

Mobile Kommunikation

Christian Zahler

6 Mobile Kommunikation

6.1 GSM-Datenübertragung

Das digitale Netz (GSM) für Mobiltelefone bietet eigentlich ideale Voraussetzungen für die Datenübertragung, denn die gesamte Kommunikation findet auf rein digitaler Ebene statt. Aufgrund des GSM-Netz-Protokolls ist jedoch direkte DFÜ nicht möglich, da bei der Sprachübertragung nicht nur Datenreduzierungsalgorithmen verwendet werden (Filterung hoher Frequenzen, die für die Sprachverständlichkeit nicht nötig sind, Kompression im Dynamikbereich, etc.), sondern die Informationsübertragung im Multiplexbetrieb stattfindet, ist der Anschluss eines "normalen" Modems an ein Mobiltelefon nicht möglich. Inzwischen gibt es eine zweite Betriebsart, bei der ein Datenkanal bereitgestellt wird. Dazu sind nicht nur Erweiterungen im Mobiltelefon, spezielle Modems, sondern auch in den Vermittlungseinrichtungen notwendig geworden. Beim D1-Netz (Telekom) ist derzeit eine Übertragungsrate von 2400 Bit/s möglich, bei D2 (Mannesmann) werden sogar 9600 Bit/s geboten. Abgehende Verbindungen vom Mobiltelefon sind problemlos möglich, beim Anruf wird jedoch derzeit der Datenkanal nicht automatisch aktiviert. Abhilfe schaffen bei D1 zwei unterschiedliche Telefonnummern für Sprach- und Datenkanal, die zum selben Mobiltelefon gehören.

Eine zweite Lösung bieten spezielle GSM-Modems, die mit einem speziellen Modulationsverfahren die Eigenheiten des Sprachsignals nachahmen und auch die im Netz auftretenden Zeitverzögerungen berücksichtigen. Durch dieses Verfahren sind aber nur Datenraten bis 1000 Bit/s zu erreichen. Das TKL-GSM-Modem kann Daten wahlweise über den Sprachkanal (1000 bps) oder den Datenkanal (9600 bps) übertragen.

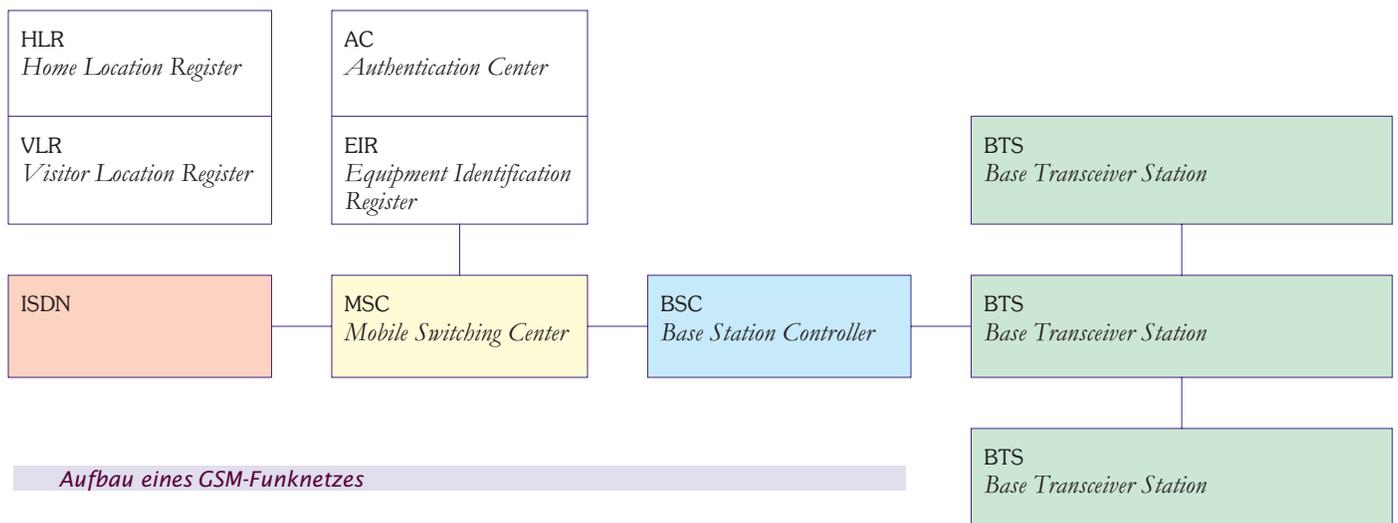
Für die Übertragung auf der Luftschnittstelle benötigt man Kanäle, um die Verbindung herstellen zu können. Dazu unterscheidet man in logische und physikalische Kanäle. Die logischen Kanäle werden aufgeteilt in Verkehrskanäle und in Signalisierungskanäle. Die Verkehrskanäle dienen der Übertragung von Nutzdaten, wie z.B. Sprache in leitungs- oder paketvermittelter Form. Die Signalisierungskanäle dienen der Übertragung von Daten, die für die Zuweisung von Kanälen oder der Lokalisierung der Mobilstation benötigt werden. Diese logischen Kanäle werden von den physikalischen übertragen. Für den GSM-Betrieb sind zwei Frequenzbänder mit 45 MHz Bandabstand reserviert. Der Frequenzbereich zwischen 935 und 960 MHz wird von den Feststationen (*downlink*) benutzt, der zwischen 890 MHz und 915 MHz dient als Sendebereich der Mobilstation (*uplink*). Insgesamt ist ein Trägerabstand von 200 kHz definiert und ein Grenzabstand von 100 kHz jeweils an den Grenzen des Frequenzbereiches, so dass insgesamt 124 Kanäle zur Verfügung stehen. Diese Kanäle werden bei der TDMA-Technik durch ein Zeitmultiplexverfahren in 8 *Timeslots* (Zeitschlitze) aufgeteilt, von jeweils 0,577 ms Länge. Die 8 *Timeslots* dieses Kanals werden zu einem TDMA-Rahmen zusammengefasst. Die *Timeslots* werden durchnummeriert von 0 bis 7. Dieselben *Timeslots* in aufeinanderfolgenden Rahmen ergeben einen physikalischen Kanal. Eine Mobilstation verwendet im *Uplink* und *Downlink* dieselben *Timeslots*. Damit sie nicht gleichzeitig empfangen und senden muss, werden die TDMA-Rahmen des Uplinks mit drei *Timeslots* Verzögerung zum TDMA-Rahmen des *Downlinks* gesendet. Beim Verbindungsaufbau wird der zu einem Sprachkanal gehörende *Timeslot* über den Signalisierungskanal an die Mobilstation übermittelt. Die Nettodatenrate eines *Timeslots* der Luftschnittstelle be-

trägt im *full-rate*-Verfahren 13 kBit/s. Da die Luftschnittstelle verglichen mit leitungsgebundenen Übertragungswegen aber sehr fehleranfällig ist (Bitfehlerraten schlechter als 10^{-3} sind keine Seltenheit), reduziert die aufwendige Fehlersicherung die effektiv nutzbare Datenrate auf 9,6 kBit/s.

Jeweils ein Funkkanal-Paar kann also im Zeitmultiplex-Verfahren für bis zu acht Sprach- oder Datenverbindungen gleichzeitig genutzt werden. Die Gesamt-Rohdatenrate auf einem Funkkanal beträgt 270,83 kBit/s, wovon ein erheblicher Teil allerdings der Fehlererkennung und -korrektur dient.

Aufbau eines GSM-Funknetzes

Beim Einschalten des GSM-Telefons wird anhand der Chipkarte in der AC-Datei geprüft, ob und bei welchem Netzbetreiber das Gerät registriert ist. In der Geräte-datei EIR können die Daten z.B. von gestohlenen Telefonen gespeichert werden, damit sie nicht mehr benutzt werden können. Wenn man den eigenen Heim-Bereich verlässt, wird eine Kopie der Gerätedaten von der HLR-Datei des Heim-MS in die VLR-Datei des neuen regionalen MSC kopiert. Die Vermittlungszentralen (MSC) sorgen für den Übergang ins öffentliche ISDN und betreuen jeweils mehrere Basisstations-Zentralen BSC, von denen wiederum jede mehrere Basisstationen BTS steuern kann. Während der Fahrt erfolgt innerhalb weniger Millisekunden ein automatisches *Handover* zur nächsten Basisstation, ohne dass die Verbindung dadurch unterbrochen wird. Wenn man ins Ausland fährt, kann man sich dank Roaming in das Netz eines dortigen Providers einbuchen. Prinzipiell stellt der GSM-Standard die bei ISDN verfügbaren Dienstmerkmale wie z.B. Makeln (Wechsel zwischen zwei gehaltenen Gesprächen) zur Verfügung. Bei der Sprachübertragung arbeiten GSM-Telefone mit einem aufwendigen Kompres-



Aufbau eines GSM-Funknetzes

sions-Verfahren (LPC, *linear predictive coding*, lineare Vorhersage-Codierung), um trotz der im Vergleich zu ISDN relativ geringen Datenrate eine halbwegs brauchbare Verständlichkeit zu erzielen. (Dass das noch keineswegs das Ende der Fahnenstange ist, beweist die nochmals halbierte Datenrate bei den Inmarsat-Phone-Geräten!)

GSM-Datenübertragung

Da ein Teil der Datenbits für Fehlerkorrektur-Zwecke benötigt wird, um die bei Funkübertragungen unvermeidlichen Bitfehler auszubügeln, ist die bei der konventionellen GSM-Technik erreichbare Netto-Datenrate geringer als die Funk-Bitrate, nämlich 9600 Bit/s. Seit 1999 ist mit HSCSD-Dienst (*High-Speed Circuit-Switched Data*) ein Standard für 14400 Bit/s je Kanal definiert; durch Zusammenfassen mehrerer Zeitschlitzte könnte die Datenrate sogar (herstellerabhängig) auf bis zu 64 kBit/s erhöht werden. Allerdings steht HSCSD bisher nur bei ONE zur Verfügung, und es ist abzusehen, dass statt dessen GPRS realisiert wird. Am verbreitetsten ist die "herkömmliche" GSM-Datenübertragung, die einer normalen Modem-Verbindung entspricht: Sie können mit einem datenfähigen GSM-Gerät ein am Telefon-Festnetz angeschlossenes Modem anrufen und Daten mit bis zu 9600 Bit/s austauschen. (Erfahrungsgemäß muss für eine stabile Übertragung eine bessere Versorgung als für ein Sprach-Telefonat gewährleistet sein.) Eine weitere Möglichkeit ist, eine ISDN-Gegenstelle anzurufen, die auf das V.110-Protokoll mit 9600 Bit/s eingestellt ist. Dabei entfällt die oft recht lange Modem-Verbindungsaufbauzeit, und man spart so deutlich Gebühren. Allerdings beherrschen nicht alle GSM-Adapter den V.110-Modus. Bei den Endgeräten zur GSM-Datenübertragung gibt es im wesentlichen folgende Möglichkeiten:

1. Mobiltelefon mit Infrarot-Übertragung, im PC ist ein IRDA-Adapter sowie ein spezieller Treiber erforderlich.
2. Mobiltelefon mit speziellem V.24-Kabel; die GSM-Rohdaten-Decodierung erfolgt hierbei durch einen speziellen Windows-Treiber, das Kabel allein nützt also nichts, und dieses System ist nur unter Windows benutzbar!
3. Herkömmliches Mobiltelefon mit externem GSM-PCMCIA-Datenadapter für Laptops.
4. Reines Datenmodul (GSM-Transceiver mit V.24-, Antennen- und 12-V-Anschluss in der Größe einer Zigarettenpackung), z.B. Siemens-M1.
5. In PCMCIA-Karte eingebauter GSM-Transceiver, z.B. von Motorola.

6.2 GPRS

Internet mit dem PC über das Telefonnetz der Telekom ist nichts Neues mehr. Mit dem Laptop von unterwegs ins Internet zu kommen geht heutzutage auch, aber langsam. Heute schon können Sie mit Ihrem Laptop und einem GSM-Handy mit einer Geschwindigkeit von 9,6 kBit/s im Internet "surfen". Die Kosten für die Verbindung berechnet der GSM-Netzbetrei-

ber entsprechend seinen Tarifen, so dass hier für längere Online-Sessions ein enormer Betrag am Monatsende auf der Rechnung stehen kann.

GPRS steht für "*General Packet Radio Services*" und hat die paketvermittelte Datenübertragung über die GSM-Luftschnittstelle zum Inhalt. GPRS unterstützt beinahe alle Datenübertragungsprotokolle, inklusive X.25 und IP. Damit kann der Benutzer mit jeder Datenquelle, wie z. B. dem Internet oder dem Intranet seines Unternehmens, verbunden sein. Der Benutzer zahlt bei GPRS das übertragene Datenvolumen und kann mit der Datenquelle ständig verbunden sein! E-Mails erreichen somit sofort seinen Empfänger und nicht erst nach Einwahl und Abfrage des Kontos beim ISP. Weiterhin sind bei GPRS höhere Datenübertragungsraten als bei "normalem" GSM möglich.

Bei einem GSM-Telefonat wird die Sprache in digitaler Form in Zeitschlitzten im System des Netzbetreibers übertragen. Hierbei teilen sich bis zu 7 Teilnehmer eine Sende-/Empfangsfrequenz. Ein weiterer Zeitschlitz wird zusätzlich für die Synchronisierung benötigt. Die Wiederholrate dieser Zeitschlitzte ist so hoch, das wir beim Telefonieren gar nicht merken, das die Sprache nicht kontinuierlich übertragen wird. Bei einer herkömmlichen Datenübertragung über das Handy wird also eine Leitung permanent für die Dauer der Verbindung aufrecht erhalten. Dies ist auch dann der Fall, wenn auf seiten des Anwenders gar keine Daten übertragen werden sollen, da er mit der Aufnahme von Informationen beschäftigt ist. Das ist für beide Seiten nachteilig: Der Netzbetreiber kann sein Netz nicht effizient ausnutzen, der Anwender muss ein teures Verbindungsentgelt bezahlen, obwohl er effektiv seine Verbindung nur einige wenige Minuten genutzt hat. Anders die Datenübertragung in lokalen Netzwerken (LAN) oder dem Internet. Diese Medien sind paketorientiert, das heißt die zu übertragenen Daten werden in kleine Pakete unterteilt und auf die Reise geschickt. Ist die Übertragung abgeschlossen, steht das Netz wieder für andere Anfragen zur Verfügung. Netzwerkkapazität wird also nur dann in Anspruch genommen, wenn sie benötigt wird, ist aber sofort wieder freigegeben, wenn keine Daten mehr übertragen werden müssen. GPRS basiert genau auf dieser paketvermittelten Technologie.

Bei paketvermittelten Diensten kann generell zwischen verbindungsorientierten und verbindungslosen Diensten unterschieden werden. Bei verbindungslosen Diensten (Datagrammdiensten) wird in jedem Paket die vollständige Adresse des Empfängers und Absenders abgelegt und unabhängig von den anderen Paketen durch das Netz geschleust. Pakete zwischen zwei Kommunikationspartnern im Netz gehen möglicherweise unterschiedliche Wege und können sich sogar überholen. Bei verbindungsorientierten Diensten ist der Übertragungsweg für die Dauer der logischen Verbindung fest vorgegeben. Verbindungsorientierung hat den Nachteil, dass für den Auf- und Abbau einer logischen Verbindung ein gewisser

Verwaltungsaufwand entsteht und die Verbindung Ressourcen in den Vermittlungsstellen belegt. Sie bietet allerdings den Vorteil, dass die Reihenfolge der übertragenen Pakete gesichert ist und dem Anwender die Möglichkeit geboten wird, die Dienstqualität (*quality of service*, QOS) beim Verbindungsaufbau zu bestimmen. Die zur Verfügung stehende Übertragungskapazität wird bei GPRS von allen Teilnehmern in einer Funkzelle geteilt, d. h. ein Teilnehmer belegt die Funkstrecke nur, wenn wirklich Pakete übertragen werden. Es existieren Protokolle, die den fairen Zugriff auf die Funkstrecke gewährleisten. Desweiteren unterstützt GPRS den Übergang in öffentliche Paketnetze. Durch die Paketvermittlung kann einiger Overhead vermieden werden, wie er bei Leitungsvermittlung entsteht. So ergibt sich eine höhere Nettobitrate pro Zeitschlitz von 14 kBit/s. Bei der maximalen Nutzung von acht Zeitschlitzten ergibt sich somit eine maximal erreichbare Nettobitrate von 110 kBit/s. In GSM-Phase 2+ ist für GPRS eine Datenübertragungsrate bis knapp unter 100 kBit/s vorgesehen.

GPRS unterstützt die Übertragung von Daten zwischen einem Sender und einem oder mehreren Empfängern. Sender bzw. Empfänger können mobile Geräte oder einfache Datenendrichtungen sein. Die Datenendrichtung ist entweder direkt an das GPRS-Netz oder an externe Datennetze angeschlossen, während mobile Geräte über die Basisstation an das GPRS-Netz angeschlossen sind. Die Realisierung von GPRS erfordert größere Änderungen in der Netzarchitektur von GSM, um die von GPRS unterstützte Paketvermittlung zu ermöglichen. Die wichtigste Änderung ergibt sich aus der Einführung der *GPRS Support Nodes* (GSN), die die Paketvermittlung übernehmen und als *Gateway* zu den Paketnetzen dienen. Die GSN sind auch für das Mobilitätsmanagement (*Roaming*) der Teilnehmer verantwortlich. Hieraus ergeben sich die zwei Hauptfunktionen des GSN: die *Gateway*- und die *Roaming*-funktion. Für die Erfüllung dieser Funktionen sind zwei unterschiedliche Subsysteme vorgesehen. Die Gatewayfunktion wird vom *Gateway GPRS Support Node* (GGSN) wahrgenommen, während der *Serving GPRS Support Node* (SGSN) für das *Roaming* zuständig ist. Durch die Zuordnung einer temporären, dynamischen Adresse zur Mobilstation wird es dem SGSN möglich, beim *Roaming* eine Identifizierung der Mobilstation vorzunehmen. Aus der Sicht des Teilnehmers erfolgt die Adressierung wie gewohnt über seine IP-Adresse.

Um das reibungslose Nebeneinander von durchschaltvermittelten Kanälen (GSM) und paketvermittelten Kanälen im selben Netz gewährleisten zu können, muss auf der Luftschnittstelle eine dynamische Ressourcenverwaltung vorgenommen werden. Hierbei wird den durchgeschalteten Kanälen eine höhere Priorität zugeordnet, indem in der Aufbauphase einer GSM-Verbindung der betroffene Kanal für GPRS-Pakete gesperrt wird. Innerhalb eines Trägers können die verfügba-

ren Zeitschlitz nebeneinander von GSM und GPRS genutzt werden. Zu einem bestimmten Zeitpunkt kann so ein Teil der Zeitschlitz durch GSM genutzt werden, während ein anderer Teil der Zeitschlitz von GPRS-Diensten belegt ist.

Bei den von GPRS unterstützten Diensten wird unterschieden zwischen *Point-to-Point*-Diensten (PTP) und *Point-to-Multipoint*-Diensten (PTM):

- **PTP-Dienste** unterstützen die Übertragung eines oder mehrerer Pakete zwischen zwei Benutzern. Die Übertragung kann verbindungslos oder verbindungsorientiert erfolgen. Die verbindungslosen GPRS-Dienste (PTP-CLNS, *connection-less network service*) sind konsistent zu ISO 8348 (*connection-less network layer definition*). GPRS unterstützt laut Standard alle Applikationen, die auf dem Internet-Protokoll (IP) der TCP/IP-Protokollfamilie basieren. verbindungsorientierte GPRS-Dienste (PTP-CONS, *connection-oriented network service*) stellen eine logische Beziehung zwischen zwei Benutzern her (virtuelle Verbindung), über die die Datenübertragung erfolgt, und sind konsistent zu ISO 8348.
- **PTM-Dienste** unterstützen die Übertragung von einem Absender zu einer Empfängergruppe, die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem vorgegebenen geographischen Gebiet befinden. Jeder GPRS-Teilnehmer hat die Möglichkeit, sich für eine oder mehrere Teilnehmergruppen registrieren zu lassen. Diese Gruppen sind entweder Diensteanbietern oder Applikationen zugeordnet. Es gibt zweierlei PTM-Dienste:
- **PTM-Multicast** (PTM-M): Die Daten werden in alle vom Absender angegebenen Gebiete übertragen, entweder an alle Empfänger in diesen Gebieten oder nur an die angegebenen Teilnehmergruppen.
- **PTM-Group Call** (PTM-G): Die Daten werden nur an eine spezielle Teilnehmergruppe gesendet, und zwar nur in denjenigen Zellen eines geographischen Gebietes, in denen sich Teilnehmer der Gruppe befinden. Dies bedeutet, dass dem Netz, anders als bei PTM-M, alle Teilnehmer der Gruppe, die sich zum Sendezeitpunkt innerhalb des Gebietes befinden, bekannt sein müssen. Das geographische Gebiet wird bei PTM-G vom Absender des Gruppenrufs für alle Datenübertragungen, die sich auf diesen Ruf beziehen, festgelegt.

Ericsson informiert auf seinen Seiten www.ericsson.com über den GPRS-Standard. Einige nützliche Infos sind auch bei Nokia erhältlich www.nokia.com. Wer sich über das *Wireless Application Protocol* (WAP) informieren möchte, sollte bei www.wapforum.org vorbeischaun.

6.3 UMTS

Die Übertragung von Musik- oder Videodaten (Bildtelefon) sowie der *High-speed-Internet*-Zugriff fordern jedoch eine höhere Datenübertragungsraten als die 9,6 kBit/s, die derzeit im GSM-Mobilfunksystem möglich sind. Und so wird seit längerem schon nach Lösungen gesucht, wie die derzeit weltweit verbreiteten Mobilfunknetze (der zweiten Genera-

tion) eine Erweiterung - vor allem im Hinblick noch höherer Übertragungsraten - erfahren können. Deshalb wird als Nachfolger der heute installierten Mobilfunksysteme der zweiten Generation das UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) endgültig standardisiert und soweit technisch vorangebracht, dass es in Europa und wahrscheinlich global im oder ab dem Jahre 2002 eingeführt werden kann. Der Begriff UMTS wurde übrigens vom Europäischen Standardisierungs-Institut ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) festgelegt; die ITU (*International Telecommunications Union*) verwendet dafür den Begriff IMT-2000. In den USA sind ähnliche Bemühungen im Gange, allerdings unter einem anderen Namen, und zwar "cdma2000". In den USA und im fernöstlichen Raum laufen derartige Entwicklungen unter dem Überbegriff UWC-136. Doch welche Bezeichnung auch immer in den verschiedenen Regionen gewählt wird: Eine weltweite Harmonisierung für die dritte Generation der Mobilfunksysteme wird angestrebt, deshalb schlossen sich auch die Standardisierungsgremien aus Europa, Amerika, Korea und Japan zusammen, um ein wirklich weltweit nutzbares Konzept zustandezubringen. Und trotz der unterschiedlichen Namensgebungen für die dritte Mobilfunkgeneration wird weltweit an der Übernahme des UMTS-Standards gearbeitet.

Weil man sich jedoch noch nicht über die exakte Festlegung der Netzwerk-Architekturen einigen konnte, wird man in den Anfangstagen, also etwa ab dem Jahr 2002 (in Japan will man schon 2001 beginnen) noch die bestehenden Netz-Infrastrukturen benutzen. Man wird übrigens wegen der bestehenden Abwärtskompatibilität hier bei uns die jetzt in Betrieb befindlichen GSM-Handys weiter benutzen können.

1998 wurde ein Rahmenstandard ausgearbeitet. Darin enthalten sind sowohl die angestrebten Ziele bei der Verwirklichung des Projektes als auch ein Zeitplan bis zur Einführung des Systems.

a. Höhere Kapazität und Bandbreite

- mindestens 144 kBit/s (Ziel 384 kBit/s) bei einer maximalen Geschwindigkeit von 500 km/h in ländlichen Gebieten (*rural outdoor*)
- mindestens 384 kBit/s (Ziel 512 kBit/s) bei einer maximalen Geschwindigkeit von 120 km/h in suburbanen Gebieten (*suburban area*)
- mindestens 2 Mbps bei quasistationärem Betrieb bis 10 km/h in städtischen Gebieten

b. **Dienste:** Das UMTS soll ein breites Spektrum von Sprach-, Video- und sowohl leitungs- als auch paketvermittelten Diensten für Multimedia-Anwendungen und Internet-basierte Dienste über die Funkschnittstelle erlauben. Als Beispiele sind hier neben den gewohnten Sprach-, Paging-, und E-Mail-Diensten dann auch Multimedia-Dienste für Video-Mails, Musik- und Fernsehübertragung, Bildtelefonie und Datenbankabfragen als Implementation denkbar.

c. **Universelle Funkschnittstelle:** Eine einheitliche Luftschnittstelle (*UMTS Terrestrial Radio Access*, UTRA) für die schnurlose Telefonie, Satellitenfunk, den Mobilfunk und den drahtlosen Ortsanschluss (DECT) soll die Konvergenz der Netze fördern.

d. **Interoperabilität:** Innerhalb der Netze soll der Dual-Mode/Dual-Band-Betrieb von GSM und UMTS, sowie das Roaming zwischen GSM- und UMTS-Netzen unterschiedlicher Betreiber gewährleistet sein.

e. **Dienstportabilität:** Es soll ein nahtloser Dienstübergang zwischen unterschiedlichen Netzen möglich sein und dem einzelnen Nutzer in jedem Netz seine *Virtual Home Environment* zur Verfügung stehen.

f. **Migrationsfähigkeit:** Den Netzbetreibern soll ein "sanfter" Übergang von GSM- zu UMTS-Netzen ermöglicht werden.

Um die Übertragungsgeschwindigkeit bei UMTS auf die oben genannten Werte steigern zu können, bedarf es noch einigen Aufwands in der Übertragungstechnik. In der *Special Mobile Group* (SMG) der ETSI hatte sich die Entscheidung auf zwei konkurrierende Systeme zugespielt, die zum Einsatz kommen sollen. Auf der einen Seite das von einer Allianz von Alcatel, Bosch, Italtel, Motorola, Nortel, Siemens und Sony favorisierte TD-CDMA-Zugriffsverfahren, das sich eng an das TDMA-Zugriffsverfahren (*Time Division Multiple Access*) von GSM anlehnt und auf der anderen das von Ericsson und Nokia propagierte WCDMA-System, das eine breitbandige Weiterentwicklung des CDMA-Verfahrens (*Code Division Multiple Access*) darstellt.

Bei der ETSI hat man sich entschieden, für die Luft-Schnittstelle (also für die Übertragungs-/Modulationsart per Hochfrequenz) eine Kombination aus Mehrfachzugriff im Breitband-Code-Multiplex (*Wideband Code Division Multiple Access*, WCDMA) und im Zeitmultiplex-Zugriff (*Time Division Multiple Access*, TD/CDMA) einzusetzen. WCDMA wird zur Versorgung größerer Gebiete und TD/CDMA für lokale Anwendungen genutzt werden. Insgesamt verspricht das CDMA-Verfahren eine höhere Kanalkapazität und niedrigeren Leistungsverbrauch im Handy bei GSM-ähnlicher Sprachqualität. Gearbeitet werden wird übrigens in Europa in zwei Frequenzbändern bei 1950 und 2150 MHz.

TD-CMDA

Entlang der Zeitachse, pro Trägerfrequenz, verwendet das TD-CMDA dieselbe Grundstruktur wie das GSM-System. Die Bandbreite eines Trägers ist bei TD-CMDA jedoch mit 1,6 MHz achtmal größer als die eines 200-kHz-GSM-Trägers. Dies erlaubt es, jedem Timeslot wiederum mit bis zu acht "Kode-Schlitzen" zu füllen, von denen wiederum jeder einen zusätzlichen Verkehrskanal definiert. Dabei wird das Sendesignal mit einer Chiprate von 2,167 Mchips/s über die gesamte Breite des Trägers von 1,6 MHz gespreizt. Der Vielfachzugriff auf die Funkschnittstelle besteht demnach in der Zuordnung eines Trägers, eines Timeslots

Deutsche Welle digital

Hansjörg Biener

Die Deutsche Welle wird im Juni 2003 mit regulären Digitalsendungen beginnen, zeitgleich zum offiziellen Start der digitalen Kurzwelle aus Anlass der Welt-Funk-Verwaltungskonferenz. Das teilte der Intendant des deutschen Auslandsfunks bei einer Konferenz des Konsortiums Digital Radio Mondiale am 3. Dezember 2002 in Köln mit. Erik Bettermann erwartet von der digitalen Ausstrahlung eine Renaissance des Hörfunk im Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich: Die Audioqualität werde sich UKW annähern, störende Empfangseffekte wie Interferenzen, Rauschen und Schwankungen des Empfangssignals seien dann nicht mehr bemerkbar. Dabei könne die Deutsche Welle die bestehenden Sendeanlagen nach technischen Modifikationen weiter nutzen, doch werde sich der Energieverbrauch bei digitaler Ausstrahlung um mehr als 50 Prozent verringern.

Vorbehaltlich gesicherter Finanzen wird die Deutsche Welle ab Juni 2003 täglich 8,5 Programmstunden in Deutsch, Englisch, Arabisch für Europa und den Nahen und Mittleren Osten ausstrahlen. Die dazu nötige Umrüstung von zwei Sendern bei der Relaisstation Sines, Portugal, wird bis dahin erfolgt sein. In einem zweiten Schritt sollen die Programmstunden und Sprachen für diese Zielgebiete ausgeweitet werden und ein Sender der

Relaisstation Trincomalee, Sri Lanka, täglich sechs Programmstunden in Deutsch, Englisch, Bengali, Urdu sowie Paschtu und Dari für Asien ausstrahlen. 2005 soll mit DRM-Ausstrahlungen für Amerika begonnen werden, sofern die Marktentwicklung die Umrüstung weiterer Senderanlagen - etwa in Kigali, Ruanda - rechtfertigt. Bettermann machte den Erfolg der neuen Technik am Markt davon abhängig, dass möglichst viele Rundfunkanstalten mit DRM in dasselbe Zielgebiet senden und geeignete Empfangsgeräte zu erschwinglichen Preisen am Markt angeboten werden. Der Übergang könne nur in Zusammenarbeit aller Mitglieder des DRM-Konsortiums erfolgen. „Mittelfristig muss versucht werden, in einem zusammenwachsenden Europa die Ausstrahlungskapazitäten der großen Auslandsender durch Bildung von europäischen Programmschienen zu optimieren“, so Bettermann.

Digital Radio Mondiale entstand sich ab 1996 und wurde 1998 mit der Verpflichtungserklärung großer Auslandsdienste und Elektronikunternehmen gegründet, ein weltweit einzuführendes digitales System für den Hörfunk auf Lang-, Mittel- und Kurzwelle zu entwickeln. Mittlerweile hat DRM rund 75 Mitglieder aus 29 Ländern; seit kurzem ist auch der deutsche Hörerverband ADDX Mitglied. Die DW

im Rahmensignal und eines zugehörigen Codes zu einem Verkehrskanal. Insgesamt ergeben sich so 64 Sprachkanäle pro Träger. Mit diesen 64 Kanälen kann man nun flexibel die verschiedenen Datenraten von 9,6 kbps bis 2 Mbps einstellen, indem man die Kanäle kombiniert.

Die identische Rahmenstruktur und Taktung vereinfacht das Zusammenwirken mit den herkömmlichen GSM-Systemen beträchtlich. Die Handover-Prozeduren beim Wechsel von einer Funkzelle in die Nächste sind weitgehend die gleichen wie im bestehenden GSM-System und die Dual-Mode-Endgeräte lassen sich mit wenig Aufwand realisieren. Weiterhin läßt sich die GSM-Technik so schrittweise erweitern und das Risiko eines Systembruchs vermeiden. Durch eine paketvermittelte Datenübertragung würde der Nutzer den Übertragungskanal nur dann in Anspruch nehmen, wenn tatsächlich Datenpakete übertragen werden. So kann die gesamte Bandbreite des Übertragungsweges als Pool allen Anwendern zur Verfügung gestellt werden und somit effizienter als bei den leitungsvermittelten Übertragungsverfahren des jetzigen GSM-Systems genutzt werden.

WCMDA

Bei diesem System sind GSM und WCMDA zwei unabhängige Systeme. Zwar stützt sich das WCMDA-Netz in seiner Architektur auf die selben Kompo-

nenten wie die GSM-Netze, doch das Verfahren, mit dem der Zugriff auf die Luftschnittstelle erfolgt, ist grundlegend anders. WCMA trennt die verschiedenen Kanäle ausschließlich durch nutzerspezifische hochbitratige Codes, so genannten Spreizcodes, mit denen das Sendesignal multipliziert und damit in ein über den gesamten Frequenzbereich verteiltes Rauschen transformiert wird, aus dem nur ein synchron mit dem selben Code operierender Empfänger es wieder herausfiltern kann. Die Träger werden hierbei auf 5 MHz verbreitert, was eine bessere Steuerung der Sendeleistung der Mobilstation zulässt.

Das Verfahren erlaubt sowohl paket- als auch leitungsvermittelte Dienste mit mehrfachen Verbindungen gleichzeitig pro Sitzung. Beim Verbindungsaufbau muss nicht erst ein freier Timeslot oder eine freie Frequenz gesucht werden und der Wechsel der Nutzerbitrate gestaltet sich verhältnismäßig einfach. Auch müssen keine Frequenzpläne erstellt werden: Dieselben Frequenzen können in benachbarten Zellen erneut verwendet werden. Beim GSM-System darf wegen dem nötigen Störabstand erst in jeder 9. Zelle dieselbe Frequenz wiederverwendet werden, bei TD-CMDA wenigstens noch in jeder dritten.

Bei diesem Verfahren muss eine kompliziertere Handover-Prozedur verwendet werden, dadurch werden die Ressourcen

ist als Gründungsmitglied von Anfang an dabei und stellt bereits zum drittenmal den Vorsitzenden. DRM ist inzwischen international standardisiert und wird seit März 2002 von der Internationalen Fernmeldebehörde (ITU International Telecommunication Union) empfohlen. Die umfangreichen Testsendungen im Lauf von 2002 haben das Vertrauen der Radioindustrie in die Zukunftsfähigkeit der Technik gefördert. Damit beginnt sich auch das Henne-Ei-Problem zu lösen, dass Programmproduzenten, Radio- und Senderhersteller und Investoren immer aufeinander warten. Jüngere, schon weitgehend digitalisierte Kurzwellensender können mit geringen Schwierigkeiten umgerüstet werden, während ältere Sender technisch meist inkompatibel sind und die nötige Stabilität meist nicht aufweisen. Auf der International Broadcasting Convention in Amsterdam stellte Digital Radio Mondial am 14. September 2002 den ersten produktionsreifen Kurzwellenempfänger für den Alltagsgebrauch vor. Die Gemeinschaftsentwicklung von Coding Technologies, BBC und AFG setzt ein zusätzliches Modul auf bestehende Technologie auf. In diesem Fall baute man es in einen Sangean-Weltempfänger ein. Die ersten Empfänger sollen 2003 auf dem Markt sein. Mittlerweile stehen bei www.drmtx.org technische Informationsblätter für die Modifikation von Kurzwellenempfängern zur Verfügung, so für den ICOM IC756, Kenwood R1000, Grundig Yacht Boy 400 und JRC NRD 525.

von zwei Basisstationen gleichzeitig beansprucht. Zudem reagiert das System sehr sensibel auf Schwankungen des Signalpegels, was eine aufwendige *Fast Power Control*-Prozedur zum Anpassen der Sendeleistung verlangt. Zudem würden die Abmessungen eines WCMDA-Handys größer ausfallen, weil zu dem WCMDA-Modul zusätzlich ein GSM-Modul und ein DECT-Sende- und Empfangsteil integriert werden müsste.

Da sich bisher keiner dieser beiden Vorschläge durchsetzen konnte, einigte man sich auf einen Kompromiss, der auf ein TD/WCMA-System hinzielt. Danach soll dort, wo die UMTS-Schnittstelle mit Kanalpaaren im *Frequenz Division Duplex* für den Up- und Downlink-Channel arbeitet, die WCMDA-Technik zum Zuge kommen; beim FDMA-Betrieb im Time Division Duplex mit nur einem Träger für den Hin- und Rückkanal hingegen TD-CMDA. Das Wideband-CMDA wird damit stärker an die Zeitstruktur des GSM-Systems angepasst, und TD-CMDA kann die Aufgaben der Schnurlostelefonie und des asymmetrischen Datenverkehrs übernehmen. Ob damit das Ziel eines einheitlichen *Air Interface* nur noch formal aufrecht erhalten wird oder ob es gelingt, die Stärken beider Systeme zu vereinen, bleibt abzuwarten.

Weitere Infos und Möglichkeiten zum Gedankenaustausch bietet das UMTS-Forum: <http://www.umts-forum.org>