

Aktuelle Entwicklungen in der Standardisierung für drahtlose lokale Netzwerke

Maximilian Riegel

Siemens AG
Information and Communication Mobile
Hofmannstr. 51
81359 München
maximilian.riegel@icn.siemens.de

Abstract: Mit dem sprunghaften Anstieg des Marktes für drahtlose lokale Netzwerke (*Wireless LANs*) in den letzten beiden Jahren wurden zahlreiche neue Standardisierungsaktivitäten für den führenden Standard IEEE 802.11 aufgesetzt. Sie betreffen die Bereitstellung definierter Übertragungsqualitäten, die Verbesserung des Zusammenwirkens mehrerer Basisstationen, größere Übertragungsraten im 2,4 GHz Bereich, die Erfüllung der europäischen Zulassungsbedingungen im 5 GHz Bereich und die Erhöhung der Sicherheit von WLAN Netzen. Daneben haben sich mit dem Vordringen der WLAN-Technik auch in den öffentlichen Bereich weltweit mehrere Standardisierungsaktivitäten zur Integration von WLAN mit mobilen Kommunikationsnetzen ergeben.

1 Einleitung

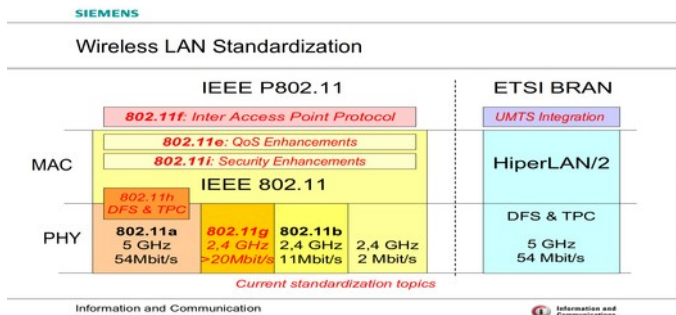
Seit etwa 2 Jahren findet das Thema Wireless LAN immer mehr Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit. Waren bis dahin drahtlose lokale Netze nahezu ausschließlich eine Angelegenheit für Industrieanwendungen und vertikale Märkte, hat die Verfügbarkeit der ersten kostengünstigen Basisstationen und WLAN-Karten nach dem Standard IEEE802.11b die Lage wesentlich verändert. Immer mehr Privatpersonen, Firmen und Universitäten setzen diese Technik ein, um Notebooks ohne lästige Kabel den Zugang zum Internet zu ermöglichen. Schnell haben die Nutzer bemerkt, dass nicht nur das lästige Kabel verschwunden ist, sondern dass sie eine neue Mobilität bei der Arbeit mit dem PC gewonnen haben und mit ihrem Rechner ohne großen Aufwand an verschiedenen Orten in ihrer gewohnten Netzumgebung arbeiten können.

Dabei hat sich der inzwischen nahezu ausschließlich eingesetzte Standard IEEE802.11b mit einer maximalen Übertragungsrate von 11 Mbit/s, der auch unter dem von der WECA vergebenen Prüfsiegel WiFi bekannt ist, als äußerst robust und praxistauglich erwiesen, auch wenn die Schwächen dieses Standards bei der Verschlüsselung der Übertragungsdaten in der Fachpresse ausführlich dargestellt wurden.

2 Die Wireless LAN Standardisierung

In der Arbeitsgruppe IEEE P802.11 des IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee, die

den Wireless LAN Standard IEEE802.11 mitsamt den Erweiterungen 802.11a und 802.11b erstellt haben, sind inzwischen mehrere neue Spezifikationen in Entwicklung, um den Standard nicht nur sicher zu machen, sondern auch um weitere Einsatzbereiche zu erschließen. Das nachfolgende Bild zeigt die verschiedenen Erweiterungen zu IEEE 802.11, an denen derzeit gearbeitet wird.



Standardisierungsthemen in IEEE802.11 und ETSI BRAN

Neben der Standardisierungsgruppe IEEE802.11 gibt es im Rahmen der ETSI ebenfalls eine WLAN Standardisierungsgruppe, die den HiperLAN/2 Standard entwickelt hat und durch die Nähe zur UMTS Standardisierung im Rahmen der 3GPP bereits frühzeitig mit Arbeiten zur Integration von Wireless LAN mit UMTS begonnen hat. Auch wenn der HiperLAN/2 Standard keine Verwendung im Markt gefunden hat, so sind doch die Arbeiten von ETSI BRAN zur WLAN – UMTS Integration richtungsweisend und können auch für den WLAN Standard IEEE802.11 angewendet werden.

3 Der Wireless LAN Standard IEEE802.11

Die größte Bedeutung im Markt hat heute der Standard IEEE802.11, der den Namen der Standardisierungsgruppe trägt, die die Spezifikationen entwickelt hat. Die Basisspezifikation 802.11, die den Betrieb im 2,4 GHz ISM Band mit bis zu 2 Mbit/s beschreibt, wurde nach nahezu 7 Jahren Entwicklungszeit 1997 abgeschlossen und bis 1999 mit den Erweiterungen 802.11a für den Betrieb im 5 GHz Bereich und 802.11b für eine Datenrate bis zu 11 Mbit/s im 2,4 GHz Bereich ergänzt.

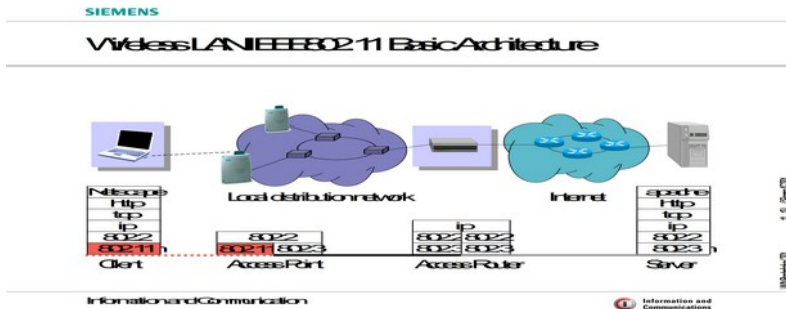
Der Standard beschreibt den MAC Layer und verschiedene Physical Layer eines Systems zur drahtlosen Übertragung von Ethernet-Paketen. Er unterstützt dabei zwei verschiedene Konfigurationen, einen *Ad-hoc* Modus, der die direkte Kommunikation zwischen Terminals ermöglicht, und einen *Infrastructure* Modus für den Einsatz von Basisstationen.

Der MAC basiert auf CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) mit einer optionalen zentralen Koordinierung des Zugriffs auf das Medium und bietet sowohl einen verbindungslosen Übertragungsdienst, wie er für IP Pakete benötigt wird, als auch einen isosynchronen Dienst mit einer vorsorglichen Reservierung von Übertragungsressourcen für Echtzeitanwendungen. Der isosynchrone Dienst wird derzeit auf-

grund erheblicher funktionaler Einschränkungen in der Praxis nicht verwendet [1].

Wegen der erheblich höheren Störanfälligkeit von drahtlosen Übertragungsstrecken wird bei Wireless LAN im MAC jedes erfolgreich übertragene Datenpaket von der Empfängerseite quittiert, so dass Wiederholungen aufgrund von Übertragungsfehlern ohne Belastung höherer Netzwerk-Schichten durchgeführt werden können.

Ein *Request-To-Send/Clear-To-Send* Mechanismus zur Bewältigung des *Hidden-Node* Problems, Funktionen zum Wechseln der Basisstation im laufenden Betrieb (*hand-over*), ein Protokoll zur Vermeidung hohen Stromverbrauchs durch beständige Empfangsbereitschaft und ein Verfahren zur Verschlüsselung der Übertragungsdaten vervollständigen die Spezifikation.



Basisarchitektur für den Einsatz von IEEE802.11

Der Standard IEEE802.11 beschreibt ‚nur‘ die drahtlose Übertragung von Ethernet-Paketen und kann daher ohne Rückwirkung auf die Netzarchitektur eingesetzt werden. Dadurch erklärt sich die schnelle Verbreitung dieses Standards im Markt.

Derzeit sind im Rahmen der IEEE P802.11 Arbeitsgruppe weitere Ergänzungen des Standards IEEE802.11 in Bearbeitung, die nachfolgend vorgestellt werden.

3.1 Die Erweiterung 802.11e zur Sicherstellung von Übertragungsqualität

Der derzeitige 802.11 Standard sieht keine vollständige Unterstützung von QoS und Echtzeitanwendungen vor, sondern unterstützt im praktischen Betrieb nur ‚Best effort‘, wie es im Internet üblich ist.

Die Untergruppe TGe der IEEE P802.11 Arbeitsgruppe hat zwei verschiedene Verfahren zur Bereitstellung von QoS im Wireless LAN spezifiziert. Die Methode mit dem Namen *Enhanced Distribution Coordination Function* stellt eine einfach zu implementierende Verbesserung des derzeitigen Verfahrens dar, das über eine Steuerung der minimalen Wartezeiten vor der Wiederbelegung des Mediums durch einen anderen Sender 8 verschiedene Verkehrsklassen ähnlich zu DIFFSERV-Klassen realisieren kann.

Für strengere Anforderungen an die Übertragungsqualität gibt es zusätzlich die *Hybrid Coordination Function*, die mit Hilfe eines zentralen Koordinators für die Vergabe des Mediums garantierte Datenraten und Verzögerungszeiten bereitstellen kann. Dieses Verfahren bietet seine volle Leistungsfähigkeit nur in *Infrastructure*-Umgebungen, in denen alle Geräte damit ausgestattet sind.

3.2 Die Erweiterung 802.11f zur Unterstützung des *Infrastructure*-Betriebs

Die Untergruppe TGF entwickelt ein Protokoll mit dem Namen IAPP (*Inter Access-Point Protocol*), das den *Infrastructure*-Betrieb mit mehreren Basisstationen verbessern und erleichtern soll.

Das Protokoll ermöglicht einerseits die automatische Konfiguration von Basisstationen, die einem bestehenden WLAN-Zugangsnetz hinzugefügt werden, andererseits unterstützt es den *hand-over* von Stationen von einer Basisstation zu einer anderen Basisstation, indem es die Konfigurationsdaten für diese Station über das Zugangsnetz an die neue Basisstation weiterreicht.

3.3 Die Erweiterung 802.11g für noch höhere Übertragungsraten

Die Erweiterung 802.11g erlaubt noch höhere Übertragungsraten im 2,4 GHz Bereich.

Man hat sich darauf geeinigt, in der Erweiterung mehrere verschiedene Verfahren vorzusehen und damit einen leichteren Übergang von 802.11b auf 802.11g und von 802.11g auf die 5 GHz Variante 802.11a zu ermöglichen. Der Kompromiss sieht vor, dass Geräte nach dem neuen Verfahren 802.11g sowohl den PHY von 802.11b beherrschen und damit rückwärtskompatibel zum weitverbreiteten 11 Mbit/s Standard sind, als auch das OFDM-Verfahren von 802.11a auf der Basisfrequenz von 2,4 GHz einsetzen und damit Übertragungsraten bis zu 54 Mbit/s erreichen können.

Als Option sind auch noch die Verfahren PBCC und CCK-OFDM vorgesehen, die mit verbesserter Reichweite bis zu 22/33 Mbit/s bereitstellen können.

3.4 Die Erweiterung 802.11h für die Zulassung von 802.11a in Europa

Aufgrund der speziellen Zulassungsbedingungen für die Nutzung des 5 GHz Bereiches in Europa, die mit der Spezifikation 802.11a nicht erfüllt werden können, wurde die Untergruppe TGH mit dem Auftrag gegründet, die in 802.11a für die europäische Zulassung fehlenden Funktionen zu spezifizieren. Die Ergänzung mit dem Namen 802.11h beinhaltet im wesentlichen die automatische Anpassung der Sendeleistung an die Übertragungsbedingungen (*Transmission Power Control*) und die dynamische Auswahl des Frequenzkanals (*Dynamic Frequency Selection*) zur Minimierung der Interferenzen und Störung von anderen Nutzern des gleichen Frequenzbands.

Zwischenzeitlich wurden auch die europäischen Regelungen zum Betrieb von WLAN im 5 GHz Bereich so geändert, dass nicht mehr ausdrücklich das Verfahren HiperLAN/2 sondern alle Verfahren mit TPC und DFS vorgesehen sind. In Folge dieser Änderung haben inzwischen mehrere europäische Länder den Betrieb von 802.11a/h gestattet.

3.5 Die Erweiterung 802.11i zur Verbesserung der Sicherheit

Nachdem die Schwächen des im Basisstandard 802.11 spezifizierten WEP- (*Wire Equivalent Privacy*) Verfahrens für die Zugangssicherung und für die Verschlüsselung der Übertragungsstrecke schon lange bekannt sind, wurde schon frühzeitig nach Verbesse-

rungsmöglichkeiten gesucht, die nun im Rahmen der TGi in der Spezifikation 802.11i niedergelegt werden. Kernpunkt von 802.11i ist der Einsatz der Spezifikation IEEE 802.1X zur Authentisierung des Zugangs zum WLAN und zum Austausch und Einstellen der Kryptisierungsschlüssel. Als Verschlüsselungsverfahren wird AES anstelle von dem in Verruf geratenen RC4 eingesetzt. Für eine Übergangszeit ist das TKIP (*Temporal Key Integrity Protocol*) vorgesehen, das auf der Basis des existierenden WEP Verfahrens eine erhöhte Sicherheit ermöglicht.

3.6 Wireless Next Generation (WNG): ein Blick in die weitere Zukunft

Zur Diskussion neuer Arbeitsthemen hat die IEEE P802.11 Arbeitsgruppe ein *Wireless Next Generation (WNG) Standing Committee* eingerichtet, das im Augenblick die Themen *High data rate WLAN*, *Radio resource measurement* und *WLAN – UMTS integration* betrachtet.

4 Die Integration von Wireless LAN in Mobile Netze

Mit dem zunehmenden Einsatz von Wireless LAN für die Bereitstellung von drahtlosen Zugangsmöglichkeiten im öffentlichen Umfeld ist die Frage nach der Integration mit Mobilfunknetzen aktuell geworden.

Derzeit beschäftigen sich verschiedene Standardisierungsorganisationen mit der Erstellung von Spezifikationen zur Integration von WLAN Zugängen mit bestehenden öffentlichen Netzen.

Schon sehr frühzeitig hat innerhalb von ETSI BRAN eine Untergruppe zum Thema ‚*Interworking between HiperLAN/2 and 3rd generation cellular and other public systems*‘ begonnen und zwischenzeitlich eine detaillierte Architekturbeschreibung fertiggestellt, die eine Anbindung für die Authentisierung, Autorisierung und das Accounting von WLAN Teilnehmern über das öffentliche Netz spezifiziert.

Diese Arbeiten haben großes Interesse bei der IEEE P802.11 gefunden und führten zur Bildung einer *Wireless Interworking Group*, in der IEEE P802.11, ETSI BRAN und MMAC gemeinschaftlich an einem allgemeinen Konzept zur Integration von WLAN in öffentliche Netze arbeiten möchten.

Auch im Rahmen der 3GPP wurde inzwischen das Thema WLAN Integration aufgegriffen, und im Rahmen einer Service-Spezifikation wurde sechs verschiedene Szenarien analysiert. Diese Arbeiten werden derzeit mit Architekturbeschreibungen weitergeführt.

Literaturverzeichnis:

- [1] Bob O'Hara, Al Patrick: The IEEE 802.11 Handbook, A Designer's Companion; IEEE Press, 1999