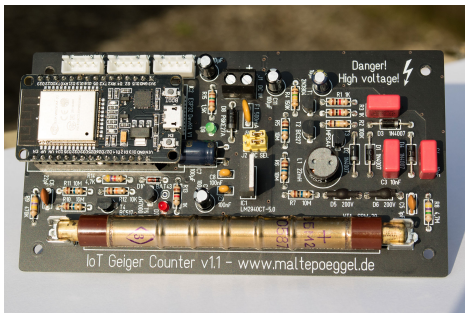
# IoT Geiger Counter

## Geigerzähler als Basis einer Internet-Wetterstation

Malte Pöggel

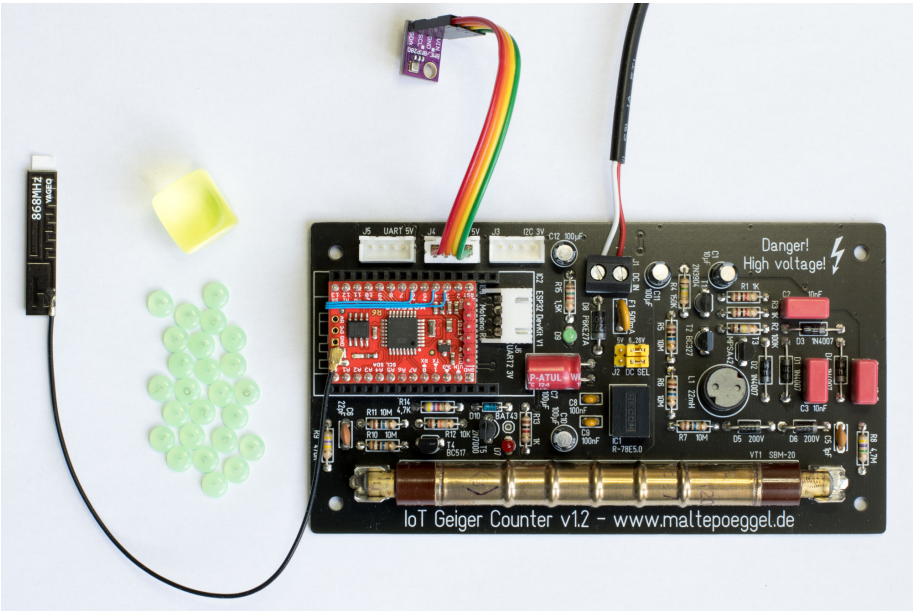
Maker Faire Hannover

19.08.2023



# Inhalt





# Einführung

# Bestehendes System

- WiFi Weather Sensor (2016)
- Strahlungsmonitor ist eine spannende Ergänzung
- uRadmonitor Kit1
  - LAN Port unflexibel
  - Bug bei fehlendem Internet
- Nicht einheitlich
- Austausch durch Neuentwicklung?

# Messnetzwerk des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS)

- 1700 Messstellen
- Erfasst Ortsdosisleistung
- Daten frei einsehbar
- Interessante Infos
- https://odlinfo.bfs.de/

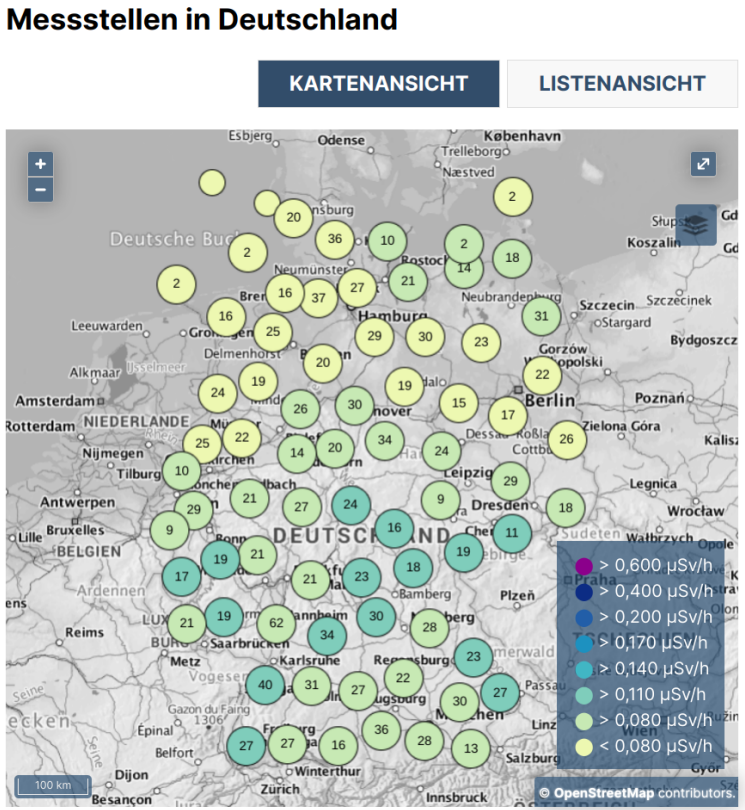



Abbildung: Screenshot Webseite

# Sonde einer ODL Messeinrichtung

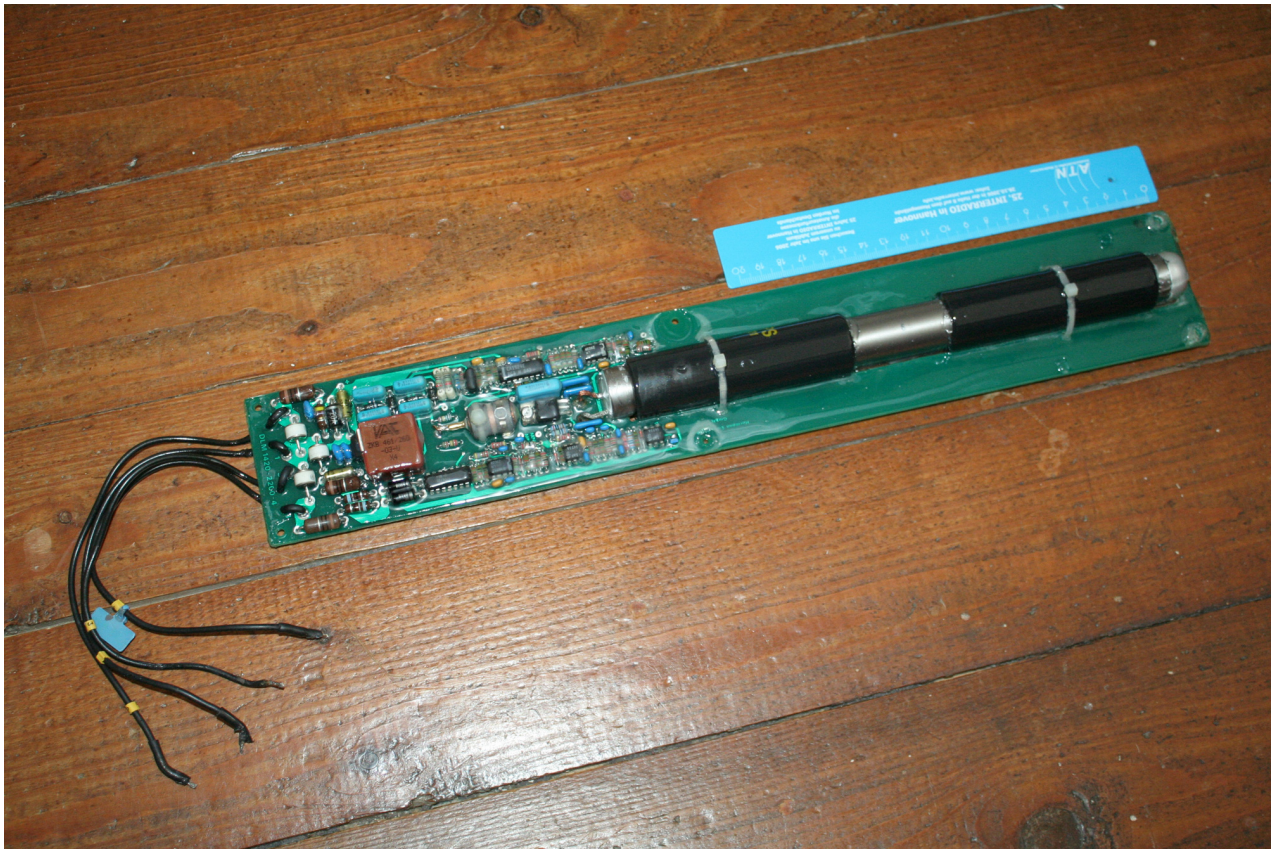


Abbildung: Ausgemusterte Sonde mit zwei Zählrohren

# Gefahren am Beispiel des Goiânia-Unfalls 1987

- Gerät zur Strahlentherapie aus stillgelegter Klinik gestohlen
- Strahlenquelle zerlegt und unter Freunden verteilt
- 4 Todesfälle
- 249 Personen kontaminiert
- 500 Personen leiden auch 2017 noch an Spätfolgen

Abbildung: Strahlungskopf, IAEA (CC BY 2.0), https://flic.kr/p/dYJ5QW

[1] Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Goi%C3%A2nia-Unfall

# Gefahren am Beispiel Wuppertal 2016

- Gerät zur Werkstoffprüfung
- Strahlenquelle steckte in Ausfahrschlauch fest
- Schlauch aufgeschnitten
- Strahlerhülle beschädigt
- Anstieg der Dosisleistung unbemerkt - 80µSv/h
- Erhöhte Messwerte an 6 Stationen des DWD
- Aufklärung dauerte

Bundesamt für Strahlenschutz
Details
am 14. April

bericht-ereignis-haan.pdf
477,2 KB

Sehr

mit Antrag nach dem Umweltinformationsgesetz (UIG) vom 03.02.2023 bitten Sie um Zusendung von "Unterlagen zu dem größeren Strahlungsunfall in Wuppertal im Dezember 2016".

Zunächst bitte ich Sie, die lange Bearbeitungszeit zu entschuldigen. Neben einer umfassenden Recherche des vorhandenen Datenbestandes war zunächst eine Beteiligung anderer Stellen erforderlich.

Da der vom Ihnen geschilderte Vorfall im Zuständigkeitsbereich der Behörden des Landes Nordrhein-Westfalen liegt, befindet sich in unserem Aktenbestand lediglich ein interner Vermerk "Kurzbericht Ereignis Haan" hierzu. Maßnahmen seitens des BfS wurden nicht eingeleitet. Darüberhinausgehende Informationen liegen uns nicht vor.

Den Vermerk erhalten Sie in der Anlage. Im Bericht enthaltene Namen habe ich zum Schutz personenbezogener Daten unkenntlich gemacht. Bitte teilen Sie mir mit, wenn Sie damit nicht einverstanden sind.

Die Auskunft ergeht nach § 12 Abs. 1 Satz 2 UIG für Sie kostenfrei.

Mit freundlichen Grüßen

0 Kommentare
Melden

Abbildung: Screenshot Webseite, abgerufen Juli 2023

[2] Quelle: https://fragdenstaat.de/a/269416

# Gefahren am Beispiel Radonbelastung

- Radioaktives Gas
- Kommt im Erdreich in Gestein vor
- Durchdringt Mauerwerk
- Ansammlung in Gebäuden möglich
- Alphastrahler
- Radioaktive Zerfallsprodukte z.T. Beta- und Gammastrahler
- Risiko für Lungenkrebs

Abbildung: Uraninit, Wikimedia User Foreade (CC BY 4.0)

[3] Quelle: https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/einfuehrung/einfuehrung.html

# Zusammenfassung

- Auch kleinere Vorfälle sind möglich
- Flächendeckendes Monitoring findet bereits statt
- Ein eigenes Gerät ersetzt kein wissenschaftliches Messgerät

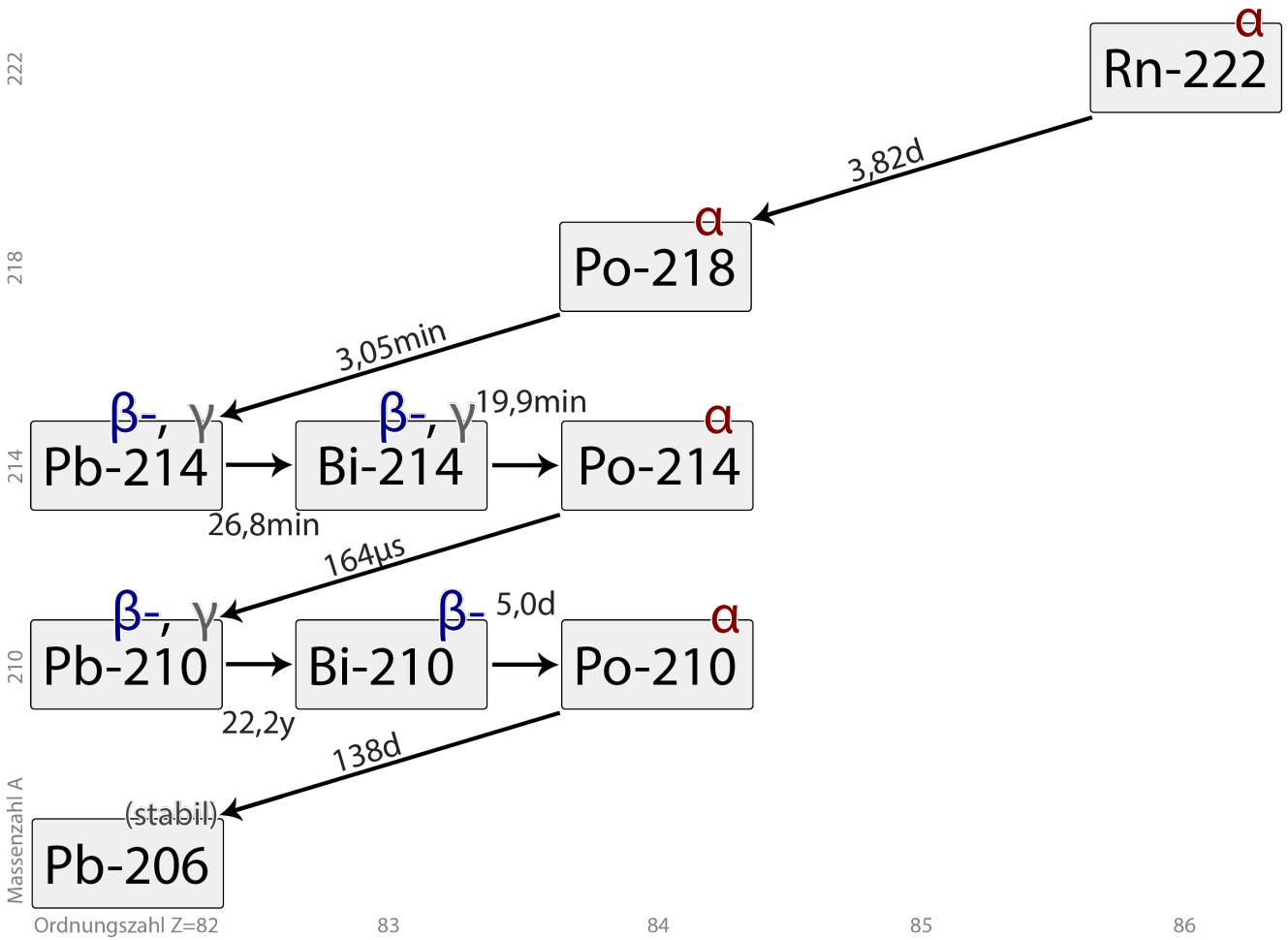
  ABER
- Selbstbau fördert Interesse an Technik & Naturwissenschaften!

# Hardware

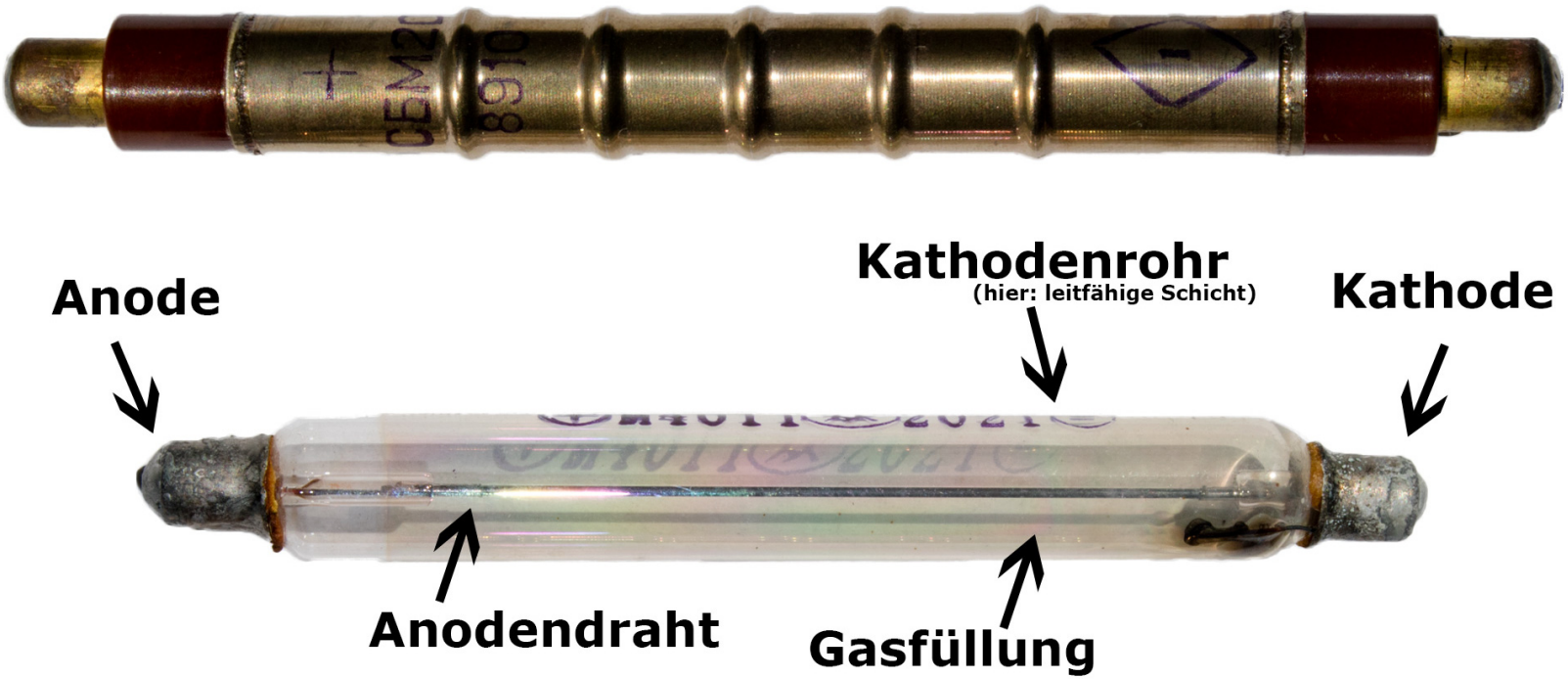
# Arten radioaktiver Strahlung

- Alphastrahlung
  - Teilchenstrahlung
  - Doppelt positiv geladene Heliumkerne
  - Leicht abzuschirmen: einige cm Luft, ein Blatt Papier
- Betastrahlung
  - Teilchenstrahlung
  - Elektronen ($\beta$-) oder Positronen ($\beta+$)
  - Abschirmbar mit einigen mm Aluminium
- Gammastrahlung
  - Elektromagnetische Strahlung
  - Photonen
  - Abschirmbar mit Blei (nicht vollständig)

# Radioaktiver Zerfall



# Funktionsweise eines Geiger-Müller-Zählrohres



# Entwicklung des Prototypen: Hochspannungserzeugung

- Stammt aus dem Netz
- Betrieb mit 5V
- Geringe Stromaufnahme
- Aufgebaut ca. 2012

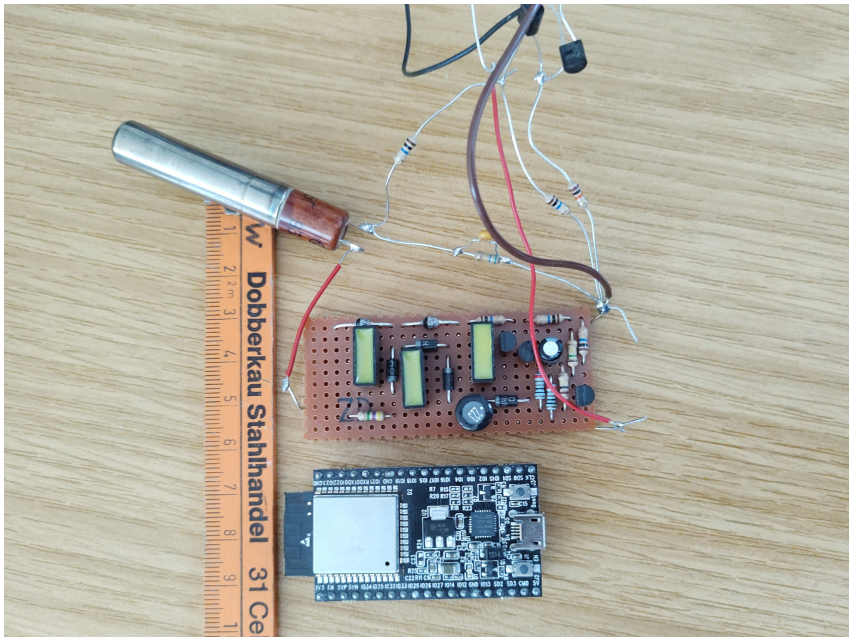



Abbildung: Musteraufbau des Hochspannungsteils

[4] Quelle: https://www.mikrocontroller.net/topic/anschluss-und-verwendung-von-geiger-mueller-sbm-20

# Entwicklung des Prototypen: Signalauswertung

- Anschluss an Kathode
- Spannungsteiler und

  Darlington-Transistor
- LED zur Kontrolle
- Pegelwandlung auf 3.3V

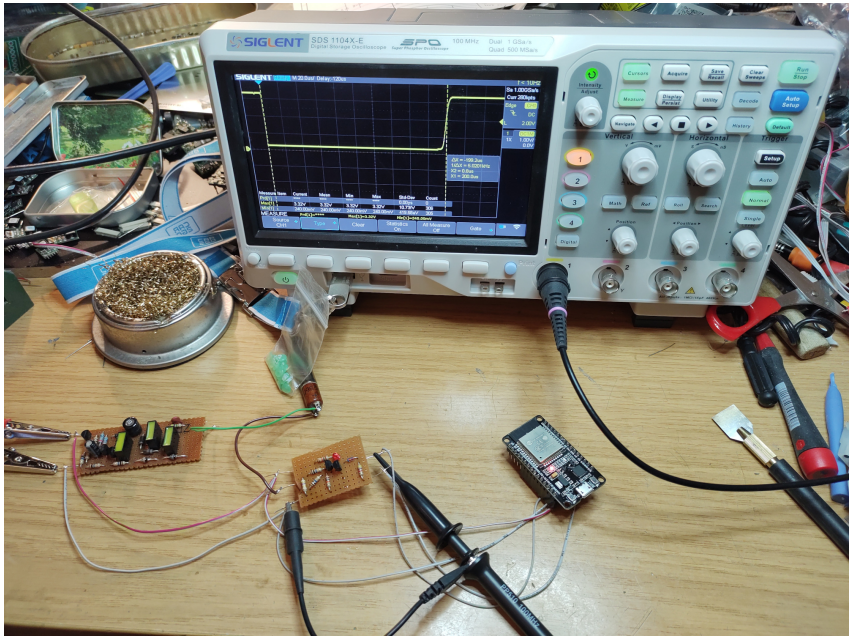



Abbildung: Überprüfung der Zählimpulse am Oszilloskop

# Entwicklung des Prototypen: Impulszähler

- Geeignet sind

  Mikrocontroller mit

  Hardware Zähler

- ESP32: Pulse Counter

  (PCNT)

- AVR: Timer-Hardware


Abbildung: Simulation von Impulsen mittels Signalgenerator

# Entwicklung des Prototypen: CPU & Datenübertragung

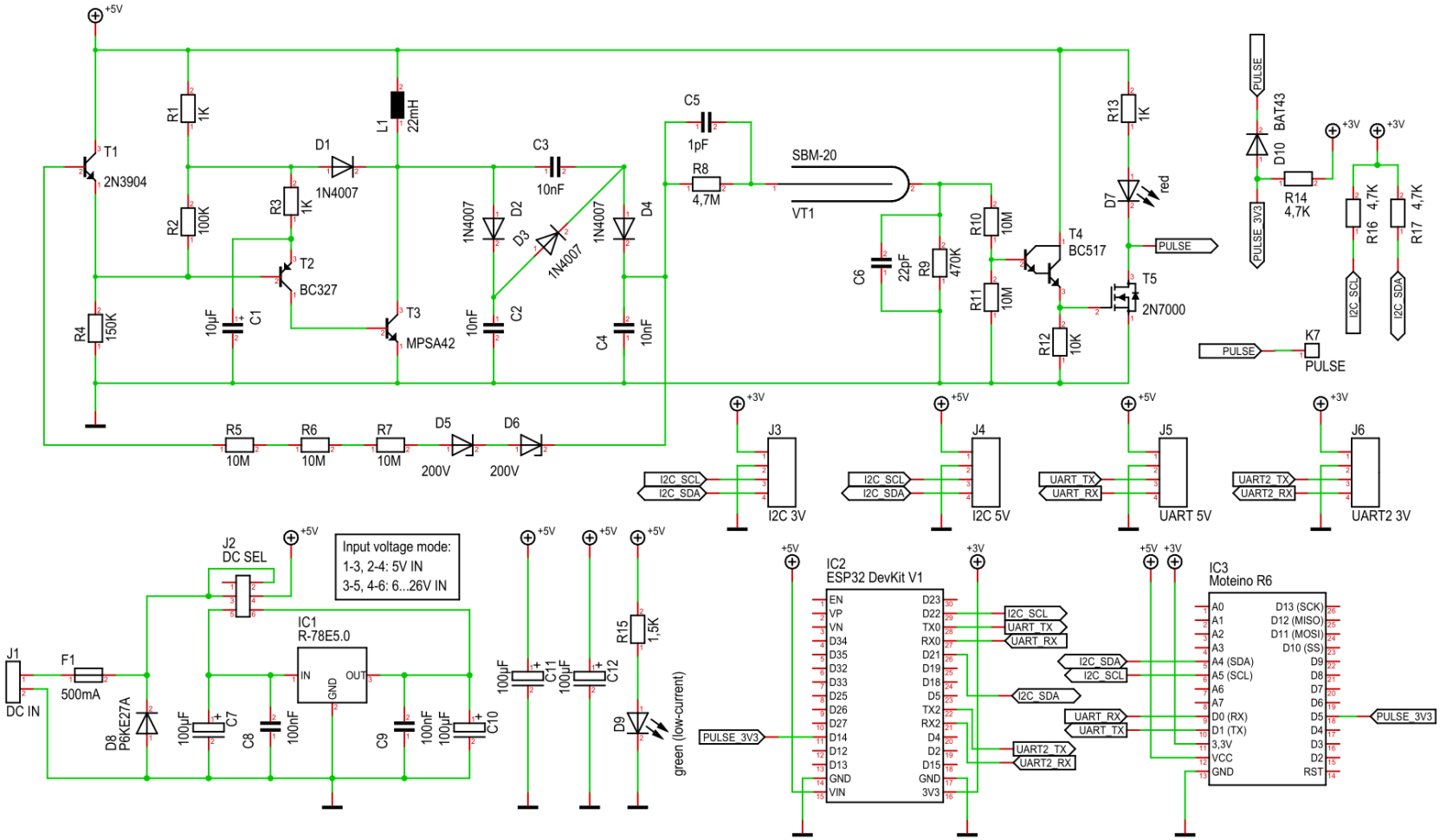
## WiFi

- ESP32 DevKit V1 (15 Pin)
- 4MB Flash, 520kB SRAM
- 240MHz Taktfrequenz
- 2,4GHz WLAN
- Reichweite 50-100m
- Erfordert WLAN Router
- Keine Beschränkungen
- Stromaufnahme etwa 80-200mA

## LoRa

- Moteino R6 (ATMega328)
- 32kB Flash, 2kB SRAM
- 8 oder 16MHz Taktfrequenz
- 868MHz LoRaWAN
- Reichweite 500-1000m
- Erfordert LoRa Gateway
- Frequenznutzung beschränkt (Duty Cycle)
- Stromaufnahme $\leq$10mA

# Schaltplan


+5V
T1
2N3904
R1
1K
R2
100K
R3
1K
D1
1N4007
L1
22mH
C3
10nF
D2
D3
D4
1N4007
1N4007
1N4007
C5
1pF
R8
4,7M
SBM-20
VT1
C6
22pF
R9
470K
R10
10M
R11
10M
T4
BC517
T5
2N7000
R12
10K
R13
1K
D7
red
PULSE
PULSE
D10 BAT43
R14
4,7K
+3V
R16
4,7K
R17
4,7K
I2C_SCL
I2C_SDA
K7
PULSE
R4
150K
10µF
C1
T2
BC327
T3
MPSA42
10nF
C2
C4
10nF
R5
10M
R6
10M
R7
10M
D5
200V
D6
200V
J3
I2C 3V
J4
I2C 5V
J5
UART 5V
J6
UART2 3V
UART_TX
UART_RX
UART2_TX
UART2_RX
J2
DC SEL
Input voltage mode:
1-3, 2-4: 5V IN
3-5, 4-6: 6...26V IN
IC1
R-78E5.0
IN
GND
OUT
J1
DC IN
F1
500mA
D8
P6KE27A
100µF
C7
C8
100nF
C9
100nF
100µF
C10
100µF
C11
100µF
C12
R15
1,5K
D9
green (low-current)
IC2
ESP32 DevKit V1
EN
VP
VN
D34
D35
D32
D33
D25
D26
D27
D14
D12
D13
GND
VIN
D23
D22
TX0
RX0
D21
D19
D18
D5
TX2
RX2
D4
D2
D15
GND
3V3
PULSE_3V3
IC3
Moteino R6
A0
A1
A2
A3
A4 (SDA)
A5 (SCL)
A6
A7
D0 (RX)
D1 (TX)
3,3V
VCC
GND
D13 (SCK)
D12 (MISO)
D11 (MOSI)
D10 (SS)
D9
D8
D7
D6
D5
D4
D3
D2
RST

# Leiterplatte in der Entwicklung

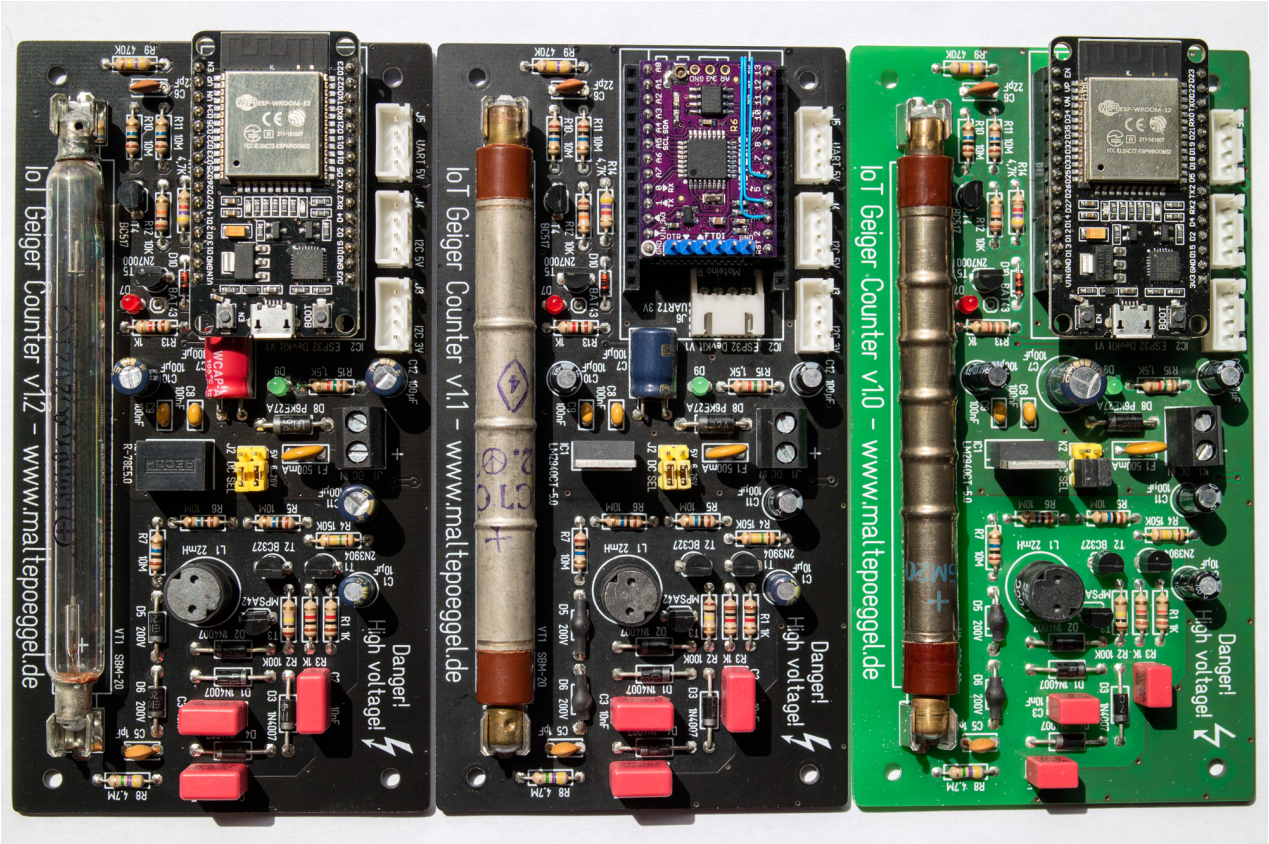



Abbildung: Verschiedene Platinen-Revisionen

# Leiterplatte im Detail

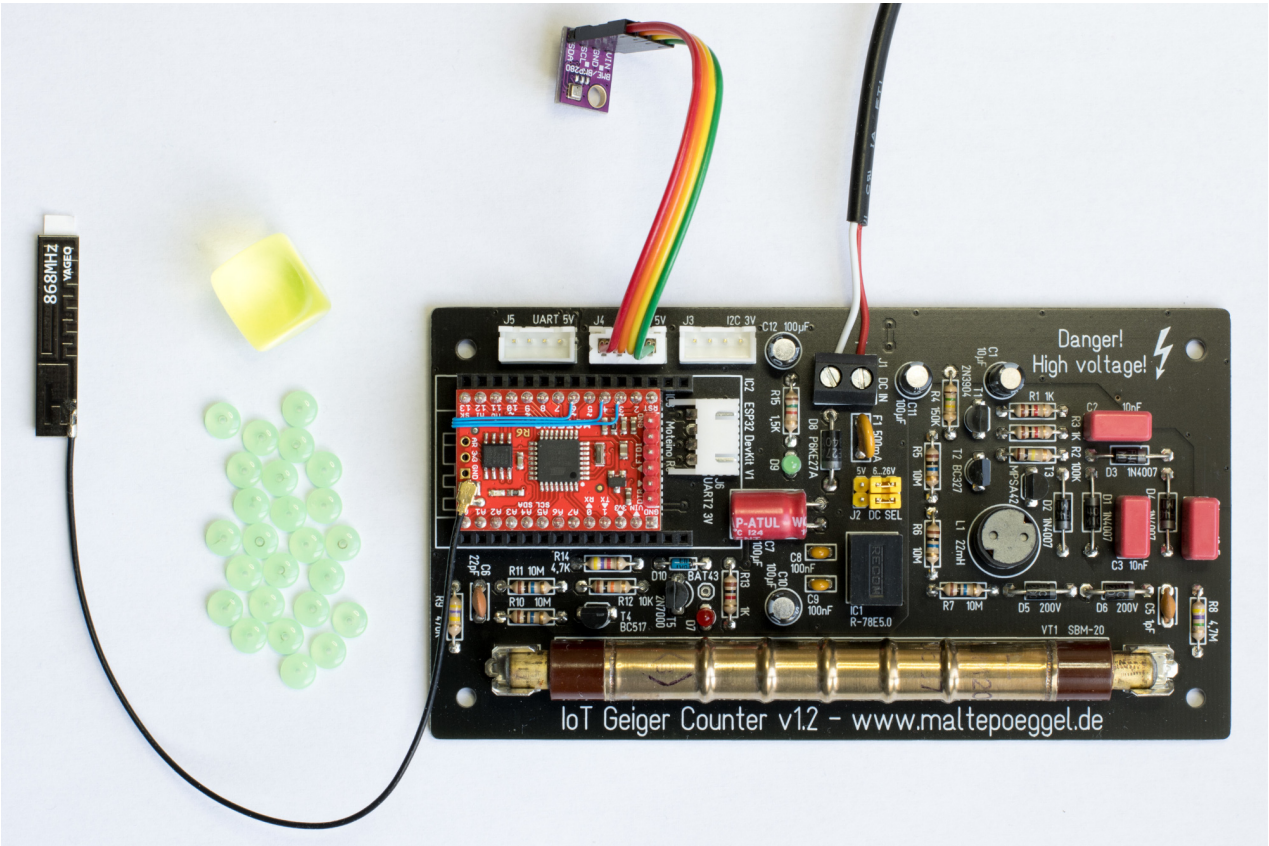



Abbildung: v1.2 mit Moteino, BME280 und Uranglasperlen

# Gehäuse

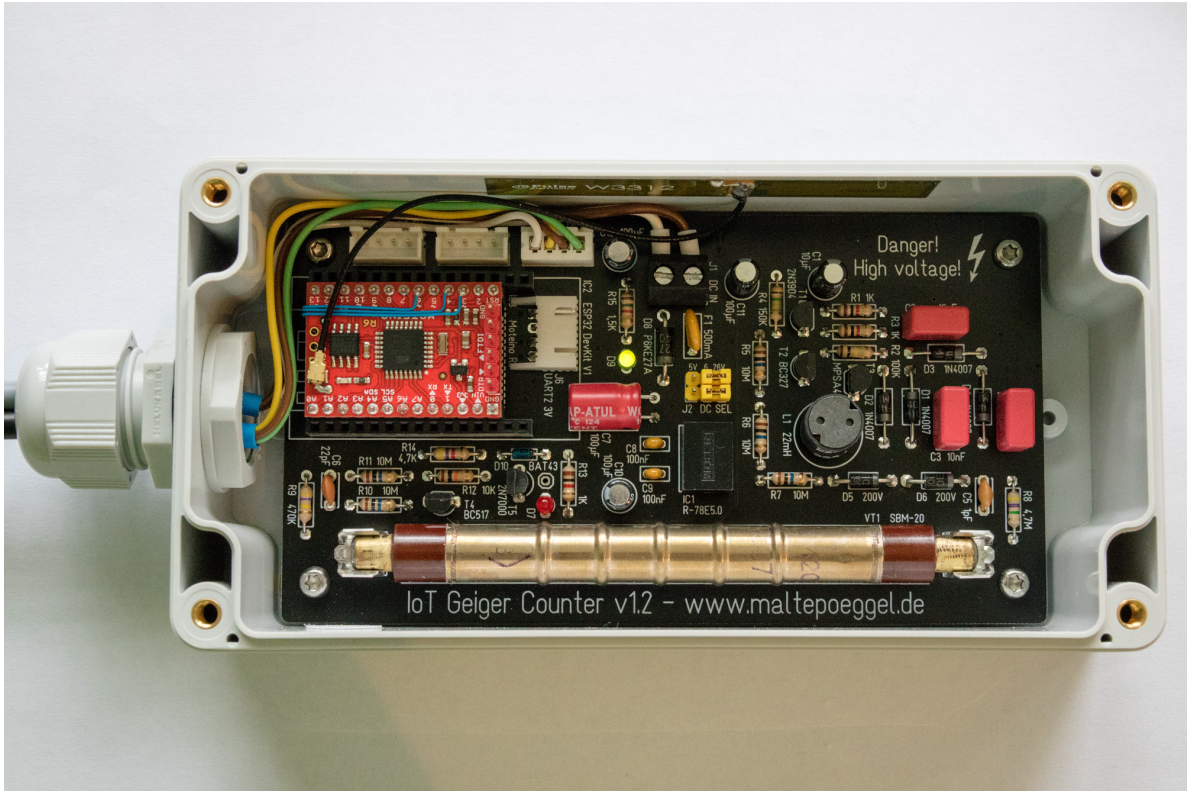



Abbildung: Einbau im IP65 Gehäuse mit Kabelverschraubung, Mehrfachdurchführung und Druckausgleichsmembran

# Gehäuse

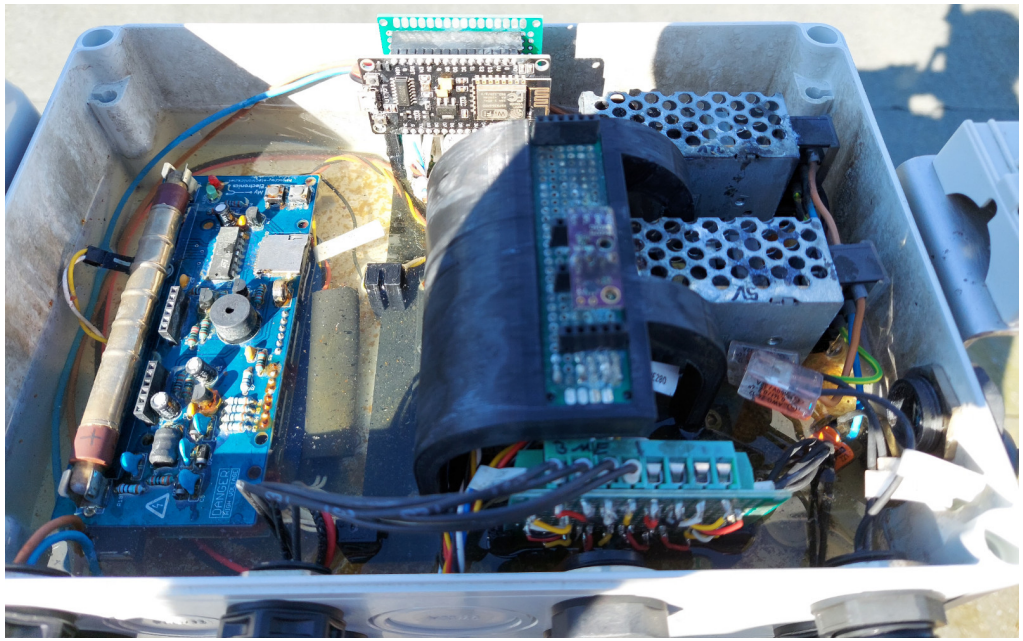


Abbildung: Im Außenbereich verhindert ein Druckausgleichselement das Eindringen von Feuchtigkeit (dieses war hier nicht vorhanden)

[5] Infos: https://www.bopla.de/technische-daten/technische-informationen/druckausgleichselemente

# Firmware

# ESPHome Firmware - Einführung

- ESP32 mit WiFi
- Firmware zur Heimautomatisierung
- Einfache Einbindung von Sensoren
- Viele Schnittstellen zur Ausgabe
- Direkte Integration in HomeAssistant
- Konfiguration über YAML Files
- Keine Programmierkenntnisse nötig
- PlatformIO Buildsystem

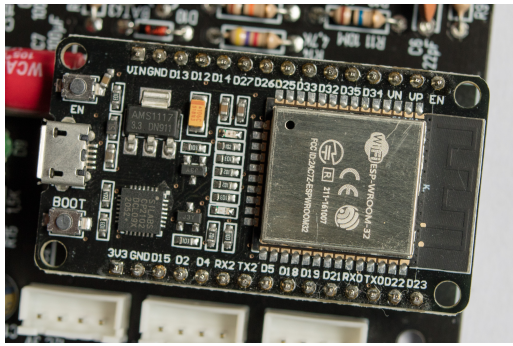



Abbildung: ESP32 DevKit V1

[6] Link: https://esphome.io/

# ESPHome Firmware - Konfiguration

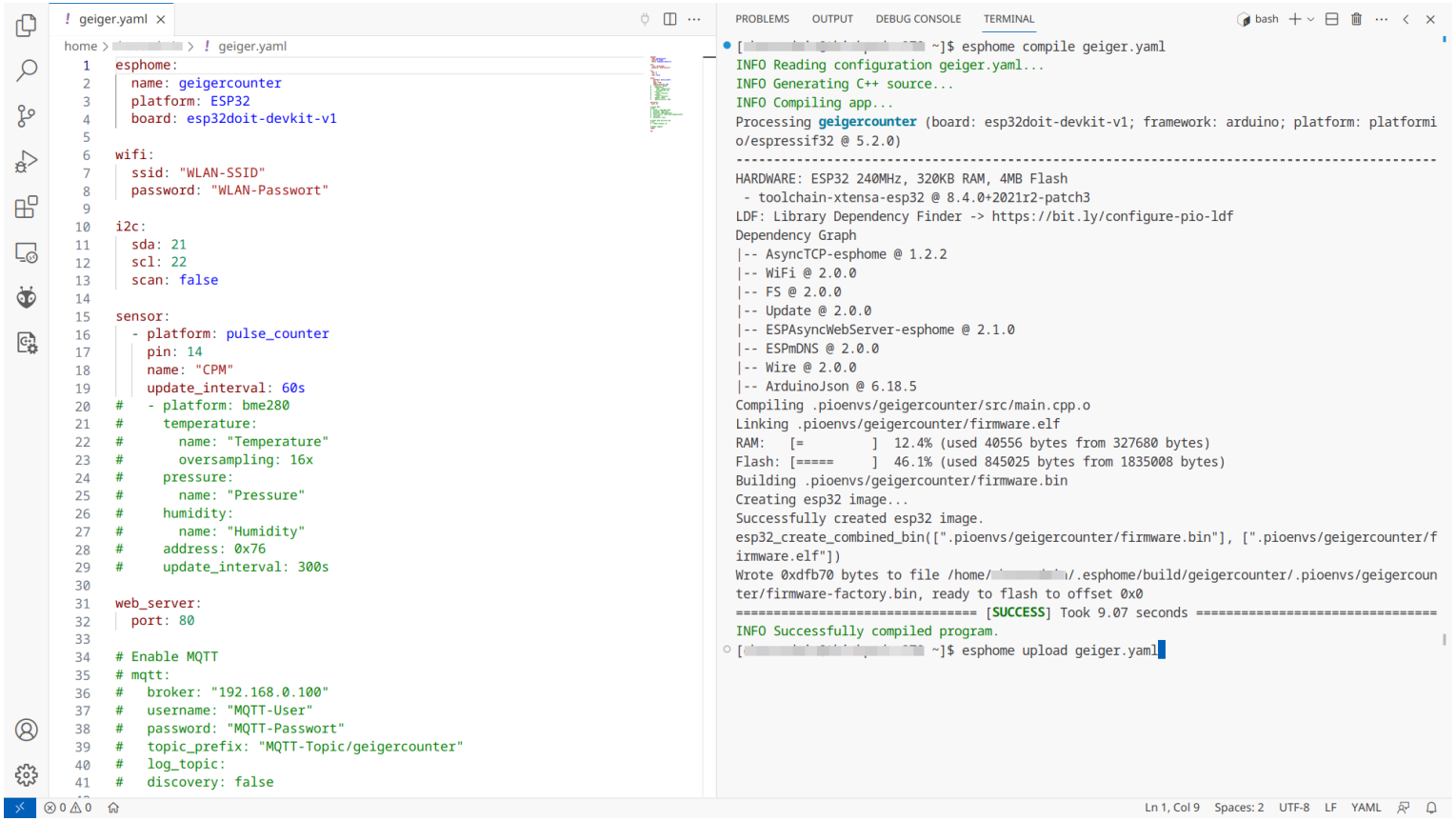



Abbildung: Erstellung des YAML Codes und Kompilieren der Firmware

# ESPHome Firmware - Webinterface

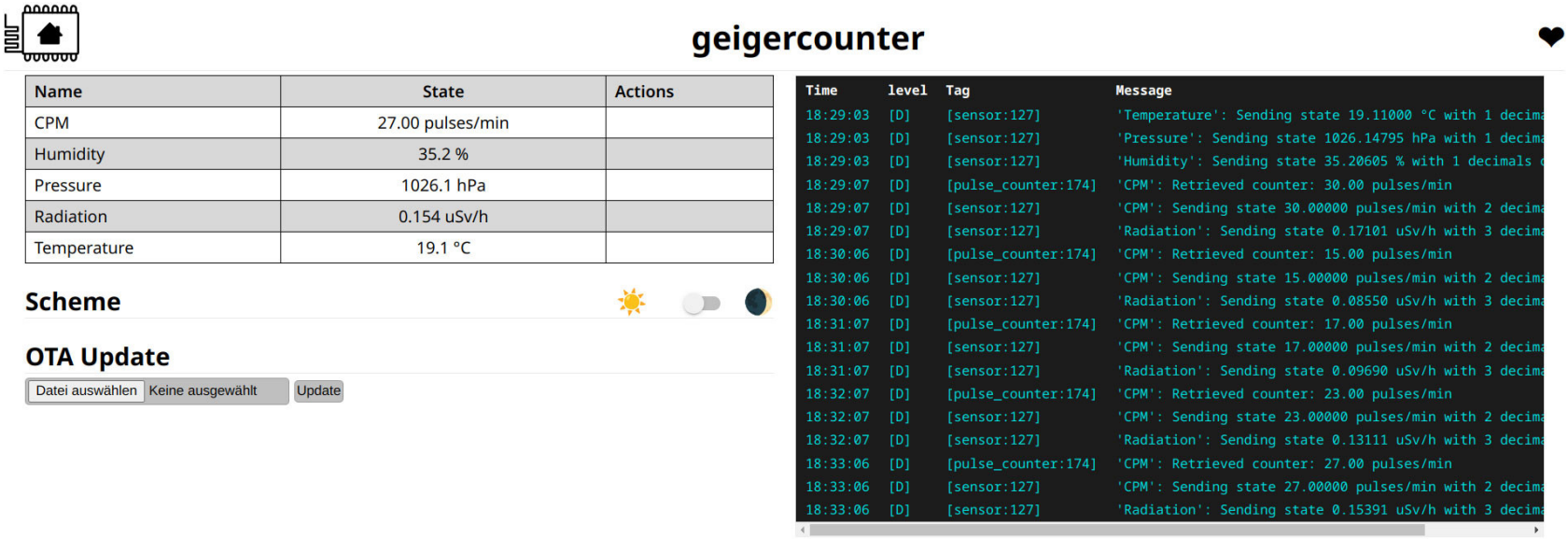



Abbildung: Weboberfläche im Browser

# LoRaWAN Firmware - Einführung

- Moteino R6 (ATMega328)
- Selbst entwickelte Firmware
- Basiert auf Arduino Bibliotheken
- MCCI Arduino LMIC für LoRaWAN
- OTAA und ABP Modus
- Getestet mit TTN und Chirpstack
- BME280 Sensor optional
- PlatformIO Buildsystem

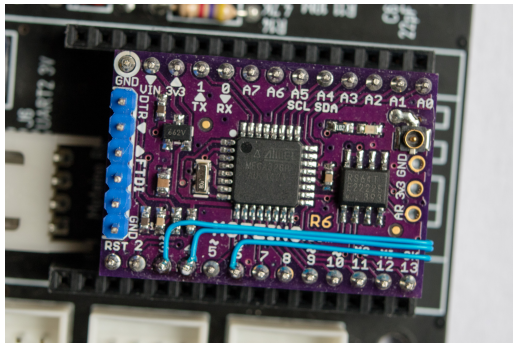



Abbildung: Moteino

[7] Link: https://github.com/MalteP/iotgeiger-lora

# LoRaWAN Firmware - Konfiguration

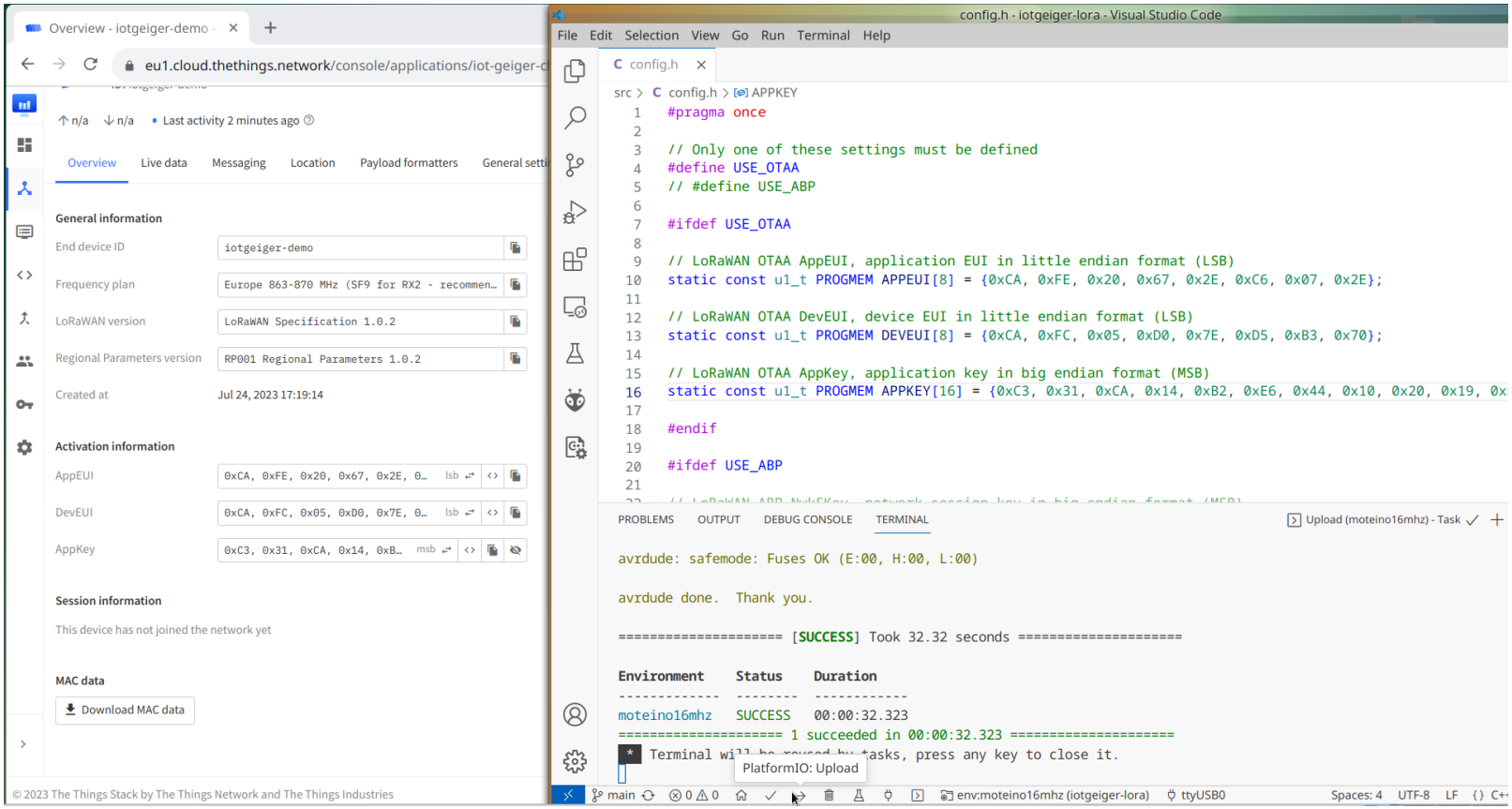



Abbildung: Einrichtung der Parameter und Kompilieren der Firmware

# LoRaWAN Firmware - LoRaWAN Konsole

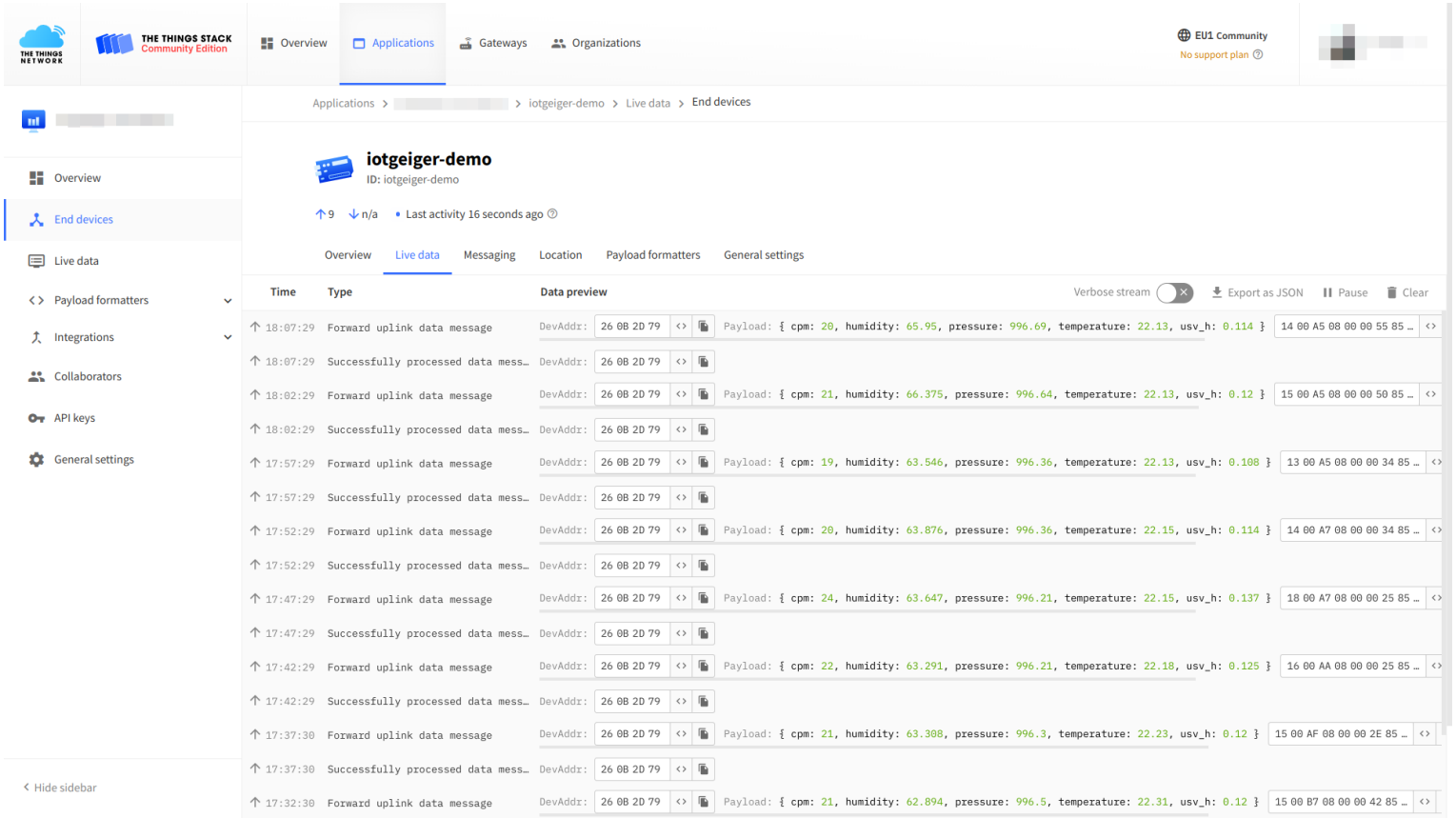



Abbildung: Decodierte Nutzdaten in der TTN Konsole

# Software

# Benötigte Softwarekomponenten

- Übertragung
  - Gemeinsame Schnittstelle
- Erfassung
  - Sammeln & an DB senden
- Speicherung
  - Datenbanksystem
- Visualisierung
  - Diagramm erzeugen
- Installation auf Server oder VM


Abbildung: Grafana Dashboard

# Datenübertragung

- Es wurde das MQTT Protokoll gewählt
- Message Queue Telemetry Transport
- Sowohl mit WiFi als auch LoRaWAN Variante kompatibel
- Client-Server Protokoll für M2M-Kommunikation
- Seit 2013 standardisiert für das Internet der Dinge

# Datenübertragung

- Daten können unter Themen (Topic) veröffentlicht werden
- Clients können dieses Thema abonnieren (Subscribe)
- Daten werden den jeweiligen Abonnenten zugestellt (Publish)
- WiFi mit ESPHome Firmware
  - Zusätzlicher MQTT Server nötig
- LoRaWAN mit eigener Firmware
  - LoRa Stack stellt MQTT Server bereit

# Datenübertragung

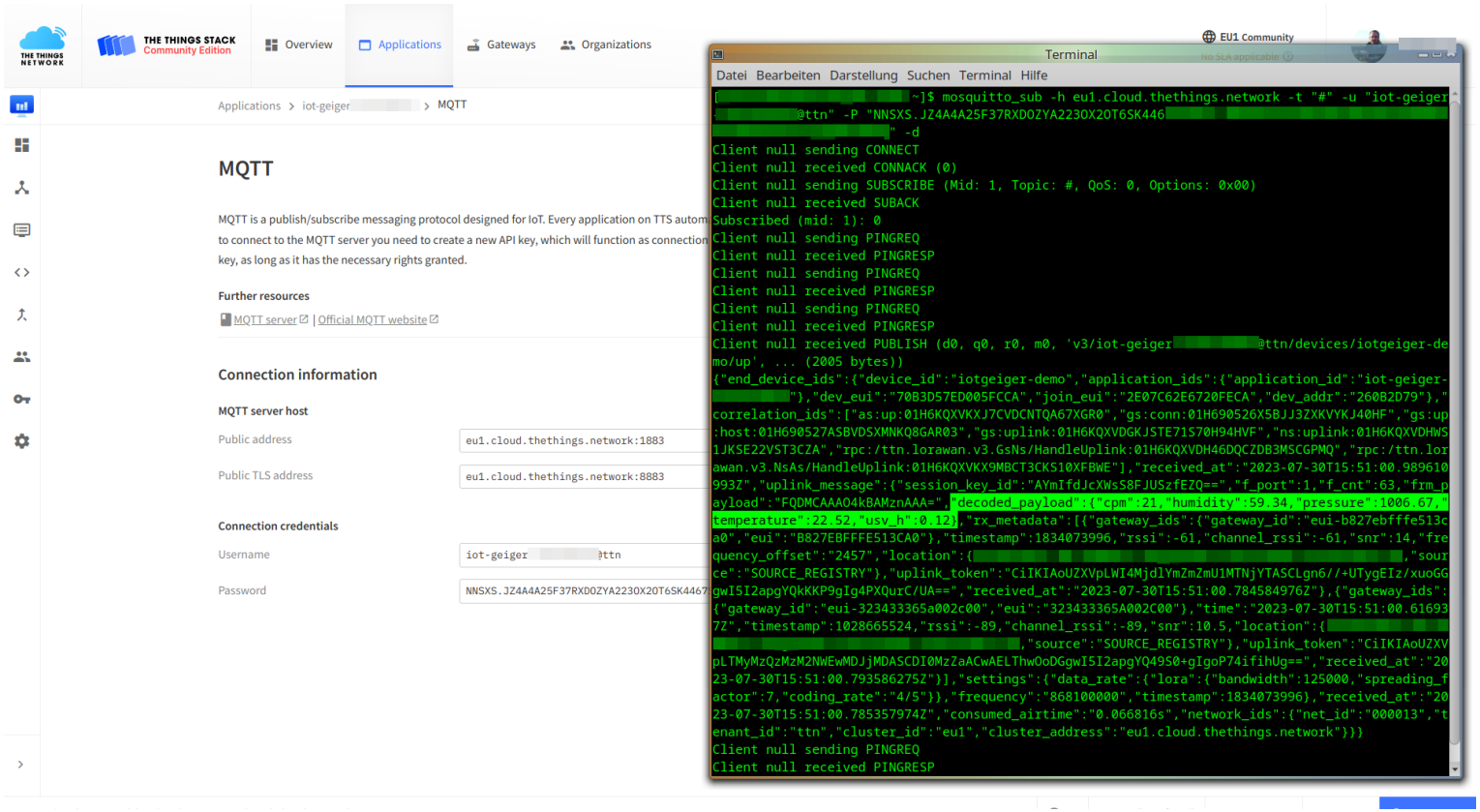



Abbildung: Verbindungstest zum The Things Network MQTT Server

# Datenerfassung

- Es wurde Telegraf gewählt
- Tool gehört zu InfluxDB
- Sammelt Daten ein
- Kann u.a. als MQTT Client dienen
- Schreibt in die Datenbank

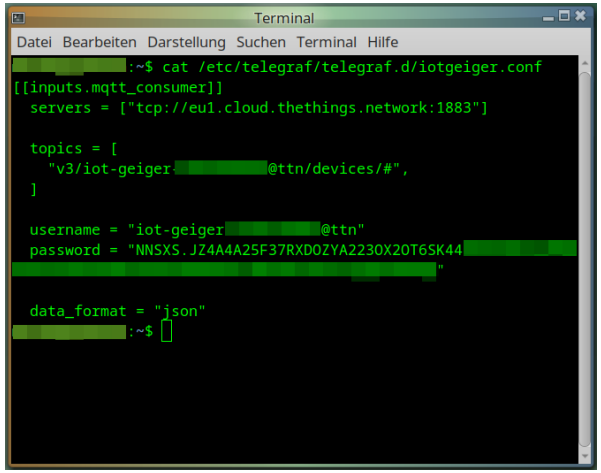



Abbildung:
Beispielkonfiguration der MQTT Verbindung

[8] Link: https://www.influxdata.com/time-series-platform/telegraf/

# Datenspeicherung

- Es wurde InfluxDB gewählt
- Datenbank speziell für Zeitreihen
- Kein festes Schema
- Hohe Flexibilität
- Key-Value Datenbank
- Organisation der Datensätze nach Zeitstempel
- Gruppierung mittels Measurements und Tags

[9] Link: https://www.influxdata.com/

# Datenvisualisierung

- Es wurde Grafana gewählt
- Grafische Darstellung von Daten
- Verschiedene Datenquellen
- Frontend browserbasiert
- Frei konfigurierbare Dashboards
- Erweiterbar über Plugins

[10] Link: https://grafana.com/

# Datenvisualisierung

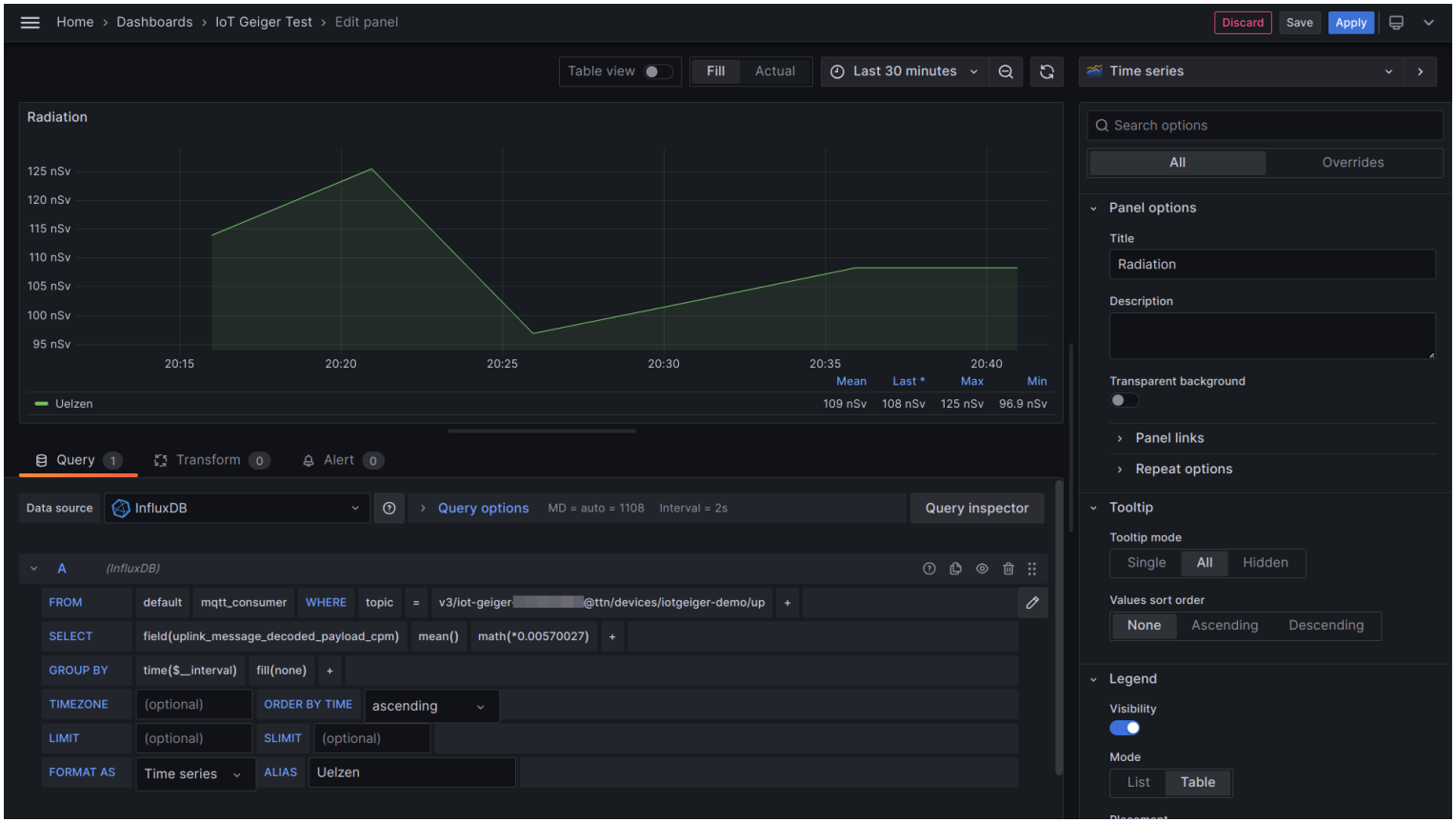
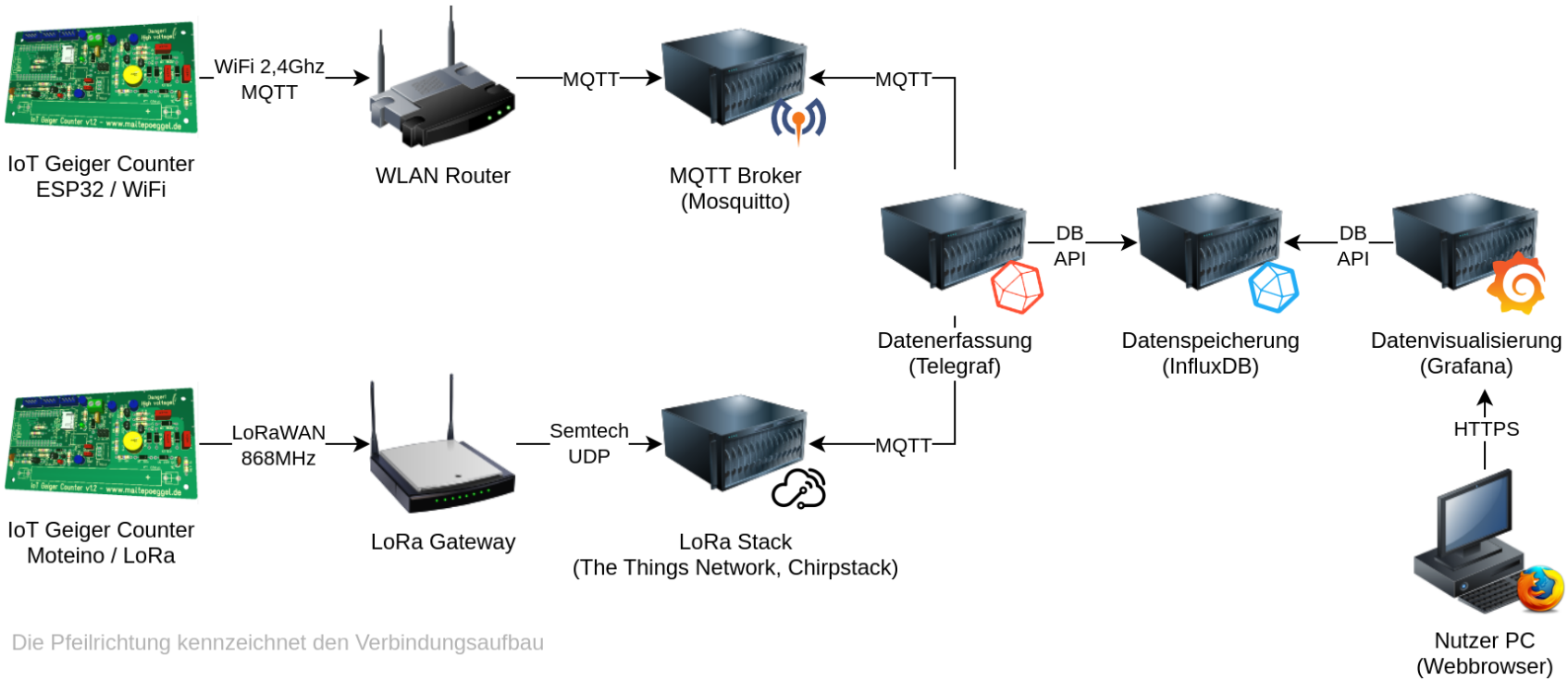



Abbildung: Konfiguration eines Panels in Grafana

# Datenvisualisierung


Abbildung: Ansicht des Grafana Dashboards

# Zusammenfassung




Die Pfeilrichtung kennzeichnet den Verbindungsaufbau

Abbildung: Übersicht der Hard- und Software Komponenten

# Fragen?

Weitere Infos & Download der Folien:

https://www.maltepoeggel.de/?site=iotgeiger