

Wireless LAN

Systeme und Anforderungen

W-LAN-Anwendungen erleben zur Zeit weltweit einen rasanten Aufschwung. Fortschreitende Globalisierung und damit zunehmende Mobilität erfordern den Netzzugang zur drahtgebundenen Welt möglichst an jedem beliebigen Ort. Genau dies wird von drahtlosen Funknetzen erwartet. Abgesehen von einer direkten Kommunikation von Teilnehmern untereinander, wird über eine Zentralstation (Access Point) der Aufbau einer Verbindung in die drahtgebundene Welt und damit der Zugang zum eigenen Firmennetz oder ins Internet möglich. Mittlerweile versuchen unterschiedliche Systeme gegen- und miteinander, auf dem Markt Fuß zu fassen. In diesem Beitrag sollen die einzelnen Technologien und deren Marktzugangs- und Betriebsanforderungen dargestellt werden. Abschließend erfolgt ein Ausblick auf Marktchancen und zukünftige Entwicklungen.

Der Erfolg der verschiedenen Drahtlos-Technologien hat unterschiedliche Gründe. Zum einen sind es technische Aspekte wie stabile Standards und die weltweit schrittweise Öffnung von Frequenzen, zum anderen die zunehmende Marktreife der Produkte. Offensichtlich haben die unterschiedlichen Systeme ihre Nischen gefunden, sei es Bluetooth als

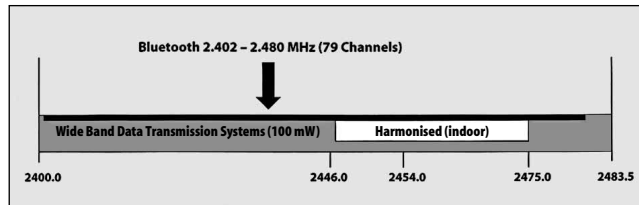


Abb. 1:
Das 2,4-GHz-Band

Kabelersatz im Büro, Heim oder Kfz-Umfeld, sei es die IEEE802-11-Standardfamilie zur Datenübertragung rund um den Laptop. Ankündigungen von führenden Kfz-Herstellern, ihre Produkte zukünftig ausschließlich mit integrierter Bluetooth-Schnittstelle zum Verkauf anzubieten, lassen erahnen, welches Potenzial sich hinter diesem Standard verbirgt. Der anhaltende Erfolg der IEEE-802-11-Standardfamilie hingegen führt zu mutigen Prognosen, wie z.B. von der In-Stat Group Scottsdale, die für 2003 drei Milliarden Dollar Umsatz weltweit voraussagt.

Diese Technologien sind nicht nur komplementär zueinander. Vor allem bei der Ausstattung sogenannter Hot Spots (Flughäfen, Bahnhöfe, Hotels) mit drahtlosen Funknetzen wird ein heißer Kampf zwischen W-LAN und Bluetooth entbrennen. Laut Frost & Sullivan sollen im Jahre 2006 von den 37.000 Hot Spots in Europa ca. 35 Prozent auf Bluetooth-Basis arbeiten, 20 bis 50 Prozent hingegen auf Grundlage beider Technologien.

Welche Standards verbergen sich hinter den einzelnen Technologien? Für welche Anwendungen sind sie konzipiert? Wie sicher sind die übertragenen Daten vor Missbrauch? In welchen Frequenzbereichen werden die Systeme betrieben? Welche Hürden müssen bewältigt werden, um die einzelnen Systeme auf den Markt bringen zu können? Die nachfolgenden Abschnitte sollen dies veranschaulichen.

Bluetooth

Der Bluetooth-Grundgedanke beinhaltet, dass Anwender ihre persönlichen Einrichtungen miteinander und mit jedem tragbaren oder stationären Kommunikationsmittel auf kurze Entfernungen verbinden können. Eine Ortsabhängigkeit besteht nicht. Aktueller Standard ist zur Zeit die Bluetooth Spec. V. 1.1. Genutzt wird der Frequenzbereich 2.402 bis 2.480 MHz im 2,4 GHz ISM-Band, der in 79 Kanäle mit jeweils 1 MHz Bandbreite unterteilt wird. Damit ist eine Datenrate von theoretisch 1 MBit/s möglich. Bluetooth nutzt die Frequency-Hopping-Spread-Spectrum-Technologie (FHSS) mit 1.600 Frequenzsprüngen pro Sekunde. Dadurch sollen Interferenzen mit anderen Anwendungen im dicht belegten 2,4 GHz-Band vermieden werden. Zentrales Element ist das Piconet, das aus einem Master und mehreren Slaves, die mit diesem kommunizieren, besteht. Ein Master kann bis zu sieben Slaves in einem Piconet verwalten. Es ist jedoch auch möglich, dass ein Slave innerhalb eines anderen Piconets die Rolle eines Masters übernimmt. Damit sind Punkt-zu-Punkt, Piconet- und Scatternet-Topologien möglich. Grundsätzlich stehen immer drei Sprachkanäle à 64 kBit/s zur Verfügung. Bluetooth überträgt sowohl Daten als auch Sprache, bei Bedarf beide gleichzeitig. Da Bluetooth ursprünglich als drahtloser Standard für kurze

Autor
Dipl.-Ing. UWE KARTMANN, Cetecom ICT Services GmbH;
Postfach 10 04 45, D-66004 Saarbrücken
Fon: +49/681/598-8220, Fax: +49/681/598-9075
E-Mail: uwe.kartmann@ict.cetecom.de

LESETIPP

? Sie suchen nach bestimmten Autoren?
Das Autorenverzeichnis (Griffmarke D.08) gibt einen alphabetischen Überblick über alle in dieser Ausgabe vertretenen Autoren und Co-Autoren

publish industry
TECHNIK KOMMUNIZIEREN

Gollierstraße 23 · D-80339 München · Fon. +49/89/500383-0 · Fax. +49/89/500383-10 · info@publish-industry.net · www.publish-industry.net

Entfernungen in PANs (Kabelersatz) konzipiert wurde, ist die Reichweite gering.

Der Bluetooth-Standard enthält eine Reihe von Sicherheitsmechanismen. Je nach Anforderung und Fähigkeit der Geräte werden unterschiedliche Schlüssel verwendet. Die zur Authentifizierung benutzten Schlüssel haben eine Länge von 128 Bit und entsprechen damit den heutigen Sicherheitsanforderungen. Als Verfahren kommt ein modifizierter SAFER+-Algorithmus zum Einsatz, der allgemein als sicher eingestuft ist. Ist Bluetooth nun sicher? Natürlich besteht für Anwendungen, die ein besonderes Maß an Sicherheit verlangen, immer ein Nachbesserungsbedarf. Wird jedoch das ursprüngliche Ziel berücksichtigt, nämlich einen Kabelersatz zu realisieren, so enthält Bluetooth demgegenüber einen Sicherheitsgewinn. Grundsätzlich lässt sich sagen, dass Bluetooth deutlich sicherer ist, als andere Anwendungen.

Die 802-11-Standards

Das amerikanische Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) entwickelte und entwickelt weiterhin eine Reihe von Wireless-Local-Area-Network-Standards (W-LAN), die in der 802.11-Serie zusammengefasst sind. Im Prinzip handelt es sich hier um drahtlose Ethernet-Systeme. Die Entscheidung, welche dieser Standards für den W-LAN Betrieb sinnvoll ist, hängt vom Nutzer bzw. Service Provider ab. Für die physikalische Schicht gibt es zur Zeit zwei Standards: 802.11b (2,4 GHz-ISM-Band) und 802-11a (5-GHz-Band). Im Unterschied zu Bluetooth gewährleisten diese Systeme eine Kommunikation über größere Entfernungen mit typischen Reichweiten von 100 Metern, was einen hohen Stromverbrauch (Faktor 100 zu Bluetooth) bewirkt.

Der Standard 802.11b legt drei Funkkanäle fest mit einer Brutto-Datenübertra-

gungsrate von jeweils maximal 11 Mbit/s. Diese schmilzt in der Praxis, je nach Nutzerdichte, drastisch zusammen; die Entfernung zum Access Point führt zu deren weiteren Reduzierung.

Diese Nachteile werden aufgrund der hohen 802-11b-Akzeptanz zunehmend zur Verstärkung der Anwender führen. Abhilfe soll der abwärtskompatible Nachfolgestandard 802-11g schaffen, mit einer stattlichen maximalen Datenübertragungsrate von 54 Mbit/s. Auf ebenfalls drei Funkkanälen werden die Signale OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) moduliert; zusätzlich werden zwei weitere Modulationsmöglichkeiten angeboten, einmal CCK (Complementary Code Keying) zur Gewährleistung der Abwärtskompatibilität sowie PBCC (Packet Binary Convolution Coding) zur Erzielung schnellerer Link Rates. Gerade diese Vielfalt aber könnte dem Standard zum Verhängnis werden, denn bis zu einer stabilen Fassung vergeht Zeit. So könnte bis zu einer Bereitstellung von serienreifen 802.11g-Produkten, ein weiterer Standard, nämlich 802.11a, zum Favoriten mutieren. Dieser sieht acht, optional zwölf, Kanäle im 5-GHz-Band vor. Genutzt wird das OFDM-Modulationsverfahren. Die maximale Bruttodatenrate beträgt 54 MBit/s. Allerdings wird diese wie bei 802-11b, im Praxisbetrieb drastisch reduziert. Vorteil wiederum ist, ein besserer Schutz vor Interferenzen bei dicht positionierten Access Points wegen der erhöhten Kanalanzahl. Gravierender Nachteil ist der Mangel an verfügbaren Frequenzen im 5-GHz-Band in Europa sowie die hohen Kosten der Systeme.

Gemeinsame Schwachstelle der 802-11a-, b-, g-Technologien ist die Datensicherheit. Zwar können besonders sensitive Daten im sogenannten Wired Equivalent Privacy Modus (WEP), entsprechend IEEE 801.11, mit einer Schlüsselstärke von 40 oder auch 128 Bit verschlüsselt werden. Aber wenn auch die implementierten Schutzmechanismen eine solide Grundsicherung bieten, sind sie heutzutage kaum geeignet, die Daten vor Ausspähung, Manipulation oder gegen professionelle Hacker zu sichern. IEEE ist sich dessen sehr wohl bewusst und versucht durch ein neues Sicherheitsstandardpaket mit der Bezeichnung 802.1x, zusätzliche Sicherheitsstufen einzuführen, über die WEP nicht verfügt. Große Hoffnungen werden in den zum 802.11x Paket gehörenden Standard 802-11i gesetzt, der eine weitaus anspruchsvollere Verschlüsselung der Daten, die über ein Netzwerk vermittelt werden, beinhalten soll. Neue Verschlüsselungs- und Authentifizierungsmethoden sollen dadurch möglich werden. Leider wird es bis zu dessen Fertigstellung mindestens noch ein Jahr dauern.

Das BRAN-Projekt und Hiperlan2

Der W-LAN-Standard Hiperlan2 ist Bestandteil des 1997 bei ETSI ins Leben gerufenen BRAN-Projektes (Broadband Radio Access Networks). Dieses befasst sich mit der Entwicklung von Standards für den funkgestützten Zugang zu drahtgebundenen Netzwerken mit einer Datenübertragungsrate von über 25 MBit/s. Drei Standards stehen im Vordergrund, der vierte, Hiperlink, ist bisher lediglich eine Idee:

- ▶ Hiperlan2 (High Performance Radio LAN), ein mobiles, breitbandiges W-LAN-System für Entfernungen bis 200 Meter im Einsatz in lokalen Netzwerken. Der Standard EN 301 893 ist demnächst fertig, Geräte gibt es noch keine.
- ▶ Hiperaccess (High Performance Radio Access), ein ortsgebundenes, drahtloses Zugangnetzwerk mit großer Bandbreite zur Punkt-zu-Multipunkt-Anbindung von Wohnvierteln oder Unternehmensgebäuden. Das System soll bei Frequenzen zwischen 40,5 und 43,5 GHz optimiert werden. Planmäßige Fertigstellung des Standards war Ende 2002. Geräte gibt es keine.
- ▶ Hiperman (High Performance Radio Metropolitan Networks) ist ein ortsgebundenes drahtloses Zugangnetzwerk, das als Verbindung zwischen Hiperlan2 und Hiperaccess dient und auf Frequenzen zwischen 2 und 11 GHz arbeitet. Für den Standard gilt das gleiche wie für Hiperaccess. Geräte sind nicht verfügbar.

Da Hiperlan für den 5-GHz-Bereich konzipiert wurde, gilt er als direkter Konkurrent des amerikanischen 802.11a-Standards. Die Luftschnittstelle von Hiperlan2 stellt eine Übertragungsrate von maximal 54 MBit/s zur Verfügung. Um diese Datenrate zu erreichen, verwendet Hiperlan2 ebenfalls das OFDM-Modulationsverfahren. Das Funkverfahren arbeitet verbindungsorientiert, d.h. vor jeder Übertragung der Nutzdaten wird eine logische Verbindung eingerichtet. Für die Realisierung eines Netzwerks stehen zwei Betriebsarten zur Verfügung: der Centralised Mode (CM) mit einem zentralen Access Point analog der Topologie von zellularen Netzen, und der Direct Mode (DM) der innerhalb einer Funkzelle eine direkte spontane Ad-hoc-Verbindung zwischen zwei Terminals ermöglicht. Dabei sind Punkt-zu-Punkt- oder Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindungen möglich. Der Standard arbeitet mit einer dynamischen Frequenzzuweisung (Dynamic Frequency Selection, DFS). Dabei führen der Access Point und die einzelnen Terminals Interferenzmessungen

durch und selektieren so die innerhalb des zur Verfügung stehenden Frequenzbandes am besten geeignete Frequenz. Auf diesem Wege wird ausgeschlossen, dass es zu Problemen zwischen benachbarten Access Points kommt. Auch werden mit DFS Störungen vermieden, die z.B. durch ein benachbartes 802.11a-System verursacht werden. Ein weiteres Charakteristikum von Hiperlan2 ist die Leistungsregelung (Transmit Power Control, TPC). Dadurch werden Gleichkanalinterferenzen durch Teilnehmer in benachbarten Zellen reduziert und der Energieverbrauch gedrosselt.

Sonstige Systeme

Neben den bisher dargestellten Technologien gibt es weitere Datenübertragungssysteme. So arbeitet in Japan der Multimedia Mobile Access Communication Systems Promotion Council am MMAC-System. Der Irda-Standard (Infrared Data Association) für den Kurzstreckenbereich (wenige Meter) gehört schon fast zu den Veteranen der drahtlosen Technologien. Ein weiteres interessantes Konzept, das speziell für Privathaushalte entwickelt wurde, ist HomeRF. Es arbeitet im 2,4 GHz Bereich mit Reichweiten bis zu 50 Metern und unterstützt sowohl Sprach- als auch Datenkommunikation, erstere auf DECT-Basis. Der aktuelle verbesserte HomeRF-Standard 2.0 mit einer Datenrate von nunmehr 10 MBit/s verdeutlicht, dass ein Wireless Home Network zu einer Wireless-Multimedia-Plattform fortentwickelt werden kann. Einen Überblick der einzelnen Systeme bietet Tabelle 1.

Frequenznutzungen und Harmonisierte Standards

Die meisten zur Zeit gängigen W-LAN-Anwendungen wie Bluetooth, HomeRF, 802-11b und demnächst 802-11g arbeiten im 2,4 GHz-ISM-Band. Dies bietet den Vorteil der weltweit lizenzfreien Nutzung. Gerade deswegen besteht die Gefahr, dass es immer mehr Anwendungen gerecht werden muss. Das Band ist in Europa im Sinne der R&TTE-Richtlinie für W-LAN-Anwendungen nicht durchgängig harmonisiert (siehe Abb. 1). Daher ist eine Frequenznotifizierung nötig. Zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen ist der Satz harmonisierter Standards komplett: EN60950, ggf. EN50371, EN301489-1 & -17 sowie EN300328-2.

Die ERC/DEC(99)23 der ECC empfiehlt den Mitgliedstaaten die Öffnung des 5-GHz-Bandes für LAN-Anwendungen, also Stand heute Hiperlan2 und 802-11a, unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Teile dieses Bandes von weiteren Diensten verwendet werden.

Tabelle 1: Konkurrierende Technologien

Standard	Home RF	Bluetooth	IEEE 802.11b	IEEE 802-11g	IEEE 802.11a	HIPERLAN 2
Frequenzband (MHz)	2402-2480	2402-2480	2400-2483,5	2400-2483,5	5150-5250 5250-5350 5725-5825	5150-5350 5470-5725
Max. Sendeleistung (mW eirp)	100	100	100	100	50 (USA) 250 (USA) 1000 (USA)	200 1000
Modulationsart	2 FSK4 FSK	GFSK	CCK	OFDM CCK PBCC	OFDM	OFDM
DFS, TPC			nein	ja	nein (802-11h:ja)	ja
Max. theor. Brutto-Datenrate (MBit/s)	1,6 (10)	1	11	54	54	54
Kanalbandbreite (MHz)	1	1	22	22	20	20
Max. Reichweite(m)	50	100	100	100	500	200

Zu deren Schutz werden besondere technische Anforderungen wie DFS und TPC für W-LAN empfohlen. Im Vorfeld des geplanten CEPT-Vorstoßes auf der WRC 2003, sind zur Zeit etliche europäische Staaten dabei, die beiden Bänder bei 5.150 bis 5.350 MHz (max. 200 mW eirp) und 5.470 bis 5.725 MHz (max. 1 W eirp) für W-LAN-Anwendungen

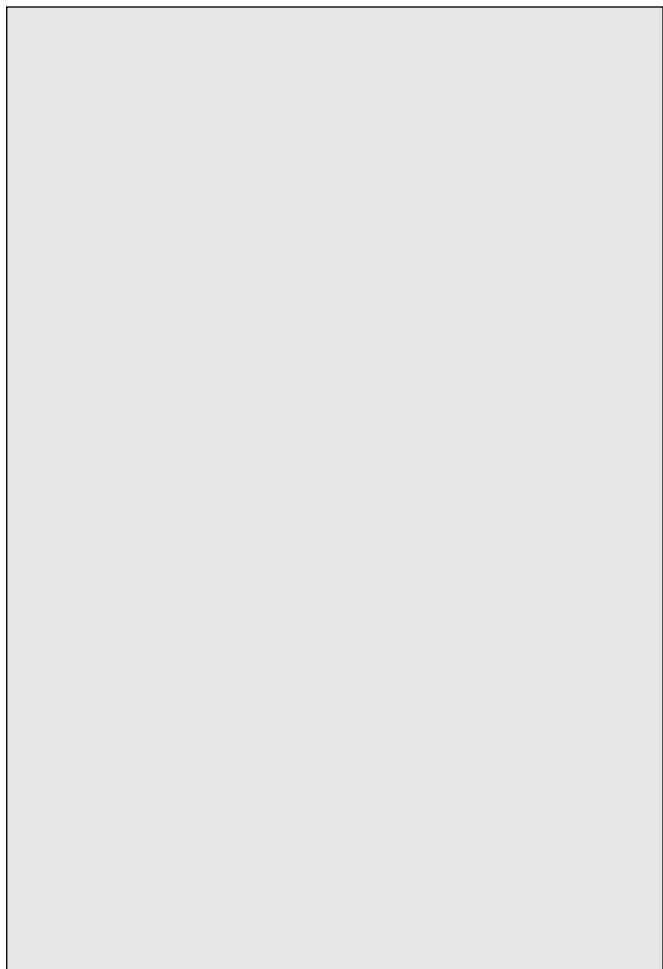
zu öffnen (Abb. 2). Zwei Probleme liegen zur Zeit vor: 802-11a beherrscht DFS und TPC nicht und es gibt keine harmonisierten Standards zur Erfüllung von Art. 3.2 der R&TTE-Richtlinie. Eine Konformitätsvermutung wäre demnach nur unter Hinzuziehen einer Benannten Stelle möglich, die höchstwahrscheinlich den noch nicht harmonisierten

Standard EN301893 empfehlen würde. Schwieriger gestaltet sich der erste Punkt, denn bis zur Fertigstellung des Standards 802-11h, der DFS und TPC erfüllen wird, drängen bereits erste Geräte auf den Markt. Die schnelle Marktöffnung für diese Geräte veranlasste die ECC WG FM SRD/MG zur Erstellung eines Leitfadens, der mittelfristige Abhilfemechanismen empfiehlt. Er wird sowohl für Hersteller als auch Benannte Stellen in der Übergangsphase ein nützliches Hilfsmittel sein.

Proprietäre Zertifizierungssysteme

Neben den einzelstaatlichen Marktzugangs- und Betriebsregeln gibt es für einige W-LAN-Anwendungen zusätzlich proprietäre Zertifizierungssysteme. So müssen alle Bluetooth-Anwendungen umfangreichen technischen Prüfungen unterzogen werden. Manche davon müssen zwingend in einem speziell dafür akkreditierten BQTF-Labor durchgeführt werden. In einer Test Case Reference List (TCRL) ist zu erkennen, welche Anforderungen auf welche Art zu erfüllen sind. Die technische Dokumentation mit Prüfergebnissen wird von eigens dafür beliehenen Zertifizierungskräften, sogenannten BQBs begutachtet. Erst nach positivem Ergebnis ist eine Kennzeichnung des Geräts mit dem Bluetooth-Logo möglich und die Nutzung erlaubt.

Für die 802-11-er Produktfamilie wurde in den USA von WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) ein ähnliches, bei weitem aber nicht so aufwändiges System, eingeführt. Die mit dem Wi-Fi-Logo für 802-11b und dem WiFi5-Logo für 802-11a gekennzeichneten Anwendungen verdeutlichen, dass die Interoperabilität der Geräte



in einem der drei weltweit existierenden WiFi-Labors, in Santa Clara, Tokyo oder Singapur – alle von Agilent betrieben – geprüft wurde. Das Logo hat in den USA einen derartig hohen Bekanntheitsgrad, dass nicht gekennzeichnete Geräte praktisch unverkäuflich sind.

Ausblick

Mit sinkenden Preisen und der gleichzeitigen Ausweitung der Bandbreiten haben sich Wireless-LANs endgültig vom Aschenbröckeldasein verabschiedet. W-LANs werden in absehbarer Zeit zu einem allgegenwärtigen Merkmal der meisten Netzwerke in Büros werden. Davon profitiert der gesamte europäische Markt, der von Frost & Sullivan auf 350 Mil. US\$ Umsatz im Jahre 2006 geschätzt wird. Als wahre Wachstumsraketen wird sich die neue Bandbreite von 5 GHz erweisen. Frost & Sullivan prognostizieren dem Sektor eine Steigerung der Umsatzanteile von 0,9 Prozent im Jahre 1999 auf über 43 Prozent im Jahre 2006. Doch zunächst sind die 2,4-GHz-Systeme dabei, den Markt zu erobern. Bluetooth wird nach Einführung

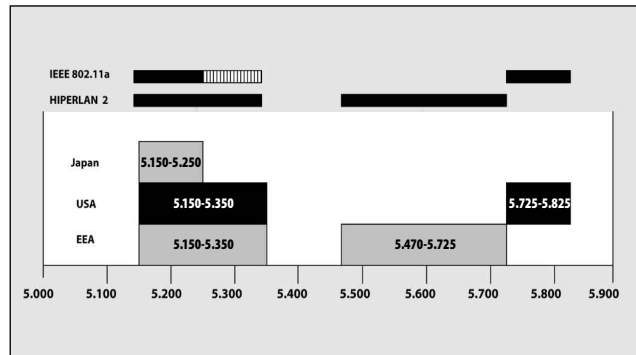


Abb. 2.:
Das 5-GHz-Band

der geplanten neuen Spezifikation mit High Rate Mode bei gleichzeitiger Abwärtskompatibilität dem dominanten 802-11b-Standard zunehmend Konkurrenz machen. 5-GHz-Systeme sind zur Zeit teuer und stehen in den meisten europäischen Staaten noch vor unüberwindbaren regulatorischen Hürden. Nichtsdestotrotz drängen bereits erste Kombiinsteckkarten für Notebooks auf den Markt. Langfristig stellt sich die Frage, ob Hiperlan2 gegen 802-11a bestehen wird. Bis dahin aber wird es noch dauern und neue Technologien wie UWB (Ultra-Wide-Band) drängen bereits nach.

Literatur

- [1] Bluetooth Spec. V 1.1, www.bluetooth.org
- [2] IEEE 802 Program, www.standards.ieee.org
- [3] ETSI-BRAN-Projekt, www.etsi.org
- [4] ERC Decision of 29 November 1999 on the harmonised frequency bands to be designated for the introduction of High Performance Radio Local Area Networks (Hiperlans) (ERC/DEC/(99)23)
- [5] Draft Guidance Document on 5 GHz Wireless LANs, ECC WG FM SRD/MG, Juli 2002

Beitrag als PDF im Internet:

www.publish-industry.net 
more @ click EK3C0201

