



IEEE 802.11 / WLAN-Grundlagen

IEEE 802.11 ist eine Gruppe von Standards für ein Funknetzwerk auf Basis von Ethernet. Damit ist IEEE 802.11 das am weitesten verbreitete drahtlose Netzwerk bzw. Wireless Local Area Network (WLAN).

Seit 1997 gibt es mit IEEE 802.11 eine verbindliche Luftschnittstelle für drahtlose Netzwerke. Davor war der breite Einsatz drahtloser Datenetze wegen der fehlenden Standardisierung und der geringen Datenübertragungsrate undenkbar. Der Standard baut auf den anderen Standards von IEEE 802 auf. IEEE 802.11 ist, vereinfacht ausgedrückt, eine Art schnurloses Ethernet. IEEE 802.11 definiert die Bitübertragungsschicht des OSI-Schichtenmodells für ein Wireless LAN. Dieses Wireless LAN ist, wie jedes andere IEEE-802-Netzwerk auch, vollkommen Protokoll-transparent. Drahtlose Netzwerkkarten lassen sich deshalb ohne Probleme in jedes vorhandene Ethernet einbinden. So ist es ohne Einschränkungen möglich, eine schnurgebundene Ethernet-Verbindung nach IEEE 802.3 gegen eine Wireless-LAN-Verbindung nach IEEE 802.11 zu ersetzen.

IEEE 802.11 ist der ursprüngliche Standard, der Übertragungsraten von 1 oder 2 MBit/s ermöglichte. Darauf aufbauend wurde der Standard laufend erweitert. Hauptsächlich um die Übertragungsrate und die Datensicherheit zu erhöhen und die Zusammenarbeit zwischen den Geräten unterschiedlicher Hersteller zu verbessern.

WLAN (Wireless LAN) oder IEEE 802.11

Gelegentlich wird die Bezeichnung "Wireless LAN" und der Standard "IEEE 802.11" durcheinander geworfen. Der Unterschied ist dabei ganz einfach. "Wireless LAN" ist die allgemeine Bezeichnung für ein schnurloses lokales Netzwerk (Wireless Local Area Network). "IEEE 802.11" dagegen ist ein Standard für eine technische Lösung, die den Aufbau eines Wireless LAN ermöglicht. Es ist also durchaus denkbar, dass es noch andere Standards gibt, mit denen ein Wireless LAN aufgebaut werden kann.

Im allgemeinen Sprachgebrauch hat es sich durchgesetzt ein lokales Funknetzwerk, dass auf dem Standard "IEEE 802.11" basiert als Wireless LAN bzw. WLAN zu bezeichnen.

Übersicht: WLAN-Techniken

- [IEEE 802.11b / WLAN mit 11 MBit](#)
- [IEEE 802.11g / WLAN mit 54 MBit](#)
- [IEEE 802.11a/h/j / WLAN mit 54 MBit](#)
- [IEEE 802.11n / WLAN mit 150 MBit](#)
- [IEEE 802.11ac / Gigabit-WLAN](#)
- [IEEE 802.11ad / Wireless Gigabit \(WiGig\)](#)

Übersicht: Übertragungsgeschwindigkeit

Standard	802.11	802.11b	802.11a/h/j	802.11g	802.11n	802.11ac
Frequenzbereich	2,4 GHz	2,4 GHz	5 GHz	2,4 GHz	2,4 + 5 GHz	5 GHz

Übertragungsrate (brutto)	2 MBit/s	11 MBit/s	54 MBit/s	54 MBit/s	150 - 600 MBit/s	1.300 MBit/s
Übertragungsrate (netto)	0,5 - 1 MBit/s	1 - 5 MBit/s	bis 32 MBit/s	2 - 16 MBit/s	bis 200 MBit/s	bis 400 MBit/s

Schaut man sich die Angaben der Hersteller und Händler zur Übertragungsgeschwindigkeit ihrer Produkte an (brutto) und vergleicht die Werte, die man damit in der Praxis erreicht (netto), riecht das fast schon nach einem Reklamationsgrund. Tatsache ist, die Bruttodatenraten, wie sie auf den Produktverpackungen und vom Standard angegeben sind, in der Praxis nie erreicht werden.

Alle WLAN-Standards des IEEE werden mit einer theoretisch maximalen Übertragungsgeschwindigkeit spezifiziert. So erreichen WLANs nach IEEE 802.11g mit 54 MBit/s in der Praxis selten mehr als 20 MBit/s. Ein WLAN nach IEEE 802.11b mit 11 MBit/s erreichen selten mehr als 5 MBit/s.

Auch bei IEEE 802.11n ist es nicht anders. Hier sollen brutto 150, 300, 450 und 600 MBit/s erreichbar sein. Bei einer guten Funkverbindung sollte davon netto rund die Hälfte übrig bleiben.

Doch auch das sind nur Richtwerte. Was in der Praxis dann wirklich möglich ist, ist von den lokalen Begebenheiten abhängig. Wände, Möbel und andere Netzwerke stören die Funkübertragung. Je nach Umgebungsbedingungen, Anzahl der teilnehmenden Stationen und deren Entfernung erreicht man nur einen Bruchteil der theoretischen Datenrate.

Die Differenz zwischen theoretischer Übertragungsgeschwindigkeit und dem, was in der Praxis übrig bleibt, ist der Tatsache geschuldet, dass es sich bei Funk um einen geteilten Übertragungskanal handelt, den mehrere Teilnehmer gleichzeitig nutzen wollen und deshalb ein spezielles Zugriffsverfahren (CSMA/CA) den Zugriff aushandelt. CSMA/CA regelt, wann eine Station senden darf. Die anderen Stationen müssen während dieser Zeit warten. Anschließend fällt dann noch eine Pause an. Die Funkschnittstelle ist deshalb nie zu 100% belegt. Für jeden einzelnen Teilnehmer bedeutet das, es bleibt nur ein Bruchteil der theoretischen Übertragungsgeschwindigkeit übrig.

IEEE 802.11 vs. Bluetooth

Während der Entwicklung des WLAN-Standards IEEE 802.11 und Bluetooth haben sich schnell Gemeinsamkeiten herausgestellt. Beide Funkstandards arbeiten im Frequenzband 2,4 GHz und sollen unterschiedliche Geräte über Funk miteinander verbinden. Beide Standards zeichnen sich durch individuelle Stärken aus und kommen dadurch in verschiedenen Geräten auf den Markt.

Wireless LAN übertrifft Bluetooth in seiner Reichweite und Übertragungsgeschwindigkeit und kommt deshalb in lokalen Netzwerken zum Einsatz.

Bluetooth ist mit geringen Hardwarekosten, niedrigem Stromverbrauch und Echtzeitfähigkeit in den Bereichen Sprachübertragung, Audio-Video-Lösungen und Adhoc-Verbindungen zwischen Kleinstgeräten besser geeignet. Bluetooth löst hier Irda (Infrarot) erfolgreich ab. Und Bluetooth 3.0 macht sich WLAN-Techniken zunutze, um große Datenmengen zu übertragen.

- [Bluetooth 3.0](#)

WLAN-Sicherheit und Verschlüsselung

Funksignale bewegen sich im freien Raum. Das bedeutet, jeder kann die gesendeten Daten abhören oder stören. Um zumindest das Abhören zu verhindern, werden WLANs mit Verschlüsselung betrieben. Ein weiterer Knackpunkt ist die Nutzung des WLANs und die Nutzung des damit bereitgestellten Internet-

Anschluss durch fremde Personen. Der Betreiber eines ungesicherten WLANs kann rechtlich in die Verantwortung und damit Haftung genommen werden, wenn ihm unbekannt Personen seinen Internet-Zugang für Rechtsverletzungen missbrauchen. Dazu haben bereits die Landgerichte Hamburg (2006) und Düsseldorf (2008) geurteilt. Es gibt zwar auch gegenteiligen Urteile. Doch es empfiehlt sich, gerichtliche Auseinandersetzungen im Voraus zu vermeiden. Deshalb sollte die Verschlüsselung immer aktiviert sein. Vorzugsweise WPA2. Die älteren Verschlüsselungsverfahren WPA und WEP sollte man nicht mehr verwenden. WLAN-Geräte, die WPA2 nicht beherrschen, sollte man dringend austauschen.

- [WLAN-Sicherheit](#)
- [WEP - Wired Equivalent Privacy](#)
- [IEEE 802.11i / WPA und WPA2](#)
- [WPS - WiFi Protected Setup](#)

WLAN-Authentisierung

Nicht jeder soll ein WLAN nutzen dürfen. Zwar kann der Zugriff auf ein WLAN durch ein Passwort eingeschränkt werden. Doch ist das Passwort erst einmal bekannt, dann ist damit nicht nur der Zugriff, sondern auch die Verschlüsselung ungesichert.

Zusätzlich zur Verschlüsselung kann bei größeren WLANs mit vielen Nutzern eine zusätzliche Authentisierung mit dem Protokoll IEEE 802.1x integriert werden, bei der jeder Nutzer eigene Zugangsdaten benötigt (Benutzername und Passwort). An einer zentralen Stelle kann der Zugriff auf einfache Art und Weise freigegeben oder eingeschränkt werden.

Die Entsprechenden Einstellungen stehen häufig im begrifflichen Zusammenhang mit WPA2-Enterprise oder WPA2-RADIUS.

- [WLAN-Authentisierung](#)

Übersicht: Standards von IEEE 802.11

Im September 1990 begann eine Arbeitsgruppe des IEEE an einem Standard für drahtlose Netzwerke mit 1 MBit/s im Frequenzbereich 2,4 GHz zu arbeiten. Dabei entstand ein Protokoll und Übertragungsverfahren für drahtlose Netzwerke. Im Jahr 1997 wurde es zunächst nur für 2 MBit/s bei 2,4 GHz definiert. Damals dachte man daran, die unzuverlässige Infrarotübertragung (IrDA) zu ersetzen, mit denen Computer über kurze Entfernung Daten austauschten.

Der Standard IEEE 802.11 fand schnell Akzeptanz. Die Unterstützung durch die WiFi-Allianz und die Nutzung des lizenzfreien Frequenzspektrums (2,4 GHz) sorgten für die rasche Verbreitung der Funktechnik. Schnell wurde der Wunsch nach höheren Übertragungsraten laut. Innerhalb weniger Jahre entstanden mehrere Standarderweiterungen, die vor allem die Übertragungsrate auf der Funkschnittstelle steigerten.

Hinweis: Die folgende Übersicht ist unvollständig.

Standard	Beschreibung
802.11	Protokoll und Übertragungsverfahren für drahtlose Netze, 1997 zunächst nur für 2 MBit/s bei 2,4 GHz definiert.
802.11a	WLAN mit bis zu 54 MBit/s im 5 GHz Bereich, 12 nicht-überlappende Kanäle, Modulation: Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM).
802.11b	WLAN mit bis zu 11 MBit/s im 2,4GHz Bereich, 3 nicht-überlappende Kanäle.

802.11c	Wireless Bridging zwischen Access Points. Spezifiziert das MAC-Layer-Bridging gemäß IEEE 802.1d.
802.11d	Beinhaltet länderspezifische Anpassungen an die jeweilige regulatorischen und gesetzlichen Bestimmungen, wie etwa die Wahl der Funkkanäle. Wurde zuerst für den US-Markt entwickelt. Es wurden mit dieser Erweiterung regionale Besonderheiten, z. B. auch der Frequenzbereich berücksichtigt.
802.11e	Erweitert WLAN um Quality of Service (QoS) - Priorisierung von Datenpaketen, z. B. für Multimedia-Anwendungen und Streaming.
802.11f	Regelt die Interoperabilität zwischen Basisstationen. Ermöglicht Roaming zwischen Access Points verschiedener Hersteller.
802.11g	54-Mbit/s-WLAN im 2,4-GHz-Band, Modulation OFDM.
802.11h	Ergänzungen zum 802.11a für Europa mit DFS (Dynamic Frequency Selection) und TPC (Transmit Power Control).
802.11i	Verschlüsselung mit AES. Authentisierung nach IEEE 802.1x (Ergänzend/Aufbauend auf WEP und WPA).
802.11j	Japanische Variante von 802.11a für das 5-GHz-Band.
802.11k	Stellt Informationen über Funk- und Netzwerkaktivitäten zu Verfügung. Bessere Messung/Auswertung/Verwaltung der Funkparameter (z. B. Signalstärke). Soll unter anderem ortsbezogene Dienste ermöglichen (Location Based Services).
802.11m	Zusammenfassung früherer Ergänzungen, Bereinigung von Fehlern aus vorausgegangenen Spezifikationen (Maintenance).
802.11n	WLAN mit bis zu 600 MBit/s.
802.11o	Soll die Priorisierung von Sprache im WLAN gegenüber dem Datenverkehr definieren.
802.11p	Drahtloser Funkzugriff von Fahrzeugen aus.
802.11q	Unterstützt Virtual LANs (VLAN).
802.11r	Spezifiziert das Fast Roaming beim Wechsel zwischen Access Points. Interessant im Zusammenhang mit VoIP, um Gesprächsunterbrechungen zu vermeiden.
802.11s	Regelt den Aufbau von Wireless Mesh Networks.
802.11t	Wireless Performance Prediction (WPP), legt unter anderem Testverfahren fest.
802.11u	Behandelt das Zusammenspiel mit anderen nicht 802-konformen Netzen, wie etwa den zellularen Handy-Netzen.
802.11v	Wireless-Network-Management.
802.11w	Protected Management Frames.
802.11z	Ermöglicht Direkt-Verbindungen zwischen zwei WLAN-Clients, die über einen Access Point verbunden sind.

802.11aa	Erweitert das für Voice-over-WLAN eingeführte QoS in IEEE 802.11e um Funktionen für die Videoübertragung (Video Transport Stream, VTS).
802.11ac	Gigabit-WLAN. Beschleunigung durch Optimierung des Übertragungsprotokolls. Führt im günstigsten Fall zu einer doppelt so schnellen Übertragungsrate.
802.11ad	Gigabit-WLAN für schnelle Punkt-zu-Punkt-Verbindungen.

WLAN-Technik

- [WLAN-Übertragungstechnik](#)
- [WLAN-Frequenzen](#)
- [CSMA/CA](#)
- [WLAN-Topologie](#)
- [WDS - Wireless Distribution System](#)
- [WLAN-Roaming](#)

Übertragungstechnik

- [IEEE 802.11b / WLAN mit 11 MBit](#)
- [IEEE 802.11g / WLAN mit 54 MBit](#)
- [IEEE 802.11a / IEEE 802.11h / IEEE 802.11j](#)
- [IEEE 802.11n / WLAN mit 150 MBit](#)
- [IEEE 802.11ad / Gigabit-WLAN](#)
- [IEEE 802.11ad / Wireless Gigabit \(WiGig\)](#)

WLAN-Sicherheit

- [WLAN-Sicherheit](#)
- [WEP - Wired Equivalent Privacy](#)
- [IEEE 802.11i / WPA und WPA2](#)
- [WLAN-Authentifizierung](#)
- [WPS - WiFi Protected Setup](#)

WLAN-Erweiterungen

- [MIMO - Multiple Input Multiple Output](#)
- [IEEE 802.11e / WLAN mit Quality of Service](#)
- [IEEE 802.11z / Direct Link Setup \(DLS\)](#)
- [IEEE 802.11s / Wireless Mesh Network](#)

WLAN-Hardware

- [Übersicht: WLAN-Hardware](#)
- [WLAN-Stecker](#)
- [WLAN-Hotspot](#)

Weitere verwandte Themen: