

# Funkempfang mit Raspberry Pi und ESP32-Mikrocontrollern

Mit verschiedenen kleinen Projekten möchten wir Interesse für das Thema Funken wecken. Wir setzen verschiedene Mikrocontroller ein und zeigen die vielfältige Nutzung. Dabei war uns wichtig, mit einfachen Mitteln einen Einstieg in dieses faszinierende Thema zu finden, so dass Schüler:innen damit selbständig weiterarbeiten können.

## Verfolgen eines Wetterballons

Täglich starten Ballons mit einer Wettersonde, um die Windverhältnisse, aber auch Temperaturen in der Atmosphäre zu messen. Die Sonde funkt alle 30 Sekunden die aktuelle Position und weitere Daten und es gibt Empfangsstationen, die diese Daten wiederum empfangen und ins Internet schicken. Auf der Website [radiosondy.info](http://radiosondy.info) werden die gestarteten Wettersonden mitsamt ihren aktuellen GPS-Daten angezeigt.

Meist geht der Kontakt kurz vor der Landung der Sonde verloren, weil bspw. Berge den Empfang stören. In der Regel sendet die Sonde aber auch nach der Landung, bis die Batterie zu schwach ist. Dann ist es wichtig, möglichst nahe an die Sonde heranzukommen, um die aktuellen GPS-Daten direkt von der Sonde zu empfangen.



Mit einem ESP32-Controller und einer Antenne versuchen wir, Wettersonden im Anflug auf unsere Region zu orten. In Schaubild 1 ist die eingesetzte mobile Empfangsstation zu sehen. Die Station verbindet sich über ein eigenes WLAN mit dem Smartphone, auf dem eine App läuft, die die Daten empfängt und uns zur Sonde leitet.

*Schaubild 1: Tracker für Wetterballons*

## Erfolgreiche Suche einer Wettersonde

Wir mussten geduldig warten, bis eine Wettersonde den Weg in den Schwarzwald fand. Dann ging es auf die Suche. Die Sonde hatte zuletzt aus 700 Meter Höhe gefunkt, danach konnte keine stationäre Station mehr ein Signal erhalten. Aber diese Information reichte aus, um dem Ballon und der Sonde nahe genug zu kommen.



*Schaubild 2: Wetterballon auf der Wiese*

Im Zielgebiet konnte unser selbstgebauter Tracker (Schaubild 1) ein GPS-Signal der Sonde empfangen und so konnten wir uns zur Sonde leiten lassen.

Wir entdeckten den Wetterballon auf einer Wiese und konnten die Sonde mit Ballon und Fallschirm bergen. Ein voller Erfolg!



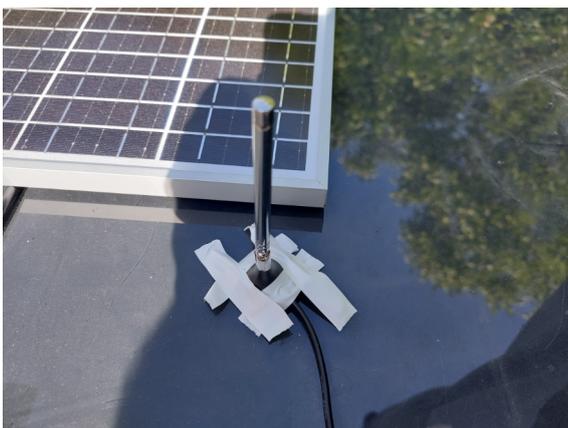
*Schaubild 3: Fallschirm mit  
Wettersonde*

## **Bau einer Empfangsstation für Funksignale von Flugzeugen**

In Zeiten von Corona schien es eine schöne Abwechslung zu sein, einmal zu schauen, was alles über unsere Köpfe fliegt. Dies lässt sich auch gut damit verbinden, die Flugzeuge nachher nicht nur auf dem Bildschirm sondern auch vor der Haustüre zu entdecken. Es ist auch immer wieder spannend zu sehen, woher die Flugzeuge kommen und wohin sie fliegen.

Die Flugzeuge senden ständig ihre Kennung, Position und ihre Geschwindigkeit aus. Diese Daten werden gefunkt und es gibt eine Reihe von Freiwilligen, die diese Daten empfangen und bspw. an die Website [flightradar24.com](http://flightradar24.com) weiterleiten. Dort können die Flugroute und weitere Informationen zum Flugzeug mitverfolgt werden.

Wir haben eine weitere Station gebaut, die die Daten der uns überfliegenden Flugzeuge empfängt und ins Internet sendet. Wir betreiben die Station autark mit einer Solarzelle, Laderegler und Akku. Dazu kommt der Raspberry Pi mit einer eigenen Antenne für besseren Empfang. Hier einige Bilder:



*Schaubild 5: Solarzelle und Antenne*



*Schaubild 4: Akku mit Laderegler und  
Raspberry Pi*

## Temperatursensoren und Reifendrücke messen

In diesem Versuchsaufbau wird die Frequenz bei 433 MHz beobachtet (Schaubild 7). Diese Frequenz wird bspw. von Temperatursensoren von Wetterstationen genutzt und es werden die Werte meist ohne Verschlüsselung übertragen. In der unten gezeigten Tabelle (Schaubild 6) sind verschiedene Werte aufgelistet, die von unserem System empfangen wurden.

```
{ "time": "2022-09-04 10:24:34", "model": "LaCrosse-TX141THBv2", "id": 177, "channel": 1, "battery_ok": 1, "temperature_C": 104.7, "humidity": 83, "test": "No" }
{ "time": "2022-09-04 10:25:32", "model": "Bresser-3CH", "id": 195, "channel": 3, "battery_ok": 1, "temperature_F": 69.9, "humidity": 65, "mic": "CHECKSUM" }
{ "time": "2022-09-04 10:28:21", "model": "Nexus-TH", "id": 177, "channel": 1, "battery_ok": 1, "temperature_C": 18.3, "humidity": 83 }
{ "time": "2022-09-04 10:46:14", "model": "Hideki-Temperature", "id": 7, "channel": 1, "battery_ok": 1, "temperature_C": 19.7, "mic": "CRC" }
{ "time": "2022-09-04 10:49:19", "model": "Schrader", "type": "TPMS", "flags": "26", "id": "1A47F73", "pressure_kPa": 325, "temperature_C": 21, "mic": "CRC" }
{ "time": "2022-09-04 10:49:20", "model": "Schrader", "type": "TPMS", "flags": "26", "id": "1A4769D", "pressure_kPa": 325, "temperature_C": 19, "mic": "CRC" }
{ "time": "2022-09-04 10:49:21", "model": "Schrader", "type": "TPMS", "flags": "25", "id": "1A476BC", "pressure_kPa": 315, "temperature_C": 19, "mic": "CRC" }
```

Schaubild 6: Auszug der empfangenen Daten



Im Schaubild 7 ist der Aufbau für den Empfang auf 433MHz gezeigt. Es ist recht einfach aus einem Raspberry Pi, einer Antenne und einem passenden USB-Dongle aufgebaut. Auch die Software ist für einen Linux-Nutzer leicht nutzbar.

Schaubild 7: Aufbau zum Empfang auf 433MHz

## Direkte Datenübertragung zwischen Sender und Empfänger

Wir untersuchten auch Möglichkeiten, Daten zu übertragen. Wir zeigen hier beispielhaft den direkten Versand über WiFi (2,4 GHz). Hier erhält ein Wemos D1 Mini von einem DHT22-Sensor die gemessenen Temperatur- und Luftfeuchtwerte und sendet diese direkt an den ESP32 Mikrocontroller. Dieser Empfänger hat ein Display und zeigt die erhaltenen Werte an.

Im nächsten Schritt sollen weitere Sender angeschlossen werden, so dass bspw. gleichzeitig die Überwachung verschiedener Räume und der Außentemperatur erfolgen kann.

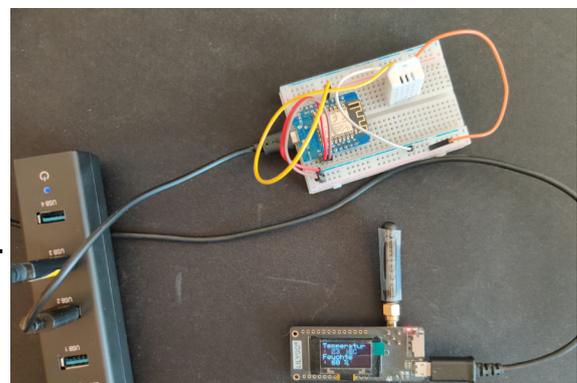


Schaubild 8: Versuchsaufbau für direkten Datenversand

Wir bedanken uns für die tolle Unterstützung bei unseren Projekten!