

Wi-Fi / WLAN



Bastian Hodapp



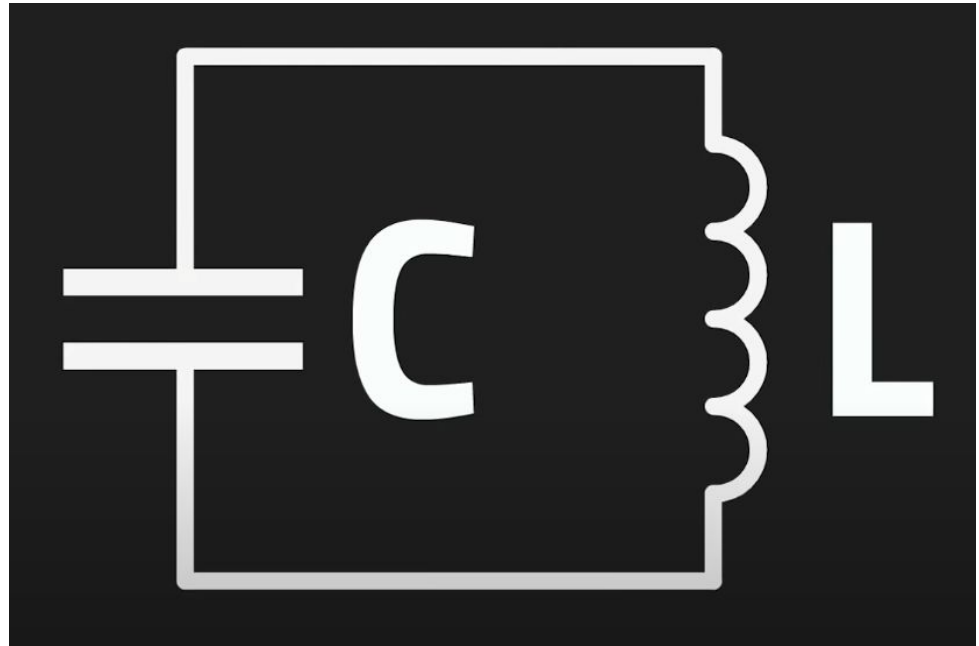
Elektrotechnischer Hintergrund

(Elektromagnetische Wellen)

Basics: Elektromagnetischer Schwingkreis

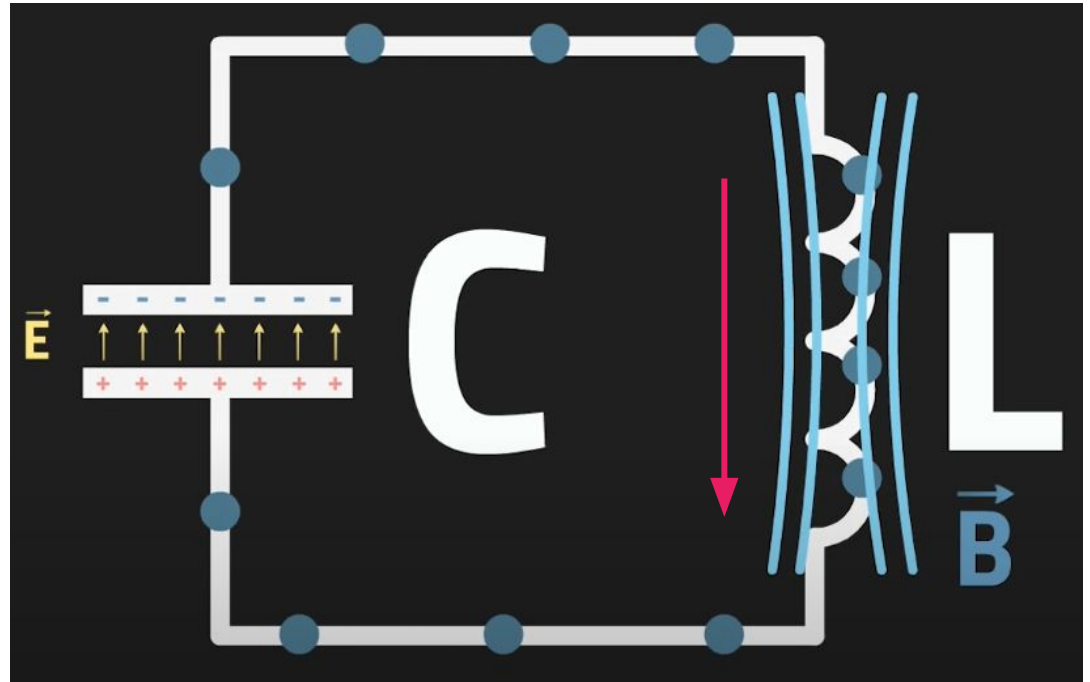
— — —

- C: Kondensator (geladen)
- L: Spule



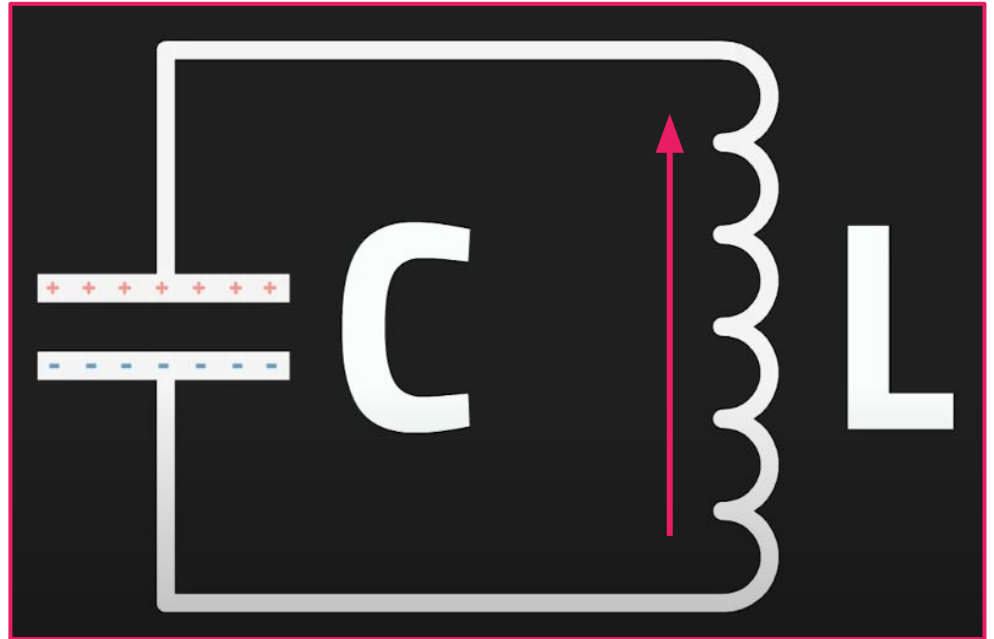
Basics: Elektromagnetischer Schwingkreis

- Kondensator will seine Spannungsdifferenz ausgleichen und Elektronen fließen von der einen Platte zur anderen
- Stromfluss induziert ein magnetisches Feld (B) um die Spule
- Elektrischer Strom ist erschöpft, wenn sich die Kondensatorplatten ausgeglichen haben (Elektronengleichgewicht)
- Dank der Lenz'schen Regel "zieht" das Magnetfeld die Elektronen von oben nach unten



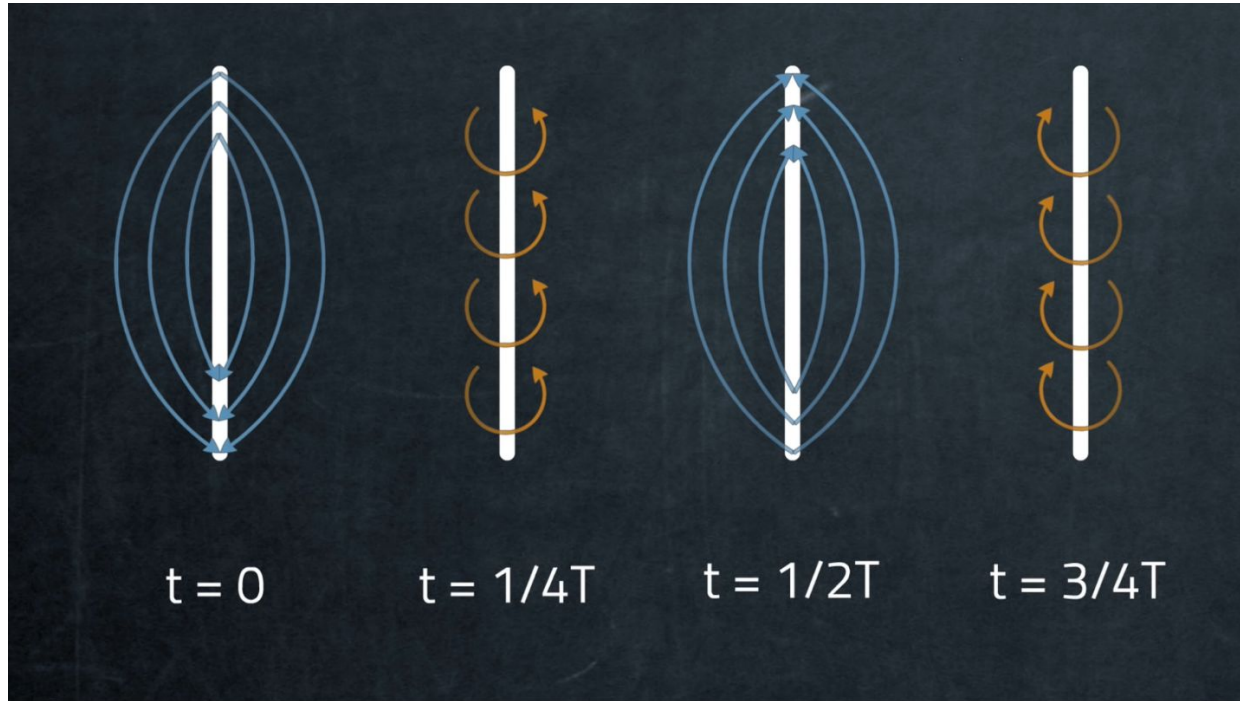
Basics: Elektromagnetischer Schwingkreis

- Wir sind wieder am Anfang, nur umgekehrt
- Es entsteht ein schwingendes elektromagnetisches Feld -> eine elektromagnetische Welle!



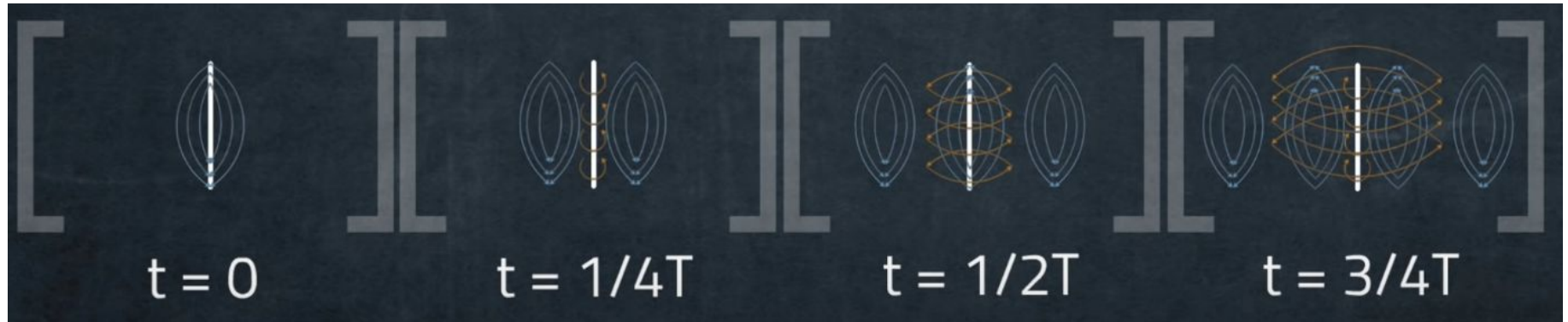
Simplestes Beispiel: Hertz'scher Dipol/Antenne

— — —



Ausbreitung elektromagnetischer Wellen

— — —

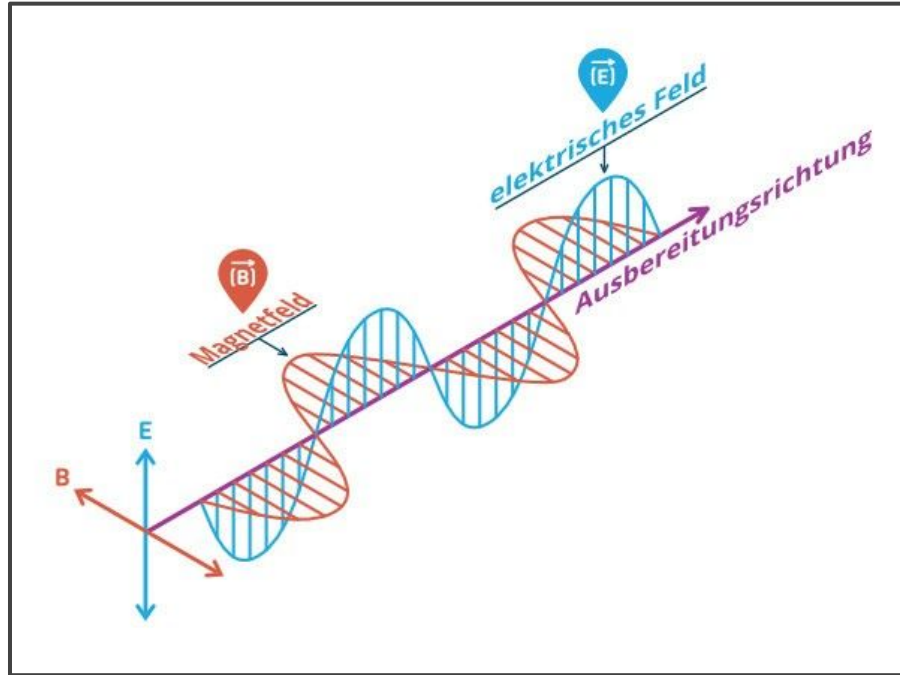


Quelle 6

Werden von Antennen “auf der anderen Seite” wieder in
Spannungen umgewandelt

Ausbreitung elektromagnetischer Wellen

— — —

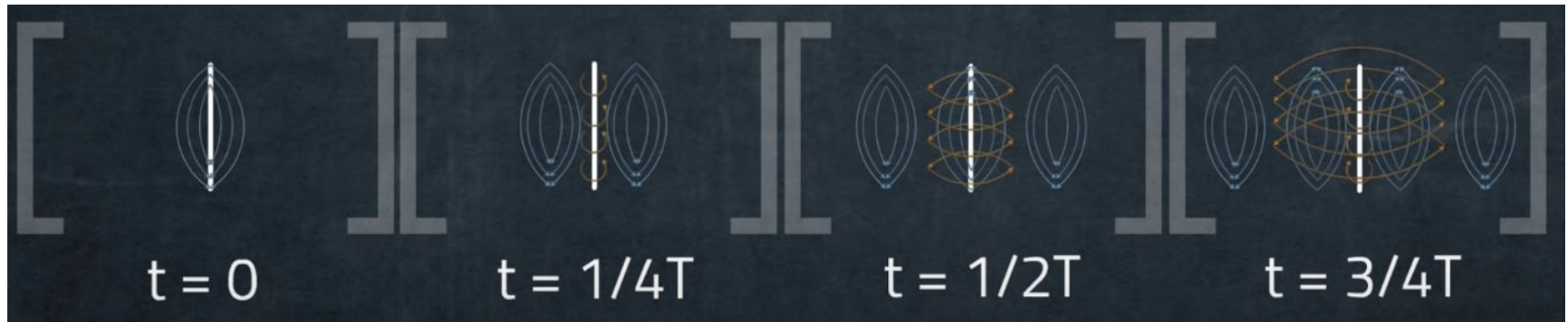


Quelle 7

Was bedeutet das für uns?

— — —

- hohe Frequenzen bzw. kurze Wellenlängen durchdringen feste Objekte wie Wände schlechter
 - sie können aber auch mehr Daten auf demselben “Raum” übertragen



WLAN: Funktionsweise & Standards

Basics - Was ist WLAN?

— — —

- Infrastruktur für drahtlose Verbindungen zwischen Geräten

Begrifflichkeiten

— — —

- WLAN: Wireless LAN (Local Area Network)
- SSID: Service Set Identifier -> “WLAN-Name”
- WPA: Wi-Fi Protected Access
- WPS: Wi-Fi Protected Setup
- Wi-Fi: ???

Wi-Fi vs. WLAN

— — —

WLAN:

Funknetzwerk

Wi-Fi:

Zertifizierung durch die
IEEE

IEEE 802.11

— — —

- Norm der IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
- Wi-Fi heißt nicht etwa “Wireless Fidelity” sondern ist ein Kunstwort

WLAN-Betriebstypen

— — —

- Infrastruktur
 - “Normaler”/üblicher Modus: Clients verbinden sich mit Wireless Access Points
- Ad-hoc/Peer-to-Peer
 - Direkte Verbindung zwischen nur zwei Geräten
 - Heutzutage quasi ersetzt durch Bluetooth
- WDS (Wireless Distribution System)
 - Ermöglicht Verbindungen zwischen Access Points
 - “WLAN-Repeater”

Frequenzbänder: 2.4 vs 5 GHz

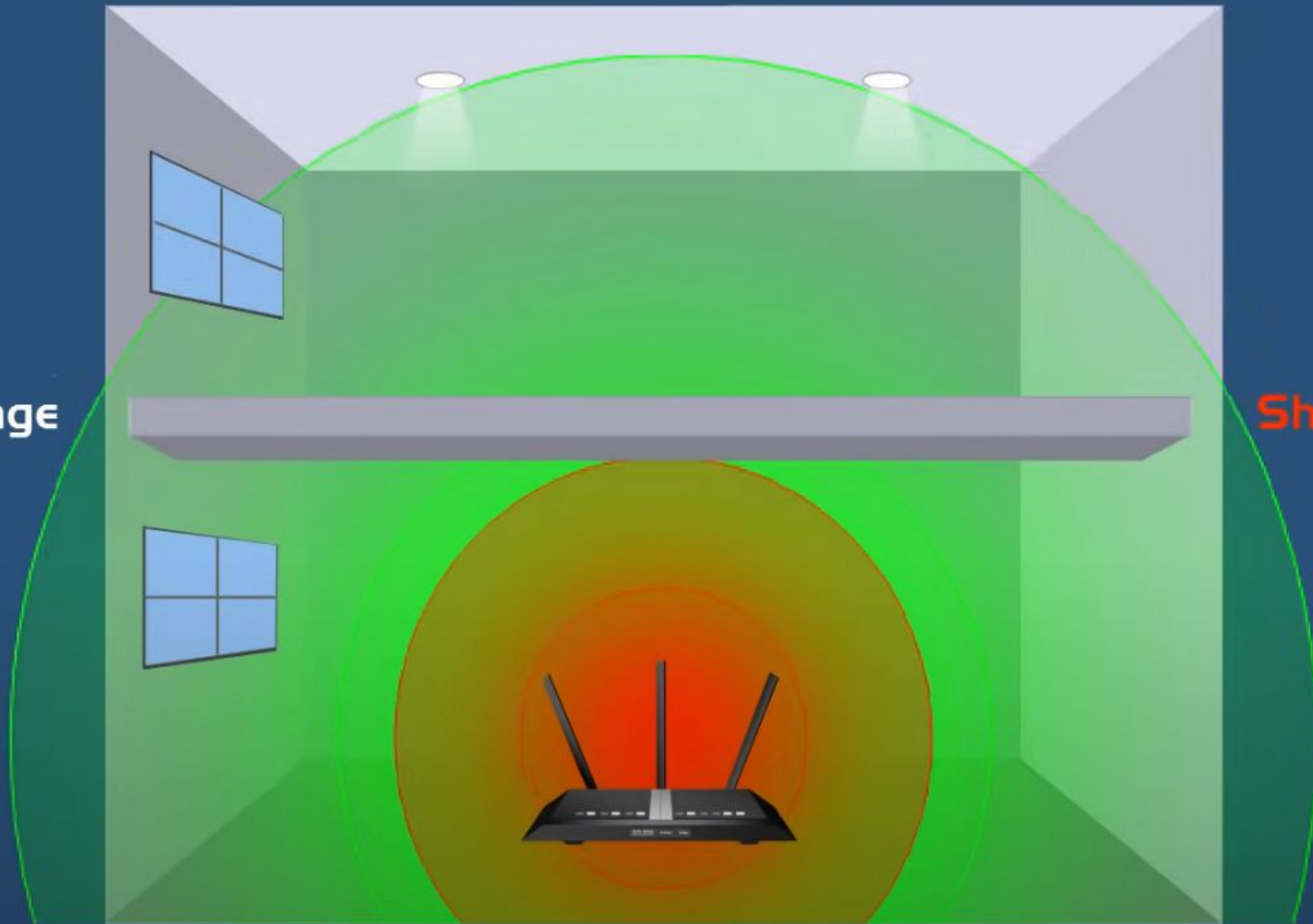
2.4 GHz
Channels



Quelle 2

- — —
- 2 Frequenzbänder: 2.4 GHz & 5 GHz
 - Früher: nur 2.4 GHz
 - kann von anderen 2,4GHz-Geräten gestört werden (z.B. drahtlose Telefone, Mikrowellen, Babyfone, etc.)
 - Nur 3 sich nicht überlappende Kanäle
 - langsamer, aber längere Reichweite (Wellenlänge: ~12,4cm)
 - **Wichtig: Unser ESP32 kann nur 2.4 GHz**
 - Heute: 5GHz
 - 25 sich nicht überlappende Kanäle
 - schneller, aber kürzere Reichweite (höhere Frequenzen durchdringen Objekte schwerer; Wellenlänge: ~6cm)

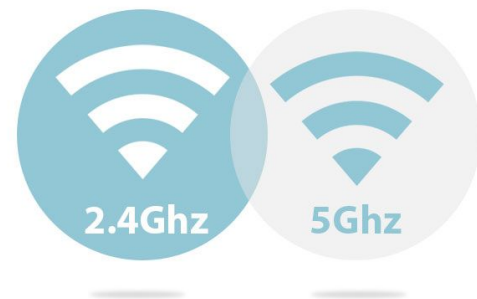
2.4 GHz
Longer range



5 GHz
Shorter range

Dual band router

Dual-Band-WLAN



- Aufgrund der verschiedenen Vor- und Nachteile werden heute oft Dual-Band-Router eingesetzt, die beide Frequenzbänder simultan einsetzen können
- Auch moderne Endgeräte (Smartphones, Laptops, etc.) unterstützen üblicherweise beide Frequenzbänder
 - ESP kann nur 2.4 GHz!

Bisher etablierte Wi-Fi Standards/Versionen

— — —

- Wi-Fi 4: 802.11n -> Maximal 150 Mbit/s
- Wi-Fi 5: 802.11ac -> Maximal 866 Mbit/s
- Wi-Fi 6: 802.11ax -> Maximal 1201 Mbit/s

Zusätzliche Verbesserungen von Wi-Fi 6/ax

- Zuverlässigere Netzwerkverbindungen bei vielen Geräten im Netz
 - IoT-Anwendungen!
 - Besonders für professionelle Anwender interessant
- Abwärtskompatibel
- Dichtere Frequenzmodulation für höhere Geschwindigkeiten (OFDMA=Orthogonal Frequency-Division Multiple Access)
 - Mehrere Clients pro Paket
 - Zusammenfassung kleinerer Pakete als ein großes

Sicherheit

WPA (Wi-Fi Protected Access)

- Früher: WEP-Verschlüsselung, mittlerweile geknackt
- Aktuelle Verschlüsselungsmethode für WLAN-Verbindungen:

WPA

- WPA: RC4/TKIP-Verschlüsselung
- WPA2: AES (Advanced Encryption Standard)
- WPA3: Momentan im Kommen, verbessert den WPA2-Standard weiter
 - Wurde dem ESP32 per Toolchain-Update im Mai 2020 nachgeliefert :)

WPS (Wi-Fi Protected Setup)

- Vereinfacht WLAN-Verbindungen für neue Geräte
- Sicherheitsproblem: Brute Force-Angriffe möglich
 - Empfehlung: WPS deaktivieren



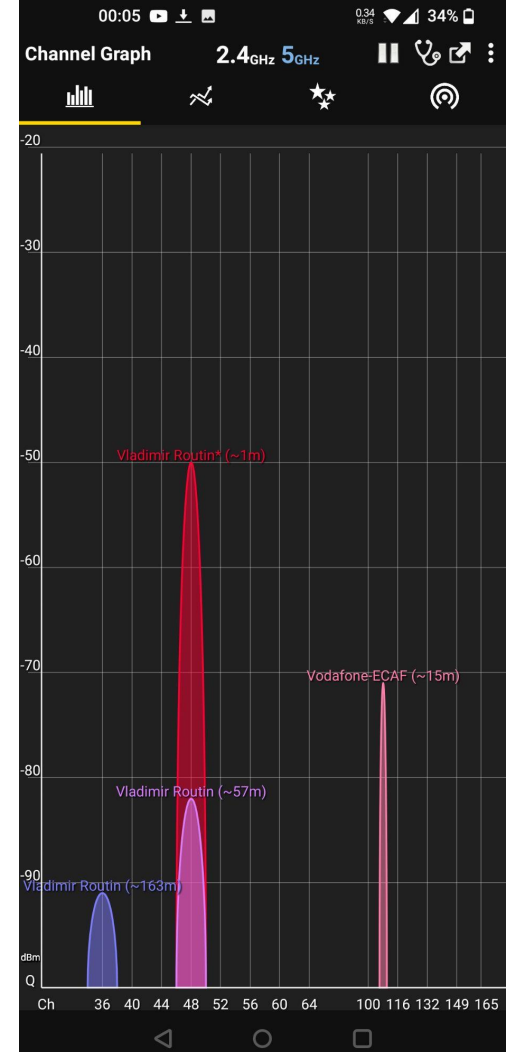
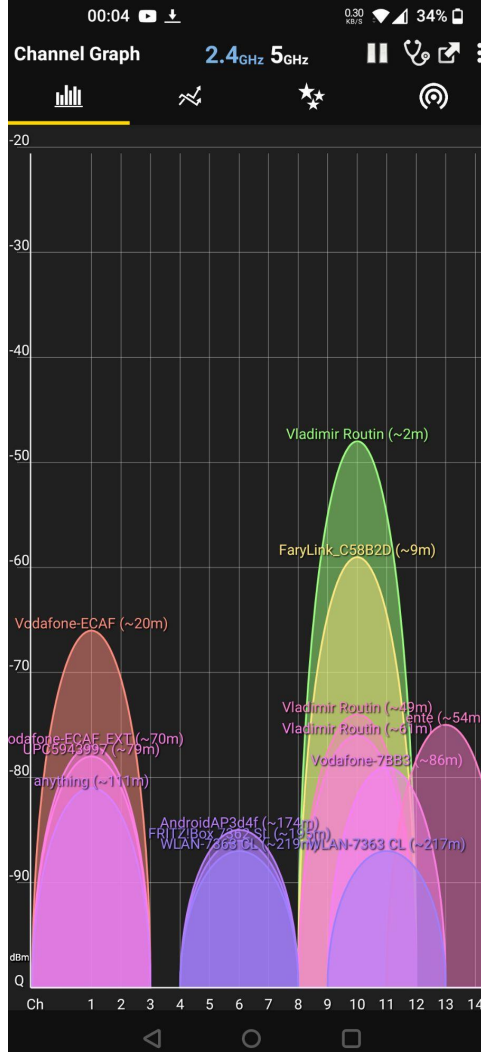
Quelle 5.

Praxis...

WLAN-Empfang messen

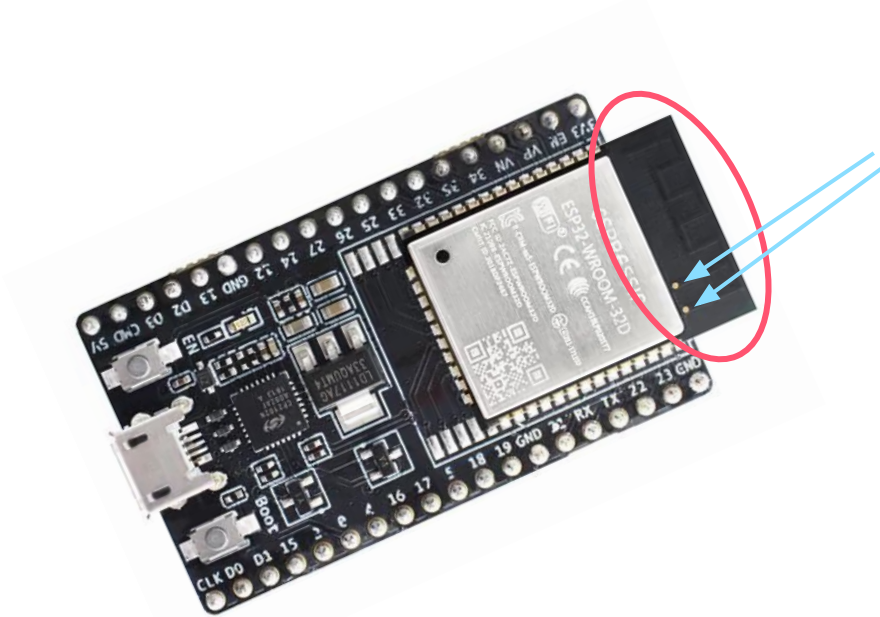
— — —

z.B.
Android-App “WiFi Analyzer”



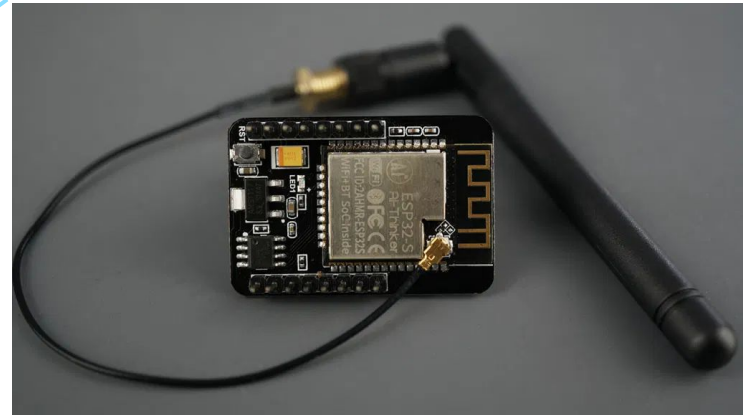
Wo ist die WLAN-Antenne auf unseren ESP?

— — —



Quelle 3.

Auch möglich: externe Antenne



Quelle 4.

Wi-Fi-Betriebsmodi beim ESP32

— — —

- Werden gesetzt mit `WiFi.mode(...)`;
 - `WIFI_STA`: Station Mode
 - Connected sich mit bestehendem access point
 - `WIFI_AP`
 - Ist der Access Point
 - `WIFI_STA_AP`
 - Beides

ESP als Client konfigurieren

— — —

```
#include "WiFi.h"
#include "ESPAsyncWebServer.h"

const char *ssid = "*****";
const char *password = "*****";

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  WiFi.begin(ssid, password); //Verbindungsversuch starten

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    delay(1000);
    Serial.println("Connecting to WiFi..");
  }

  Serial.println(WiFi.localIP());
}

void loop() {}
```

Praktische Kommandos

— — —

- `int n = WiFi.scanNetworks();`
 - Gibt Anzahl der gefundenen Netzwerke zurück
- `WiFi.SSID(i);`
 - Gibt die SSID für ein bestimmtes der gefundenen Netzwerke aus
- `WiFi.RSSI(i);`
 - Gibt die Signalstärke aus (**R**eceived **S**ignal **S**trength **I**ndicator)
- `WiFi.encryptionType(i);`
 - Gibt den Verschlüsselungstyp an:
 - `WIFI_AUTH_OPEN`
 - `WIFI_AUTH_WEP`
 - `WIFI_AUTH_WPA_PSK`
 - `WIFI_AUTH_WPA2_PSK`
 - `WIFI_AUTH_WPA_WPA2_PSK`
 - `WIFI_AUTH_WPA2_ENTERPRISE`

Praktische Kommandos, continued

— — —

- `WiFi.localIP();`

- Zeigt die lokale IP-Adresse bei Verbindung mit Station Mode an

- `WiFi.disconnect();`

- `WiFi.reconnect();`

- It is what it is

- `WiFi.setHostname(YOUR_NEW_HOSTNAME);`

- Setzt den Hostnamen des ESP (muss vor `WiFi.begin()` aufgerufen werden)

Beispiel: kleiner Webserver mit Captive Portal

SoftAP: Direkte Verbindung mit dem ESP möglich

SPIFFS flashen

- SPIFSS = SPI Flash Filing System
 - SPI (Serial Peripheral Interface)
- Unser ESP32 hat 4MB Flash-Speicher
 - Muss separat geflasht werden und wird auch nicht gelöscht, wenn man das “normale” Programm flasht
- Ablauf:
 - Daten im Ordner /data ablegen
 - `pio run -t uploadfs`

Quellen

— — —

1. <https://www.wi-fi.org/>
2. 2.4 GHz vs 5 GHz WiFi: What is the difference?
 - a. <https://youtu.be/J bf KE5llQ>
 - b. Accessed 22.4.21
3. <https://www.mouser.de/ProductDetail/Esspressif-Systems/ESP32-DevKitC-32D?qs=%252BEew9%252B0nqrDsObWEpDx6YQ%3D%3D>
 - a. Accessed 22.4.21
4. <https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-connect-external-antenna/>
5. <https://help.furbo.com/hc/de/articles/360024798912-Die-Einrichtung-schl%C3%A4gt-fehl-nachdem-das-WLAN-Passwort-eingegeben-wurde->
 - a. Accessed 22.4.21
6. Hertzscher Dipol – Wie funktioniert eine Antenne?
 - a. <https://www.youtube.com/watch?v=-2X8I7SngLU>
7. <https://www.vitatec.com/de/vitalfeld-technologie/grundlagen/wirkung-von-em-strahlung-auf-materie/>