA (High Speed Downlink Paket Access) transportieren. HSDPA aus dem Mobilfunkbereich ist schnell und robust!

High Speed Downlink Packet Access, Hochgeschwindigkeitsholen von Datenpaketen.

Es bringt Geschwindigkeiten bis zu 7,2 MBit/s (Vorstellung von T-Mobile und Vodafone auf der CeBIT 2007 in Hannover). Dies ist schneller als die meisten DSL-Anschlüsse.

Die theoretische Obergrenze liegt nach Ericsson und ihrem LTE (Long Term Evaluation) Übertragungsstandard bei 144MBit/s – also schneller als DSL.

ABER: Momentan noch „konkurrenzlos hohe Kosten“ und „relativ lange wechselhafte Ping-Zeiten“! (100 Millisekunden gegenüber 10 bis 20 bei DSL).

Wie die meisten Übertragungsverfahren ist HSDPA asymmetrisch; W-LAN übrigens nicht.

An UMTS und an GPRS (General Pocket Radio Service, Funkdatenpaketdienst) wurde sich bei HSDPA orientiert.

Ein UMTS-Netzbetreiber braucht nur neue Software in seine Basisstation einzuspielen, keine neuen Hardwareinvestitionen.

HSDPA soll mit der Konkurrenz in Amerika und dem Fernen Osten, dem vorherrschenden CDMA, zusammenpassen.

Nur ca. 9,4 % der Handy-Besitzer verwenden ihr Mobiltelefon, um **aktuelle Nachrichten** abzuheören und lediglich 8,4 % setzen es als E-Mail Maschine ein.

Bei den iPhone Besitzern sind es 85 % (Stand Mai 2008)! Dieses Apple Gerät ist sehr einfach zu bedienen und man sieht die Seiten **des Internets** wie zu Hause am PC auf dem 320\*396 Pixel Display. Das normale Handy hat nur 320\*240 Pixel, zeigt nur einen Ausschnitt und ist deutlich schlechter in der Bedienung als das iPhone.

Erkennt ein Seitenbetreiber den Zugriff eines Mobilgerätes, dann wird eine spezielle Seite mit reduziertem Inhalt geliefert. Man sieht lediglich die wichtigsten Schlagzeilen.



reduziert



normal

**E-Mail auf dem Handy** ist gegenüber dem Internetaufruf (s. o.) ausgereifter. Manche Geräte bieten eine Software für den Nachrichtempfang nach **POP3** oder **Imap** an. Diese beiden Protokolle werden von jedem Mail-Dienst verstanden. Es fallen nur die reinen Datenkosten an. Imap funktioniert mit T-Online, AOL und Google. Die Post bleibt auf dem Server,

eMail abholen und danach aus dem Postfach löschen  
 eMail aus dem Postfach löschen und nicht abholen  
 eMail nicht abholen und im Postfach lassen  
 eMail abholen und eine Kopie im Postfach lassen

es wird nur eine Kopie aufs Handy geladen und es besteht die Möglichkeit nur Absender und Betreffzeile zu laden.

Manche Geräte beherrschen „Imap Idle“. Das ist ein Push-Dienst, der die Verbindung zwischen Server und Handy aufrecht hält und neue Nachrichten sofort auf dem Handy sichtbar macht. E-Mail Anhänge können mit dem Handy, falls es über Betrachter für pdf- oder Office-Dateien verfügt, eingesehen werden. Das übertragene Datenvolumen muss aber bezahlt werden. Die hohen Kosten sind in Deutschland das größte Hindernis beim mobilen surfen.

GPRS (ca 55 kBit/s) reicht für E-Mail.

Die EDGE Technik (ca. 220 kBit/s) wird nur von T-Mobile und Vodafone angeboten.

Mit UMTS (384 kBit/s) kann das iPhone Videos von Youtube anzeigen. UMTS bietet Notebooks einen großen Vorteil.

**Blackberry** ist nach wie vor der E-Mail Experte.

Allerdings ist für das zuverlässige kanadische Nachrichtensystem eine **monatliche Grundgebühr** notwendig.

„Angehängte Word- oder Excel-Dateien werden komprimiert, ohne jede Formatierung (und nicht als Originaldatei) übertragen, so dass sie schneller auf dem Mobilgerät eintreffen. Das Datenvolumen bleibt klein. Unschlagbar ist der Blackberry, wenn es darum geht, schnell Hunderte von neuen E-Mails durchzusehen oder gar zu löschen. Auch hinsichtlich Daten- und Abhörsicherheit setzt er hohe Maßstäbe. In einigen Ländern sind Blackberrys verboten, weil die Geheimdienste nicht mitlesen können.“ (FAZ, 13.05.2008)

**Eine weitere interessante neue Kombination könnte die Koppelung von: == > digitalen Broadcast-Systemen mit dem UMTS Netz sein.**

### Hintergrund:

Die Unternehmenskommunikation benötigt leistungsfähige Übertragungswege. Das gilt für Kabelkanäle, für Satellitenkanäle und für den Mobilfunk. Aber für Multimediadienste und interaktive Anwendungen sind die Übertragungskapazitäten herkömmlicher Mobilfunknetze **nicht** ausreichend. UMTS erweitert zwar die Datenübertragungsrate auf 384 kBit/s, aber die bisher veröffentlichten UMTS-Spezifikationen beinhalten keine Mechanismen, die Signalübertragung an die vorhandenen Netzressourcen anzupassen. Das Problem von UMTS besteht darin, dass jede Verbindung einer UMTS-Funkzelle das gleiche Frequenzspektrum benutzt. Der Nachteil liegt auf der Hand:

Alle Nutzer einer Funkzelle müssen sich diese sogenannte Trägerbandbreite teilen (s.o.).

Dadurch besteht die Gefahr, dass datenintensive Mobilfunkanwendungen oder multimediale Services bei UMTS an Grenzen stoßen.

Gehen viele Anwender gleichzeitig am selben Ort ins Mobilfunknetz und holen umfangreiche Datenpakete auf ihr Endgerät, fällt die Übertragungsrate und die störenden Einflüsse steigen! Diesen Engpass können Broadcast-Dienste durch eine bessere Nutzung ihrer Senderfrequenzen umgehen. Digitale Radiosender oder Fernsehsender schicken komprimierte Datenpakete

per Funk an mobile Empfangsgeräte. Das Kompressionsverfahren folgt dem weltweiten gültigen Standard der Motion Pictures Experts Group (MPEG).

### **Infos zu digitalen Broadcast-Systemen:**

Heute ist Fernsehen weitgehend digital und digitales Fernsehen ist mit verschiedenen Techniken möglich. Bis 2010, den olympischen Spielen in Vancouver, soll nach Planungen der Bundesregierung die Digitalisierung der TV- und Radionetze abgeschlossen sein. Analog ist dann out. Mehr Programme und besseres Sehen ist die Folge. Allerdings muss das TV-Geräte die neue Technik ermöglichen – notfalls mit Zusatzgerät.

**Das am meisten verbreitete Verfahren ist DVB: Digital Video Broadcasting.**

Die Bezeichnung hinter dem Bindestrich steht für T = terrestrisch, S = Satellit, C = Kabel.

**Digital Video Broadcasting Terrestrial (DVB-T)** basiert auf dem Kompressionsverfahren der Motion Pictures Experts Group (MPEG).

Während ein unkomprimiertes Videosignal etwa eine Datenrate von 170 Megabit pro Sekunde benötigt, verkleinert die MPEG-2-Codierung dasselbe Signal in so genannte Container und sendet diese drahtlos an jedes Gerät mit empfangsbereiter Antenne.

Daneben gibt es noch die DVB-Verbreitung über:

- Satellit (**DVB-S**) und
- Kabel (**DVB-C**).
- Auch ein Standard für Handys und PDAs (**DVB-H**) steht kurz vor der Veröffentlichung.

### **=== > Ab 2010 gibt es die 4. Generation LTE**

**LTE**, die Abkürzung für Long Term Evolution

Die Versteigerung des begehrten 800 MHz Frequenz-Bandes, die Rundfunkanstalten benötigen sie wegen der Digitalisierung nicht mehr, wird zwischen Telekom, Vodafone E-Plus und O2 entschieden werden.

#### **Zu LTE:**

Fünf bis zehnmals schneller als in den aktuellsten Mobilfunknetzen

60 – 100 MBit/s für download

20 – 50 MBit/s upload

Hochauflösende Videoübertragungen

Multiplayer-Online-Spiele

Fernsehen im Auto

Einwirkungen auf die Fahrzeugnavigation (Staus in Echtzeit)

Internet wird mobil LTE setzt auf IP Protokoll)

VoIP

### **High-Definition-TV**

Besser ist eine **HDTV-Set-Top-Box**:

2007 waren schon 90 Prozent aller 4,4 Millionen verkauften TV-Geräte „HD ready“ und ermöglichen damit den Empfang des hochauflösenden Fernsehens.

➔ Folge: Digitale Signale, Rauschen und Flackern ist vorbei, deutlich schärfer, bessere Farben, plastischere Bilder und ein besseres Hörerlebnis.

PAL-Fernsehbilder haben 400 000 Pixel, HDTV-Bilder zum Teil mehr als 2 000 000 Pixel (Bildpunkte mal Bildzeilen: 1280 x 720 oder 1920 x 1080).

Das Format wird von 4:3 auf 16:9 umgestellt.

## Wireless Local Loop

Mit **Wireless Local Loop** (WLL) bezeichnet man allgemein eine Form von drahtlosen Zugangnetzen zu öffentlichen Netzen, die zurzeit schwerpunktmäßig im privaten Bereich eingesetzt werden, die zukünftig aber auch für City-Netz-Betreiber eine sinnvolle Variante für die Überbrückung der letzten Meile vom Endteilnehmer zum Festnetz sein kann. Hierbei wird zunehmend die **DECT-Technologie** angewendet. Die DECT-Technologie ist ein europäischer Standard für ein digitales Übertragungsverfahren, welches ursprünglich für die digitale Sprachtelefonie zwischen dem Mobilteil (**Portable Part**, PP) und der zugehörigen Feststation (**Fixed Part**, FP) bei Schnurlos-Telefonen wurde. Der DECT-Standard definiert in erster Linie die Parameter der Luftschnittstelle (CAI: Common Air Interface) zwischen Mobilteil und Feststation. Mit DECT lassen sich komplette Corporate Networks aufbauen, wodurch mit ein und demselben Mobilteil sowohl standortweites als auch standortübergreifendes Roaming möglich ist.

Die Anbindung von Teilnehmern mit DECT-Mobilteilen an Telekommunikationsnetze wird mit dem Begriff **Cordless Terminal Mobility** (CTM) bezeichnet.

Hierbei steht mehr die Flexibilität, die Einsparung von Verkabelungen und die kurzen Installationszeiten und weniger die Mobilität der Endteilnehmer im Vordergrund.

Zu den wesentlichen **Merkmale des DECT-Standards** gehören:

- gute Übertragungsqualität durch digitale Übertragung
- Reichweite bis ca. 300 m im Freien (ca. 200 m in Gebäuden)
- hohe Abhörsicherheit durch Datenverschlüsselung (Encryption)
- Fehlererkennungs- und Fehlerkorrekturmöglichkeit mittels ARQ, CRC und FEC
- dynamische Bandbreitenzuordnung
- durch Selbststeuerung keine Frequenzplanung erforderlich

Bei Geräten, die zusätzlich die GAP-Funktionalität erfüllen, ist auch die Funktion zwischen DECT-Komponenten verschiedener Hersteller sichergestellt.

DECT-Geräte arbeiten im 1900 MHz-Frequenzbereich, d. h. nahe dem Bereich, in dem auch UMTS vorgesehen ist. Zur Mehrfachausnutzung der zur Verfügung stehenden Bandbreite wird mit einem kombinierten Zugriffsverfahren aus Frequenzmultiplex und Zeitmultiplex gearbeitet (FDMA/TDMA). Aufgrund der implementierten Fehlererkennungs- und Fehlerkorrekturmöglichkeiten bietet der DECT-Standard auch gute Voraussetzungen für die Datenübertragung. Die Anbindung eines Datenendgerätes erfolgt mit einem entsprechenden DECT-Sende- und Empfangsmodul.

Die gleiche Technologie wird auch bei TK-Anlagen und drahtlosen LANs verwendet.

## Mobilfunkdienst MMS:

**MMS** (Multimedia Messaging Services) ist der Nachfolgedienst von SMS. Beide sind ähnlich aufgebaut. SMS 160 Zeichen, MMS keine Beschränkung. MMS greift auf WAP zurück und dadurch wird MMS unabhängig von der Mobilfunktechnik. Mit WAP kann MMS die Funkstrecke von GPRS, HSCSD, EDGE und WCDMA (UMTS) nutzen.

Anwendungen:

- Text
- Grafik und Bilder
- Audio
- Video

### Mobilfunkdienst PCS: Fest- und Mobilfunkanschluss unter einer Nummer

Seit PCS (Personal Communication Services) im Laufe des Jahres 1999 an den Start ging, hat der PCS-Kunde die Möglichkeit, ein Fest- und ein Mobiltelefon in Kombination zu nutzen. Mit dem **CallManager** bestimmt der Kunde, ob die Anrufe ihn unter seiner persönlichen Festnetzrufnummer auf seinem Festnetztelefon, seinem Handy oder auf einem anderen beliebigen Telefonanschluss erreichen sollen oder ob sein persönlicher Anrufbeantworter (Box im Netz) die Gespräche für ihn annimmt.

### Nichtöffentlicher Mobilfunk: Betriebsfunk und Bündelfunk

#### Betriebsfunk:

- Unternehmen mit Fahrzeugflotten (Transportunternehmen, Baufirmen, ...)
- Frequenz wird/kann auch von anderen genutzt werden (Frequenzknappheit, Mithörmöglichkeit)

#### Bündelfunkdienste:

- Durch Bündelung mehrerer Kanäle und dynamischer Kanalzuweisung effizientere Nutzung (aus: Frequenzbündel)
- Erlaubt die Übertragung von Sprache und Daten (Taxi mit Display)

#### TETRA-Netz:

- Nachfolger des analogen Bündelfunks ist das digitale "terrestrial trunked radio" TETRA.
- TETRA ermöglicht eine Datenübertragung mit bis zu 28,8 kBit/s, es sind Vollduplex Verbindungen möglich.

### Satellitenfunkdienst – Inmarsat

Inmarsat-Dienste sind weltweite Satellitenfunkdienste für die Mobilkommunikation (Schiffe, Flugzeuge, Fahrzeuge, usw.)

Wählverbindungen

Weltweit gültige Rufnummer

GMDSS ist das internationale Seenotruf- und Sicherheitssystem (Global Maritime Distress and Safty System).

### Entwicklung der Mobilfunk-Nutzer

#### 1992

Die Telekom (D1) und Mannesmann (D2) nehmen ihre Netze für den digitalen Mobilfunk in Betrieb.

#### 1994

E-Plus führt das E-Netz ein. Es nutzt eine andere Frequenz und hat kleinere Funkzellen als die D-Netze.

#### 1999

Handys bekommen erstmals Zugriff auf speziell vorbereitete Internet-Angebote (WAP).

#### 2000

Der GPRS-Dienst ermöglicht Multimedia-Anwendungen auf geeigneten Handys.

#### 2004

Schrittweise Einführung der UMTS-Technik für mobile Video-Übertragung und schnellen Zugang zum Internet.

#### 2005

Einführung der UMTS-Technik HSDPA.

#### 2008

100 Millionen Mobilfunkanschlüsse

Mobiltelefon-Nutzer in Deutschland in Millionen													
Nutzer i. Mill.	1	1,8	2,5	3,8	5,6	8,3	13,9	23,5	48,2	56,1	59,1	64,8	100
Jahr	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2008

