

Der Wireless-Standard 802.11

Von Hans Jürgen Rauscher

Der Wireless-Standard IEEE 802.11 ist zwar schon ein paar Jahre alt, doch in verschiedenen Arbeitsgruppen erfolgt eine stetige **Aktualisierung**.

IEEE 802.11 im Überblick					
IEEE 802.11e QoS	IEEE 802.11f IAPP	IEEE 802.11i Security	IEEE 802.11j/k/m		
IEEE 802.11, PHY, MAC, WEP, Mgmt.					
IEEE 802.11 2.4 GHz FHSS	IEEE 802.11 2.4 GHz DSSS	IEEE 802.11 Infrarot	IEEE 802.11a 5 GHz OFDM	IEEE 802.11b 2.4 GHz DSSS	IEEE 802.11g 2.4 GHz CCK/OFDM
			IEEE 802.11h 5 GHz OFDM		

Bild: Rauscher

Der 802.11-Standard hat viele verschiedene Facetten

Die ersten Standards für Funknetzwerke für Endverbraucher und Unternehmen wurden 1997 in Form von IEEE 802.11 „Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications“ sowie 1998 mit HomeRF (Home Radio Frequency) geboren.

802.11 nutzt das lizenzfreie 2,4-GHz-ISM-Band wahlweise mit Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) oder Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) als Modulationstechniken. Damit werden Datenraten von 1 und 2 MBit/s über Strecken von bis zirka 30 Meter in Gebäuden und bis zirka 200 Meter im Freien erreicht – mit Spezialantennen auch deutlich mehr. Der Datendurchsatz liegt bei zirka 50 Prozent der Datenrate. Der Rest wird für die Verbindungssicherung, für Header und andere administrative Aufgaben benötigt. Bei der Verwendung von Antennen gilt es zu beachten, dass die Vorgaben der

Hans Jürgen Rauscher ist bei Wind River als System Architect Networking beschäftigt und hat mehr als zwölf Jahre Erfahrung als Berater, Projektmanager und freier Autor in der IT- und Kommunikationsbranche.

Regulierungsbehörde (RegTP Vfg. 154/1999) eingehalten werden.

Länderbesonderheiten

802.11 sieht bereits die Besonderheiten der einzelnen Länder bei der Regulierung der Nutzung des 2,4-GHz-Bandes (Frequenz von 2.412 MHz bis 2.484 MHz) vor. Diese wurde 1999 durch IEEE 802.11d „Specification for Operation in Additional Regulatory Domains“ verbessert. Obwohl das ISM-Band auf 2,4 GHz praktisch weltweit verfügbar ist, haben die staatlichen Regulierungsbehörden zum Teil sehr starke Einschränkung beim freigegebenen Frequenzbereich verfügt. Dabei zeigen sich Japan mit 14 Kanälen, Europa mit 13 Kanälen und USA mit immerhin noch 11 Kanälen großzügig, während Frankreich und Spanien nur vier beziehungsweise zwei Frequenzkanäle bereitstellen. Für eine akzeptable Übertragungsqualität sollen mindestens 22 MHz, besser jedoch 30 MHz zwischen zwei verwendeten Frequenzkanälen liegen. Dies ergibt für Europa, jedoch ohne Frankreich und Spanien, drei überschneidungsfreie Kanäle: 1, 7 und 13. Gegebenenfalls sind mit kleinen Abstrichen sogar vier Kanäle verwendbar: 1, 5, 9 und 13.

Signale ohne Störungen

Neben der Luftschnittstelle wurde auch eine Medium Access Control (MAC)-Schicht spezifiziert. Dabei wird der Zugang zum Medium mittels Distributed Coordination Function (DCF) oder Point Coordination Function (PCF) geregelt. Bei DCF findet sich die aus Ethernet bestens bekannte Carrier-Sense-Multiple-Access/Collision-Avoidance-Funktion wieder. Sie soll verhindern, dass zwei Stationen gleichzeitig senden und sich beide Signale stören. Dies funktioniert bei geringer Auslastung eines WLANs zufrieden stellend. Bei vielen aktiven WLAN-Klienten, oder bei Klienten die zwar den gemeinsamen Access Point, sich jedoch nicht gegenseitig sehen (so genanntes Hidden-Station-Problem), sinken die Datenraten durch mehrfach notwendige Sendeversuche hingegen drastisch. Alternativ steht ein Request-to-send/Clear-to-send (RTS/CTS)-Verfahren zur Verfügung, welches beide oben genannten Probleme umgeht.

Obwohl 802.11 alles mitbrachte, was einem Wireless-LAN-Standard gebührt, blieb ihm der Massenmarkt verschlossen. Neben den, im Vergleich zu Ethernet-Netzen mit 10 und 100 MBit/s, langsamen Datenraten war wohl das Preis-Leistungsverhältnis der Geräte nicht interessant genug. Beides änderte sich quasi über Nacht mit der Verabschiedung der IEEE 802.11b „Higher speed Physical Layer (PHY) extension in the 2,4 GHz band“-Standarderweiterung im Sommer 1999. Wie im Vorgänger wurde das 2,4-GHz-Frequenzband weiter benutzt und dank Änderungen am DSSS stehen nun zusätzlich 5,5 MBit/s und 11 MBit/s als Datenraten zur Verfügung. Diese Verbesserung verschaffte den Wireless LANs den Durchbruch sowohl im Endkundenbereich als auch bei der Vernetzung von ausgewählten Firmenbereichen.

Im Herbst 1999 wurde mit 802.11a „Highspeed Physical Layer in the 5 GHz band“ ein weiterer Anhang zu 802.11 veröffentlicht. Dabei wurde die Luftschnittstelle von 802.11 grundlegend ersetzt. Statt mit 2,4 GHz werden Daten nun auf dem ebenfalls lizenzfreien, aber nur bedingt frei verfügbaren 5-GHz-Band versandt. Durch den Wechsel zu einem moderneren Modulationsverfahren, Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), sind nun Datenraten

bis 54 MBit/s bei zirka halbiert Reichweite möglich. Da das 5-GHz-Band in Europa von sicherheitskritischen Anwendungen (Radar) genutzt wird, steht das Band nur mit deutlichen Einschränkungen zur Verfügung. **802.11h** „Spectrum and Transmit Power Management Extensions in the 5 GHz Band in Europe“ setzt die behördlichen Auflagen um, sodass 802.11a/h-Geräte auch in Europa eingesetzt werden dürfen. Maßgeblich geht es dabei um die Kontrolle der Sendeleistung per Transmit Power Control (TPC) und Dynamic Frequency Selection (DFS). Ein ähnliches Thema, allerdings nur auf Japan bezogen, adressiert **802.11j** „4,9 GHz – 5 GHz Operation in Japan“.

Links

IEEE 802.11 Wireless LAN Work Group Homepage:
<http://grouper.ieee.org/groups/802/11/index.html>

WECA/Wi-Fi Alliance Homepage:
<http://www.wi-fi.org/OpenSection/index.asp>

Erweiterungen

Auf Druck der WLAN-Industrie wurde neben 802.11a/h eine zusätzliche Erweiterung zu 802.11 im Sommer 2003 definiert. Mit **802.11g** „Further Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2,4 GHz band“ wird ebenfalls 54 MBit/s Datenrate mit OFDM allerdings im 2,4-GHz-Band erreicht. Zukünftig sollen diese drei Luftschnittstellen durch **802.11n** abgelöst werden. Dieser sieht Datendurchsatzraten von 108 bis 320 MBit/s vor, das wäre mindestens fünf bis fünfzehn mal so schnell wie 802.11a/g. Ab 2005 ist mit diesem Standard und Produkten in etwa zu rechnen.

Damit hat der WLAN-Anwender heute die Auswahl aus drei verfügbaren Kategorien: **802.11b** mit 11 MBit/s oder gleich **802.11g** mit 54 MBit/s – beide im bereits teilweise überfüllten 2,4-GHz-Band. Oder mit **802.11a/h** ebenfalls 54 MBit/s im noch sauberen 5-GHz-Band. Beim Einsatz von mehreren, sich teilweise überschneidenden WLAN-Funkzellen bietet **802.11a/h** gegenüber **802.11b/g** einen weiteren Vorteil: **802.11b/g** können überschneidungsfrei lediglich drei beziehungsweise vier Funkkanäle bereitstellen, bei **802.11a/h** sind es zwölf.

Quality of Service

WLAN ist an sich gut bis sehr gut als Kabelersatz geeignet, solange die Ansprüche der Anwendungen an die Bandbreite und die Dienstgüte nicht zu hoch sind. Vor allem bei Multimedia-Diensten wie Voice over IP (VoIP) oder Videokonferenzen wünscht man sich des Öfteren eine garantierte Bandbreite, da es sonst zu Hängern und Aussetzern bei der Wiedergabe kommt. Mit Quality-of-Service-Mechanismen (QoS) will **802.11e** „Medium Access Method (MAC) Enhancements“ dem Abhilfe schaffen.

Einem anderen Alltagsproblem beim Einsatz von mehreren WLAN-Access Points nimmt sich seit kurzem **802.11f** „Recommended Practice for Multi-Vendor Access Point Interoperability via Inter-Access Point Protocol Across Distribution Systems Supporting IEEE 802.11 Operation“ an: Es regelt die Verständigung der WLAN-Access Points untereinander beim Wechsel eines WLAN-Endgeräts (zum Beispiel Notebook mit WLAN-Karte) zwischen ihnen. Das Inter Access Point Protocol (IAPP) kennt im Wesentlichen zwei Ereignisse: Association meint das Bekanntwerden eines WLAN-Endgeräts bei einem WLAN-Access Point und informiert andere Access Points und auch LAN-Bridges darüber, wo dieser Teilnehmer – genauer seine Ethernetkarte/MAC-Adresse – zu erreichen ist. Reassociation meint die Kenntnissgabe von einem Wechsel des Endgeräts in den Funkbereich eines neuen Access Point an den Bisherigen.

Die Sicherheit bei **802.11** WLAN-Netzen ist allein schon auf Grund des zugänglichen Mediums Luft und der nur bedingt kontrollierbaren Ausbreitung von Funkwellen ein wichtiges Thema. **802.11** sieht für diesen Bereich Wired Equivalent Privacy (WEP) vor. Nachdem sich WEP als nicht standhaft gegenüber Hacker-Angriffen gezeigt hat, arbeitet IEEE an einem Nachfolger namens **802.11i** „Specification for Enhanced Security“. Er soll in 2004 bereitstehen. Übergangsweise werden WLAN-Hersteller wohl neben WEP, und oftmals ihren eigenen Sicherheitserweiterungen, den Vorschlag der Wi-Fi-Alliance aufgreifen und mit Wi-Fi Protected Access (WPA) einen Zwischenschritt implementieren. Da WPA weniger komplex ist als das, was **802.11i** definieren wird, stehen die Chancen gut, dass WPA auch für bereits bestehende WLAN-Geräte nachgerüstet werden kann.

Um eine möglichst gesicherte Übertragung zu ermöglichen, messen viele Funknetze die Signalqualität und regulieren anhand dieser zum Beispiel die Sendeleistung, oder wechseln die Übertragungsfrequenz. Mit **802.11k** sieht die IEEE-802.11-Arbeitsgruppe Ähnliches vor. Ob auch eine Standortbestimmung für Location Based Services mit aufgenommen wird, steht derzeit noch nicht fest. Diese Erweiterung ist ebenso noch in Arbeit wie **802.11m**. Das als „Maintenance Update“ gehandelte Papier soll diverse Fehlerbereinigungen und Aktualisierungen an den bestehenden **802.11**-Standards zusammenfassen. (WM)

IEEE-802.11-Standard und -erweiterungen

Standard	Status	Datum	Bezeichnung
802.11	veröffentlicht	1997	WLAN-Standard
802.11a	veröffentlicht	1999	Beschleunigung auf 54 MBit/s bei 5 GHz
802.11b	veröffentlicht	1999	Beschleunigung auf 11 MBit/s bei 2,4 GHz
802.11b-1999/Cor1-2001	veröffentlicht	2001	Korrekturen zu 802.11b
802.11c	-	-	nicht verwendet
802.11d	veröffentlicht	2001	2,4-GHz-ISM-Band-Klärungen
802.11e	geplant	2004	Quality-of-Service, für zum Beispiel VoIP
802.11f	veröffentlicht	2003	Handover zwischen WLAN-Access Points
802.11g	veröffentlicht	2003	Beschleunigung auf 54 MBit/s bei 2,4 GHz
802.11h	veröffentlicht	2003	Europa-konformes 802.11a
802.11i	geplant	2004	Sicherheitserweiterung, Ablösung von WEP
802.11j	geplant	2004	5-GHz-Band in Japan
802.11k	geplant	2004	Signalqualitätsüberwachung, Location Based Services
802.11l	-	-	nicht verwendet
802.11m	geplant	2004	diverse Korrekturen zu 802.11
802.11n	geplant	2005	Beschleunigung auf 108 MBit/s bis 320 MBit/s