

Kurz erklärt: Die Standards der Normengruppe 802.11

Familienbande



Jürgen Seeger

Ende des letzten Jahrtausends entsprach ein WLAN dem Standard 802.11, und damit war es gut. Doch im Lauf der Zeit hat nicht nur stetig steigender Bandbreitenhunger zu neuen Mitgliedern der 802.11-Familie geführt, sondern auch die vielen Sonderwünsche.

Mit 2 Mbit/s fing alles an. So schnell konnte der 1997 veröffentlichte Standard 802.11 Daten übertragen. Schon zwei Jahre später gab es einen ersten großen Sprung. 802.11b blieb im lizenzfreien 2,4-GHz-Band und kam auf maximal 11 Mbit/s brutto. 802.11a konnte bis zu 54 Mbit/s (brutto, netto knapp die Hälfte) übertragen und arbeitete mit einer Bandbreite von 20 MHz im 5-GHz-Band.

Apropos Bandbreite: Hier wurde gerade die Definition aus der Nachrichtentechnik verwendet, nämlich der nutzbare Frequenzbereich pro Kanal. Wobei gilt: Je größer, desto mehr Informationen lassen sich übertragen. In der Computertechnik hat sich dieser Begriff als Synonym für die Datenübertragungsrate, die Anzahl der transportierten Bits pro Zeiteinheit, eingebürgert. Bei einem WLAN sollte man die nachrichtentechnische Definition im Kopf haben, wenn es auf einem Access Point um die händische Kanalauswahl geht, das Festlegen der genauen Frequenz innerhalb eines Frequenzbandes wie 2,4 GHz etwa. So sind dafür in Europa 14 Frequenzen zwischen 2412 und 2472 MHz mit einem Abstand von 5 MHz festgelegt. Da die Bandbreite – oder zur

besseren Unterscheidung „Kanalbreite“ – 20 MHz beträgt, sind diese Kanäle nicht überlappungsfrei.

802.11a nutzte mit OFDM auch erstmals ein bis heute verbreitetes Übertragungsverfahren. Beim Orthogonal Frequency-Division Multiplexing übertragen mehrere parallele schmalbandige Teildatenströme die Daten, die der Empfänger wieder zusammensetzt. OFDM ist auch das bei 802.11g eingesetzte Modulationsverfahren. Dieser 2003 veröffentlichte IEEE-Standard ist brutto 54 Mbit/s schnell und arbeitet im 2,4-GHz-Band.

Gib mir ein N

Mittlerweile ist 802.11g meist durch das 802.11g- und 802.11b-abwärtskompatible 802.11n abgelöst. Das ist noch einmal erheblich schneller (bis zu 150 Mbit/s brutto) und hat mit rund 250 m bei Sichtverbindung fast die doppelte Reichweite der älteren Standards. Es arbeitet sowohl im 2,4- als auch im 5-GHz-Band, die 150 Mbit/s werden nur mit der höheren Frequenz bei einer Kanalbreite von 40 MHz erreicht. Im 2,4-GHz-Band mit der Bandbreite von 20 MHz muss man sich mit 72,2 Gbit/s begnügen.

Die gern genannten Datenraten von 600 Mbit/s kommen durch Kanalbündelung via MIMO zustande, Multiple Input Multiple Output. Das nutzt OFDM und braucht für die beworbenen 600 Mbit/s vier Sende- und Empfangsantennen, genannt 4x4 MIMO.

802.11n wurde 2013 durch 802.11ac erweitert, einen Standard, der derzeit das obere Ende der Fahnenstange in Sachen WLAN-Durchsatz darstellt. Das ausschließlich im 5-GHz-Band verfügbare Verfahren arbeitet mit Kanalbreiten von 20, 40, 80 und 160 (2x80) MHz und kann davon abhängig zwischen 96,3 und 867 Mbit/s übertragen. Höher hinaus geht es wieder mit MIMO. Der Standard definiert Koppelungen von bis zu acht Sende- und Empfangsantennen, was einer theoretischen Datenübertragungsrate von fast 7 Gbit/s entspricht.

In der Praxis hängt der von 802.11ac erreichte Durchsatz von der Anzahl der Antennen ab. So erreicht die FritzBox 7490 mit ihren drei Antennen via 802.11ac theoretisch rund 1300 Mbit/s. Doch da 802.11ac-fähige Smartphones mit einer Antenne auskommen müssen, sind bei der Kommunikation mit ihnen nicht mehr als gut 400 Mbit/s drin. Ein

Macbook Air mit 2x2-MIMO kommt immerhin theoretisch auf brutto 867 Mbit/s.

Jedoch ist die Nutzung des 5-GHz-Bandes nicht unkompliziert. Diese Frequenzen nutzen nämlich auch Radarsysteme und Dienste. Darum legt der 2003 als Ergänzung zu 802.11a eingeführte Standard IEEE 802.11h fest, welche Frequenzen mit welcher Sendeleistung innerhalb und außerhalb von Gebäuden benutzt werden dürfen – was analog für 802.11ac gilt.

Bitte nicht stören

Zudem sind in diesem Zusammenhang zwei technische Verfahren entstanden, die Kollisionen mit konkurrierenden Diensten verhindern sollen. Dynamic Frequency Selection (DFS) sorgt dafür, dass ein Access Point den Kanal wechselt, wenn er dort ein fremdes Gerät erkennt, und diese Änderung den anderen Kommunikationsteilnehmern mitteilt. TPC (Transmitter Power Control) steht für die Anpassung der Sendeleistung an den Abstand zum Empfänger sowie die Kontrolle der Maximalleistung. Belohnt wird diese Mühe mit einer erlaubten maximalen Sendeleistung von 1000 mW, dem Zehnfachen des Maximums im 2,4-GHz-Band.

Aber Power ist nicht alles. In der Praxis hat sich die Notwendigkeit ergeben, bestimmte Dienste und Szenarien zu berücksichtigen. So regelt 802.11c das Bridging zwischen Funknetzen, 802.11e ist für die Dienstgüte (QoS) zuständig, und 802.11r regelt das Handover von Clients beim Funkzellenwechsel. Zukunftsvisionen bedient der 2010 veröffentlichte Standard 802.11p, entwickelt vom amerikanischen Verkehrsministerium. Der soll die Basis für die WLAN-Kommunikation zwischen Kraftfahrzeugen sein und arbeitet mit einer Bandbreite von 75 MHz im 5,9-GHz-Bereich. (js)