

**Zeitschrift:** Comtec : Informations- und Telekommunikationstechnologie = information and telecommunication technology  
**Herausgeber:** Swisscom  
**Band:** 83 (2005)  
**Heft:** 1

**Artikel:** WMAN : Facts und Positionierung  
**Autor:** Sellin, Rüdiger  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-877094>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# WMAN – Facts und Positionierung

**RÜDIGER SELLIN** Seit fast zwei Jahren wird die neue mobile Übertragungstechnologie WMAN öffentlich diskutiert. Fachleute sind sich aber uneinig, wo WMAN eigentlich eingesetzt werden soll: als Ersatz bestehender Anschlussnetze, als Ergänzung der UMTS-Netze oder gar als Technologie für Endbenutzer analog zu WLANs. Zusätzlichen Schub erhalten die WMANs durch das WiMax™-Forum.

In der ursprünglichen Interpretation sah man hinter dem Begriff Wireless Metropolitan Area Network (WMAN) eine breitbandige, drahtlose Zugangstechnologie, mit deren Hilfe schnelle Internet-Dienste für einen grossen Teil der Bevölkerung bereitgestellt werden können. In diesem WMAN-Szenario sollte ein preisgünstiges Backbone-Netz Wohn- und Geschäftshäuser drahtlos an das Internet anbinden. Das dazu erforderliche Funkspektrum liegt zwischen 11 und 66 GHz und bedingt eine Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger. WMANs wären damit eine ernst zu nehmende Konkurrenz für die heute weit verbreiteten Kabelnetze (Koaxial-Kupferkabel) und DSL-Anschlüsse (konventionelles, zweiadriges Kupferkabel). Hingegen ist die Mobilität der Benutzer – ähnlich wie bei den WLANs (Wireless Local Area Networks) – wegen der gebietsbezogenen Versorgung eher beschränkt.

## WMAN-Entwicklung

Die Idee zu WMANs ist gar nicht so neu, denn bereits im Jahr 2001 veröffentlichte das amerikanische Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) die erste Version ihres WMAN-Standards 802.16. Die entsprechende Arbeitsgruppe 802.16 entwickelt primär Standards für den ortsgebundenen, drahtlosen Breitbandzugang. Zudem erstellt sie Leitlinien, mit deren Hilfe WMANs entwickelt und eingesetzt werden können. Bekannt ist 802.16 auch unter dem Namen des ihn unterstützenden Industrieforums Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMax, siehe Kasten). Innerhalb des IEEE ist der Bereich 802.16 eine Abteilung des Standardisierungskomitees IEEE 802 LAN/MAN. Daraus gingen so bekannte LAN-Standards wie CSMA/CD (IEEE 802.3), besser bekannt unter Ethernet, oder Token Ring (IEEE 802.5) hervor.

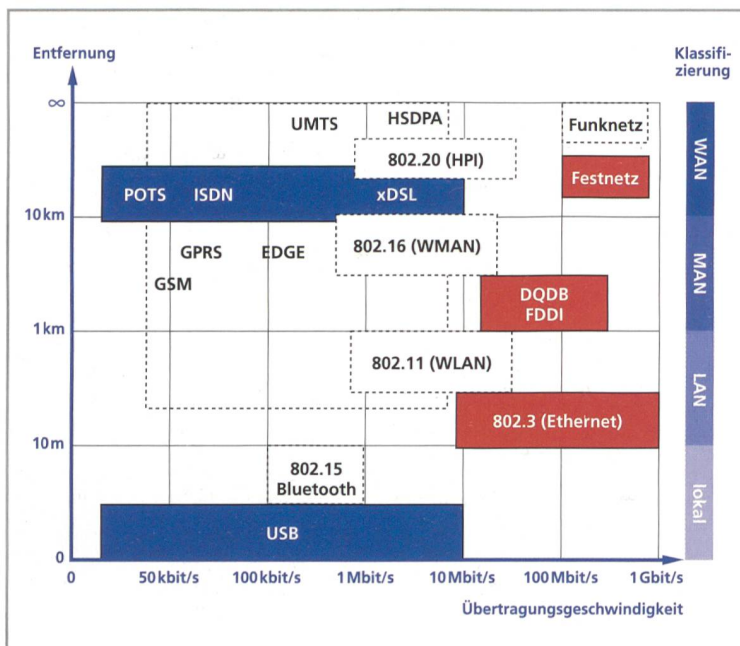
Vor rund zwei Jahren etablierte das IEEE daneben die Arbeitsgruppe IEEE 802.20 mit dem Ziel, einen neuen, breitbandigeren WMAN-Standard für eine effiziente paketbasierte Luftschnittstelle zu entwickeln. Diese Spielart des WMAN bringt den Festnetzzugang via Antennen zu den Gebäuden, die mit zentralen Radio Base Stations (BS) kommunizieren. Geplante Anwendungen sind die PC-Anschlüsse im Heimbereich oder im Bereich von Small Office/Home Office (SOHO). Innerhalb der Gebäude oder auf dem eigenen Gelände wird auf die vorhandene Technik wie Ethernet bzw. WLAN (IEEE 802.11) umgesetzt. Das Einsatzgebiet für WMANs ist somit auch eine Alternative beispielsweise zum Anschluss der auf Kupferkabel basierenden Letzten Meile. Der Standard soll den Transport von IP-Daten (Internet Protocol) und entsprechende Dienste unterstützen und ergänzt den Standard IEEE 802.16 in dessen Neufassung vom 1. Oktober 2004.

Der neue WMAN-Standard 802.20 soll im lizenzierten 3,5-GHz-Band arbeiten und eine Datenübertragungsrate von mindestens 1 bis max. 70 Mbit/s haben. Die Mobilität soll für Fahrzeuge bis 250 km/h gegeben sein. Spezifiziert werden die Bitübertragungs- und die Sicherungsschicht für die neue Luftschnittstelle. Sie wird auch als Highspeed Portable Internet (HPI) bezeichnet. Die Übertragungsraten bei HPI sind deutlich höher als beispielsweise bei UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Bild 1 vergleicht verschiedene mobile Übertragungstechniken mit drahtgebundenen Datenübertragungsverfahren.

## WMAN-Definition und frühe Erfahrungen

Wie das «M» im Namen WMAN bereits impliziert, verbinden WMANs Basisstationen mit festen Datenleitungen bei einem Ausbreitungsgebiet von rund 20 km (vorwiegend im

Bild 1. Übertragungstechniken in Funk- und Festnetzen.





### IEEE und das WiMax™-Forum

Beim IEEE handelt es sich um eine Non-Profit-Organisation mit mehr als 377 000 Einzelmitgliedern aus über 150 Ländern, die sich vor allem aus Technikern, Ingenieuren und Informatikern rekrutieren. Die LAN-Standards des IEEE entstehen seit Februar 1980 im «Local Network Standards Committee» unter der Projektnummer 802. Darunter entstehen nun auch die WMAN-Standards, und zwar in den Arbeitsgruppen 802.16 Fixed Broadband Wireless Access (FBWA) und 802.20 Mobile Broadband Wireless Access (MBWA). Ursprünglich war nur ein LAN-Funkstandard für Übertragungsgeschwindigkeiten zwischen 1 und 20 Mbit/s geplant. Die zu Beginn festgelegte Aufteilung in die drei Kommunikationsebenen Physical Layer (PHY), Medium Access Control (MAC) und Higher Level Interface (HLI) ist für den BWA heute noch gültig (weitere Informationen: [www.ieee802.org](http://www.ieee802.org)).

Das WiMax™-Forum wurde im April 2001 gegründet und ist Industrie- sowie Non-Profit-Unternehmen zugleich. Es hilft bei der Zertifizierung und Vermarktung der Kompatibilität und Interoperabilität von drahtlosen Breitbandprodukten nach den IEEE-802.16- und ETSI-

HiperMAN-Spezifikationen. Hauptziel des WiMax™-Forums ist die beschleunigte Markteinführung untereinander kompatibler Lösungen. Es wählt aus den vielen Optionen, die der Standard IEEE 802.16 bietet, verschiedene Kombinationen aus und stellt sie als so genannte Profile zur Verfügung. Zusätzlich werden für diese Profile die entsprechenden Testroutinen erstellt, welche die Interoperabilität garantieren sollen. Zurzeit existieren drei Profile in unterschiedlichen Frequenzbereichen. Es handelt sich dabei um die konzessionspflichtigen Bänder 2,6 und 3,5 GHz sowie um das konzessionsfreie Band 5,8 GHz. Das WiMax™-Forum kann bei Bedarf weitere Profile definieren. Durch das WiMax™-Forum zertifizierte Produkte sind kompatibel mit regionalen Festnetz-, portablen und mobilen Anwendungen und dürfen mit der Bezeichnung «WiMax™-Forum Certified» versehen sein. Mittlerweile sind über 70 Unternehmen Mitglied im WiMax™-Forum, wobei das Spektrum von kleineren Nischenfirmen bis hin zu Grossfirmen wie Intel, Siemens Mobile und seit November 2003 auch Ericsson reicht ([www.wimaxforum.org](http://www.wimaxforum.org)).

städtischen Bereich mit dichter Besiedlung). WMANs nutzen entweder lizenzierte oder unlizenzierte Frequenzbänder zwischen 2 und 66 GHz. Darauf aufbauend sollen qualitativ hochwertige und sichere Dienste bei hohen Übertragungsgeschwindigkeiten angeboten werden. Die «Media Access Control» (MAC)-Schicht des IEEE-Standards 802.16 soll sogar den Transport von verzögerungskritischen Voice- und Videodiensten bei moderaten Kosten ermöglichen. Ausserdem kann die MAC-Schicht die Protokolle IPv4, IPv6, ATM, Ethernet und weitere Protokolle befördern. Dadurch können Wireless Internet Service Provider (WISP) ihre mobilen Dienste mit hoher Flexibilität anbieten. Nach Angaben des IEEE sollen die WMANs in Bezug auf ihre Fähigkeit zum schnellen, mobilen Datentransport sogar 3G-Netze wie UMTS übertreffen. Erste WMAN-Feldtests unter Verwendung proprietärer Versuchsgeräte werden seit 2003/04 mit einigen Geschäftskunden in einem Geschäftshaus in Manhattan (Provider Towerstream) und mit Bewohnern eines kalifornischen Wohnquartiers (Provider Sky Pilot Network) durchgeführt. Eine derartige «802.16-Pre-Standard» Implementierung gibt Aufschluss über das Nutzerverhalten und Hinweise zur Verbesserung des IEEE-Standards. Für den Aufbau eines kommerziellen WMAN-Angebots ist sie hingegen nicht ausreichend. Darüber hinaus wurden erste WMAN-Messungen im Auftrag von Swisscom Mobile durchgeführt, deren Ergebnisse allerdings unter den Erwartungen lagen, beispielsweise was die Anbindung mobiler Benutzer oder die Gebäudeversorgung betreffen. Der heutige Stand der WMAN-Technik lässt somit eher eine stationäre drahtlose Versorgung dicht besiedelter Regionen zu.

Hier werden Erinnerungen an die publikumsträchtige Versteigerung zweier Frequenzbänder für die Wireless Local Loop (WLL) im 2. Quartal 2000 wach. Die damals durch das BAKOM via Internet und unter Ausschluss von

Swisscom versteigerten Frequenzen umfassten die Bänder:

- 3,4-GHz-Band: 3410–3494 MHz (Uplink) und 3510–3594 MHz (Downlink);
- 26-GHz-Band: 24 549–25 053 MHz (Downlink) und 25 557–26 061 MHz (Uplink).

Und auch wenn nicht alle 48 WLL-Frequenzen versteigert werden konnten – namentlich jene für Rand- und Bergregionen der Schweiz –, so brachte die Online-Auktion gleichwohl rund 582,758 Mio. Franken ein. Besonders die schweizweit gültigen Lizenzen (damaliger Wert: 120, 134 und 55 Mio. Franken) sorgten für Aufsehen, weil von ihnen eine deutliche Belebung des Markts erwartet wurde. Eine der zwei Konzessionen im meistverlangten Frequenzband 3,4–3,6 GHz fiel an das BAKOM zurück, die zweite wurde an andere Anbieter übertragen. Im Rahmen der noch vergebenen Konzession können nach Angaben des BAKOM auch Geräte nach IEEE 802.16 und WiMax eingesetzt werden. Für neue Anbieter werden bis auf weiteres nur Versuchs Konzessionen vergeben. Das BAKOM prüft aber die Möglichkeit, die Frequenzbänder 3,7 und 5,8 GHz für WiMax-Anwendungen verfügbar zu machen. Über das weitere Prozedere beispielsweise zur Lizenzvergabe wird im Laufe dieses Jahres entschieden (siehe [www.bakom.ch/de/telekommunikation/forschung/wimax/index.html](http://www.bakom.ch/de/telekommunikation/forschung/wimax/index.html)).

Bei WLL haben sich die Erwartungen jedenfalls nicht erfüllt, denn keiner der wenigen Anbieter kam über ein lokales WLL-Angebot hinaus. Aufgrund dieser frühen Erfahrungen bestehen gewisse Vorbehalte gegen WLL-nahe Techniken – und das keinesfalls nur in der Schweiz. So verweist beispielsweise der kleinste aller deutschen GSM-Betreiber O2 in einer Stellungnahme ihres Product Managers Oliver Schmitt zu WiMax «auf die Nähe zu WLL und dessen bekannte Erfolglosigkeit».



## Anforderungen an ein mobiles Wireless MAN

In der Arbeitsgruppe von IEEE 802.20 wurden fünf Kriterien definiert und als Leitfaden für die weitere Entwicklung des geplanten Standards beschlossen:

- Die Anwendungen, auf dem IPv4 bzw. v6 basierend, nutzen ein breites Spektrum von Terminals, beispielsweise Halbduplex und Duplex, und Diensten, die international standardisiert sind.
- Die Verträglichkeit und die Koexistenz mit vorhandenen Terminals, Protokollen und Diensten, wie beispielsweise IEEE 802.1 D MAC-Bridges oder IEEE 802.1 Q VLAN (Virtuelles LAN), müssen gewährleistet sein.
- Für die Bitübertragungsschicht (PHY) und die MAC-Teilschicht ist hier ein dedizierter Standard mit genau definierten Funktionen gefordert. Für die Bitübertragungsschicht sind die beiden Betriebsweisen Time Division Duplexing (TDD) und Frequency Division

Duplexing erforderlich. Beim TDD-Verfahren teilt sich die Up- und Downlink-Verbindung einen Kanal, während im FDD-Modus des Uplinks und des Downlink auf getrennten Kanälen arbeiten.

- Die Demonstration der technischen Machbarkeit soll durch proprietäre Systeme, die zurzeit im Versuch bzw. in der Entwicklung sind, unterstützt werden. Ein ausreichendes Testen soll vor Beginn des öffentlichen Dienstes sichergestellt werden. Die Zuverlässigkeit des Betriebs soll durch die Netzbetreiber demonstriert werden.
- Der Nachweis der Wirtschaftlichkeit soll sowohl für den Dienst als auch für die Komponenten der Terminals bzw. der Basisstationen erbracht werden. Die Kosten sollen sich an der Leistung der Dienste für die Endteilnehmer orientieren, das heisst, mehr Leistung (Bandbreite) bedeutet höhere Entgelte.

## Konsolidierung des IEEE-Standards

Zur Zwecks Optimierung hat das IEEE den gesamten WMAN-Bereich im Herbst 2004 gründlich konsolidiert. Alle WMAN-Standards für den stationären drahtlosen Breitbandzugang werden weiterhin in der Arbeitsgruppe 802.16 «Fixed Broadband Wireless Access» (FBWA) behandelt. Die bisherigen Standards 802.16 (2001), 802.16a (2003) und 802.16c (2003) wurden im revidierten Standard 802.16 (2004) zusammengefasst und allfällige Fehler oder Mehrdeutigkeiten entfernt. Er beschreibt die physikalische Luftschnittstelle der WMANs inklusive der Medium Access Control (MAC) und Physical (PHY) Layer.

Daneben wurde auch der Standard 802.16.2 (2001) revidiert und unter der gleichen Nummer wieder veröffentlicht.

802.16.2 (2004) gibt Empfehlungen zum praktischen Betrieb koexistierender FBWA-Systeme in LANs und MANs. Dieser Teil ist besonders für Interferenzen im LAN- und MAN-Betrieb sowohl in lizenzfreien als auch in lizenzierten Bändern von grosser Bedeutung. Es werden drei Fälle unterschieden:

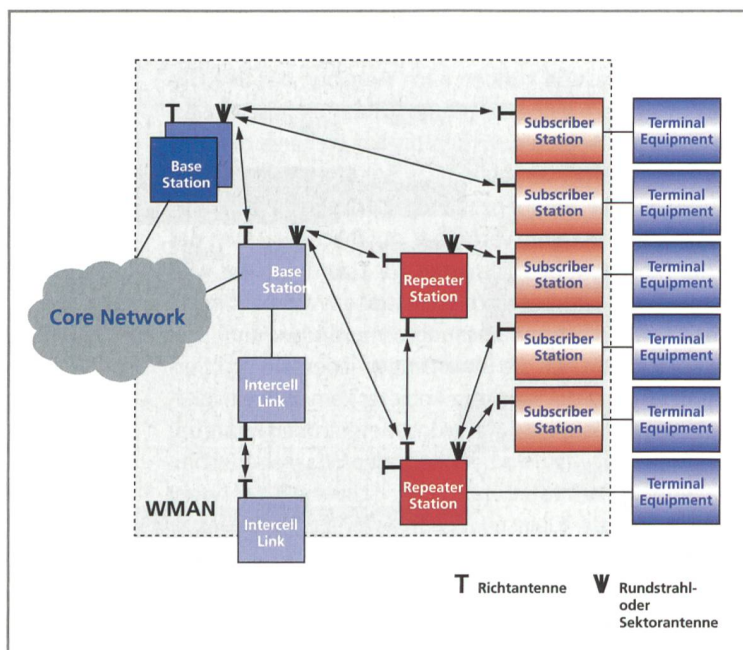
- Betrieb von verschiedenen FBWA-Systemen im Frequenzbereich von 10 bis 66 GHz; es liegen Simulationen für den Bereich von 23,5 bis 43,5 GHz vor;
- Parallelbetrieb von FBWA-Systemen und Punkt-zu-Punkt-Links im Frequenzbereich von 23,5 bis 43,5 GHz;
- Betrieb von FBWA-Systemen im lizenzierten Frequenzband von 2 bis 11 GHz; es sind zwei repräsentative Simulationen für die Betriebsfrequenzen 3,5 und 10 GHz beschrieben.

Zusätzlich liegen Entwürfe der Standards 802.16e – seit Februar 2004 bereits in der fünften Fassung – und 802.16f in einer ersten Version vor. Während 802.16e den Zugang mobiler Benutzer zu WMAN-Benutzern herstellen soll, beschäftigt sich 802.16f mit Managementfragen zu WMANs.

Für den Bereich «Mobile Broadband Wireless Access» (MBWA), den mobilen drahtlosen Breitbandzugang, ist die Gruppe 802.20 verantwortlich. Deren Standards sollen die WMANs um die heute noch fehlende Mobilität erweitern. In Planung sind Geschwindigkeiten von rund 70 Mbit/s (Datenübertragung) und bis zu 250 km/h (maximale Bewegungsgeschwindigkeit des MBWA-Benutzers). Die benutzten Frequenzbänder liegen für IEEE 802.20 bei 3,5 GHz in lizenzierten Bereichen mit Kanalbreiten von 25 bis 30 MHz. Im Vergleich dazu nutzt der Standard IEEE 802.16 die Frequenzbänder bei 10–66 GHz und 2–11 GHz in lizenzierten und unlizenzierten Bereichen mit Kanalbreiten von 25 MHz in den USA und 28 MHz in Europa. Der ehrgeizige Projektplan für die Entwicklung des neuen Standards sieht dessen Verfügbarkeit für das vierte Quartal 2006 vor.

In einer Punkt-zu-Mehrpunkt-Konfiguration kommuniziert die Basisstation einerseits mit den öffentlichen Festnetzen, andererseits mit den angeschlossenen Teilnehmern,

Bild 2. Referenzdiagramm für FBWA-Systeme nach IEEE 802.16 (2004).





auch als Subscriber Station (SS) bzw. Mobile Station (MS) oder Mobile Terminal (MT) bezeichnet (Bild 2). Die Basisstation ordnet, je nach Bedarf, den einzelnen Stationen entsprechend priorisierte Bandbreiten zu. Die Luftschnittstelle ermöglicht die Echtzeitübertragung von Daten oder Multimediainformationen aller Art und mit voller QoS-Unterstützung (Quality of Service). Die Luftschnittstelle soll eine Inter-Zell- bzw. eine Inter-Sektor-Handoff-Prozedur für die angegebene Fahrzeuggeschwindigkeit unterstützen. Hiermit sollen der Paketverlust und die Latenzzeit bei einer robusten und nahtlosen IP-Paket-Übertragung minimiert werden. Sektor bedeutet hier ein Paar des Sende- bzw. Empfangskanals von einer Basisstation an einen Empfänger. Die Datenübertragungsrate für die Teilnehmer soll für den Downlink, das heisst BS zu MT, grösser als 1 Mbit/s und für den Uplink, also MT zu BS, grösser als 300 kbit/s betragen. Die Unterstützung der Luftschnittstelle für Voice over IP (VoIP) soll durch entsprechende QoS-Parameter sichergestellt werden. Für die Inter-Zell-Kommunikation sind Punkt-zu-Punkt-Verbindungen vorgesehen.

Für die lizenzierten Frequenzbänder sind drei Schnittstellen vorgesehen: Eine Single-Carrier-Modulation, die Nutzung der Orthogonal-Frequency-Division-Multiplex Modulation (OFDM) und der Einsatz von OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access). Diese Variationen geben dem Netzbetreiber die Möglichkeit, auf die Einsatzbedingungen und Kundenwünsche entsprechend zu reagieren. In den lizenzfreien Bändern (für Deutschland 2,4 und

5,725–5,825 GHz, für die Schweiz 2,4 GHz sowie ab 1. Februar 2005 auch 5,47–5,725 GHz) besteht die Möglichkeit der Interferenz mit anderen Wireless MANs oder WLANs oder anderen Nutzern desselben Frequenzbandes (z. B. Bluetooth). Als Lösung für dieses Problem wird die dynamische Frequenzwahl benutzt, wie sie bereits bei IEEE 802.11h erfolgreich eingesetzt wird.

#### Weitere Pläne

Unter den grösseren Lieferfirmen wird die Entwicklung dieses Standards vor allem von Intel vorangetrieben, wobei bereits Siemens Mobile und Nokia Interesse an einer Kooperation mit Intel gezeigt haben. Intel will bereits 2006/07 einen Chip mit integrierter Luftschnittstelle nach IEEE 802.20 auf den Markt bringen – ähnlich dem heutigen Centrino®-Chip für Laptops mit WLAN-Unterstützung nach IEEE 802.11. Kritiker äussern allerdings die Meinung, dass der WMAN-Standard eher zum Aufbau mobiler Netze taugte und daher nicht für Endgeräte geeignet sei. Gleichwohl verfolgen praktisch alle Mobilfunkbetreiber die WMAN-Entwicklung aufmerksam, beispielsweise um später ihr Breitband-Portfolio ergänzen zu können. Für das öffentliche Service Provisioning braucht es vor allem einen verbindlichen und breit akzeptierten WMAN-Standard – und welcher sich da am Ende durchsetzt, muss die Zukunft erst noch zeigen. ■

Rüdiger Sellin, freier Autor und PR-Manager, Swisscom Mobile, Bern

## Erstes UMTS-Handy mit 2-Megapixel-Kamera

**Ab sofort ist das UMTS-Handy Sharp V902 exklusiv bei Swisscom Mobile erhältlich. Es ist das erste UMTS-Handy mit integrierter 2-Megapixel-Kamera. Daneben unterstützt das Sharp V902 neue UMTS-Dienste wie Live-TV und Videotelefonie. Das Einführungsangebot für Videotelefonie (gleicher Preis wie Sprachtelefonie) wird bis Ende Juni 2005 verlängert.**

(RS) Das exklusiv bei Swisscom Mobile erhältliche Sharp V902 ist das erste UMTS-Mobiltelefon in der Schweiz, das über eine 2-Megapixel-Kamera verfügt. Autofokus und optischer Zweifach- sowie digitaler Zehnfach-Zoom garantieren sehr gute Bilder in Druckqualität. Auch die Qualität der bewegten Bilder erreicht mit dem Sharp V902 ein bisher ungekanntes Niveau. Videotelefonie und Live-TV machen damit noch mehr Spass. Das Display besticht mit 265 000 Farben und 240x320 Pixel. Das «Vodafone live!»-Handy verfügt über einen integrierten MP3-Player, einen Scanner mit Barcode- und Schrifterkennung, 26 MB Speicherplatz und eine externe 32-MB-Speicherkarte. Das Sharp V902 ist für 699 Franken (mit NATEL®-swiss-Abonnement, 24 Monate) ab sofort in allen Swisscom-Shops und im Fachhandel erhältlich. Ohne Abonnement beträgt der Preis 1299 Franken.



UMTS-Mobiltelefon Sharp V902 geschlossen.

Bereits jedes vierte Handy, das bei Swisscom Mobile gekauft wird, ist ein UMTS-Handy. Die Nutzung der neuen Services wie Videotelefonie und Live-TV ist erfreulich. Jeder zweite UMTS-Kunde benutzt Live-TV. Zudem gibt es für alle Videotelefonie-Anwender eine gute Nachricht: Die Promotion für Videotelefonie (gleicher Preis für eine Minute Videotelefonie wie der bisherige Minutentarif für Sprachtelefonie) wird bis Ende Juni 2005 verlängert.



UMTS-Mobiltelefon Sharp V902 offen.