



Quelle: <https://pixabay.com/studio/e-web-network-globe-contients-1830317/>

## Netzwerke und Dienste bereitstellen Wireless Local Area Network (WLAN)

Fachinformatiker und Fachinformatikerinnen sowie IT-System-Elektroniker und IT-System-Elektronikerinnen  
Lernfeld 9: Netzwerke und Dienste bereitstellen

Berufliches Schulzentrum für Elektrotechnik

Unterrichtsmaterial



1

## Netzwerke und Dienste bereitstellen Kommunikation ohne Leitungsverbindung



Berufliches Schulzentrum für Elektrotechnik

Unterrichtsmaterial

Quellen:  
<https://page.mi.fu-berlin.de/schulz/erweit/2011mann.png>  
30.05.2022

Seite: 2

2

## **Netzwerke und Dienste bereitstellen**

### **Ziel**

Sie erläutern die Arbeitsweise eines WLAN.

Sie erklären Sicherheitsaspekte in einem WLAN.

3

## **Netzwerke und Dienste bereitstellen**

### **Agenda**

Wiederholung LF3

- Übertragungsmedien

Wireless Local Area Network (WLAN)

- Standards und Begriffe
- Übertragungsgeschwindigkeit in Theorie und Praxis
- Frequenzen und Kanäle
- Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance (CSMA/CA)
- Topologien
- Sicherheit
- Alternativen

4

## Wireless Local Area Network (WLAN)

5

### Netzwerke und Dienste bereitstellen

#### WLAN im OSI Modell

OSI-Schicht		Einordnung	TCP/IP-Ref.-modell	Protokollbeispiele	Kopplungselemente
7	Anwendungen (Application)	Anwendungsorientiert	Anwendung	SSH DHCP DNS FTP HTTP(S) RDP	Gateway, Content-Switch, Proxy, Layer-4-7-Switch
6	Darstellung (Presentation)				
5	Sitzung (Session)			TLS	
4	Transport (Transport)	Transportorientiert	Transport	TCP / UDP	
3	Vermittlung-/Paket (Network)		Internet	IP	Router, Layer-3-Switch
2	Sicherung (Data Link)		Netzzugriff	Ethernet WLAN MAC, ARP	Bridge, Layer-2 Switch, Wireless Access Point
1	Bitübertragung (Physical)			1000BASE-T	Kabel, Repeater, Hub

Berufliches Schulzentrum für Elektrotechnik

Unterrichtsmaterial

Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/OSI-Modell> 13.01.2021

Seite: 6

6

## Wiederholung LF 3: Clients in Netzwerke einbinden

### Passive Komponenten: Übertragungsmedien

#### Leiterungebundene

1. Infrarot
2. Ultraschall
3. **Funk**

#### Leitergebundene

1. Metallische Leiter
  - Kupferleitungen (Koaxialkabel, Twisted Pair Kabel)
2. Nichtmetallische Leiter
  - Glasfaser

7

## Netzwerke und Dienste bereitstellen

### WLAN Standards und Begriffe



- Wireless Local Area Network (WLAN) ist die allgemeine Bezeichnung für lokale Funknetze.
- Meist ist damit der Standard IEEE802.11 mit seinen einzelnen Definitionen gemeint (802.11 ... 802.11be).  
Korrekt Weise ist die umgangssprachliche Bezeichnung für den Standard 802.11\* der Begriff Wi-Fi (Wireless-Fidelity) und nicht WLAN.
- Der Standard IEEE 802.11 wurde 1997 definiert und hat seither viele Ergänzungen und Erweiterungen zur Erhöhung des Durchsatzes und der Sicherheit erfahren.
- Der Begriff WLAN grenzt sich gegen Wireless Personal Area Network (WPAN) ab. Letzteres bezeichnet Funktechnik, die zum Ziel hat kurze Kabelverbindungen zu vermeiden. (WPAN: z.B. Bluetooth, IEEE 802.15).
- Der Wireless-Access-Point (WAP oder AP) ist das aktive Netzgerät im WLAN – ähnlich einem Switch im Kabelnetzwerk.

8

## Netzwerke und Dienste bereitstellen

### WLAN Übertragungsgeschwindigkeit in Theorie und Praxis

- Die theoretisch mögliche Übertragungsrate hängt von der Trägerfrequenz, dem Standard und von den Umgebungsbedingungen ab.
- Standardisierte Trägerfrequenzen sind aktuell 2,4 GHz, 5 GHz und 60 GHz.
- Im ersten Standard IEEE802.11 war lediglich eine theoretische Übertragungsrate von 2 MBit/s möglich.
- Bei IEEE802.11ac (5GHz) und der Nutzung von 8 Streams kann eine theoretische Übertragungsrate von knapp 7Gbit/s erreicht werden.
- In der Praxis liegen die Übertragungsraten signifikant unter diesen Werten.  
Das liegt neben den Umgebungsbedingungen vor allem an der Tatsache, dass das Übertragungsmedium im Regelfall von mehreren Nutzern beansprucht wird.

## Netzwerke und Dienste bereitstellen

### WLAN Frequenzen und Kanäle

Alle Nutzer eines Frequenzbandes teilen sich die Bandbreite.

Zur besseren Aufteilung sind die Frequenzbänder in Kanäle aufgeteilt.

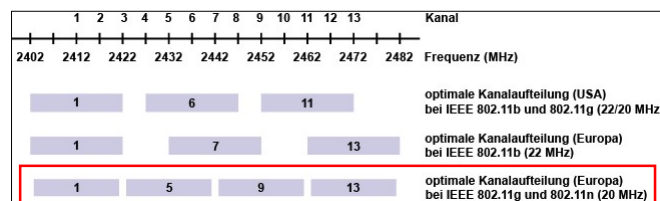
z.B. IEEE 802.11n für 2,4 GHz

Trägerfrequenz: 2,4 GHz

Frequenzbereich: 2,3995 GHz – 2,4845 GHz (Bandbreite 95 MHz)

In diesem kleinen Frequenzbereich gibt es 79 schmalbandige Kanäle, die in einander überlappende breitere Kanäle zusammengefasst werden können.

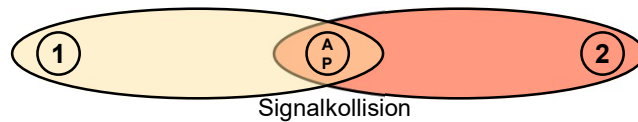
Es passen nur 20MHz Kanäle überlappungsfrei in den Frequenzbereich.



## Netzwerke und Dienste bereitstellen

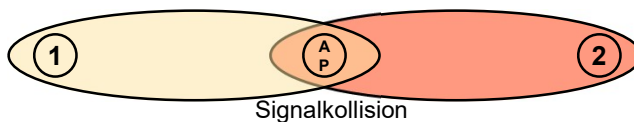
### WLAN Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance

- Alle Nutzer teilen sich die verfügbaren Kanäle.
- Pro Kanal kann immer nur ein Teilnehmer senden.
- Es wird, ähnlich wie beim Ethernet in logischer Bustopologie, ein Verfahren benötigt, dass Datenkollisionen vermeidet, ein so genanntes Mehrfachzugriffsverfahren:
  - > Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance (CSMA/CA)  
vgl. Ethernet :
  - > Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection (CSMA/CD)
- Die Abweichung ist notwendig, da es weitere Einflussgrößen geben kann:  
z.B. Nicht jeder Sender kann „hören“ ob andere Station gerade sendet.



## Netzwerke und Dienste bereitstellen

### WLAN Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance



- WLAN Client prüft, ob Kanal frei ist - Listen-Before-Talk (LBT)
- Ist Kanal belegt wartet der WLAN Client eine zufällige Zeit (42 bis 178  $\mu$ s) und prüft wieder.
- Weil eine Kollision trotzdem nicht zweifelsfrei festgestellt werden kann muss Empfänger eines Pakets den Empfang des Sendewunsches beim Absender bestätigen. CSMA/CA nutzt dafür Bestätigungspakete (ACK).
- Erst nach Bestätigung werden Datenpakete gesendet.

-> Die Aufteilung der Bandbreite und das Übertragungsverfahren machen WiFi in der Praxis deutlich langsamer als geschaltete Kabelverbindungen und als die theoretische Übertragungsrate.

## Netzwerke und Dienste bereitstellen

### WLAN Gerätetypen

- WLAN – Client  
Endsystem der WLAN-Nutzung, z.B. Notebook eines Nutzers WLAN Client
- WLAN Access Point (WAP)  
Zentrale Schnittstelle für Endsysteme eines WLAN  
Stellt in der Regel die Verbindung zwischen WLAN und LAN her WAP
- WLAN Repeater  
Gerät zur Reichweitenerhöhung im WLAN  
Halbierung des Durchsatzes, da Signal wiederholt wird WLAN Repeater
- Wireless LAN Controller (WLC)  
Steuerung des Betriebs mehrerer WAP  
WLAN-Profil / -Konfiguration zentral eingerichtet und an WAPs verteilt  
(z.B. individuelle Kanal-Einstellungen zur Durchsatzoptimierung) WLC

Berufliches Schulzentrum für Elektrotechnik

Unterrichtsmaterial

Seite: 13

13

## Netzwerke und Dienste bereitstellen

### WLAN Topologien

- Independent Basic Service Set (IBSS) - Ad-hoc-Netz  

WLAN Client

WLAN Client
- Basic Service Set (BSS)  

WAP

WLAN Client
- Wireless Distribution System IEEE 802.11 (WDS)  

WAP

WLAN Repeater

WLAN Client
- Wireless Mesh Network IEEE 802.11s (WMN)  
Erweiterung des WDS-Standards. Im WMN agieren Geräte als Relaisstationen bis zum nächstgelegenen WAP die auf MAC-Ebene Routingentscheidungen treffen können.

Berufliches Schulzentrum für Elektrotechnik

Unterrichtsmaterial

Seite: 14

14

## Netzwerke und Dienste bereitstellen

### WLAN Sicherheit

- Funknetze ermöglichen ein einfaches Mithören des Datenverkehrs
- Deshalb ist ein Muss:
  - Authentifizierung von Benutzern und WLAN-Clients
  - Verschlüsselung der Kommunikation
- Verfahren:
  - Wired Equivalent Privacy (WEP) - unsicher und veraltet
  - Wi-Fi Protected Access (WPA) - veraltet
  - **Wi-Fi Protected Access 2 (WPA2) - veraltet**
  - WPS (unsicher und aktuell)
  - **WPA3 (sicher und aktuell)**
- Deutsches Recht:  
Für Schäden durch ein ungesichertes WLAN haftet der Betreiber. Der Betrieb WLAN-Router oder Access Point sollte immer mit Authentifizierung und Verschlüsselung erfolgen.

15

## Netzwerke und Dienste bereitstellen

### WLAN Sicherheit Wi-Fi Protected Access

- WEP: schwache Verschlüsselung und Authentifizierung
- WAP: dynamische Schlüssel, gute Authentifizierung und Unterstützung von Radius-Authentifizierung
- WAP2: Implementierung Advanced Encryption Standard (AES)
- WAP3: lange AES Schlüssel und Ersatz des pre-shared key (PSK)-Verfahrens (einheitliches Passwort) / sicheres Aushandeln Sitzungsschlüssel / bei Kenntnis des WLAN-Passworts keine im voraus aufgezeichneten Datenpakete nachträglich entschlüsselbar
- WPA2 Enterprise Mode  
Nutzerbezogene Kennung und Passwort / Authentifizierung per RADIUS
- WPA2 Personal Mode (PSK)  
Die Authentifizierung erfolgt mit einem gemeinsamen Pre-Shared-Key (Passwort).

16



## **Netzwerke und Dienste bereitstellen**

### **WLAN Sicherheit mit RADIUS**

- Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS)
- RADIUS ist ein Client-Server-Protokoll für Authentifizierung, Autorisierung und Accounting von Nutzern. (Triple-A-System)
- Nutzung bei Einwahlverbindungen in ein Netzwerk, RADIUS ist Standard bei der zentralen Authentifizierung von Einwahlverbindungen mittels WLAN
- Vorteil: einmalig und zentral registrierte Zugangsdaten der Nutzer
- Nachteil: bei Störung sind alle nutzenden Dienste gleichzeitig betroffen

17

## **Netzwerke und Dienste bereitstellen**

### **WLAN Voucher- oder Ticketsystem**

- Nutzung individueller Codes („Voucher“ oder „Tickets“)
- Ermöglicht Gästen Zugang zum WLAN
- Nachvollziehbarkeit des individuellen Nutzerzugangs
- Gültigkeit und Dauer wählbar
- Bestätigung von Nutzungsbedingungen
- Einsatz in Hotels und bei Gästen in der Firma

18