

Trends der Mobilkommunikation im internationalen Umfeld  
und ihre wirtschaftlichen Auswirkungen

## **WLAN Hotspots**

### **Bedrohungspotential für UMTS oder Ergänzung?**

Betreuer: Dr. Rüdiger Both

Ausarbeitung von  
Christoph Erdle und Thomas Schneider

**DETECON**





## Inhaltsverzeichnis

0	Einleitung.....	7
1	Technische Grundlagen WLAN.....	8
1.1	WLAN – Eine Definition.....	8
1.2	WLAN – Die verschiedenen Standards.....	8
1.3	Aufbau von öffentlichen WLAN-Netzen - Hotspots.....	10
1.4	Handover innerhalb von WLANs.....	11
1.5	Anstehende Erweiterungen des Standards und Entwicklungen bei den Endgeräten.....	12
2	Einsatzgebiete und Entwicklungen öffentlicher WLANs.....	14
2.1	Entwicklung der Hotspot-Installationen.....	14
2.2	Entwicklung der Nutzerzahlen.....	14
2.3	Einsatzgebiete.....	15
3	Geschäftsmodelle für öffentliche WLANs.....	17
3.1	Unabhängige Anbieter / Independants.....	17
3.2	Virtual WISPs.....	18
3.3	Werbefinanzierte WISPs.....	18
3.4	Gemeinschaftsnetze.....	19
3.5	Telekommunikationsanbieter.....	19
4	Technische Entwicklungsgeschichte Mobilfunk.....	21
4.1	Erste Mobilfunknetze – A-Netze.....	21
4.2	Analoge Weiterentwicklung – B-Netze.....	22
4.3	Einführung von Zellen – C-Netze.....	23
4.4	Alternative zu Mobiltelefonen.....	23
4.5	Erste digitale Netze – D-Netze.....	24
5	UMTS – Die neue Entwicklung.....	27
5.1	Technische Daten.....	28
5.2	UMTS in Deutschland.....	31
5.3	Einsatzmöglichkeiten UMTS.....	32
6	UMTS – Operator Profiles.....	33
6.1	Orange.....	33
6.2	T-Mobile.....	33

6.3	Vodafone .....	34
6.4	TIM .....	34
6.5	UMTS für Mobile Operators .....	34
7	Marktsituation WLAN.....	35
7.1	Nordamerika.....	35
7.2	Europa.....	35
7.3	Asien .....	36
8	Aussichten.....	37
8.1	WLAN-Betrieb .....	37
8.2	UMTS-Betrieb .....	38
9	Fazit.....	40

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Einstellung ad-hoc/Infrastruktur .....	10
Abbildung 2 - Absatz WLAN-Karten (Quelle: ARC Group) .....	13
Abbildung 3 - Entwicklung Hotspot-Installationen (Quelle: Datamonitor).....	14
Abbildung 4 - Entwicklung Anzahl WLAN-Nutzer (Quelle: Datamonitor) .....	15
Abbildung 5 - Autotelefon aus den 50er Jahren (Quelle: handy-seiten.de) .....	22
Abbildung 6 - Teilnehmerentwicklung Deutschland (Quelle: handy-seiten.de).....	26
Abbildung 7 - Durchschnittlich 70% der Westeuropäer mit Mobiltelefon .....	27
Abbildung 8 - Zellen bei UMTS (Quelle: informatik.uni-mannheim.de) .....	29
Abbildung 9 - Aufteilung Zellen bei UMTS (Quelle: umtslink.at) .....	30



## 0 Einleitung

Fast jeder erinnert sich noch an den Milliardenpoker, der veranstaltet wurde, als die Lizenzen für das neue Mobilfunknetz UMTS in Deutschland versteigert wurden. Der Ausbau des Netzes verläuft schleppend, erste Kostenmodelle schrecken potentielle Nutzer ab. Es stellt sich also die Frage: Waren die extrem hohen Investitionen in Lizenzen und Infrastruktur sinnvoll? Welche Alternativen könnten UMTS in Gefahr bringen? Wird sich UMTS auf dem Markt etablieren können? Ein Gefahrenpotential geht hierbei von der wachsenden Anzahl installierter WLAN-Hotspots aus. Der Zugriff auf WLAN-Netze gestaltet sich einfach, vorhandene Geräte können genutzt werden, die Übertragungsrate ist höher. Warum sollte sich jemand für eine Technik entscheiden, die bereits bei ihrer Einführung überholt erscheint? Stellen WLAN-Hotspots also eine Bedrohung für UMTS dar? Oder ist es genau umgekehrt: Die Dienste ergänzen sich, die Anforderungen der Nutzer sind unterschiedlich und die Nutzer wägen ab, ob in ihrer Situation nicht sogar beide Techniken sinnvoll einsetzbar sind. Ergänzen WLAN-Hotspots nicht vielmehr die von den Mobilfunkbetreibern angebotenen UMTS-Dienste? Im Folgenden soll eine Analyse des Bedrohungs- bzw. Ergänzungspotentials durchgeführt werden, das die beiden Techniken bewirkt.

# 1 Technische Grundlagen WLAN

## 1.1 WLAN – Eine Definition

Der Begriff WLAN bezeichnet eine Technik zur Datenübertragung in drahtlosen Netzwerken (WLAN = Wireless Local Area Network). Drahtgebundene Netzwerke (LANs = Local Area Networks) werden durch WLANs dahingehend erweitert, dass nicht mehr zwingend Kabelverbindungen – in neueren Netzwerken Twisted-Pair- oder Glasfaserverbindungen, in älteren Netzen Koaxialkabel – zur Anbindung von netzwerkfähigen Geräten verwendet werden müssen. WLAN ermöglicht es, Geräte durch Funktechnik in bestehende Netzwerke zu integrieren bzw. Netzwerke ohne kabelgebundene Infrastruktur aufzubauen.

## 1.2 WLAN – Die verschiedenen Standards

Im Laufe der Zeit wurden verschiedene Standards für eine drahtlose Datenübertragung von verschiedenen Institutionen verabschiedet. Aktuell verwendete Standards sind:

Standard	Beschreibung
IEEE 802.11	erste Definition eines Standards für drahtlose Netzwerke. Übertragungsrate bis 2 Mb/s, Frequenzbereich 2,4 GHz (Einführung 1997)
IEEE 802.11a	Erweiterung des Standards 802.11 für höhere Datenübertragungsraten (bis 54 Mb/s), Frequenzbereich 5 GHz, daher inkompatibel mit 802.11 und 802.11b/g, Reichweite bis 75 m (Einführung 1999)
IEEE 802.11b	Erweiterung des Standards 802.11 für höhere Datenübertragungsraten (bis 11 Mb/s), Frequenzbereich 2,4 GHz, Reichweite bis 100 m, Interferenzen mit anderen Geräten wie Mikrowelle, schnurlosen Telefonen, ... führen ggf. zu verringertem Datendurchsatz (Einführung 1999)

IEEE 802.11b+	herstellerspezifische Erweiterung von 802.11b (Chipsatz von Texas Instruments, TI), bis 22/44 Mb/s (in homogenen TI-Netzen), Frequenzbereich 2,4 GHz, abwärtskompatibel zu 802.11b (Einführung 2001/2002)
IEEE 802.11g	Erweiterung der Standards 802.11 für Datenübertragungsraten bis 54 Mb/s, Frequenzbereich 2,4 GHz, abwärtskompatibel zu 802.11b, volle Übertragungsrate nur innerhalb geringer Distanzen (Einführung 2003)
Bluetooth	bis 2 Mb/s, Frequenzbereich 2,45 GHz, spezielle Profile für DialUp-Networking/SLIP. Entwicklung nicht für drahtlose Netzwerke auf Basis von TCP/IP, sondern zur schnellen Vernetzung von Geräten untereinander (PDA, Handy) und zur Anbindung von Peripheriegeräten (Scanner, Drucker, ...)
HyperLan/1	bis 20 Mb/s, Frequenzbereich 5 GHz, vollständig ad-hoc-basiert, auf Europa begrenzt, keine Bandbreiten-Garantie
HyperLan/2	bis 54 Mb/s, Frequenzbereich 5 GHz, entwickelt als drahtlose Erweiterung für sowohl ATM, Firewire (IEEE 1394) und digitale Mobiltelefonie, garantierte Bandbreite
IEEE 802.16	kommender Standard für großflächige Netzwerke: WMAN – Wireless Metropolitan Area Network, Reichweite bis 25 km/10 Meilen
IEEE 802.20	kommender Standard für großflächige Netzwerke: WWAN – Wireless Metropolitan Area Network, Reichweite mehr als 25 km/10 Meilen, geringere Datenübertragungsrate als WMAN zugunsten der Reichweite

Quelle: [www.webopedia.com/quick\\_ref/WLANStandards.asp](http://www.webopedia.com/quick_ref/WLANStandards.asp),

Atos Origin, Public Wireless Lan for Telecom Operators

Die Übertragungstechnik nach dem Standard 802.11b hat sich schon jetzt im Bereich der drahtlosen Netzwerkanbindung von Client-Geräten etabliert, einerseits durch die stark gefallen Kosten für die Anschaffung, andererseits durch die einfache Integration in bestehende drahtgebundene Netzwerke, so dass andere Techniken,

die teilweise Vorteile wie beispielsweise verstärkte Sicherheitsarchitekturen bei HyperLan/2 bieten, eigentlich auf dem internationalen Massenmarkt chancenlos sind. Ein weiterer Grund für den Aufbau nach dem Standard IEEE 802.11b/g ist die Tatsache, dass Intel für die Zertifizierung neuer Notebooks/Laptops als „Centrino-based“ zwingend die Verwendung von Komponenten für den Standard IEEE 802.11b vorschreibt.

Deshalb wollen wir uns im Folgenden auf drahtlose Netze (im Folgenden kurz WLAN) nach dem Standard IEEE 802.11b beschränken.

### 1.3 Aufbau von öffentlichen WLAN-Netzen - Hotspots

Es gibt grundsätzlich zwei verschiedene Möglichkeiten oder Modi zum Aufbau von WLAN-Netzen:

- Infrastruktur-Modus

Im Infrastrukturmodus existieren zentrale Komponenten im Netzwerk, so genannte Access-Points. Deren Aufgabe ist die Vermittlung zwischen Client-Geräten (Notebook, PC, Server). Dies erfordert, dass Access-Points verschiedene Arbeitsweisen integrieren: im Modus als Bridge vermitteln sie zwischen über Kabel und drahtlos angebundene(n) Geräten, im Modus als Repeater leiten sie Daten von einem drahtlos angebundene(n) Gerät auf ein weiteres drahtlos angebundene(n) Gerät weiter.

- ad-hoc-Modus

Im ad-hoc-Modus kommunizieren die einzelnen Endgeräte direkt miteinander. Falls keine direkte Verbindung möglich ist, geschieht dies unter Zuhilfenahme dritter Clients, die dann wie im Infrastruktur-Modus als Bridge arbeiten.

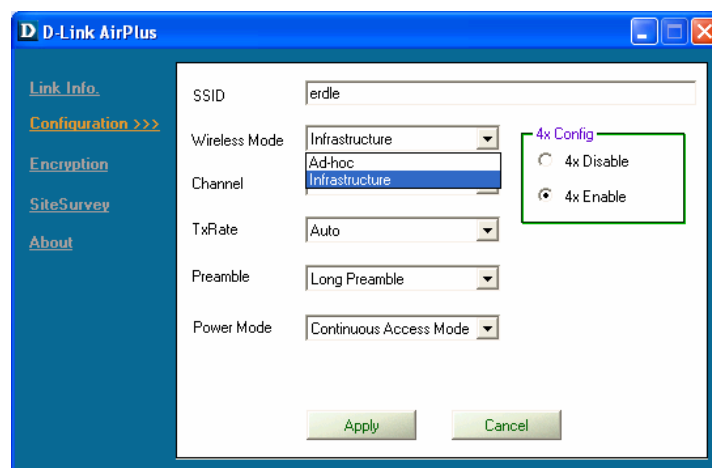


Abbildung 1 - Einstellung ad-hoc/Infrastruktur

Definition **Hotspot**: Ein Hotspot ist ein Gebiet, in dem drahtloser Netzwerkzugang für Nutzer bereitgestellt wird. Hierbei kann es sich sowohl um ein größeres Gebiet mit mehreren Access-Points (Flughäfen) als auch Single-Access-Point-Installationen (z.B. Straßencafé) mit geringer Abdeckung handeln. Die Hotspots sind typischerweise angebunden an größere Netzwerke, zum einen Intranets (Firmen, Flughafen-Benutzernetz) aber auch globale Netze (Internet). Es gibt sowohl Open-Access- als auch Closed-Access-Hotspots. Ein Beispiel hierfür ist der Flughafen Franz-Josef-Strauß in München/Erding: Hier gibt es auf der einen Seite in einigen Terminals für die Fluggäste WLAN-Zugang (Open-Access), auf der anderen Seite aber auch ein flughafeninternes WLAN-Netz das für die Fluggäste nicht zugänglich ist (Closed Access).

#### **1.4 Handover innerhalb von WLANs**

Handover in einem WLAN bedeutet den Wechsel der Basisstation, zu der der Client verbunden ist, ohne dass die Verbindung abreißt.

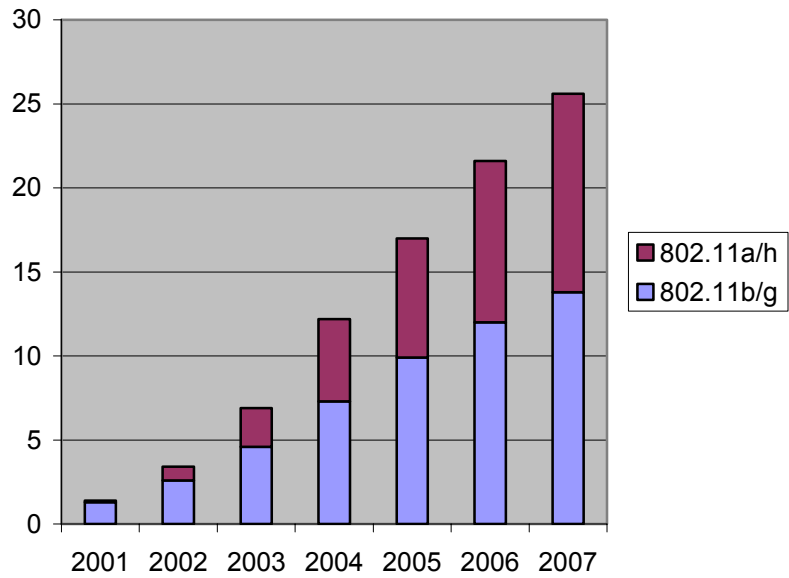
Das Handover innerhalb eines WLANs von einem Access-Point zu einem anderen stellt immer noch ein Problem dar, das erst mit der Einführung des Standards IEEE 802.11f allgemein gelöst werden wird. Handover zwischen verschiedenen WLAN-Access-Points wird clientseitig, also durch die Netzwerkkarte gelöst. Hierbei gibt es verschiedenste herstellerepezifische Implementierungen, die nicht offen gelegte Verfahren verwenden. Teilweise wird Handover auch erst auf Software-, also Treiberebene behandelt, was zu äußerst unterschiedlichen Verhaltensweisen beim Einsatz derselben Karte unter verschiedenen Betriebssystemen führt. Auch ist das Handover abhängig von den Einstellungen der Karte. So ist beispielsweise bei manchen Karten ein Unterschied dahingehend bemerkbar, ob sich die Karte im Stromspar- oder Normalbetriebmodus befindet. Beim Normalbetrieb versuchen manche Karten möglichst lange, ungeachtet der Übertragungsqualität und Signalstärke, bei einem Access-Point zu verbleiben, um Sessions nicht abreißen zu lassen. Dies ist vorteilhaft beispielsweise bei Downloads. Andererseits versucht dieselbe Karte im Stromsparmodus sich gerade zu dem Access-Point zu verbinden, bei dem ihre Signalstärke am höchsten ist, da hierdurch die No-Usage-Zeiten vergrößert werden, wodurch ein höherer Stromspareffekt erzielt werden kann, als der Wechsel des Access-Points verbraucht. Außerdem verbraucht die Karte hierbei zum Senden weniger Energie, da die Signalstärke zum Accesspoint immer optimal gehalten wird.

## **1.5 Anstehende Erweiterungen des Standards und Entwicklungen bei den Endgeräten**

Mehrere Erweiterungen, die spezielle Aspekte von WLAN adressieren, wurden bereits verabschiedet und werden in künftigen Produkten eingesetzt werden:

- Quality of Service: der Standard IEEE 802.11e eignet sich für Video- und Sprachübertragungen, ebenfalls verbessert er die Möglichkeiten der Nutzung von Voice over IP-Diensten (VoIP-Services) durch die Zuteilung von Prioritäten (z.B. Video- oder Audio-Daten bevorzugt zu übertragen) ([www.computerbase.de](http://www.computerbase.de))
- Mobilität: der Standard IEEE 802.11f etabliert Handover-Methoden zwischen Access-Points auch verschiedener Hersteller. ([www.nwfusion.com/details/6043.html](http://www.nwfusion.com/details/6043.html))
- Sicherheit: Der Standard IEEE 802.11i integriert als Eckpunkte erstmals eine Authentifizierung (gemäß IEEE 802.1x, EAP, RADIUS, KERBEROS) sowie eine stärkere Verschlüsselung nach dem Rijndael-Algorithmus (Advanced Encryption Standard, AES) als die bisherigen Standards mit WEP (Wired Equivalent Privacy, max. 128 Bit) und WPA (WiFi Protected Access, bietet dynamische Schlüssel, erfordert Authentifizierung gemäß Extensible Authentication Protocol EAP) (Quelle: [de.wikipedia.org/wiki/wpa](http://de.wikipedia.org/wiki/wpa))

Bei den Endgeräten wird sich der Schritt von IEEE 802.11b mit 11 Mb/s brutto Übertragungsrate auf Geräte nach dem Standard IEEE 802.11g bzw. dessen zu erwartende Erweiterungen mit mindestens 54 Mb/s brutto vollziehen, da die Preise für Endgeräte nach 802.11g sich immer mehr dem Preisniveau der Produkte nach 802.11b annähern und eine höhere Übertragungsrate liefern. Auch denkbar ist ein Ausbau von Infrastruktur basierend auf den Standards 802.11a/h, die im Vergleich zu 802.11b zum einen höhere Datenübertragungsraten spezifizieren, zum anderen aber auch durch die Nutzung des 5 GHz Frequenzbereiches kaum Interferenzstörungen mit anderen Geräten ausgesetzt sind. Der Absatz entsprechender b/g- bzw. a/h-Hardware wird sich voraussichtlich in etwa angleichen.



**Abbildung 2 - Absatz WLAN-Karten (Quelle: ARC Group)**

Entsprechend wird sich auch die Entwicklung beim Verkauf von WLAN-Access-Points verhalten mit einer Annäherung der Verkaufszahlen von b/g- und a/h-Geräten.

## 2 Einsatzgebiete und Entwicklungen öffentlicher WLANs

Nachfolgend wird, ausgehend vom Jahr 2002, die voraussichtliche Entwicklung der Anzahl der Hotspot-Installationen als auch die Entwicklung der Nutzerzahlen und deren Bedeutung für die Einsatzgebiete von öffentlichen WLANs dargestellt.

### 2.1 Entwicklung der Hotspot-Installationen

Die Anzahl der öffentlichen WLAN-Installationen wird sich innerhalb der nächsten Jahre massiv erhöhen, da vor allem Geschäftskunden das Angebot von WLAN annehmen und hierfür auch adäquate Nutzungsgebühren bezahlen, wenn es nicht nur punktuell (2002) sondern an möglichst vielen Orten (2007/2008) verfügbar ist. (Quelle: Gartner, Public Wireless WLANs):

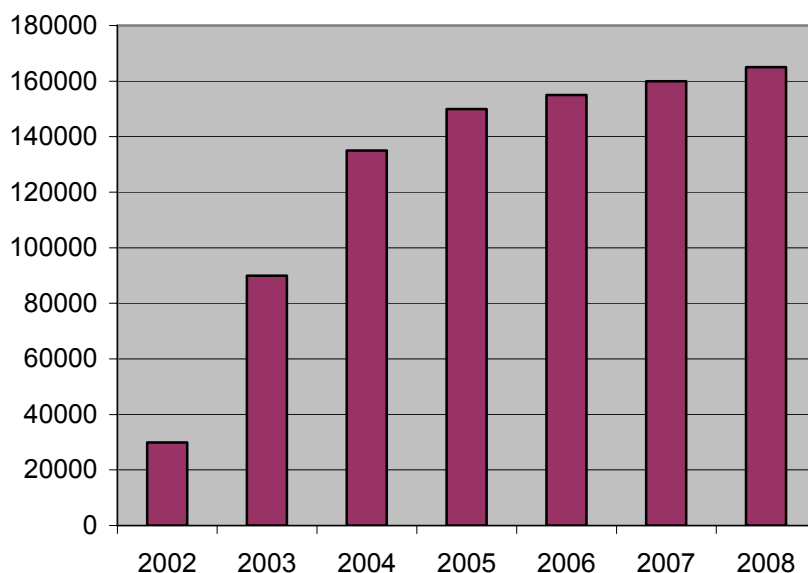


Abbildung 3 - Entwicklung Hotspot-Installationen (Quelle: Datamonitor)

### 2.2 Entwicklung der Nutzerzahlen

Auch die Nutzerzahlen der Hotspots weltweit werden voraussichtlich drastisch ansteigen. Hier ist erkennbar, dass vor allem die Region Asien im Vergleich zu den anderen Regionen überproportional an Benutzern gewinnt. In der Region Amerika wird sich eine Marktsättigung bei etwa 25 Mio. Nutzern ergeben, für Europa etwa bei 22 Mio. Nutzern, wohingegen in Asien keine Abschwächung des Absatzes abzusehen ist (vgl. Marktsituation Asien).

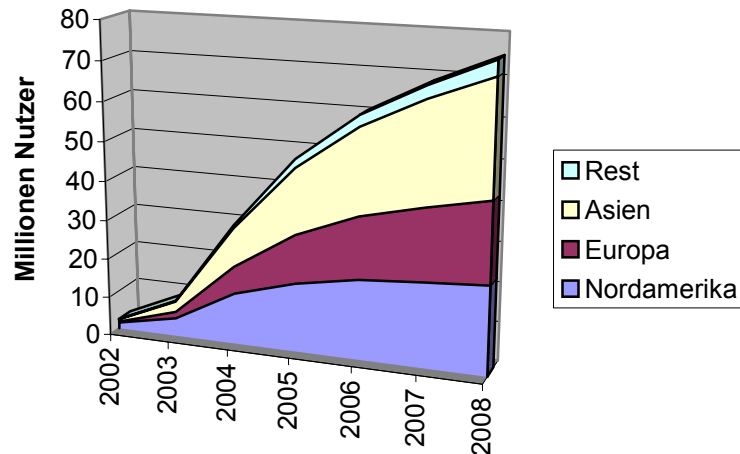


Abbildung 4 - Entwicklung Anzahl WLAN-Nutzer (Quelle: Datamonitor)

### 2.3 Einsatzgebiete

Beim Aufbau von Hotspots ist also zu berücksichtigen, wo die Kunden erreicht werden können, wo also genügend hoher Nutzerverkehr besteht, solche Investitionen zu rechtfertigen. Lokalitäten für die Einrichtung von Hotspots wären in Zukunft etwa:

- Flughäfen, Bahnhöfe: Vor allem Business-Kunden, die großteils mit Notebooks reisen, können während Wartezeiten mittels WLAN ihre Geschäfte weiterführen und ihre gewohnte Arbeitsumgebung verwenden, ohne aufwändig verschiedene Geräte (Handy, Notebook, ...) synchron halten zu müssen.
- Hotels: in Konferenz-Zentren, öffentlichen Bereichen, und Zimmern großer renommierter Hotels, da hier die Kundschaft etwas derartiges erwartet.
- Hotspots innerhalb von Gemeinden: Bürgern einer Gemeinde soll die Möglichkeit zum einfachen Zugriff auf lokale Informationen sowie das Internet gegeben werden. Dies ist vor allem an stärker frequentierten Orten wie Bibliotheken, Gemeindezentren, Informationspunkten (bei höherem Touristen-aufkommen) sinnvoll.
- Firmenkette: Firmen wie Starbucks und McDonalds bieten ihren Kunden schon jetzt die Möglichkeit, während des Aufenthaltes die zur Verfügung stehende WLAN-Infrastruktur zu nutzen.

- Firmen: Auch größere Firmen könnten durch die Errichtung eines Hotspots beispielsweise Besuchern, Lieferanten, etc. spezielle Informationen und Portale zur Verfügung stellen. Hierbei ist jedoch für die einzelnen Firmen abzuwägen, ob für sie eine WLAN-Infrastruktur eher Vorteil oder Nachteil (beispielsweise in Bezug auf Sicherheitsaspekte in den Netzen) bringen würde. So ist beispielsweise bei BMW die Nutzung des Firmen-WLANs für externe Personen nicht nutzbar.
- Flugzeug/Zug: Hier gibt es erste Pilotprojekte, die den Nutzern WLAN in Verkehrsmitteln zur Verfügung stellen. Ein Beispiel hierfür ist das Projekt Connexion der Firma Boeing, wodurch Passagieren während des Fluges mobile Datenkommunikation über WLAN ermöglicht wird.

### **3 Geschäftsmodelle für öffentliche WLANs**

Öffentliches WLAN bezeichnet die Infrastruktur, die ein Anbieter anderen Personen oder Einrichtungen entgeltlich oder unentgeltlich zur Verfügung stellt. Im Unterschied zu Firmen-WLANs bei denen der Zugriff normalerweise nur Mitarbeitern gestattet wird, ist der Zugriff auf öffentliche WLANs nicht vom Status (Mitarbeiter, Geschäftspartner, ...) des Nutzers abhängig.

Für den Betrieb von öffentlichen WLANs gibt es nach einer Studie von Datamonitor verschiedene Geschäftsmodelle für Wireless Internet Service Providers (= WISP), die im Folgenden mit Beispielen gegenübergestellt werden sollen.

#### **3.1 Unabhängige Anbieter / Independants**

Unabhängige Anbieter haben vor allem dahingehend Vorteile, dass sie das von ihnen zur Verfügung gestellte Netzwerk selbst verwalten und kontrollieren können.

Nachteilig wirkt sich auf unabhängige Anbieter natürlich aus, dass sie sehr hohe Anfangsinvestitionen zu tragen haben, da sie die gesamte Infrastruktur selbst aufbauen und betreiben müssen (Access-Points, Uplinks an ISPs, Billing-Systeme, etc.).

Da unabhängige Anbieter im Allgemeinen kleinere Start-up-Unternehmen sind, stehen ihnen die dafür notwendigen großen Geldmittel i. d. R. nicht zur Verfügung.

Beispiel: MobileStar

Dieser Anbieter wollte insgesamt 2000 Hotspots in Cafés, Hotels und Flughäfen basierend auf 802.11b installieren und dies bei Investitionskosten von \$ 15.000 (Cafés) bis \$ 30.000-\$ 50.000 (Hotels) in Hardware, sowie monatlichen Betriebskosten - bedingt durch den Uplink eines Standortes (T1, 1544 Mb/s) - von etwa \$ 400 (Quelle: ARC Group). Um nun eine ausreichende Nutzeranzahl zu erreichen, müssen mehrere Millionen erst einmal vorgestreckt werden. Hierbei überschätzte sich der Anbieter und ging Konkurs.

Inzwischen gehen die unabhängigen Anbieter den Weg, dass sie die Installationskosten mit den Unternehmen, in deren Gebäude/Bereich der Hotspot entstehen soll, teilen und diese im Gegenzug am Umsatz, der durch das Netz erzielt wird, beteiligen.

### **3.2 Virtual WISPs**

Virtual WISPs haben als Hauptkundschaft „Roaming Users“, d.h. Benutzer, die sich von Hotspots eines Providers zu Hotspots eines anderen bewegen. Sie vereinigen einzelne Netzwerke unter einem gemeinsamen Namen und stellen sie Ihren Nutzern als Gesamtheit zur Verfügung.

Beispiel: Boingo Wireless

Boingo Wireless schloss mit verschiedenen Hotspot-Betreibern Verträge, um etwa 750 öffentliche Zugriffspunkte in Flughäfen, Hotels und Coffee-Shops unter einem Namen anzubieten. Dieses Vorgehen bietet beiden Seiten Vorteile: die Betreiber können sich auf ihr Kerngeschäft, die Installation und Administration von WLAN-Netzen beschränken, Boingo kann sich ganz auf seine Werbekampagnen konzentrieren. Boingo bezahlt an die Betreiber pro Verbindung, die ein Boingo-Nutzer herstellt. Die Nutzung ist für den Betreiber technisch kein Problem: Sobald sich ein Boingo-Benutzer an dem jeweiligen Betreiber-Netz anmeldet, wird die Authentifizierung an Boingo übertragen und dort geprüft. Der Betreiber muss also keine zusätzlichen Investitionen in Authentifizierungsmechanismen tätigen.

Kostenmodell für den Enduser:

Boingo-AsYouGo	\$ 7,95 / Tag	Einmal 24 Std. Zugang an einem Ort
Boingo Pro	\$ 24,95 / Monat	Zehnmal 24 Std. Zugang
Boingo Unlimited	\$ 74,95 / Monat	unbegrenzter Zugang

### **3.3 Werbefinanzierte WISPs**

Werbefinanzierte öffentliche WLANs dienen beispielsweise zur Absetzung von Mitkonkurrenten in einem Produktbereich, der nicht zwingend etwas mit WLAN-Technologie zu tun hat. Beispielsweise bieten manche Fluggesellschaften ihren Kunden in den so genannten Business-Lounges kostenlosen WLAN-Zugang, um sich von anderen Fluggesellschaften abzusetzen und somit für den Kunden einen weiteren Anreiz zu schaffen, auch in Zukunft mit dieser Airline zu fliegen.

Beispiel: Newbury Open Network

Die Firma Tech Superpowers ist Lieferant und Service-Dienstleister für Apple-Macintosh-Computer für kleine und mittelständische Unternehmen. In Boston errichtete die Firma das Newburn Open Network, dem neue Mitglieder gegen eine Einrichtungsgebühr, jedoch ohne weitere laufende Kosten beitreten können.

### **3.4 Gemeinschaftsnetze**

Durch die immer weiter zunehmende Verbreitung von WLAN-Technologie nicht nur in Firmen, sondern auch in privaten Haushalten, entstehen in Städten immer mehr und größere privat betriebene „öffentliche“ Netze, die es Benutzern erlauben, im gesamten Abdeckungsbereich den Service WLAN zu nutzen. Hierbei handelt es sich um einen freiwilligen Beitrag der jeweiligen Benutzer, die ihre private WLAN-Infrastruktur (Access-Points, Repeater, Breitband-Uplink) kostenlos anderen Nutzern zur Verfügung stellen. Auch Universitäten wie die TU München stellen ihren Studenten kostenlosen WLAN-Zugang innerhalb ihres Geländes zur Verfügung.

Beispiel: Seattle Freenet

Im Jahr 2002 bestand dieses Netz aus etwa 100 Knotenpunkten, womit fast die komplette Stadt abgedeckt war.

Eine eher kriminelle Ausprägung der Nutzung privater WLANs ist das Eindringen in vom Betreiber unwissentlich offen gelassene Netze, das so genannte Wardriving. Es handelt sich hierbei fast um einen Sport, möglichst viele offene Netze zu finden. Es hat sich eine eigene Symbolsprache entwickelt, die, beispielsweise an Hauswänden aufgezeichnet, Eingeweihten den Zugang zu diesen Netzen ermöglicht.

### **3.5 Telekommunikationsanbieter**

Telekommunikationsanbieter haben durch ein Investment in öffentliche WLANs die Möglichkeit, innerhalb der Ertragskette an mehreren Positionen aufzutreten und somit ihren prozentualen Anteil am Gewinn durch öffentliche WLANs zu erhöhen. So ist beispielsweise die Deutsche Telekom durch ihre Tochterfirmen T-Com (Festnetz, Backbone-Betreiber), T-Online (Internet Service Provider), T-Mobile (Mobilfunkanbieter) und T-Systems (Systemintegrator) in allen Bereichen, außer dem Besitz von Gelände, auf dem das WLAN entsteht, vertreten, es müssen also nicht die Dienste externer Anbieter in Anspruch genommen werden, was dem Telekommunikationsunternehmen einen höheren Anteil am Gewinn einbringt.

Beispiel: Flughafen München

Hier kann beispielsweise innerhalb eines von T-Mobile betriebenen WLAN-Netztes durch Anwahl einer speziellen Nummer vom Mobiltelefon aus ein Zugangscode für das öffentliche WLAN erhalten werden (je nach Modell volumen- oder zeitbasiert), die Nutzung wird über die normale Mobilfunkrechnung abgerechnet. Alternativ

besteht für Nicht-T-Mobile-Kunden die Möglichkeit, den Service mittels Pre-Paid-Codes zu Nutzen.

## **4 Technische Entwicklungsgeschichte Mobilfunk**

Die Verbreitung von Mobilfunk hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten rasend schnell entwickelt. Von den ursprünglichen, analogen Netzen der ersten Generation mit nur wenigen Kunden, über die allen bekannten GSM-Netze, die zweite Generation, bis hin zu der wohl momentan am weitesten verbreiteten 2.5er Generation, den durch die Fähigkeit zur Paketdatenvermittlung erweiterten GSM-Netzen (GPRS-Netze).

Was jetzt als nächstes kommen wird, wie sicher jeder schon über die Nachrichten und die Diskussionen um die Ersteigerung der entsprechenden Lizenzen zur Nutzung definierter Bandbreiten in einem definierten Spektrum festgestellt hat, wird UMTS sein, das Mobilkommunikationsnetz der dritten Generation.

Erstmal jedoch zu einem geschichtlichen Abriss der Mobilfunkentwicklung in Deutschland beziehungsweise Europa.

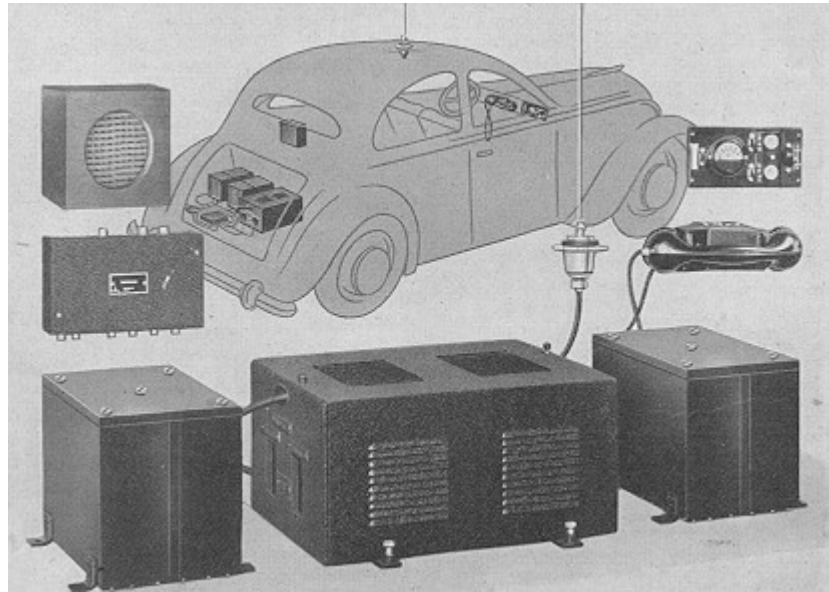
### **4.1 Erste Mobilfunknetze – A-Netze**

Bereits im Jahre 1918 startete die Deutsche Reichsbahn im Raum Berlin Versuche mit Funktelefongesprächen aus fahrenden Zügen. 1926 konnten dann auf der Strecke Berlin-Hamburg die Fahrgäste der ersten Klasse einen Funktelefondienst nutzen. Die Antennen im Zug waren auf den Wagendächern längs gespannte Drähte, als ortsfeste Sende- und Empfangsantennen dienten die entlang der Eisenbahnstrecken verlaufenden Telegrafleitungen. In den 30er- und 40er-Jahren wurden verschiedene Versuche im Mittel- und Kurzwellenbereich durchgeführt.

Das weltweit erste Mobilfunknetz entstand in den USA im Jahre 1946.

Die Entwicklung der UKW-Technik in Deutschland nach dem Krieg ebnete dann Anfang der 50er-Jahre in verschiedenen Regionen Deutschlands lokalen Netzen den Weg, wie dem Hafen- oder Rhein-Funk oder dem Stadtfunk-Dienst.

Das erste echte Netz für mobile Kommunikation in Deutschland war das 1958 von der Bundespost gestartete A-Netz. Gespräche in diesem analogen Netz, das rein handvermittelt arbeitete, mussten noch abgebrochen werden, sobald man den Funkbereich einer Basisstation verlassen wollte. Im benachbarten Funkbereich konnte das Gespräch dann mit Hilfe des netten Fräuleins an der Vermittlungsstelle wieder aufgenommen werden.



**Abbildung 5 - Autotelefon aus den 50er Jahren (Quelle: handy-seiten.de)**

Das A-Netz arbeitete mit einer Trägerfrequenz von 150 MHz. Durch die Kosten eines solchen mobilen Anschlusses bedingt, blieb das Telefonieren unterwegs ein Privileg der reichen Gesellschaftsschicht und derer, die es beruflich nutzten, wie z.B. Politiker, Unternehmer und ähnliche Berufsgruppen, die viel Arbeit unterwegs zu erledigen hatten. Trotzdem war das A-Netz seinerzeit das größte flächendeckende Mobilfunknetz der Welt. Die Hardware war noch sehr unhandlich, da sie auf Röhrentechnik basierte. Teilweise wurde, wie auch auf dem Bild zu sehen ist, der größte Teil des Kofferraumes eines durchschnittlichen Autos benötigt. Die Kosten für ein solches Gerät lagen bei 8.000,- bis 15.000,- DM. Der monatliche Grundpreis war noch sehr hoch. Die höchste Teilnehmerzahl lag knapp über 10.000, 1977 wurde der Betrieb endgültig eingestellt.

#### **4.2 Analoge Weiterentwicklung – B-Netze**

1972 ging das technisch wesentlich fortschrittlichere B-Netz in Betrieb, das in Österreich 1974 gestartet wurde. Ein großer Vorteil dieser Weiterentwicklung war erstmals die Möglichkeit des Selbstwählverkehrs in beiden Richtungen. Der Nachteil war allerdings, dass der Anrufer wissen musste, in welchem Vorwahlbereich sich der Mobilteilnehmer aufhielt (z.B. 0611-05-Rufnummer für einen Teilnehmer der sich im Bereich Frankfurt aufhielt). Zunächst gab es 16.000 Teilnehmer, nach Erweiterung

der Funkkanäle waren dann bis zu 27.000 Teilnehmer im B-Netz gemeldet. Es war sogar im begrenzten Rahmen Roaming möglich, da in den Nachbarländern Österreich, Niederlande und Luxemburg ähnliche Netze aufgebaut wurden. Der Frequenzbereich war auch hier im 150 MHz-Band. Der monatliche Grundpreis betrug anfangs 270,- DM später 120,- DM, der Preis eines Autotelefon betrug ca. 12.000,- DM. Ende 1994 ging das B-Netz endgültig außer Betrieb.

### **4.3 Einführung von Zellen – C-Netze**

Das C-Netz startete in Deutschland 1985, in Österreich schon im November 1984. Mit Hilfe dieses Netzes war man erstmals im ganzen Bundesgebiet unter einer Rufnummer, ohne regionaler Vorwahl, erreichbar. Gleichzeitig wurden in anderen europäischen Ländern ähnliche Systeme eingeführt, die aber meist nicht kompatibel waren, wodurch wieder kein sinnvolles Roaming möglich geworden war. Der Hauptunterschied zum bisherigen B-Netz war, dass es sich um ein zelluläres System handelte. Durch die Vielzahl von Basisstationen waren geringere Sendeleistungen erforderlich, dies bedeutete geringeren Stromverbrauch, weniger erforderliche Akkukapazität und somit kleinere Geräte. Außer den fest eingebauten Autotelefonen gab es auch bald tragbare Geräte (das erste kam 1987 von Siemens auf den Markt), etwa in der Größe eines Kofferradios und schließlich sogar die ersten Handys. Endlich konnten auch mobile Datenverbindungen über DATEX-L und Faxverbindungen hergestellt werden, allerdings nur mit einer geringen Datenübertragungsrate von 2400 Bit/s. Die Trägerfrequenz war bei 450 MHz, die maximale Teilnehmerzahl Mitte 1993 betrug 803.000. Der Monatsgrundpreis betrug anfangs 120,- später 19,- DM. Dieses durchaus schon recht fortschrittliche, mobile Netz lief in Deutschland noch bis ins Jahr 2000.

### **4.4 Alternative zu Mobiltelefonen**

Viele derer, die sich nicht mit den neuartigen mobilen Telefonen anfreunden konnten, oder für die sie einfach zu teuer waren, behelfen sich mit so genannten Pägern zu mobiler Kommunikation. Paging basiert darauf, über eine meist zentrale Stelle, kurze Nachrichten auf sehr kleine, leichte Empfänger zu senden, die sich beim Empfang auf die eine oder andere Weise bemerkbar machen. Dieses System kann durchaus als Vorläufer der SMS gesehen werden, wobei das Paging noch keinen netzunabhängigen Nachrichtenaustausch und schon gar kein Roaming beinhaltete.

Auch die Möglichkeit der direkten Antwort fehlte meist, was jedes Mal wieder einen Anruf bei dem Paging-Center erforderlich machte. Die ersten Geräte für den professionellen Gebrauch wurden bald durch kleinere, buntere Pager erweitert, die sich vor allem an eine jugendliche Klientel richteten.

Diese Technologien waren jedoch immer noch auf ziemlich engen Raum beschränkt (im wesentlichen Zentraleuropa) und hatten mit den Standards aus anderen Ländern keine Möglichkeit zur Kommunikation vorgesehen.

#### **4.5 Erste digitale Netze – D-Netze**

Bereits 1982 starteten Vertreter von Telekommunikationsunternehmen aus 26 europäischen Ländern eine Initiative zur Vereinheitlichung des mobilen Kommunikationsnetzes für mehr Kundenfreundlichkeit und Flexibilität. Daraus resultierte die Groupe Spécial Mobile (GSM), mit dem Ziel, Spezifikationen für ein europaweites Mobilfunknetz festzulegen. Als eines der Hauptziele dieses Gremiums wurde ein digitales Netz angepeilt, was bessere Sprachqualität und zusätzliche Anwendungen über reine Sprachkommunikation hinaus ermöglichen sollte.

Der angestrebte Frequenzbereich für das GSM-Netz lag zunächst nur bei 900 MHz. Als 1991 anlässlich der in Genf stattfindenden ITU-Messe Telecom ein Pilotnetz erfolgreich vorgestellt werden konnte, begannen die Netzplanung und der Netzaufbau in einigen europäischen Ländern Gestalt anzunehmen, bis 1992 schließlich GSM offiziell eingeführt wurde. 1993 waren bereits 36 GSM-Netze in 22 Ländern aktiv, 1999 gab es bereits 239 derartiger Netze in insgesamt 108 Ländern weltweit, mittlerweile sind es 400 Netzbetreiber in insgesamt 197 Ländern weltweit.

In Deutschland startete GSM unter dem Namen D-Netz, mit welchem das erste Mal ein Konkurrenzkampf im Telekommunikationsmarkt entbrannte, da zwei Anbieter zeitgleich mit ihren Netzen die Bevölkerung zu mobiler Kommunikation einluden. Diese beiden ersten Netzbetreiber – Deutsche Telekom (D1) und Mannesmann Mobilfunk (D2) – starteten mit ihren Netzen nach einer etwa einjährigen Versuchsphase Mitte 1992. In Österreich wurde die GSM-Technik im Dezember 1993 unter der Bezeichnung E-Netz eingeführt. Die damalige Ausbauplanung sah vorerst nur Netzkapazitäten für jeweils vier Millionen Teilnehmer vor, was nach mehrfachem Ausbau auf über 30 Millionen mögliche Teilnehmer in den beiden großen D-Netzen erweitert wurde.

1994 kam eine weitere Lizenz für ein auf dem GSM-Standard basierendes, mobiles Netz in Deutschland hinzu, dessen Träger im 1800 MHz Frequenzband lag. Ende 1998 ging ein weiterer deutscher Mobilfunkanbieter, VIAG Interkom, heute O<sub>2</sub>, mit an den Start.

Ursprünglich war vorgesehen, dass sich alle Geräte im GSM-Netz die gesamte mögliche Übertragungsrate gleichmäßig teilen, was zu so genannten virtuellen Kanälen führte. Beim GSM Standard hatte so ein Kanal eine maximale Übertragungsrate von 9,6 kBit/s, was sich mit Hilfe eines Compressed Mode mit verringerter Fehlerkorrektur auf 14,4 kBit/s steigern ließ. Für Sprachübertragungen war diese Bandbreite gut geeignet, für Datenübertragungen hingegen quälend langsam. Um diesen Nachteil etwas zu mildern, wurden von den GSM-Netzbetreibern zwei neue Erweiterungen nachgerüstet: GPRS und HSCSD ermöglichen es, mehrere virtuelle Datenkanäle zu bündeln, um so die Übertragungsrate zu erhöhen. Bei HSCSD nutzt das Mobilfunkgerät zur Zeit bis zu vier feste Datenkanäle und ermöglicht so Übertragungsraten von insgesamt 57,6 kBit/s. HSCSD funktioniert bereits sehr zuverlässig, hat jedoch den Nachteil, dass das Netz stärker beansprucht wird, da mehrere Datenkanäle belegt werden. Ein Netz, wie das von E-Plus, welches noch ausreichend Reserven besitzt, kann diese zusätzliche Belastung leicht verkraften. Ein schon jetzt an der Kapazitätsgrenze stehendes Netz, wie das vom britischen Mobilfunkriesen Vodafone (der in Deutschland Mannesmann Mobilfunk erwarb), wäre zur Zeit bei intensiver Nutzung dieses Verfahrens hoffnungslos überlastet. Somit ist es auch noch schlimmer, dass alle Kanäle belegt bleiben, so lange das HSCSD-Handy „online“ ist, auch dann, wenn der Nutzer am anderen Ende gerade keine Daten überträgt.

Diesen Nachteil gleicht GPRS aus, indem es jedem Mobilfunkgerät dynamisch einen Anteil an den insgesamt im Netz vorhandenen Kapazitätsreserven zuteilt. GPRS arbeitet dabei paketorientiert, es werden keine festen Datenkanäle reserviert. Ein eindeutiger Nachteil von GPRS ist, dass die Übertragungsrate gegen null sinkt, falls keine Kapazitätsreserven vorhanden sind, weil das Netz schon stark ausgelastet ist oder weil viele Nutzer gleichzeitig Daten übertragen wollen.

Der GSM-Standard wurde als erster Mobilfunkstandard endlich nahezu weltweit eingeführt, was die Möglichkeit eröffnete, das Handy mit auf Reisen zu nehmen, um mal schnell zuhause anrufen zu können. Mittlerweile kann in sehr vielen Ländern weltweit mit GSM-Telefonen kommuniziert werden. Diese Erneuerung in mobiler

Kommunikation hatte nicht nur Vorteile für den Kunden, sondern auch für die Mobilfunkunternehmen, die grenzüberschreitende Kooperationen schlossen, um mehr Geld an den immer häufiger auftretenden Gesprächen von Mobilfunkkunden im Ausland zu verdienen.

Insgesamt sind mittlerweile über 60 Millionen Teilnehmer in den GSM-Netzen Deutschlands erreichbar. Die Entwicklung der Teilnehmerzahlen in den deutschen Mobilfunknetzen, über die sich Studien im Allgemeinen einig sind, zeigt, dass momentan eine Art Sättigung erreicht ist. Der Umstieg auf neue Netztechnologien und damit die Akquise neuer bzw. die „Umwidmung“ bestehender Kunden wird damit wohl nur bewirkt werden können, wenn Kunden etwas 'Neues' geboten wird, das zu einem Umstieg reizen könnte.

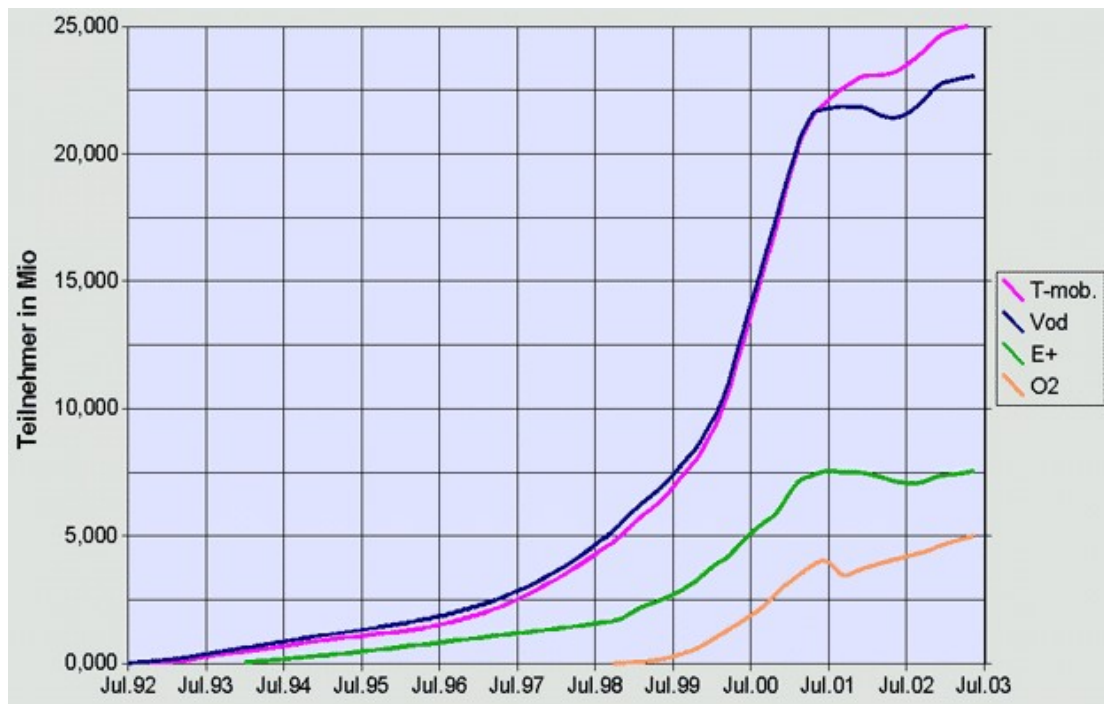


Abbildung 6 - Teilnehmerentwicklung Deutschland (Quelle: handy-seiten.de)

## 5 UMTS – Die neue Entwicklung

Das vorher angesprochene Kundenpotential soll nun, als das 'Neue', UMTS herausfordern und weiter ausbauen. Im Jahr 2002 waren im Schnitt schon über 70% der Westeuropäer mit einem Mobiltelefon ausgestattet, was die Größe dieses Marktes erst anschaulich macht.

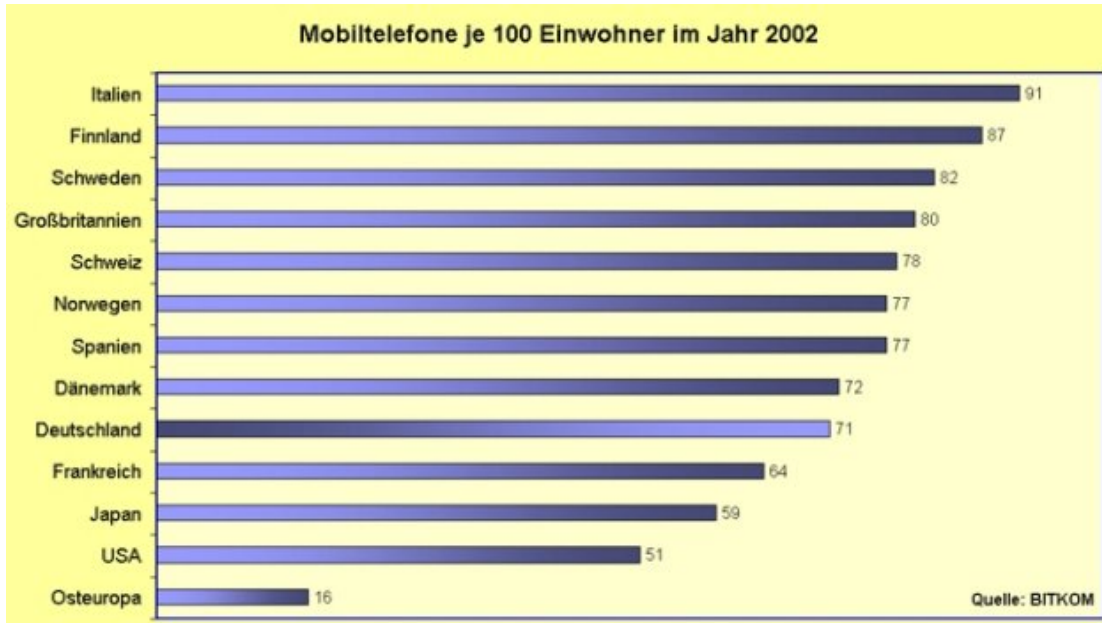


Abbildung 7 - Durchschnittlich 70% der Westeuropäer mit Mobiltelefon

UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) ist konzipiert als mobiles Hochgeschwindigkeitsnetz mit der Möglichkeit, auch bei höheren Reisegeschwindigkeiten noch mit akzeptabler Übertragungsleistung Daten auszutauschen. Die Standardisierung von UMTS als allgemeinem Nachfolger für die vorher vorgestellten Netze der zweiten Generation wurde von der ITU (International Telecommunication Union) durchgeführt und neben den Hardwareherstellern Ericsson und Nokia auch von dem weltweit größten Mobilfunk Diensteanbieter DoCoMo vorangetrieben. Wie die letzte Entwicklung in der Mobilkommunikation gezeigt hat, werden immer mehr *Datendienste* von den Kunden genutzt, was sicher durch eine Erhöhung der Übertragungsgeschwindigkeit noch attraktiver wird. Diese Möglichkeiten werden durch einige technische Neuerungen geschaffen, die im Folgenden erläutert werden.

## **5.1 Technische Daten**

UMTS wurde als Weiterentwicklung von GSM bzw. GPRS eingeführt, um den zukünftigen Erwartungen an Kommunikationsnetze den Weg zu ebnen, die unter anderem mehr Datenverkehr umfassen sollen.

Es gibt für UMTS verschiedene Übertragungsverfahren, wobei momentan das Wichtigste wohl das so genannte WCDMA-Verfahren (Wideband Code Division Multiple Access) ist, das im Gegensatz zu GSM, welches sich auf ein Zeitmultiplex Verfahren stützt, die Daten innerhalb einer Funkzelle, die auf derselben Frequenz gesendet werden, zum gleichen Zeitpunkt überträgt. Die Trennung der einzelnen Datenströme erfolgt über unterschiedliche Codewörter, mit denen das Signal codiert und als Summensignal übertragen wird. Die Codes werden vor der Übertragung zwischen Sender und Empfänger ausgehandelt damit beide den gleichen verwenden. Die verschiedenen Frequenzbänder, die für die Übertragung verwendet werden können, liegen für den Uplink, das heißt vom mobilen Endgerät zur Basisstation, zwischen 1920 MHz und 1980 MHz, sowie für den Downlink, also die Gegenrichtung, zwischen 2110 MHz und 2170 MHz. Ähnlich wie schon bei GPRS, das als Weiterentwicklung von GSM den paketorientierten Datenaustausch ermöglicht, teilen sich so die Teilnehmer dynamisch, je nach Auslastung der Funkzelle und Entfernung zwischen Sender und Mobilterminal, die insgesamt zur Verfügung stehende Bandbreite. Ein weiterer Punkt, der die Kommunikationsgeschwindigkeit verringern kann, ist die Bewegungsgeschwindigkeit des Mobiltelefons, zum Beispiel im Auto oder Zug. Im Allgemeinen lässt sich mit diesem Verfahren aber die Übertragungsrate erhöhen und die Netzressourcen können optimal genutzt werden.

Der entscheidende Unterschied zwischen der GSM- und der UMTS-Technologie liegt in der Bandbreite der genutzten Frequenzen. In den D- und E-Netzen betragen diese etwa 200 kHz, bei UMTS hingegen sind es 5 MHz - das ist der 25fache Wert. Nur diese großen Frequenzspektren ermöglichen die schnellen Datenübertragungsraten. UMTS kann theoretisch Übertragungsraten bis zu 2 MBit/s anbieten, in der Praxis planen die Netzbetreiber derzeit Bandbreiten von bis zu 384 kBit/s. Auch die derzeit verfügbaren Endgeräte sind für diese, ansonsten von „T-DSL light“ bekannte Übertragungsrate ausgelegt. T-Mobile und O<sub>2</sub> haben ihre Netze derzeit sogar auf 128 kBit/s begrenzt, was der Performance von zwei ISDN-B-Kanälen entspricht. Für

ländliche Regionen ist auch eine Basisversorgung mit 64 kBit/s angedacht. Diese bringt immerhin noch kleine Geschwindigkeitsvorteile gegenüber HSCSD und GPRS, vor allem sorgt die Ausweichmöglichkeit auf UMTS in diesem Fall aber für eine Entlastung der bisherigen Netz-Infrastruktur.

Zudem zeichnen sich UMTS-Netze durch eine neuartige Zellenstruktur aus. Die kleinste Zelle ist die Pikozone mit einem Durchmesser von unter hundert Metern. Mit Pikozen werden so genannte 'Hotspots', Bürogebäude, Hotels, Flughäfen, Messen und ähnliches, versorgt. Die Mikrozone mit einer Ausdehnung von bis zu mehreren Kilometern versorgt ganze Stadtbereiche. Für Vororte gibt es die Makrozone mit einer Reichweite von über 20 Kilometern. Hyper- und Umbrella-Zellen, die im globalen Konzept von UMTS auch als Weltzellen bezeichnet werden, haben eine Ausdehnung von bis zu mehreren hundert Kilometern.

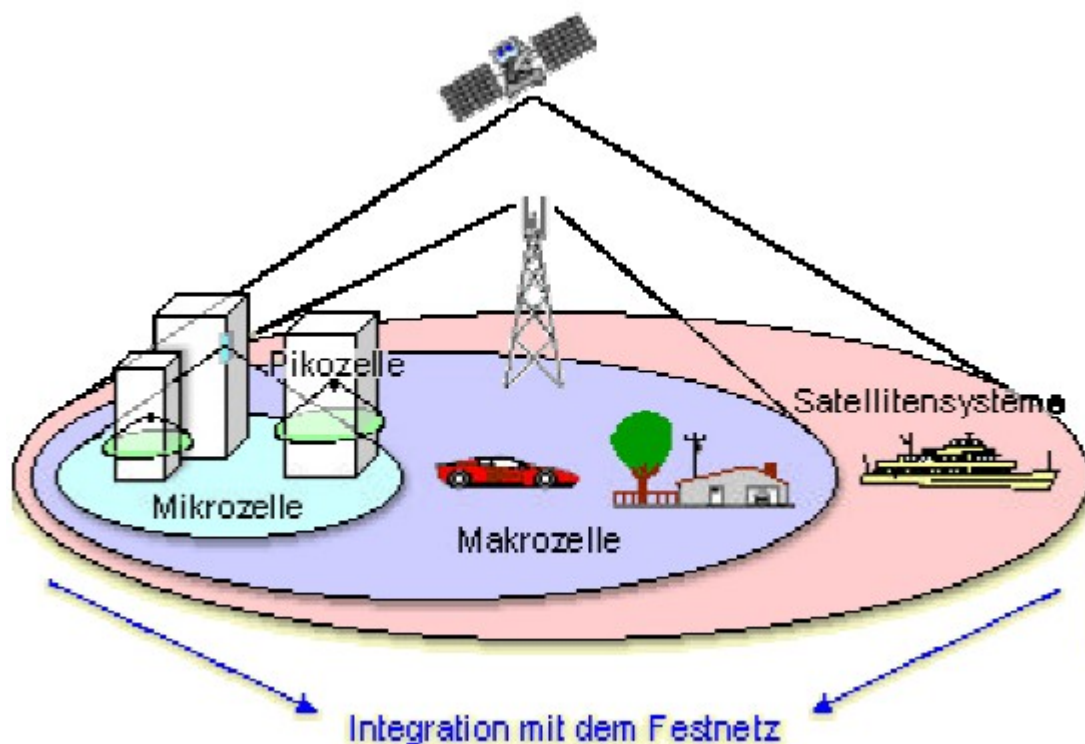
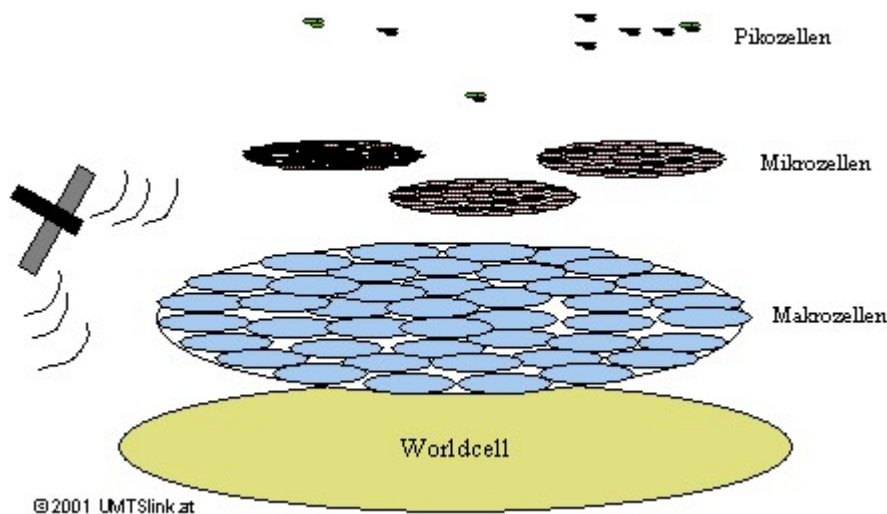


Abbildung 8 - Zellen bei UMTS (Quelle: informatik.uni-mannheim.de)

Diese Zellen bestimmen unter anderem die mögliche Übertragungsrate und die erlaubte Reisegeschwindigkeit, um die Datenraten zu erhalten. Die Charakteristika der Zellen sind auf die jeweiligen Anwendungsbereiche zugeschnitten, so sind in den Pikozen, die eine ungefähre Reichweite von 15 m haben werden, nur Geschwin-

digkeiten bis zu 10 km/h erlaubt, wobei aber Datenübertragungsraten von bis zu 2 Mbit/s erreicht werden können. Die in nächster Zeit wohl wichtigste Zelle, die Mikrozele, die umgesetzt werden soll auf Stadtgebiete, hat eine Reichweite von durchschnittlich 300 m wobei hier dann auch schon höhere Reisegeschwindigkeiten bis zu 120 km/h erlaubt sind, was natürlich die Übertragungsrate auf 384 KBit/s sinken lässt. Die Makrozele, die vor allem für Vororte und ländliche Gebiete vorgesehen sind, lassen in ihrem Funkbereich von bis zu 20 km eine Datenrate von bis zu 144 kBit/s zu, was etwas mehr als zwei gebündelten ISDN-Kanälen entspricht. Die erlaubte Bewegungsgeschwindigkeit des Endgerätes liegt hier dafür schon bei 500 km/h was nur von den Globalzellen mit bis zu 1000 km/h übertroffen wird, die bei gleicher maximaler Übertragungsrate den Rest der Welt über Satelliten versorgen sollen. Aktuell werden lediglich Mikro- und Makrozele aufgebaut.

Nachfolgend wird noch graphisch die Hierarchie der UMTS-Zellen dargestellt, wobei die Pico-Zellen die oberste Stufe einnehmen, da sie die höchste Übertragungsrate bieten.



**Abbildung 9 - Aufteilung Zellen bei UMTS (Quelle: umtslink.at)**

Wie gut eine Verbindung im UMTS-Netz ist, hängt auch von der Quality of Service Klasse ab, die beim Anfordern zwischen Endgerät und UMTS-Netz ausgehandelt wird. Es sind vier verschiedene QoS Klassen implementiert, die je nach erlaubter Reaktionszeit und erforderlicher Datenintegrität gewählt werden. Für Sprache und Videotelephonie zum Beispiel sind eine zeitlich konstante (isochrone)

Datenübertragung sowie eine sehr kleine end-to-end Zeitverzögerung wichtig. Bei Email oder SMS ist die Gewährleistung der Datenintegrität beziehungsweise eine geringe Bitfehlerrate als wichtiger einzustufen. Diese Güteklassen gelten hierbei sowohl für Sprach- als auch für Datenübertragungen.

Im Bereich der Endgeräte zeigt der Trend momentan in die Richtung, dass Dual-Mode Geräte produziert werden, die sich sowohl mit dem neuen UMTS-Netz, als auch mit dem bereits etablierten GSM-Netz verbinden können, um eine nahezu durchgängige Netzabdeckung, die es für GSM-Netze schon gibt, gewährleisten zu können. Ein weiterer Punkt für Dual-Mode Geräte ist sicher auch der Umstand, dass über GSM einige Dienste möglich sind, die in UMTS nicht existieren, wie zum Beispiel die direkte Anwahl eines Fax-Gerätes. Falls eine UMTS-Zelle verlassen wird, und keine weitere mehr verfügbar ist, so ist es möglich, dass von dem Mobilfunknetz ein 3G-2G-Handover initiiert wird, und zwar ohne Verbindungsabbruch für den Kunden, was vor allem in den ersten Jahren von UMTS wichtig sein wird. Des Weiteren wird es durch UMTS für das Endgerät möglich, sich gleichzeitig in mehrere Funkzellen einzubuchen, was es dem Gerät erleichtert, automatisch die Zelle auszuwählen, die momentan die höchste Übertragungsrate anbietet, was als Soft-Handover bezeichnet wird.

## ***5.2 UMTS in Deutschland***

Vor kurzem starteten endlich die ersten UMTS-Netze in Deutschland. Dieser Start, der sich einige Male verzögerte und weit nach dem ursprünglich angedachten Termin stattfand, ist gezeichnet von einer langen Vorgeschichte. Am 17. August 2000 ersteigerten nach einem schweren Bieter-Kampf sechs Mobilfunkanbieter jeweils eine Lizenz für den Aufbau eines UMTS-Netzes (mit unterschiedlicher Kanalkapazität) für insgesamt über 51 Milliarden Euro. Damals kündigte T-Mobil den UMTS-Start noch für 2003 an. Weitere Startankündigungen folgten von verschiedenen Anbietern für 2002, wobei manche dieser Anbieter heute nicht mehr existieren (Quam, Mobilcom in Verbindung mit France Telecom).

Im Sommer 2001 wurde erstmals bei einer Podiumsdiskussion die Frage nach der Killer-Applikation für UMTS gestellt, die vorerst nicht beantwortet werden konnte und bis heute offen ist. Am 31. Dezember 2003 ist die Frist für eine mindestens 25%ige Netzabdeckung durch UMTS, die bei der Lizenzvergabe gesetzt wurde, abgelaufen und keiner der Anbieter konnte sie erreichen. Erst Mitte März 2004 wurden

Mobilfunkangebote der verbliebenen UMTS-Anbieter auf der CeBIT angekündigt. Mit diesem Schritt sollte der Verkauf von UMTS-Diensten in Deutschland anlaufen.

### **5.3 Einsatzmöglichkeiten UMTS**

Der neue Mobilfunkstandard UMTS hat seine größten Vorteile in der mobilen, genauer gesagt, bewegten Kommunikation. Die Nachteile der niedrigeren Übertragungsgeschwindigkeit von UMTS gegenüber Alternativen, wie zum Beispiel WLAN werden sowohl durch die globalere und dichtere Netzabdeckung wettgemacht, als auch durch die höhere Flexibilität bei der Auswahl von Services wie zum Beispiel Telefonie, Videokonferenzen oder einfach nur Datenübertragung. Durch die sehr guten Handover-Verfahren im Netzbereich von UMTS sollte es möglich werden, eine Verbindung über die verschiedensten Netze und Zellen aufrecht zu erhalten, was viel Komfort mit sich bringt und auch die Möglichkeit bietet, zum Beispiel auf einer Zugfahrt ein Gespräch zu führen, bei dem man in einer UMTS-Mikrozelle startet, über eine Makrozelle in einen GSM-Bereich wechselt um dann eventuell über eine Globale Zelle wieder in eine UMTS-Makrozelle einzusteigen.

Da bei der Entwicklung des neuen Mobilfunksystems UMTS unter anderem auch große Netz- bzw. Servicebetreiber wie DoCoMo beteiligt waren, sollte es durchaus möglich sein, dieses System als weltweit gültigen und verwendeten Standard einzuführen, um noch mehr Kunden zu erreichen. Der Nachteil dieses neuen Systems ist leider auch, dass sich die Einführung in nahezu allen beteiligten Ländern teilweise sogar massiv verzögerte, was die hohen Erwartungen in die neue Technologie dämpfte und auch zu einem Problem bei dem Umstieg der Kunden zu UMTS werden könnte.

## **6 UMTS – Operator Profiles**

Nachfolgend werden, basierend auf dem BWCS-Bericht „Wireless Enterprise Strategies for Mobile Operators“, einige große so genannte „mobile operators“ vorgestellt, um ihre Möglichkeiten im Bereich UMTS darzulegen.

### **6.1 Orange**

Orange ist in Europa der zweitgrößte Mobilfunkanbieter nach Vodafone und zugleich Marktführer in Frankreich und Großbritannien. Weiters besitzt Orange Netzlizenzen in über 20 Ländern weltweit, was unter anderem auch Indien, Hong Kong und Australien einschließt, die durch eine Partnerschaft mit Hutchison Whampoa abgedeckt wurden. Orange hat weltweit Partnerschaften geschlossen, um seinen Kunden bestmögliche Daten- und Service-Roaming-Möglichkeiten anbieten zu können um den Umstieg auf UMTS zu beschleunigen. Sie bieten auch mobile devices an, die speziell auf das OrangeWorld Portal zugeschnitten sind und somit den Einstieg in die neuen Datenbereiche von UMTS erleichtern sollen. Um auch den Geschäftskunden komfortablen und vor allem schnellen Datenverkehr zu bieten, stützt sich Orange auf WLAN-Angebote, die speziell für Businesskunden an Flughäfen und ähnlichen neuralgischen Punkten eingerichtet wurden. Die Abrechnung erfolgte bei Orange schon mit GPRS seit Februar 2003 auf Flatrate Basis. Das bedeutet, dass ein vertraglich festgelegter Betrag an den Anbieter, hier Orange, gezahlt wird und dafür so viele Daten wie gewünscht übertragen werden dürfen, ohne dass weitere Kosten entstehen.

### **6.2 T-Mobile**

Als Teil von Europas größtem Telekommunikationsunternehmen Deutsche Telekom hat T-Mobile durch ihre aggressive Expansion über 76 Millionen Kunden weltweit erreicht. Ihr Haupt-Kundenziel im Bereich UMTS und mobiler Datenverkehr sind sicher die Geschäftskunden, die sich vor allem im Außendienst betätigen und in den klein- bis mittelständischen Betrieben beschäftigt sind, was auch der von T-Mobile angebotene Service für ein Mobile Office zeigt. Auch T-Mobile setzt zur Unterstützung von Datenverbindungen an wichtigen Kommunikationspunkten WLAN Hotspots ein.

### **6.3 Vodafone**

Vodafone startete als kleines Unternehmen in Großbritannien und arbeitete sich innerhalb von zehn Jahren zu einem Global Player hoch. Mittlerweile können sie über 123 Millionen Kunden in 28 Ländern vorweisen. Obwohl Vodafone erst später mit UMTS richtig loslegen will, können sie mit ihrem schon bestehenden Portal Vodafone Live! einen ziemlich gut ausgebauten und umfangreichen Datendienst anbieten, der sich sicherlich leicht auf UMTS erweitern lässt. Unter anderem war Vodafone der erste Anbieter, der mit seiner Mobile Connect Card eine Datenübertragungskarte für Laptops anbot, die das UMTS-Netz mit der maximal vorgesehenen Übertragungsrate von 384 kbps ausnutzt. Diese Karte wurde sogleich auch als Kommunikationsmedium für den Mobile Office Dienst für Geschäftskunden angepriesen.

### **6.4 TIM**

Die Telecom Italia Mobile hat Geschäftsinteressen im mediterranen Raum sowie in Südamerika und auch zum Beispiel in Peru. TIM versuchte vor allem kleine Firmen als Kunden zu gewinnen, um ihren Geschäftskundenbereich zu vergrößern ohne den Kostendruck zu erhöhen. TIM startete mit Cisco ein Projekt UniGate als Netzwerkinfrastruktur zur Übertragung von GPRS und UMTS basierten Multimedia Services. Dieses Backbone IP Netzwerk soll die Durchsatzraten zwischen den einzelnen zentralen Knoten und den beiden UMTS core networks erhöhen, die die Datenservices bereitstellen.

### **6.5 UMTS für Mobile Operators**

Anhand der oben genannten Beispiele kann durchaus angenommen werden, dass für die großen Mobilfunkanbieter dieser Welt einiges Potential im UMTS-Markt steckt und dieses auch von allen ausgenutzt werden will.

## **7 Marktsituation WLAN**

Basierend auf einer Studie der ARC-Group herrschen in den verschiedenen Marktgebieten der Welt jeweils andere Marktsituationen vor.

### **7.1 Nordamerika**

In Nordamerika wurde die Anfangsphase der öffentlichen WLANs geprägt durch kleinere Startup-Unternehmen, die oft Geschäftsabkommen mit großen Unternehmen wie Hotels oder Flughäfen, in deren Gebäude sie ihre WLANs errichteten, schlossen. Unter diesen Startup-Unternehmen befinden sich beispielsweise Firmen wie Wayport mit etwa 500 Hotspots, WiFi Media mit etwa 75 Zugangspunkten vor allem für Geschäftskunden, oder Surf and Sip, die Cafés mit WLAN-Technik ausstatten, mit etwa 150 Hotspots.

Dies änderte sich jedoch im Jahr 2002 mit der Übernahme der insolventen MobileStar durch die Deutsche Telekom, die mit der Übernahme das MobileStar-Netz z.B. in den Starbucks-Filialen übernahm. Dies brachte T-Mobile die Marktführerschaft im Bereich öffentliche WLANs mit etwa 2.200 Hotspots im Jahr 2003. Da Starbucks plant, bis zum Jahr 2005 etwa 70% der dann geplanten 10.000 Filialen mit WLAN auszurüsten, ist der Markt für T-Mobile bereitet.

Inzwischen sind auch andere Telekommunikationsunternehmen T-Mobile gefolgt und etablieren ebenfalls öffentliche WLAN-Netze, indem sie in Hotspot-Provider investieren, so z.B. investierte die amerikanische SprintPCS \$ 15 Millionen in die Firma Boingo.

Ebenfalls versuchte die Firma Cometa Networks in den Markt der öffentlichen WLANs einzusteigen, indem sie Telekom-Unternehmen, ISPs, etc. WLAN-Dienste anbietet, die diese dann ihren Kunden für mobilen Internetzugang anbieten können. Hierzu wurden Verträge mit mehreren nationalen Ketten (Hotels, Restaurants, ...) abgeschlossen, allerdings wurden von den bis Mitte 2004 angepeilten 20.000 Hotspots bis Mitte 2003 erst 20 Hotspots eingerichtet.

### **7.2 Europa**

In Europa, anders als in Nordamerika, hat eine große Anzahl an Mobilfunkbetreibern ein Engagement in öffentliche WLANs angekündigt. Allen voran in Skandinavien. 1999 wurde das Projekt von Telia in Schweden in Angriff genommen, Ende 2002

betrieb Telia in Schweden 600 Hotspots. Nach dem Zusammenschluss mit Sonera aus Finnland ergaben sich insgesamt etwa 1.000 Hotspots in Hotels, Flughäfen und Bahnhöfen in Schweden und Finnland. In Norwegen bzw. Dänemark sind die Marktführer ebenfalls etablierte Mobilfunkunternehmen, dort sehen sie sich allerdings eher kleinen Startup-Unternehmen mit je 50 – 75 Hotspots gegenüber.

In Großbritannien investiert vor allem British Telecom in den Ausbau des WLAN-Netzes. Geplant sind etwa 4.000 Hotspots bis 2004.

Ein europaweiter Anbieter wurde durch zahlreiche Übernahmen die Schweizer Swisscom. Nach Übernahmen britischer und deutscher Firmen verfügt Swisscom über etwa 400 Hotspots in ganz Europa, die alle unter einem einzigen Geschäftsmodell zusammengefasst werden sollen.

Anders als in Amerika investiert die Deutsche Telekom nur schleppend in den deutschen Markt der öffentlichen WLANs, die Tochter T-Systems will jedoch WLAN-Dienste im Zusammenhang mit ihren Systemintegrations-Diensten anbieten.

### **7.3 Asien**

Wie in Europa sind auch in Asien die Telekommunikationsbetreiber maßgeblich an der Entwicklung öffentlicher WLANs beteiligt, die Geschäftsmodelle sind jedoch dem europäischen Markt bis zu 2 Jahre voraus.

So bietet beispielsweise die Koreanische Telekom sowohl eine monatliche Flatrate zum Preis von ca. \$ 50 als auch nutzungsabhängige Tarife.

Generell werden in Asien eher Flatrates für die Nutzung von öffentlichen WLANs favorisiert. So bietet etwa NTT DoCoMo eine monatliche Flatrate für ca. \$ 16 an. Eine Ausnahme bildet in diesem Fall die singapurische SingTel, die als einziges Unternehmen in diesem Bereich zeitbasiert abrechnet.

## 8 Aussichten

### 8.1 WLAN-Betrieb

Die Aussichten für die Betreiber von öffentlichen WLANs sind gespalten: Zum einen werden sich die großen, schon etablierten Anbieter, allen voran die Telekommunikationsfirmen, bedingt durch ihr enormes finanzielles Potential, Know-How-Vorsprung durch langjährige Erfahrung mit Netzwerk-Infrastrukturen und die Erfahrung im Bereich der Kundenwerbung und im Kundenzugang durchsetzen. Die kleinen Startup-Unternehmen mit wenigen Hotspots werden nicht überleben können, bzw. werden, falls sich ihre Investitionen rechnen, von größeren Anbietern übernommen werden.

Die Gruppe der virtuellen WLAN-Anbieter wird unserer Meinung nach auf einige wenige, aber jeweils mit vielen Hotspot-Locations arbeitende Firmen zusammenschrumpfen, die durch Inter-Access-Abkommen mit anderen virtuellen WLAN-Anbietern durch vereinfachte Zugangsmechanismen (One Key Everywhere) ihren Kunden eine großflächige Abdeckung bieten: denkbar wäre beispielsweise eine Zusammenarbeit der Firmen Boingo und Swisscom für Geschäftsreisende zwischen Europa und Amerika.

Ein Problem für WLAN stellen im Augenblick noch Sprachdienste dar. Es gibt erste Ansätze für eine Integration von Voice-Diensten in den normalen Datenverkehr, Vorreiter ist hierbei die Firma Cisco, da sie sich hierdurch erhofft, künftig Telefonie und Datenverkehr über eine einzige Infrastruktur abwickeln zu können, was ihr durch ihr starkes Engagement in diesem Bereich dazu verhelfen könnte, ihre Marktposition im Bereich der Netztechnik auszubauen und zu stärken. Problematisch bei Diensten wie Voice-over-IP ist im Augenblick noch das Problem des Routings für Anrufe aus und in beispielsweise Fest- und Mobilfunknetze. Der Anruf von Voice-over-IP-Geräten in Fest- oder Mobilfunknetze kann durch spezielle Gateways (beispielsweise LAN-ISDN-Gateways) realisiert werden. Problematisch ist jedoch der Anruf eines Voice-over-IP-Gerätes aus diesen Netzen, da sich die Voice-over-IP-Geräte durch ihre Mobilität auszeichnen, wodurch es für das Routing aus den normalen Telefonnetzen schwierig herauszufinden ist, wo das Voice-over-IP-Gerät erreicht werden kann, unter welcher IP-Adresse es also im Augenblick ansprechbar ist. Lösung hierfür wäre eine Verzeichnisstruktur ähnlich zu DNS, die einer vom Telefon

zu wählenden Nummer eine IP-Adresse zuordnet, an die das Gespräch über ein Gateway weitergeleitet werden kann. Hierfür ist es nötig, dass das Voice-over-IP-Gerät bei Änderungen seiner eigenen IP-Adresse dieses Verzeichnis kontaktiert und ein Update seiner Daten durchführt.

Für kleinere Mobilfunkbetreiber wie beispielsweise e-plus, die sich ebenfalls im Markt der Hotspot-Betreiber engagieren wollen, stellt das von ihnen nicht selbst betriebene Uplink-Netz für ihre Access-Points ein Problem dar. Sie müssten dieses von anderen Anbietern anmieten und würden somit wieder ihren Gewinn schmälern. Ein Ausweg hierzu wäre, die Access-Points nicht über ein klassisches kabelgebundenes Netz anzubinden, sondern Lichtstrecken als Überträger zu einem zentralen Uplink zu nutzen, es müsste somit nicht jeder einzelne Hotspot einen eigenen Uplink zur Verfügung gestellt bekommen, sondern ein so genannter Concentrator könnte allen Hotspots in seinem Bereich eine einzige Anbindung zur Verwendung anbieten. Technische Realisierungen der Licht- bzw. Laser-Streckentechnik sind bereits vorhanden, wobei es sich nicht mehr nur um Laborversuche sondern In-Use-Projekte handelt. So wurde beispielsweise vor kurzem in Istanbul eine Lichtstrecke im Gigabit-Bereich in Betrieb genommen, die 8 Hochhäuser miteinander datentechnisch verbinden. Problematisch ist hier jedoch die Schwankung der Hochhäuser, da mit dem Laser ein etwa 10 cm x 10 cm großer Empfangsbereich getroffen werden muss (vgl. <http://www.heise.de/newsticker/meldung/47517>, Drahtloser Gigabit-Backbone in Istanbul).

## **8.2 UMTS-Betrieb**

Für die meisten Mobilfunkunternehmen bietet UMTS einen großen neuen Markt, dem jedoch bisher noch eine Killer-Applikation fehlt, die den Umstiegs-Hype auslösen könnte. Als einfache Ablösung für GSM/GPRS würde UMTS auf keinen Fall genug Gewinn einbringen, um die horrenden Kosten, die für die Lizenzen und den Netzaufbau angefallen sind, in akzeptabler Zeit wieder einzubringen. Wie aus der geschichtlichen Entwicklung des Mobilfunks hervorgeht, ist UMTS aus Vorgängernetzen entstanden, die nur für Sprachdienste gedacht waren, so dass leicht einsichtig wird, dass UMTS vorrangig auch dafür vorgesehen ist. Die Erweiterungen der Netztechnologie um auch Daten mit sinnvollen Übertragungsgeschwindigkeiten senden und empfangen zu können, sind dafür gedacht, Dienste anbieten zu können, die es erlauben ein mobiles Büro überall

verfügbar zu haben. Um Mobile Computing weiter verbreiten zu können müssen Unternehmen unserer Meinung nach jedoch dazu übergehen, eine Möglichkeit zu finden, einfach und komplikationslos den Übergang von UMTS- in WLAN-Netze und umgekehrt zu ermöglichen. Falls es möglich werden sollte, Endgeräte zu verwenden, die UMTS und WLAN vereinen und Sprache sowie Daten sinnvoll einsetzen, wird daraus ziemlich sicher der Bedarf an solchen mobile offices erwachsen. Die Bereiche in denen im Moment UMTS eingesetzt wird, sind wohl Tests um Analysen machen zu können, ob sich ein Umstieg überhaupt lohnt und ob Vorteile durch UMTS entstehen. Alle Dienste, die von UMTS angeboten werden, können auch von GSM/GPRS und WLAN geliefert werden, was mit niedrigeren Kosten und ohne Neues zu lernen schon besteht. Was erneut den Schluss zulässt, dass ohne eine wirkliche Killer-Applikation kein Umstieg auf UMTS erfolgen wird.

## 9 Fazit

Sind öffentliche WLAN-Netze nunmehr eine Gefahr für die an der Einführung stehende Technologie UMTS? Unserer Meinung nach mit Sicherheit nicht. Die beiden Netze haben ganz unterschiedliche Nutzerprofile: WLAN adressiert die Geschäftskunden, die auf all ihren Reisen ihr mobiles Büro in Form eines Laptops dabei haben und auch mobil auf ihre gewohnten Anwendungen und Kommunikationstechniken zurückgreifen wollen oder teilweise auch müssen. Dieser Kundenkreis wird sich trotzdem, auch wenn die WLAN-Infrastruktur besser ausgebaut sein wird, ein UMTS-Endgerät zulegen, da die WLAN-Versorgung erstens nicht überall möglich und gesichert ist, andererseits auch Anwendungen existieren, für die das kleine Mobiltelefon im Gegensatz zum im Vergleich großen Laptop eindeutige Vorteile hat. Wenn sich Mobilfunkunternehmen dazu durchringen können, Mobile Services auf Basis von UMTS und WLAN anzubieten und den Wechsel zwischen beiden Netztechnologien mit Kombinationsgeräten erleichtern, wird der Markt des mobilen Datenaustausches noch um einiges steigen.

Auch ist die Verbindung von öffentlichen WLANs mit GPRS/UMTS ein Faktor zur Vereinfachung der Nutzung des Dienstes. Beispielsweise könnte ein Gerät, das sowohl über GPRS/UMTS als auch WLAN angebunden ist, sich automatisch beim Zugriff auf das öffentliche WLAN mittels der eindeutigen SIM-Karte authentifizieren und so dem Nutzer unkompliziert unter Nutzung vorhandener Daten die Verwendung erlauben. Auch der weltweite Zusammenschluss von Telekommunikationsanbietern ist möglich, so dass sich die Nutzer weltweit an den WLAN-Netzen der beteiligten Firmen unkompliziert anmelden können und der Zugriff über ihre bestehenden Verträge abgerechnet wird.

Abschließend soll eine Gegenüberstellung die wichtigsten Unterschiede zwischen den beiden Techniken verdeutlichen:

	WLAN	UMTS
Reichweite	Bis 100 m (Nahbereich)	Hohe Geschwindigkeit: 2-4 km Niedrige Geschwindigkeit je nach Netzabdeckung bist zu globalem Netz

Datenübertragungsrate	Bis 54 MB/s	Bis 2 MB/s, derzeit auf 384 kB/s bzw. 128kB/s begrenzt
Investitionskosten	niedrig	hoch
Verwendete Services	Datendienste	Vor allem Sprache, auch Datendienste
Verwendete Endgeräte	Laptop, PDA	Handy, PDA, ev. Laptop über Datenkarte
Endgerätekosten	WLAN-Karte: 60 – 70 € Laptop: 1000 - ??? € PDA: 250 – 800 €	Handy subventioniert mittlerweile für 1 €, allerdings auch bis zu 200 € und mehr. Smartphone: ab 300 € Datenkarte GPRS/UMTS: 150 €
Zugangsgebühren	Abrechnung nach Volumen: günstig Abrechnung nach Zeit: mittel Festes Kontingent (Zeit/Volumen): teuer	Sprachdienste wie üblich für Daten nach Volumen oder Zeit, beides teuer
Nutzerschicht	Geschäftskunden, technisch Interessierte, Privatnutzer	Geschäftskunden, technisch Interessierte, Privatnutzer vorerst nicht

## Quellenverzeichnis:

- <http://www.wikipedia.org>
- <http://de.wikipedia.org>
- <http://grouper.ieee.org/groups/802/11/>
- [http://www.webopedia.com/quick\\_ref/WLANStandards.asp](http://www.webopedia.com/quick_ref/WLANStandards.asp)
- <http://www.devx.com/wireless/Door/11413>
- <http://www.heise.de>
- <http://www.golem.de>
- <http://www.tecchannel.com>
- <http://www.cawar.de>
- <http://www.computerbase.de>
- <http://www.nwfusion.com/details/6043.html>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/wpa>
- <http://www.fmk.at/>
- <http://umtslink.at/>
- <http://www.umts-report.com/umtsgrundlagen.php>
- <http://www.segma.de/vorlesung00/umts2.pdf>
- <http://www.teltarif.de/i/umts-technik.html>
- <http://www.informatik.uni-mannheim.de/informatik/pi4/stud/veranstaltungen/ws200001/Joerg/UMTS.pdf>
- <http://www.handy-seiten.de/>
- Ct – Magazin für Computertechnik, Ausgabe 10/2004
- Teuer und langwierig – dreieinhalb Jahre UMTS-Geschichte, Basler Anzeiger, 11. 02. 2004
- Mobilfunksysteme der dritten Generation, Fernuniversität Hagen, Seminararbeit von 1999
- Siemens mobile – UMTS Informationen
- BWCS - Wireless Enterprise Strategies for Mobile Operators, 2004
- Datamonitor: Public Wireless LANs, Hotspots finally heating up, August 2003
- Atos Origin: Public Wireless LAN for Telecom Operators, White Paper
- Michael Wall, Frost & Sullivan: European WLAN Hotspots Market: What You Need To Know, Juni 2003

- ARC Group: Wireless LAN: Expanding Roles And Revenue Opportunities, July 2002
- Mark Heath und Alastair Brydon, Analysis: The Role And Impact Of Emerging Wireless Technologies, 2003

Ausarbeitungen von:

1	Technische Grundlagen WLAN (CE).....	8
2	Einsatzgebiete und Entwicklungen öffentlicher WLANs (CE).....	14
3	Geschäftsmodelle für öffentliche WLANs (CE).....	17
4	Technische Entwicklungsgeschichte Mobilfunk (TS).....	21
5	UMTS – Die neue Entwicklung (TS).....	27
6	UMTS – Operator Profiles (TS) .....	33
7	Marktsituation WLAN (CE) .....	35
8	Aussichten (CE/TS).....	37
9	Fazit (CE/TS).....	40