



OFCOM Federal office for communications
OFCOM Office fédéral de la communication
BAKOM Bundesamt für Kommunikation
UFCOM Ufficio federale delle comunicazioni
UFCOM Uffici federal da comunicaziuns

"Faktenblatt" UMTS

1 Einführung

Um den Bedürfnissen nach höheren Datenraten und grösserer Spektrumseffizienz gerecht zu werden, wurden bereits ab 1992 von der Internationalen Fernmeldeunion die Rahmenbedingungen für ein neues Mobilfunksystem entwickelt. Diese Rahmenbedingungen sind unter der Bezeichnung IMT-2000 (International Mobile Telecommunications of the year 2000) veröffentlicht worden.

Die neuen Mobilfunksysteme sind in Europa unter dem Namen UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) bekannt. UMTS ist anfänglich in Europa entwickelt worden. Doch schon bald haben sich auch andere, nichteuropäische Länder (USA, China, Japan und Korea) für dieses System interessiert und sich aktiv an der Standardisierung beteiligt.

UMTS-Netze sollen den mobilen Benutzern zusätzlich zu den konventionellen Sprach-, Fax- und Datendiensten Multimediadienste wie Internet, Online-Shopping oder Videotelefonie mit hohen Datenraten bis zu 2 Mio. Bits pro Sekunde (2 Mbit/s) ermöglichen. Mit der heutigen GSM-Technologie sind nur Datenübertragungsraten von 9600 Bits pro Sekunde (9,6 kBit/s) möglich.

Der Mobilfunkmarkt wird in den nächsten Jahren weltweit weiterhin stark wachsen. In der untenstehenden Tabelle sind die geschätzten Teilnehmerzahlen von verschiedenen Regionen bis zum Jahre 2010 aufgelistet. Dabei werden alle Mobilfunkteilnehmer, d.h. GSM- und UMTS-Benutzer, berücksichtigt (Quelle: UMTS Forum, März 1999).

Region	Jahr 2000	Jahr 2005	Jahr 2010
Europa (EU15)	113 Mio.	200 Mio.	260 Mio.
Nordamerika	127 Mio.	190 Mio.	220 Mio.
Asien	149 Mio.	400 Mio.	850 Mio.
Rest der Welt	37 Mio.	150 Mio.	400 Mio.
Total	426 Mio.	940 Mio.	1730 Mio.

Eine Sättigung des Mobilfunkmarktes wird in Europa, Nordamerika und Japan ab dem Jahre 2010 erwartet. Im letzten, noch unveröffentlichten Report des UMTS-Forums wurden diese Zahlen nochmals nach oben korrigiert¹.

2 Entwicklung in Europa

In allen europäischen Ländern wird UMTS (oder ein anderes System aus der IMT-2000-Familie) früher oder später eingeführt werden. Die 15 Länder der EU wurden mit einer Entscheidung des Rates der EU verpflichtet, bis spätestens am 1. Januar 2002 UMTS-Netze auf ihrem Hoheitsgebiet zu ermöglichen. Bis heute (Herbst 2000) haben bereits die Länder Finnland, England, Spanien, Deutschland, die Niederland, Italien und Österreich Konzessionen für UMTS-Netze erteilt.

¹ UMTS Forum Report No. 9: "The 3G Market - Structuring the Uncertainty"

3 Konzessionen in der Schweiz

Nach Durchführung eines Auktionsverfahrens hat die Eidgenössische Kommunikationskommission (ComCom) vier UMTS-Konzessionen vergeben. Konzession Nummer 1 ging an Swisscom AG für die Summe von 50 Mio. Franken, Konzession Nummer 2 ging an dSpeed für die Summe von 50 Mio. Franken, Konzession Nummer 3 ging an Orange Communications SA für die Summe von 55 Mio. Franken und die Konzession Nummer 4 hat Team 3G für die Summe von 50 Mio. Franken ersteigert. Die vier erfolgreichen UMTS-Betreiber werden ab 2002 ihre Netze für den kommerziellen Betrieb einschalten.

Jeder Betreiber erhält in der Schweiz 2 x 15 MHz FDD-Frequenzen und 5 MHz TDD-Frequenzen; insgesamt werden also jedem Betreiber 35 MHz zugeteilt.

Die Betreiber haben in ihrer Konzessionsverfügung die Auflage, bis spätestens Ende 2004 50% der Schweizer Bevölkerung mit UMTS-Diensten zu versorgen. Betreiber von UMTS-Netzen, die bereits ein GSM-Netz besitzen, haben im Weiteren die Verpflichtung, dem neuen UMTS-Betreiber ohne GSM-Netz Nationales Roaming anzubieten. Somit hat ein neuer Betreiber die Möglichkeit mittels eines Roaming-Vertrages mit einem etablierten GSM-Netzbetreiber von Anfang an eine gute Flächendeckung zu erreichen (siehe auch Kapitel 8).

Die Konzessionen werden für die Dauer von 15 Jahren erteilt. Anschliessend wird die ComCom entscheiden, wie die Frequenzen weiter verwendet werden.

4 Dienste

Die Leistungsfähigkeit vom UMTS wird eine Reihe von neuen Diensten ermöglichen, welche die heutigen GSM-Netze (noch) nicht anbieten können. Dazu gehören neben dem Sprachtelefoniedienst mit guter Sprachqualität insbesondere multimediale Datendienste, die auf dem Internet Protokoll basieren. Die folgende unvollständige Liste gibt einen kleinen Überblick über die mögliche Dienstpalette:

Videotelefonie;

Videokonferenz;

Video- und Audioclips;

Sprachdienste;

Online-Shopping und Online-Banking;

Mobiler Internetzugang;

Map Services, Location Based Services (Navigationsdienste mit Einblenden von Kartenausschnitten);

e-mail.

Mit UMTS ergibt sich die Möglichkeit, relativ schnell neue Dienste zu entwickeln und dem Publikum anzubieten. Um dies zu bewerkstelligen, werden sog. Service Provider eine wichtige Rolle spielen. Diese Service Provider besitzen selber kein eigenes Mobilfunknetz. Sie stellen zusammen mit den Netzbetreibern die vom Kunden gewünschten Dienste zusammen und verrechnen diese den Endkunden.

5 Umweltauflagen

5.1 Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NIS)

Sowohl die Sendeantennen der Basisstationen als auch die UMTS-Handys werden zusätzliche nichtionisierende Strahlung in die Umwelt abgeben. Diese wird sich in der Grössenordnung derjenigen der GSM-Netze bewegen.

Hinsichtlich der Strahlungsintensität der Handys gibt es in der Schweiz bisher keine rechtsverbindlichen Schutzbestimmungen.

Die Strahlung der Basisstationen hingegen wird durch die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) begrenzt. Die NISV enthält einerseits Anforderungen an einzelne Anlagen, andererseits begrenzt sie auch die gesamte Hochfrequenzstrahlung und damit indirekt die Nutzung des Frequenzspektrums insgesamt.

Für eine einzelne Mobilfunksendeanlage legt die NISV fest, dass deren Strahlung an Orten mit empfindlicher Nutzung den Anlagegrenzwert nicht überschreiten darf. Orte mit empfindlicher Nutzung sind Räume in Gebäuden, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten, raumplanungsrechtlich festgesetzte Kinderspielplätze sowie nicht überbaute Bauzonen. Der Anlagegrenzwert ist für die elektrische Feldstärke festgelegt und beträgt für UMTS-Anlagen in der Regel 6 V/m^2 . Zur Anlage gehören alle nahe beieinander liegenden Sendeantennen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse. Die Einhaltung des Anlagegrenzwertes wird durch die zuständige Baubehörde der Gemeinde oder des Kantons geprüft. Zu diesem Zweck füllt die Konzessionärin für jede Sendeanlage, die sie neu errichten, verlegen oder ändern will, ein Standortdatenblatt aus, welches technische Angaben über die Anlage und eine Prognose der Strahlungsintensität an benachbarten Aufenthaltsorten von Personen enthalten muss. Dieses Standortdatenblatt ist Bestandteil des Baugesuchs und kann von der Baubehörde öffentlich zugänglich gemacht werden.

Damit der Anlagegrenzwert eingehalten werden kann, ist ein gewisser Abstand zwischen der Sendeanlage und den Orten mit empfindlicher Nutzung notwendig. Wie gross dieser Abstand sein muss, hängt sehr stark von der Sendeleistung und Abstrahlrichtung der Anlage sowie von den topographischen Verhältnissen ab. Aufgrund der bisher vorliegenden technischen Angaben dürften die Verhältnisse in der gleichen Grössenordnung liegen wie bei den GSM-Antennen, d.h. dass im Allgemeinen für grössere Basisstationen ein Abstand von 30 Metern zu Orten mit empfindlicher Nutzung ausreichen dürfte. Je nach Situation kann der notwendige Abstand auch wesentlich kleiner sein.

Für die gesamte Hochfrequenzstrahlung, inkl. derjenigen von Rundfunk-, Betriebsfunk- und Amateurfunkanlagen, verlangt die NISV eine Begrenzung an allen Orten, an denen sich Menschen – auch nur kurzfristig – aufhalten können. Die relevanten Grenzwerte – die sog. Immissionsgrenzwerte – werden selten, und dann höchstens in unmittelbarer Nähe einer Sendeanlage erreicht oder überschritten. Bei Mobilfunkanlagen finden sich solche potenziell kritischen Situationen praktisch nur auf zugänglichen Flachdächern, auf denen eine Sendeanlage montiert ist. Im Standortdatenblatt liefert die Konzessionärin den Nachweis, dass die Immissionsgrenzwerte durch die von der geplanten Anlage zusätzlich erzeugte Strahlung nicht überschritten werden.

5.2 Natur- und Landschaftsschutz, Raumplanung

Der Bau neuer Telekommunikationsnetze führt zwangsläufig zur Errichtung neuer Infrastrukturbauten wie Antennenanlagen. Um zwischen dem Aufbau von Telekommunikations-

² Wenn UMTS-Antennen mit GSM900-Antennen zusammen eine Anlage bilden, dann beträgt der Anlagegrenzwert 5 V/m

netzen mit dem damit verbundenen Angebot von Fernmeldediensten einerseits und den Interessen von Natur- und Landschaftsschutz und Raumplanung andererseits in der Praxis einen Interessenausgleich zu finden, hat sich eine Arbeitsgruppe von Bund und Kantonen (UVEK/BPUK) unter Mitarbeit von Funknetzbetreibern mit Fragen der Koordination der Planungs- und Baubewilligungsverfahren für Funkinfrastrukturen befasst. Die Empfehlungen können beim BAKOM (Sektion Mobil- und Satellitenfunkdienste) bezogen werden.

Zudem werden im Rahmen der UMTS-Konzessionsvergabe Verpflichtungen in die Konzessionen der Betreiber aufgenommen, wonach Antennenstandorte ausserhalb der Bauzonen nach Möglichkeit gemeinsam zu nutzen sind. Beim Bau von neuen Antennenanlagen sind die gesetzlichen Vorgaben bezüglich der Raumplanung sowie des Natur- und Heimatschutzes einzuhalten.

Das BUWAL (Abteilung Landschaft) hat am 30. 10.1998 ein Merkblatt betreffend Berücksichtigung der Erfordernisse des Natur- und Landschaftsschutzes sowie der Walderhaltung beim Bau von Mobilfunkantennen veröffentlicht.

6 Technologie

Die Funk- oder Luftschnittstelle von UMTS wird UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access) genannt. Die Luftschnittstelle ermöglicht die Kommunikation zwischen Handy und Basisstation. Auf dieser Luftschnittstelle wird eine gegenüber von GSM vollständig neue Übertragungsmethode eingesetzt: das sog. Code Division Multiple Access-Verfahren (CDMA). CDMA ist ein Verfahren, bei welchem alle Teilnehmer eines Netzes auf der gleichen Frequenz arbeiten können. Dabei wird die Trennung der einzelnen Kanäle mittels eines Codes durchgeführt. Das Datensignal der einzelnen Teilnehmer wird sowohl beim Sender als auch beim Empfänger mit dem für eine bestimmte Verbindung eindeutigen Code multipliziert (gespreizt bzw. zurückgespreizt). Dieses Verfahren unterscheidet sich grundlegend vom heutigen GSM-System, bei welchem die einzelnen Teilnehmer durch verschiedene Frequenzen bzw. Zeitschlitze voneinander getrennt sind.

Die Sendeleistung wird während einer Verbindung sowohl im Uplink (vom Handy zur Basisstation) als auch im Downlink (von der Basisstation zum Handy) sehr schnell den Umgebungsbedingungen (Abstand zwischen Handy und Basisstation, Hindernisse auf dem Übertragungskanal usw.) angepasst. Die Sendeleistung ist immer genau so hoch, wie sie für eine gute Verbindung minimal sein muss, d.h. die Sender arbeiten durchschnittlich mit viel kleineren Sendeleistungen als die heutigen GSM-Systeme. Für UMTS-Systeme ist es ausserordentlich wichtig, dass mit minimalen Sendeleistungen gearbeitet wird, ansonsten die Kapazität des Netzes stark vermindert wird.

Auf Grund der paketorientierten Übertragungstechnik sind UMTS-Handys stets mit dem Netz verbunden; so ist eine dauernde Verbindung zum Internet möglich, ohne dass jedesmal ein Gespräch aufgebaut werden muss.

Die Spektrumseffizienz (Ausnutzung der Funkfrequenzen) ist bei UMTS höher als bei GSM. Die neuen Systeme sind – abhängig von der Umgebung – um mindestens den Faktor 1,5 bis 2,5 effizienter als die heutigen GSM-Systeme (in der Literatur kann man Werte bis Faktor 4 finden).

Mit der neuen Luftschnittstelle UTRA ist man in der Lage, Daten mit einer Bitrate von bis zu 2 Mbit/s zu übertragen. Diese hohe Datenrate wird jedoch nur in ganz bestimmten Umgebungen und mit kleinen Fahrgeschwindigkeiten (ca. 10 km/h) angeboten werden. In den übrigen Gebieten und mit grösseren Bewegungsgeschwindigkeiten wird 'lediglich' eine Datenrate von 144 - 384 kBit/s den einzelnen Teilnehmer zur Verfügung stehen. Dies entspricht der doppelten bis sechsfachen ISDN-Geschwindigkeit

Im Weiteren können die Datenraten der aktiven Teilnehmer sehr flexibel an die einzelnen Bedürfnissen nach Qualität und Kapazität adaptiert und im Verlaufe einer Verbindung ständig den neuen Gegebenheiten des Funkkanales angepasst werden.

Für die Luftschnittstelle UTRA sind zwei Betriebsarten vorgesehen: FDD-Betrieb (Frequency Division Duplex) und TDD-Betrieb (Time Division Duplex).

Im FDD-Betrieb werden für eine Verbindung zwei getrennte Frequenzen verwendet, nämlich eine für die Verbindung vom Handy zur Basisstation (Uplink, d.h. das Handy sendet) und eine von der Basisstation zum Handy (Downlink, d.h. die Basisstation sendet). Diese Betriebsart wird zumindest in der Anfangsphase vorwiegend in grösseren Zellen angewendet werden.

Im TDD-Betrieb dagegen wird für eine Verbindung nur eine Frequenz benötigt. Der Up- bzw. Downlink wird auf der gleichen Frequenz, jedoch zu verschiedenen Zeiten abgewickelt. Der TDD-Betrieb ist für asymmetrische Dienste (Kapazität für den Downlink grösser als für den Uplink) interessant und deshalb ideal geeignet, um auf das Internet zuzugreifen. Diese Betriebsart wird vorwiegend in kleinen und kleinsten Zellen innerhalb von Gebäuden eingesetzt werden. Sie wird auch für die sog. Self Provided Applications angewendet. Self Provided Applications (SPA's) sind Anwendungen, die von jedermann ohne individuelle Funkkonzession betrieben werden dürfen und auf dafür reservierten Frequenzen arbeiten.

Für die beiden Betriebsarten FDD bzw. TDD sind verschiedene Frequenzbänder reserviert (siehe Kapitel 7).

Die *maximale* Sendeleistung von UMTS-Handys wird typischerweise 125 - 250 mW betragen, d.h. ca. 8 bis 16mal niedriger sein als diejenige von heutigen GSM-Handys. Im Normalbetrieb werden die Sendeleistungen weit unter diesen Maximalwerten liegen. Simulationen von Herstellern haben ergeben, dass die *mittleren* Sendeleistungen von UMTS-Handys in typischen Netzkonfigurationen für Sprachverbindungen die folgenden Werte aufweisen dürften:

in ländlicher Umgebung: ca. 7 mW;

in städtischer Umgebung: ca. 0,6 mW.

Die Handys von UMTS strahlen demzufolge deutlich weniger als GSM-Handys, welche Sendeleistungen von bis zu 2 W aufweisen.

Die maximalen Sendeleistungen von Basisstationen sind noch nicht endgültig definiert. Diese Leistung hängt von der Zellengrösse, der Anzahl gleichzeitiger Funkverbindungen und der Verteilung der Handys innerhalb der Zelle ab. Für Kompatibilitätsberechnungen nimmt man heute für Basisstationen eine maximale äquivalente Sendeleistung (ERP) von 300 - 400 W an. Auch hier liegt die mittlere Sendeleistung weit unter diesem Maximalwert. Sie dürfte bei Macro-Zellen in der Grössenordnung von 10 - 20 W ERP liegen.

Ähnlich wie bei GSM wird in jeder Zelle eines UMTS-Netzes ein Kontrollkanal dauernd ausgesendet, unabhängig vom Verkehr in der Zelle. Dank der niedrigen Datenrate auf diesem Kanal und der grossen Bandbreite (Prozessgewinn) kann dieser Kontrollkanal mit relativ kleinerer Leistung betrieben werden. Typischerweise ist die äquivalente Sendeleistung dieses Kontrollkanals in Macro-Zellen kleiner als 2 W ERP.

Die wichtigsten technischen Daten von UMTS-Systemen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst und werden dabei mit GSM verglichen:

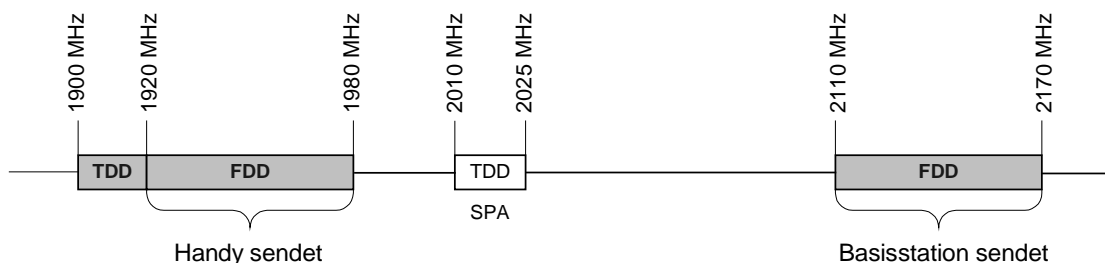
	UMTS	GSM
Maximale Sendeleistung des Handy	125 - 250 mW	2 W
Kanalzugriffsverfahren	CDMA	TDMA (gepulst)
Datenrate pro Teilnehmer	bis 2 Mbit/s	9,6 kBit/s ¹⁾
Bandbreite pro Kanal	5 MHz	200 kHz
Pulsfrequenz	100 Hz ⁴⁾	217 Hz
Anzahl Zeitschlitze pro Rahmen	15 ⁴⁾	8
Frequenzband	2 GHz	900 MHz / 1800 MHz
Max. Sprachverbindungen pro Kanal	108 ²⁾	8
Max. Zellenradius (ländliche Rural-Zellen)	Ca. 8 km ³⁾	35 km

Bemerkungen:

- 1) Mit HSCSD und GPRS sind Datenraten von bis zu 57.6 kBit/s bzw. 171,2 kBit/s möglich.
- 2) Gilt für 50 % voice activity. Bei 100% voice activity (keine Sprechpausen) sind nur 72 Sprachverbindungen pro Kanal möglich.
- 3) Dieser Zellenradius ist nur möglich ohne Interferenz von Nachbarzellen (sehr wenig Verkehr). Unter realistischen Bedingungen (Interferenz von Nachbarzellen) wird der max. Zellenradius von UMTS-Systemen nur ca. 2 - 3 km betragen.
- 4) Gilt nur für die Betriebsart TDD von UMTS, die vorwiegend innerhalb von Gebäuden mit kleiner Leistung eingesetzt wird. Bei der Betriebsart FDD ist der Sender nicht gepulst sondern sendet kontinuierlich.

7 Frequenzen

Die UMTS-Systeme arbeiten im 2-GHz-Frequenzband. Die folgenden Frequenzen stehen in der Schweiz ab dem Jahre 2002 für UMTS zur Verfügung:



FDD Frequency Division Duplex
TDD Time Division Duplex
SPA Self Provided Applications

Dabei sind die grau hinterlegten Frequenzbänder für Konzessionärinnen bestimmt. Die mit SPA (Self Provided Applications) bezeichneten Frequenzen sind zwar für die UMTS-Technologie vorgesehen; im Gegensatz zu den grau hinterlegten Bereichen werden sie jedoch nicht einem bestimmten Betreiber zur Benutzung fest zugeteilt, sondern dürfen von jedermann ohne individuelle Funkkonzession verwendet werden, ähnlich wie heute die Frequenzen für Schnurlose Telefone.

Ein einzelner Kanal von UMTS hat die Bandbreite von 5 MHz. Somit existieren in den oben genannten Bändern 4 Kanäle (20 MHz) im TDD-Teilband sowie 2 x 12 Kanäle (2 x 60 MHz) im FDD-Teilband. Die einzelnen Kanäle von UMTS sind somit viel breiter als diejenigen von GSM. Für den Netzaufbau werden nur einige wenige Kanäle pro Betreiber benötigt.

8 Netze

Auf Grund der hohen Frequenzen und des erwarteten grossen Datenverkehrs werden die Zellradien bei UMTS-Netzen kleiner sein als bei GSM. Dies bedeutet, dass die Anzahl Basisstationen grösser sein wird. Dafür werden die mittleren Sendeleistungen von Basisstationen und Handys in einem UMTS-Netz geringer sein als diejenigen in einem GSM-Netz. Obwohl zum heutigen Zeitpunkt noch keine realen UMTS-Netze bestehen, können mit Hilfe von Simulationen gewisse Aussagen über die Sendeleistungen und die benötigte Anzahl Basisstationen für ein UMTS-Netz gemacht werden.

Wie bei GSM wird es auch bei UMTS verschiedenen Zellengrössen geben:

	Zellenradius (ca.)	Antennenhöhe (ca.)
Pico-Zellen	100 m	Innerhalb von Gebäuden
Micro-Zellen	500 m	5 m über Grund
Macro-Zellen	2 km	3 m über Dächer
Rural-Zellen	8 km	30 m über Grund

Dabei werden die allermeisten Zellen (über 80%) kleine bis sehr kleine, also Pico- bzw. Micro-Zellen sein. Diese kleinen Zellen werden mit niedrigen Sendeleistungen betrieben und visuell kaum wahrnehmbar sein. Damit eine gute Flächendeckung erreicht werden kann, werden auch viele grössere Zellen (Macro- bzw. Rural-Zellen) benötigt werden. Schätzungen gehen davon aus, dass in der Schweiz bis im Jahre 2004 für UMTS pro Operator ca. 1'200 Basisstationen (ohne Pico-Zellen) benötigt werden. Dabei können viele der bestehenden Antennenstandorte von GSM wiederverwendet werden, soweit die Einhaltung der Anlagen-grenzwerte der NISV die Installation dieser zusätzlichen UMTS- Antennen auf bestehenden GSM Standorten zulässt.

Es ist vorgesehen, im Rahmen des vom BAKOM geplanten Standortkatasters auch die Standorte von UMTS-Anlagen auf dem Internet zu veröffentlichen.

Für UMTS werden zumindest in der Anfangsphase ähnliche Antennen eingesetzt wie für GSM, d.h. in grösseren Zellen werden Sektorantennen mit einem Gewinn von ca. 11...17 dBi installiert.

In Zukunft werden bei UMTS-Netzen in der Basisstation auch adaptive Antennensysteme eingesetzt werden. Dieser vielversprechende Ansatz ermöglicht es ein Antennen-Array so anzuspiesen, dass die Hauptkeule der Antenne dem mobilen Teilnehmer folgt. Somit können sowohl die Sendeleistung als auch die Interferenzen tief gehalten werden. Man erwartet, dass mit dem Einsatz dieser intelligenten Antennen die Kapazität von mobilen Systemen in vervielfacht werden kann.

Die allermeisten Basisstationen werden – zumindest in der Anfangsphase – über Richtfunk angespiessen.

Trotz der grossen Anzahl neuer Basisstationen werden die UMTS-Netze nicht die gleiche Flächendeckung erreichen, wie dies heute bei GSM der Fall ist. Es wird grosse Gebiete in ländlichen Regionen geben, die nicht mit UMTS versorgt werden. Um trotzdem eine zufriedenstellende Flächendeckung zu erreichen, werden die UMTS-Handys als Dualmode-Handys UMTS/GSM ausgerüstet, d.h. sie können beim Verlassen des durch UMTS versorgten Gebietes automatisch auf ein GSM-Netz umschalten.

Anstelle einer Frequenzplanung (die Frequenzplanung ist hinfällig, weil alle Basisstationen auf der gleichen Frequenz arbeiten) muss bei UMTS-Netzen eine Kapazitäts- und Leistungsplanung gemacht werden. Die Netzplanung wird somit für UMTS-Netze schwieriger werden, weil Teilnehmer mit verschiedenen Diensten (Datenraten) gleichzeitig mit der geforderten Qualität versorgt werden müssen. Auch werden die meisten Datendienste asymmetri-

scher Übertragungsgeschwindigkeiten (Downlink grosse Datenrate, Uplink kleine Datenrate) aufweisen.

Die notwendigen Investitionen für ein UMTS-Netz lassen sich nur schwer beziffern. Sie werden für ein einzelnes UMTS-Netz in der Schweiz auf 1 - 1,5 Mia. SFr. geschätzt (ohne die Kosten für den Erwerb der Frequenzen bei der Auktion). Diese Investitionen fallen zum grossen Teil in der Anfangsphase an. Die Folgeinvestitionen für Kapazitätserweiterungen werden klein sein.

Abkürzungen

BAKOM	Bundesamt für Kommunikation
BLN	Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung
BPUK	Schweizerische Bau-, Planungs- und Umweltschutzdirektorenkonferenz
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
CDMA	Code Division Multiple Access
ComCom	Eidgenössische Kommunikationskommission
ERP	Effective Radiated Power (äquivalente Strahlungsleistung)
EU	Europäische Union
EU15	Die 15 Mitgliedsänder der EU
FDD	Frequency Division Duplex
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
IMT-2000	International Mobile Telecommunications of the year 2000
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISOS	Inventar schützenswerter Ortsbilder der Schweiz
NHG	Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz
NIS	Nichtionisierende Strahlung
NISV	Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung
SPA	Self Provided Applications
TD-CDMA	Time Division - Code Division Multiple Access
TDD	Time Division Duplex
TDMA	Time Division Multiple Access
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UTRA	UMTS Terrestrial Radio Access
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access