

Schnell, kabellos – und auch mobil

Die IEEE-Standards 802.16 und 802.20 für Funk-Metronetze

Wolfgang Schulte

Das IEEE entwickelt derzeit neue Standards für Wireless Metropolitan Area Networks (WMAN) sowohl für eine feste als auch für eine mobile Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindung. Die neuen Standards 802.16 und 802.20 für die Luftschnittstelle ermöglichen ein Breitband-Zugangssystem für die verschiedensten Dienste. Eine Einschränkung von IEEE 802.16 war bisher die fehlende Mobilität der Subscriber Station. Mit IEEE 802.16e wird sie jedoch aufgehoben. Diese Mobilität bis zu ca. 250 km/h wird auch mit dem nächsten Standard IEEE 802.20 MBWA erreicht. Es ist allerdings fraglich, ob IEEE 802.20 im Jahr 2006 noch gebraucht wird. Denn einige Netzbetreiber in den USA, Asien und in Australien bieten bereits heute entsprechende Dienste auf Basis von IEEE 802.16 an.

Zum Jahresende 2002 etablierte das Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) eine Arbeitsgruppe IEEE 802.20 Mobile Broadband Wireless Access (MBWA) mit dem Ziel, einen neuen WMAN-Standard für eine effiziente paketbasierende Luftschnittstelle zu entwickeln. Der Standard soll den Transport von IP-Daten (Internet Protocol) und entsprechende Dienste unterstützen und ergänzt den Standard IEEE 802.16 in der Neufassung vom 1. Oktober 2004. Bekannt ist 802.16 auch unter dem Namen des ihn unterstützenden Industrie-Forums Worldwide Interoperability for Microwave Access (Wimax).

Der neue WMAN-Standard 802.20 soll im lizenzierten 3,5-GHz-Band arbeiten und eine Datenübertragungsraten von größer als 1 Mbit/s haben. Die Mobilität soll entsprechend ITU-R M.1034-2 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 z.B. bei dem mehr sprachorientierten UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

Der Projektplan für die Entwicklung von IEEE 802.20 zeigt die geplante Verfügbarkeit des neuen Standards im vierten Quartal 2006.

Ein Wireless Metropolitan Area Network 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 IEEE 802.3 (CSMA/CD) bzw. auf IEEE 802.11 (WLAN) umgesetzt. Das Einsatzgebiet für die-

se Technik ist somit auch eine Alternative beispielsweise zum Anschluß der auf Kupferkabel basierenden letzten Meile.

Funktionen

In einer Punkt-zu-Mehrpunkt-Konfiguration kommuniziert die Basisstation einerseits mit den öffentlichen Festnetzen, auf der anderen Seite mit den angeschlossenen Teilnehmern, auch als Subscriber Station (SS) bzw. Mobile Station (MS) oder Mobile Terminal (MT) bezeichnet. Die Basisstation ordnet, je nach Bedarf, den einzelnen Stationen entsprechend priorisierte Bandbreite zu. Die Luftschnittstelle ermöglicht die Echtzeitübertragung von Daten oder Multimediainformationen aller Art und mit voller QoS-Unterstützung (Quality of Service).

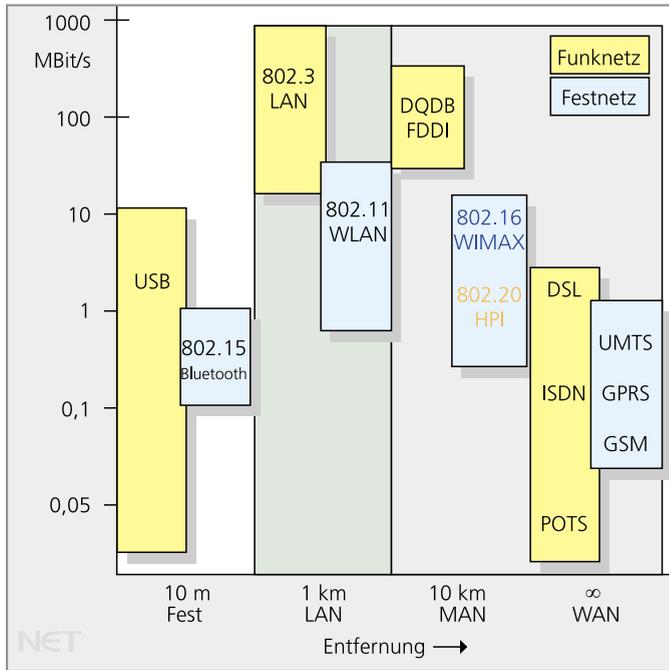
Die benutzten Frequenzbänder liegen für IEEE 802.20 bei 3,5 GHz in lizenzierten Bereichen mit Kanalbreiten von 25 bis 30 MHz.

Der Standard IEEE 802.16 nutzt 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 (siehe *Bild 1*).

Das Thema in Kürze

Wireless MANs stellen eine Breitbandalternative zu den herkömmlichen drahtgebundenen Techniken wie DSL oder Funknetzen wie UMTS dar. Der Beitrag beschreibt die technischen Grundlagen der beim IEEE in Entwicklung befindlichen entsprechenden Standards 802.16 (vom Wimax-Forum gefördert) und 802.20 Mobile Broadband Wireless Access, die in Zukunft auch DSL und den Breitbandzugängen per Kabel Konkurrenz machen dürften.

Bild 1: Darstellung der Zuordnung von Fest- und Funknetzen in bezug auf Übertragungsgeschwindigkeit und Entfernung



- Die Demonstration der technischen Machbarkeit soll durch proprietäre Systeme, die zur Zeit im Versuch bzw. in der Entwicklung sind, unterstützt werden. Ein ausreichendes Testen soll vor Beginn des öffentlichen Dienstes sichergestellt werden. Die Zuverlässigkeit des Betriebes 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.

Das Referenzmodell

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 zur 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.

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. Dies sind:

- Die Anwendungen, auf dem IP V.4 bzw. V.6 basierend, nutzen ein breites Spektrum von Terminals, z.B. Halbduplex und Duplex, und Diensten, die international standardisiert sind.
- Die Verträglichkeit und die Koexistenz mit vorhandenen Terminals, Protokollen und Diensten, wie z.B. IEEE 802.1D MAC-Bridges oder IEEE 802.1Q VLAN (Virtuelles LAN), müssen gewährleistet sein.
- Ein dedizierter Standard mit genau definierten Funktionen für die Bitübertragungsschicht (PHY) und die MAC-Teilschicht ist hier gefordert. Für die Bitübertragungsschicht sind als Betriebsweise sowohl das Time Division Duplexing (TDD) – die Up- und Downlink-Verbindung teilen sich hierbei einen Kanal – als auch das Frequency Division Duplexing (FDD) – Up- und Downlink arbeiten auf getrennten Kanälen – vorgesehen.

Das Referenzmodell für Wireless MAN (siehe Bild 2 und Bild 3) umfaßt die Data und die Control Plane zum Transfer der Steuer- und Nutzerdaten. Die Management Plane für die Sicherstellung der korrekten Funktionen wurde im Standard IEEE 802.20 noch nicht definiert.

Die Sicherungsschicht bei IEEE 802.16 mit der Data/Control Plane umfaßt vier Teilschichten:

- Die Teilschicht Logical Link Control (LLC), spezifiziert in IEEE 802.2, ist nicht Teil dieses Standards. Auf LLC setzt die Vermittlungsschicht mit dem Internet Protocol in der Version 4 oder 6 auf.
- Die dienstspezifische Konvergenz-Teilschicht zur Transformation und Anpassung von externen Nutzerdaten, die an den Service Access Points (SAP) empfangen werden. Zur Zeit sind im Standard die Funktion für eine ATM-Konvergenz spezifiziert und der Dienst für eine Paketkonvergenz. Bei diesen Paketumwandlungen sind die allgemeinen

802.11	802.16
für lokale Netze	zur Anwendung als „letzte Meile“
Reichweite max. 200-300 m	max. Reichweite ca. 50 km
Einsatz innerhalb von Gebäuden	außerhalb von Gebäuden
geringe Anzahl von Teilnehmern (<100)	große Anzahl von Teilnehmern (>100)
Datenrate bis 54 Mbit/s	Datenrate bis 100 Mbit/s
QoS-Unterstützung durch IEEE 802.11h	QoS in MAC enthalten
lizenzfreie Frequenzbänder	lizenzfreie und -pflichtige Frequenzbänder

Tabelle 1: Unterschiede zwischen Wireless LANs und Wireless MANs

802.16	802.20
ursprünglich für feste Stationen	für mobile Stationen
Frequenzen 10-66 GHz	Frequenzband unter 3,5 GHz
Bandbreite pro Kanal 20-28 MHz	Bandbreite bei FDD 1,25 MHz
Erweiterung durch 802.16a 2-11 GHz	Bandbreite bei TDD 5 MHz je Zelle
Mobilität durch IEEE 802.16e	Handover in Zellen und Sektoren
geringe Geschwindigkeiten	Geschwindigkeit bis 250 km/h
regionales Roaming	weltweites Roaming

Tabelle 2: Unterschiede zwischen den beiden IEEE-WMAN-Standards

MAC-Formate und zusätzlich die Formate IEEE 802.3 Ethernet, IEEE 802.1Q VLAN und IP spezifiziert.

- Der allgemeine Teil der MAC-Teilschicht empfängt die Service Data Unit (SDU) der Konvergenzschicht und erstellt die Protocol Data Units (PDU) für den Empfänger. Der Standard spezifiziert hier die MAC-Dienste wie Connect- und Terminate-Request für den Verbindungsauf- und abbau.

Die MAC-Teilschicht in der Data/Control Plane ist weiterhin u.a. zuständig für die Zuordnung der benötigten Bandbreite, die Encryption der Nutzlast nach dem MAC-Header (MAC PDU) und für das Berechnen der Prüfsumme (CRC) zur Sicherstellung einer korrekten Übertragung (Bild 2).

- In der Privacy-Teilschicht werden die Authentifizierung, die Encryption und der Austausch eines Sicherheitsschlüssels (Privacy Key Management – PKM) nach der Empfehlung ITU-T X.590 vorgenommen.

Die Bitübertragungsschicht, der Physical Layer (PHY), erbringt die geforderten Dienste der MAC-Teilschicht für den Frequenzbereich 2 - 11 GHz und 10 - 66 GHz zunächst getrennt. Eine Koexistenz der Nutzung beider Frequenzbereiche ist vorgesehen.

Die speziellen Anforderungen für den Downlink, von der BS zur SS, und den Uplink, von der SS zur BS, sind hier mittels Downlink- bzw. Uplink Channel Descriptor (DCD bzw. UCD) spezifiziert.

Für die lizenzierten Frequenzbänder

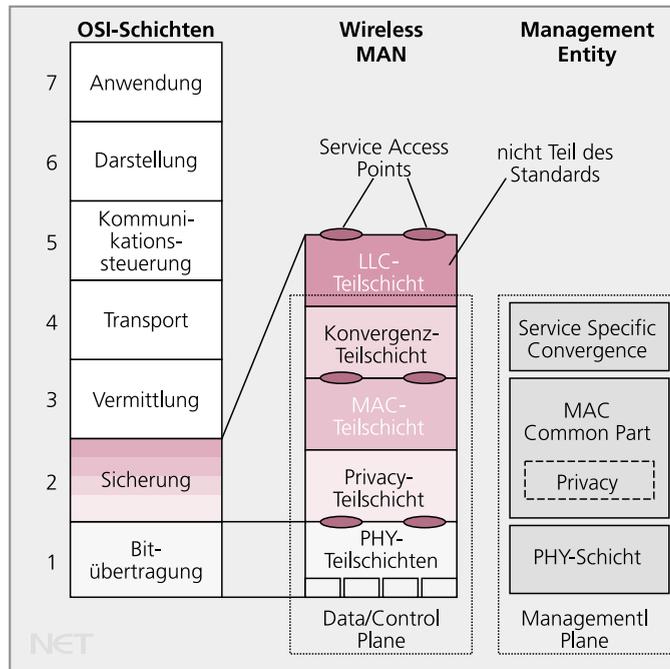


Bild 2: Das Referenzmodell für den Standard IEEE 802.16

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 (5.725 - 5.825 U-NII und 2,4 GHz ISM) besteht die Möglichkeit der Interferenz mit anderen Wireless MANs oder WLANs sowie mit anderen Nutzern desselben Frequenzbandes. Als Lösung für dieses Problem wird die dynamische Frequenzwahl benutzt, wie sie bereits bei IEEE 802.11h erfolgreich eingesetzt wird.

Die MAC-Schicht erlaubt die Übertragung in Frequency Division Duplexing, das heißt, Up- und Downlink arbeiten auf getrennten Kanälen, sowie auch Time Division Duplexing, das heißt, Up- und Downlink teilen sich hierbei einen Kanal.

Die Management Plane, mit ihren Funktionen zur Unterstützung der Data/Control Plane, wird in einem eigenen Standard beschrieben und ist derzeit noch in Arbeit.

Die geforderten Dienste der Teilnehmer umfassen Time Division Multiplexing (TDM) für Sprache und Daten, IP Connectivity und Packetized Voice (VoIP). Zu diesem Zweck müssen sowohl bündelartiger Datenverkehr als auch kontinuierliches Datenaufkommen unterstützt werden. Zwischen den Basisstationen ist mit diesem Standard kein Handover oder Roaming möglich, d.h. keine Mobilität der Endgeräte.

Die Sicherungsschicht bei IEEE 802.20 in der Data/Control Plane umfaßt zur Zeit zwei Teilschichten:

- Die Teilschicht Logical Link Control (LLC), spezifiziert in IEEE 802.2, ist nicht Teil der WMAN-Standards. Auf LLC setzt die Vermittlungsschicht mit dem Internet-Protokoll in der Version 4 oder 6 auf.
- Die MAC-Teilschicht empfängt die Service Data Unit (SDU) der LLC-Teilschicht und erstellt die Protocol Da-

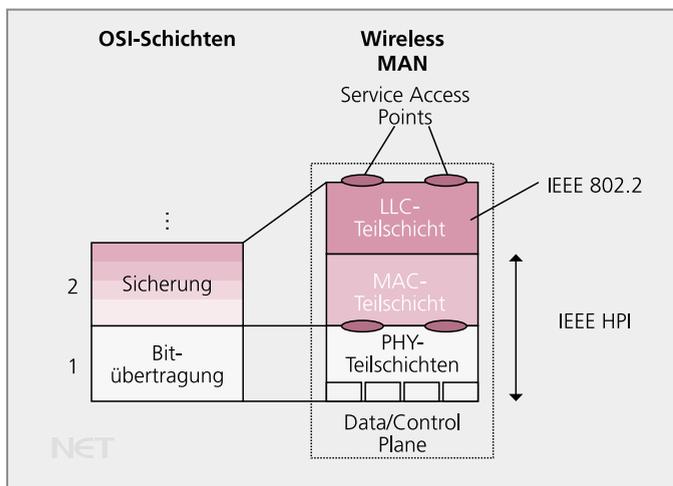


Bild 3: Das Referenzmodell für den Standard IEEE 802.20

ta Units (PDU) für die MAC-Teilschicht des Empfängers. Der Standard spezifiziert hier die MAC-Dienste wie Connect- und Terminate-Request für den Verbindungsauf- und abbau.

Die MAC-Teilschicht in der Data/Control Plane ist weiterhin u.a. zuständig für die Zuordnung der benötigten Bandbreite, die Encryption der Nutzlast nach dem MAC-Header (MAC PDU) und das Berechnen der Prüfsumme (CRC) zur Sicherstellung einer korrekten Übertragung.

Die MAC-Teilschicht sollte mehr als 100 aktive Sitzungen pro Sektor unterstützen.

Vom Sender zum Empfänger werden über das Netz, auf der gleichen Schicht N, die Protocol Data Units ausgetauscht (siehe *Bild 4*).

Zwischen den Schichten, im Sender bzw. beim Empfänger, kommunizieren die Service Data Units (SDU), in denen der Dienst, den die darunterliegende Schicht erbringen soll, ausgehandelt wird – z.B. Datenaustausch oder Verbindungsaufbau oder -abbau. Die SDUs setzen sich aus der für diese Schicht relevanten Protocol Control Information (PCI) und der PDU zusammen.

Die Bitübertragungsschicht, der Physical Layer (PHY), erbringt die geforderten Dienste der MAC-Teilschicht für den Frequenzbereich bei 3,5 GHz. Dieser Dienst vom PHY ist eine fehlerlose und schnelle bitweise Übertragung der Nutzerdaten über die Luftschnittstelle. Für die Bitübertragungsschicht ist sowohl das Time Division Duplexing als auch das Frequency Division Duplexing vorgesehen.

Ob eine oder mehrere PHY-Schnittstellen benötigt werden, ist z.Z. noch nicht klar. Die MAC-Teilschicht sollte mehrere PHY-Varianten unterstützen. Aufgrund der hohen Mobilität und des Handoffs zwischen den Basissta-

tionen bezeichnet Intel diese Technik bei IEEE 802.20 als Wireless WAN (Wide Area Network) im Gegensatz zu IEEE 802.16 als Wireless MAN.

Die Management Plane, mit den

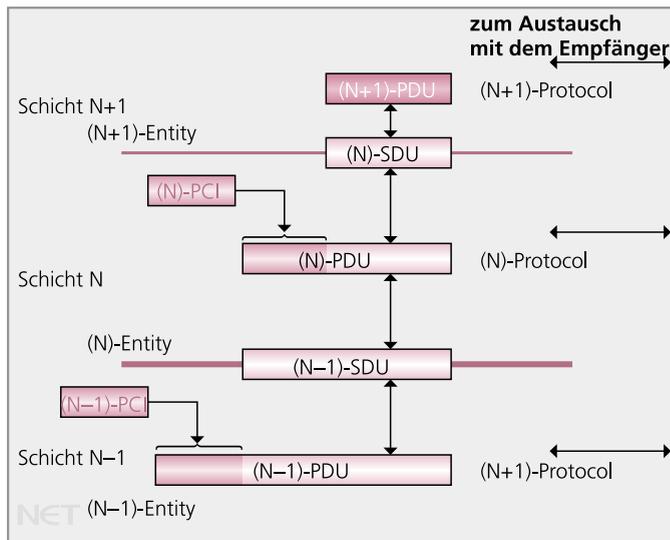


Bild 4: Die Kommunikation im Referenzmodell von IEEE 802.20

Funktionen zur Unterstützung der Data/Control Plane, wird in einem eigenen Standard beschrieben werden.

Man trifft sich

Zur Unterstützung der Entwicklung des Standards IEEE 802.16 und zur weltweiten Vermarktung der entsprechenden Breitband-Wireless-Produkte und Dienste schlossen sich im Jahr 2003 mehr als einhundert Firmen und Organisationen zu einer Non-Profit-Organisation, dem Wimax-Forum, zusammen.

Zusätzlich werden hier Tests zur Zertifizierung der IEEE-802.16-Produkte bereitgestellt, um eine problemlose Kompatibilität und Interoperabilität sicherzustellen.

Führende Firmen der IT- und Telekommunikationsindustrie wie Alcatel, AT&T, Intel, Motorola und Siemens beteiligen sich ebenso wie die Netzbetreiber BT und France Telecom.

Die IEEE Wireless Access Working Group arbeitet mit der Arbeitsgruppe Broadband Radio Access Network (BRAN) vom European Telecommunication Standards Institute (ETSI), die für die Entwicklung des HiperMAN-Standards zuständig ist, eng zusammen. (we)

Was ich selber denk und tu, ...

Kennen Sie Stelios Haji-Ioannou? Es ist der Gründer der Billigfluglinie EasyJet. Ach, Sie meinen, dann müssen Sie den Engländer griechischer Abstammung auch nicht kennen? Doch! Denn er ist auch der Gründer von EasyMobile. Und die geht im März 2005 in Großbritannien mit Mobilfunkdiensten an den Start. Mit nur einem Ziel: Den Erfolg der Billigfluglinien im Mobilfunk zu wiederholen. Was gut für den Kunden ist, fürchten die etablierten Betreiber. Auch wenn sie ständig das Gegenteil behaupten. Weshalb für sowas auch nicht jeder sein Netz hergibt. Vor allem Preiserosion drohe. Die dänische TDC hatte es mit Telmore vorge-macht, binnen weniger Monate halbierten sich die marktüblichen Preise. Frank Rasmussen, der Gründer von Telmore, ist nun CEO von Easy-Mobile. Ausschließlich Sprachdienste und SMS können die zukünftigen Kunden des Billiganbieters nutzen. Die SIM-Karte wird über das Internet geordert. Keine Läden, keine Monatspauschale, kein Schnickschnack – einfach nur niedrige Minutenpreise. Billing – und was an Kundensupport dann noch übrigbleibt – besorgt TDC. Das war aber schon seit August klar, als ein entsprechender Vertrag zwischen der EasyGroup und TDC abgeschlossen wurde, der die Vermarktung auch in zwölf weiteren europäischen Ländern vorsieht. Brandaktuell ist hingegen, daß TDC mit T-Mobile am 29. November einen Vertrag über die Nutzung des britischen Netzes der Telekom-Tochter abgeschlossen hat. Die Analysten von Ovum titelten: „T-Mobile läßt EasyMobile auf den britischen Markt.“ Viele Freunde unter den Netzbetreibern habe sich T-Mobile damit nicht gemacht, war zu hören. Naja, vielleicht läuft es ja hierzulande anders herum und ein kleinerer Anbieter in britischer Hand baut den Easy-Leuten in Deutschland die Landebahn? Ob T-Mobile-Chef René Obermann seiner Mannschaft gerade deshalb ein rigides Sparprogramm verordnet hat, bleibt einstweilen Spekulation. Frank Backasch