



weit und breit keine Kabel liegen oder deren Nutzung zu teuer ist, werden die Gespräche über Richtfunk übertragen.

Im Prinzip ist ein Mobilfunktelefon ein schnurloses Telefon, dessen Basisstation sich nicht in unmittelbarer Nähe befindet, sondern einige Kilometer weiter weg.

Ein Mobilfunknetz ist in Zellen aufgeteilt. Der Durchmesser einer Zelle beträgt mehrere Kilometer. In jeder dieser Zellen hat der Mobilfunknetzbetreiber eine oder mehrere Basisstationen aufgebaut.

Bewegt sich ein Handy-Nutzer durch das Mobilfunknetz, dann bewegt er sich durch viele solcher Zellen. Manchmal kommt es vor, dass er sich in einen Bereich einer Zelle bewegt, der sehr schlecht oder gar nicht mit Funkwellen von der Basisstation erreicht wird. Er befindet sich dann in einem Funkloch. Diese Funklöcher kommen sehr häufig vor, werden aber in vielen Fällen vom Anwender nicht bemerkt. Meistens sind diese Funklöcher ganz klein. Manche überziehen ganze Landstriche.

Das Handy strahlt seine Funkwellen in alle Richtungen aus. Bei den Basisstationen unterscheidet man zwischen der omnidirektionalen und der sektorisierten Basisstation.

Die omnidirektionale Basisstation steht im Zentrum einer Funkzelle und strahlt ihre Funkwellen genau wie das Handy in alle Richtungen (360° Abstrahlwinkel der Antenne) aus.

Die sektorisierte Basisstation wird zur Erhöhung der Gesprächskapazität eingesetzt. Sie strahlt ihre Funkwellen nur in einem von drei Sektoren einer Funkzelle aus.

Da der Mobilfunkkunde nicht immer innerhalb einer Zelle bleibt, kommt es vor, dass er sich an den Rand einer Funkzelle bewegt. Das Netz erkennt dann, wann es besser ist, eine neue Verbindung zu einer anderen Basisstation aufzunehmen. Das Netz entscheidet dann anhand der Verbindungsqualität, welche Basisstation für eine Verbindung besser geeignet ist.

Die Verbindungsqualität zu den Basisstationen wird ständig geprüft. Bei Bedarf wird die Basisstation gewechselt. Dabei wird die Verbindung zur alten Basisstation erst abgebrochen, wenn die neue Verbindung steht. Der Handynutzer merkt davon nichts. Seine Sprach- und Datenverbindungen werden unterbrechungsfrei fortgeführt.

7.2.2 Mobilfunktechnologien

Übersicht: siehe Tabelle rechts oben.

GSM (Global System for Mobile Communications)

Mit GSM wurde erstmals ein digitales Übertragungsverfahren für die Sprachübertragung verwendet. Folgende Frequenzbereiche werden verwendet:

Da es sich bei GSM-900 und DCS-1800, bedingt durch die unterschiedlichen Frequenzbereiche, um unterschiedliche Techniken handelt, sind Dualband-Handys für

Generation	Technik	Übertragung	Datenübertragungsrates
1G	AMPS	analog, leitungsvermittelt	nur analoge Sprachübertragung, A-, B- und C-Netz
2G	GSM	digital, leitungsvermittelt	9,6 kbit/s
	GPRS	digital, paketvermittelt	115 kbit/s
	EDGE	digital, paketvermittelt	236,8 kbit/s
3G	UMTS	digital, paketvermittelt	384 kbit/s
	HSDPA	digital, paketvermittelt	7,2 Mbit/s
4G	WiMAX	digital, paketvermittelt	20 Mbit/s
	LTE	digital, paketvermittelt	100 Mbit/s
	LTE Advanced	digital, paketvermittelt	1 Gbit/s

die Nutzung beider Frequenzbereiche nötig.

Die digitalen Daten werden mit einer Mischung aus Frequenz- und Zeitmultiplexing übertragen.

GPRS (General Packet Radio Service)

Wenn GPRS aktiviert ist, besteht nur virtuell eine dauerhafte Verbindung zur Gegenstelle (sog. *Always-on*-Betrieb). Erst wenn wirklich Daten übertragen werden, wird der Funkraum besetzt, ansonsten ist er für andere Benutzer frei. Deshalb braucht kein Funkkanal dauerhaft für einen Benutzer reserviert zu werden. GPRS-Abrechnungen sind deshalb hauptsächlich von den übertragenen Datenmengen abhängig, und nicht von der Verbindungsdauer.

GPRS arbeitet paketorientiert. Das heißt, die Daten werden beim Sender in einzelne Pakete umgewandelt, als solche übertragen und beim Empfänger wieder zusammengesetzt.

Die GPRS-Technik ermöglicht bei der Bündelung aller acht GSM-Zeitschlitze eines Kanals theoretisch eine Datenübertragungsrate von 171,2 kbit/s. Im praktischen Betrieb ist die Anzahl der nutzbaren Zeitschlitze innerhalb eines Rahmens jedoch durch die Fähigkeit der Mobilstation (*multislot capability*) und der Netze begrenzt. Am Markt befinden sich (Stand 2007) Geräte mit maximal vier Zeitschlitzen im Downlink und maximal zwei Zeitschlitzen im Uplink (jedoch nicht gleichzeitig). Die damit erreichbare Datenübertragungsrate beträgt – abhängig vom verwendeten *Coding Scheme* (hängt ab vom Signal und



UMTS/GPRS-Karte für Notebooks (Quelle: Wikipedia)

Rauschverhältnis) und der von der Netzauslastung abhängigen Anzahl der zugeordneten Zeitschlitze (*Timeslots*) – bis zu 55,6 kbit/s. Dies entspricht in etwa der Geschwindigkeit eines V.90-Telefonmodems.

EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution)

EDGE bezeichnet eine Technik zur Erhöhung der Datenrate in GSM-Mobilfunknetzen durch Einführung eines zusätzlichen Modulationsverfahrens. Mit EDGE werden GPRS zu E-GPRS (Enhanced GPRS) und HSCSD zu ECSD erweitert.

In Österreich bieten T-Mobile Austria und die Mobilkom Austria EDGE als Ergänzung zu ihrem bestehenden UMTS-Netz an. Diese Kombination wird von der Mobilkom Austria als "A1 UMTS + EDGE" vermarktet und stellt seit Sommer 2005 schnellen mobilen Datentransfer flächendeckend zur Verfügung.

Die Steigerung der Datenrate auf bis zu 59,2 kbit/s pro Kanal/Nutzer (und in Summe auf bis zu 473 kbit/s bei 8 Kanälen - im Vergleich GPRS: 171,2 kbit/s) erreicht man durch einen Wechsel hin zu einem effizienteren Modulationsverfahren (8-PSK anstatt GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying*) wie bei GSM). Dieser Wechsel geschieht

Bandbezeichnung	Frequenzbereich	Anzahl Kanäle
GSM-900 (E-GSM)	890 – 915 MHz 925 – 960 MHz	124 Uplink-Kanäle 124 Downlink-Kanäle
GSM-1800 (DCS 1800)	1710 – 1785 MHz 1805 – 1880 MHz	