

DTU

- Kommunikation mit einem Wechselrichter (WR) -



Version : 1.60
Ausgabe : 2024-07
Autor : Ingolf Bauer
Kontakt : amatronik@arcor.de

Inhaltsverzeichnis

1	Änderungsübersicht	4
2	Allgemeine Hinweise zur AhoyDTU / OpenDTU	5
2.1	Firmware (Bin-Files)	5
2.2	WR-Typen	6
2.3	Informationen.....	7
2.3.1	Anleitung (Video)	7
2.3.2	Dokumentation.....	7
2.3.3	Bekannte Fehlerbilder.....	7
3	Basisplatine OpenDTU	8
4	Hardwareübersicht	9
4.1	Allgemeine Konfigurations- und Montagehinweise	9
4.2	Basisplatine	10
4.3	Mikrocontroller	10
4.4	Funkmodule.....	11
4.4.1	Synchronisationszeit	11
4.4.2	Externe Antenne	13
4.5	LED und Display.....	14
4.6	Gehäuse	15
4.7	Montagesteg.....	15
4.8	Vorschlag zur Montagereihenfolge.....	16
4.9	Frontabdeckung in 2D	18
4.10	Frontrahmen in 3D.....	18
4.11	Anschluss und Adapter	19
4.11.1	Stromversorgung	19
5	OpenDTU - Aufbau und Inbetriebnahme	20
5.1	Schaltung.....	20
5.2	Verdrahtungsübersicht	21
5.2.1	LED-Statusanzeige	21
5.3	Inbetriebnahme eines ESP32-Moduls.....	22
5.3.1	Installation des Treibers	22
5.3.2	Firmware aufspielen (flashen).....	24
5.4	Flashen über einen „Browser“	25
5.4.1	Eintrag der Startadresse	27
5.5	Verbindung zur OpenDTU	29
5.5.1	Einrichtung der WLAN-Verbindung.....	29
5.5.2	Übertragung einer Konfigurationsdatei	30
5.5.3	Austausch der Funkmodule	31
5.5.4	Systeminformationen	31
5.5.5	Displayanzeige.....	31
5.5.6	Funkmodul	32
5.5.7	Zeiteinstellung.....	33
5.5.8	Weitere Einstellungen	33
5.6	Flashen mit einem „Software-Tool“	34
5.6.1	Alternative Flash-Tools	35
6	AhoyDTU - Aufbau und Inbetriebnahme	36
6.1	Schaltung.....	36
6.2	Verdrahtungsübersicht	36
6.3	Inbetriebnahme mit ESP8266- oder ESP32-Modul.....	37

6.4	Software	37
7	Abbildungsverzeichnis.....	38

1 Änderungsübersicht

Datum	Version	Abschnitt	Inhalt
10.07.2024	60	4.10	Sichtblende aus einer CD-Hülle
01.07.2024	61	Titelbild	DTU mit Frontrahmen eingefügt
		4.4.1	Synchronisationszeit
		4.4,	Antennenbuchse mit 90° Versatz,
		4.7, 4.8	Ergänzung Montagesteg, Erweiterung der Montageschritte
24.06.2024	64	5.3.2	Hinweis zum automatischen Flashmodus
23.06.2024	65	2.2	Warnhinweis zu W-Typen, diverse Korrekturen
		4.1, 4.4.1	allgemeine Konfigurations- und Montagehinweise, externe Antenne
20.06.2024	66	diverse	Abbildungsverzeichnis, diverse Korrekturen, Hardwareübersicht erweitert
16.06.2024	68	4, 4.1-4.8	Hardwareübersicht
		3	Basisplatine OpenDTU
		1	Änderungsübersicht

2 Allgemeine Hinweise zur AhoyDTU / OpenDTU

	AhoyDTU	OpenDTU
WiFi-Name	AHOY-DTU	OpenDTU-x (x: Kennzahl)
Browser-Adresse	http://192.168.4.1	http://192.168.4.1
Zugangsdaten	%	admin
Passwort	esp_8266 ¹⁾	openDTU42
MC ESP8266	X	-
MC ESP32	X	X

1) Das Passwort gilt auch beim Einsatz eines ESP32-Modul.

Die DTU können die Wechselrichter nur bei Tageslicht erreichen, da das interne Funkmodul ausschließlich von den Solarmodulen versorgt wird.

Quelle: https://ahoydtu.de/getting_started/

2.1 Firmware (Bin-Files)

AhoyDTU <https://github.com/lumapu/ahoy/> oder

<https://fw.ahoydtu.de/fw/>

- passende Datei in der aktuellen Version downloaden

- weitere Quelle (Github):

<https://github.com/grindylo/ahoy/releases>

- Datei downloaden, entpacken und die zum MC passende Datei verwenden

OpenDTU <https://github.com/tbnobody/OpenDTU/releases>

- Achtung: erstmaliges Flashen mit der Datei „opendtu-generic.factory.bin“

<https://github.com/tbnobody/OpenDTU/tree/master/docs/DeviceProfiles>

- Geräteprofile (DeviceProfiles)

2.2 WR-Typen

Übersicht <https://selbstbau-pv.de/wiki/ist-eine-opendtu-ist-mit-jedem-hoymiles-mikrowechselrichter-kompatibel/>

Ist eine OpenDTU mit jedem Hoymiles Mikrowechselrichter kompatibel?

Es gibt zwei verschiedene Funksysteme zur Kommunikation mit Hoymiles Wechselrichter.

HM Serie = 2,4 GHz Funksystem (WLAN)

HMS und HMT Serie = 900 MHz Funksystem (Sub-1-GHz)

Wenn man z. B. einen WR Typ „HM-1500“ sein Eigen nennt, nutzt dieser das 2.4 GHz Funksystem. Somit benötigt man eine OpenDTU mit einem Funkmodul, was diese Frequenz unterstützt.

Beim einem Wechselrichter der HMS/HMT Serie benötigt man eine OpenDTU mit einem 900 MHz-Funkmodul, was beispielsweise mit einem CMT2300A arbeitet; diese sind meist etwas teurer.

Es gibt z. B. die sogenannte OpenDTU mit Fusion Board, diese unterstützt alle Hoymiles Serien



Die OpenDTU funktioniert nicht mit den W-Versionen der Wechselrichter.
(z. B. HMS-800**W**)

2.3 Informationen

2.3.1 Anleitung (Video)

AhoyDTU <https://www.youtube.com/watch?v=hj5GAbaMv-o>

OpenDTU https://youtu.be/PpjCz33pGkk?list=UULFnErrLRiNmcm7uulZQpKZ_w

2.3.2 Dokumentation

AhoyDTU <https://ahoydtu.de/>

OpenDTU <https://www.opendtu.solar/hardware/>

Hinweis:

Zum erstmaligen Flashen ist ein USB-Anschluss erforderlich.
Updates können kabellos (OTA: Over The Air) über die jeweiligen DTU-Weboberfläche ausgewählt und übertragen werden.

FAQ-Links zu diversen Fehlerbildern:

<https://www.dertushop.de/faq/>

2.3.3 Bekannte Fehlerbilder

Wenn sich das ESP32-Modul nicht mit dem WLAN verbindet, kann ein „Reset“ ausgelöst werden.
(Reset-Taste „EN“ links neben dem USB-Anschluss)

Ist dies nicht erfolgreich, kann die Software nochmals aufgespielt werden.

Schreibfehler sind ebenfalls eine Fehlerursache.

3 Basisplatine OpenDTU

Neben den vielen mittlerweile im Internet verfügbaren DTU-Modulen soll an dieser Stelle ein modulares Konzept vorgestellt werden, das den Aufbau einer Vielzahl an Varianten ermöglicht.

Kernstück dafür ist die „Basisplatine OpenDTU“.

Die Fertigungsunterlagen (Stromlaufplan, Bestückungsplan, Leiterplatte, ...) sind in einem Target3001!-Format erstellt und können über den kostenfreien Viewer eingesehen und gedruckt werden.

Dasselbe gilt für die Adapterplatine, die für den Einsatz eines CMT2300A-Funkmoduls erforderlich ist

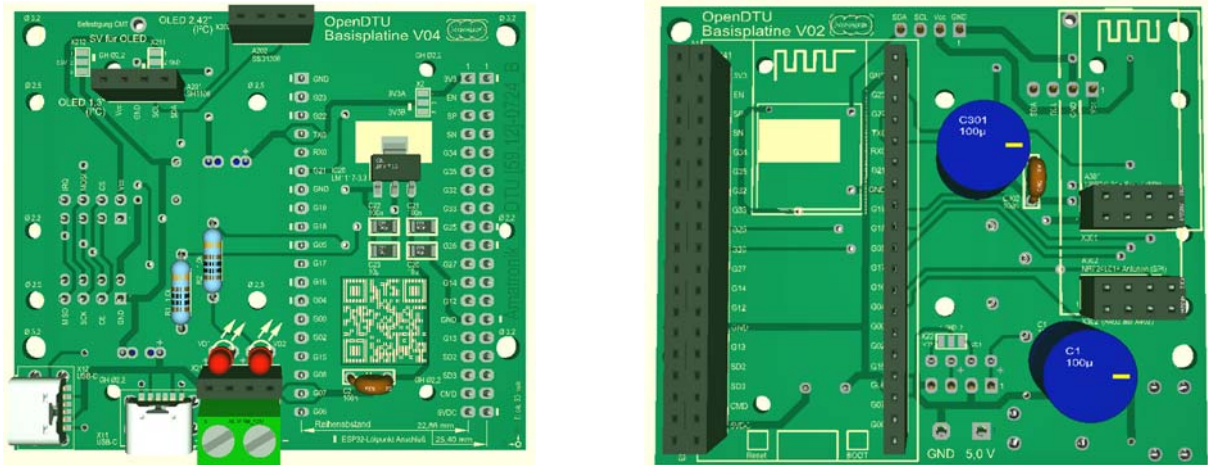


Abbildung 1: Bestückung der zweiseitigen Basisplatine (3D-Modell)

Die Basisplatine kann mit folgenden Optionen aufgebaut und betrieben werden:

Stromversorgung

- über den ESP-Anschluss
- 2-poliger Anschlussblock
- zwei um 90° versetzte USB-C-Buchsen
- 3,3V-Stromversorgung; wahlweise über das ESP-Modul oder separaten Festspannungsregler

Steckplätze:

- Buchsenleisten für 38-polige ESP-Module mit einem Pin-Reihenabstand von 22,86 sowie 25,4 mm
- Buchsenleisten für 8-polige NRF24-Funkmodule sowie ein spezielles CMT-Modul (Adapter)
- Buchsenleisten für 4-polige Grafikanzeigen (OLED)
- Buchsenleiste für den externen Anschluss der beiden LED

Anzeige

- OLED-Display (I²C) mit 1,3"- oder 2,42"-Diagonale
- LED für den WLAN- bzw. Wechselrichter-Status

Antenne

- Verwendung von interner/externer Antenne (Funknetz Wechselrichter)

Gehäuse

- passgenaue Eibaumöglichkeit in ein Industriegehäuse

Front

- Druckvorlage für eine individuell gestaltbare Frontabdeckung
- aufsteckbare 3D-Frontabdeckung (in Arbeit)

4 Hardwareübersicht

4.1 Allgemeine Konfigurations- und Montagehinweise

Eine OpenDTU kann, beruhend auf der Basisplatine, in den verschiedensten Varianten aufgebaut werden.

Für die erste Inbetriebnahme sind neben der bestückten Basisplatine nur das ESP32-Modul (Abschnitt 4.3), sowie, je nach Typ des Wechselrichters - ein NRF24- bzw. CMT-Funkmodul erforderlich (Abschnitt 4.4).

Muss das CMT-Funkmodul eingesetzt werden, kommt man an dem Anschluss einer externen Antenne (Abschnitt 0) nicht vorbei. Hier bietet das Funkmodul FMC die Möglichkeit, die Antennenbuchse um 90° versetzt einlöten zu können. Damit kann bereits die Ausrichtung der Antenne festgelegt werden.

Verwendet man einen Antennenverlängerung mit einem IPEX- oder SMA-Anschluss, ist man flexibler.

Weiterhin kann man sich für den Einsatz eines 1,30"- oder dem wesentlich besser ablesbaren 2,42"-Displays entscheiden. Beide können mittels Distanzstücken direkt auf die Basisplatine montiert werden. Die Display werden in 4 Farben angeboten.

Möchte man die OpenDTU in einem Gehäuse betreiben, bietet es sich an, dass auf die Basisplatine abgestimmte Industriegehäuse einzusetzen (Abschnitt 4.6).

Beim Einsatz eines Displays bietet es sich an, die Frontansicht mit einem individuelles Design zu versehen. Hier kann nach einer individuellen Gestaltung der Vorlage (Abschnitt 4.9) diese aufgeklebt oder ein 3D Aufsteckmodul (Abschnitt 4.10) eingesetzt werden.

Für die Stromversorgung kann eine Gehäuseöffnung für einen der USB-C-Anschlüsse (ESP oder PCB) vorgesehen werden.

Am einfachsten ist es allerdings, eine Bohrung anzubringen und über den 2-poligen Klemmenblock einzuspeisen oder Lötstifte zu verwenden.

Eine Alternative stellt der Anschluss über eine Einbaubuchse nach USB-A/C dar (Abschnitt 4.11.1).

4.2 Basisplatine

Bei dieser Platine, die dafür bestimmt ist, die Komponenten der OpenDTU auf kleinstem Raum zu verbinden, handelt es sich um eine industriell hergestellte Leiterplatte, die folgende Merkmale aufweist:

- Abmessungen (LxB: 70 x 60 mm²)
- durchkontaktiert
- beidseitiger Lötstopplack und Beschriftungsaufdruck
- Kompromiss zwischen einfacher Bestückung und Platzbedarf durch Mischbestückung In THT/SMD-Technik (Drucksteckmontage und Oberflächenmontage)

Die Unterlagen zur Leiterplatte sind frei verfügbar. Sie liegen im Target3001!-Format vor und können mit dem kostenlos verfügbaren Viewer genutzt werden, um alle für die Fertigung relevanten Daten einzusehen, zu erstellen oder ausdrucken zu können.

Herstellerseite: <https://www.ibfriedrich.com/de/index.html#download>

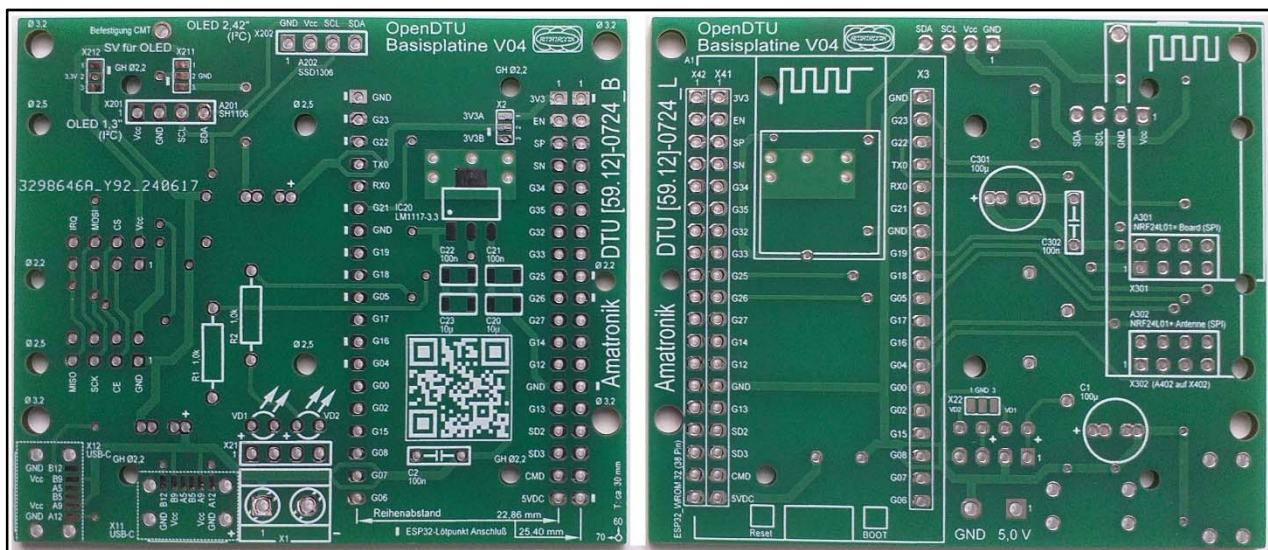
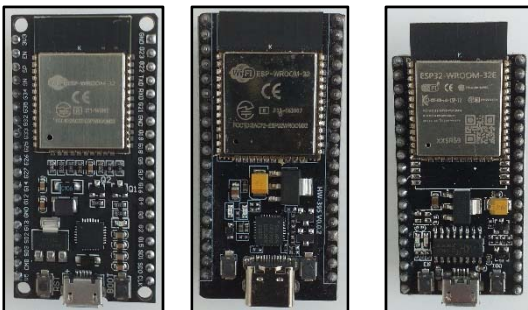


Abbildung 2: Basisplatine (B/L-Seite unbestückt)

4.3 Mikrocontroller

Für weitere Informationen zu den ESP32-Modulen stehen im Internet die Datenblätter des jeweiligen Modul-Herstellers zur Verfügung.

Die Basisplatine ist für ESP32-Module mit 38 Pins vorgesehen, die über einen Pin-Reihenabstand von 22,86 (0,9“) bzw. 25,4 (1,0“) mm verfügen.



- 1 Pin-Reihenabstand: 25,40 mm, interne Antenne
- 2 Pin-Reihenabstand: 22,86 mm; interne Antenne
- 3 Modul mit abgesetzter WLAN-Antenne

Abbildung 3: Ausführungen der ESP32-Module (unvollständig)

4.4 Funkmodule

Die einsetzbaren Funkmodule (900 MHz bzw. 2,4 GHz) werden über die SPI-Schnittstelle angesprochen.

Bei der Auswahl ist darauf zu achten, dass ein auf den vorhandenen Wechselrichter (HM- oder HMS/HMT-Serie) abgestimmtes Funkmodul eingesetzt wird,

Andere Anbieter bieten Lösungen an, die von Haus an einen Parallelbetrieb unterschiedlicher Funkmodule ermöglichen.

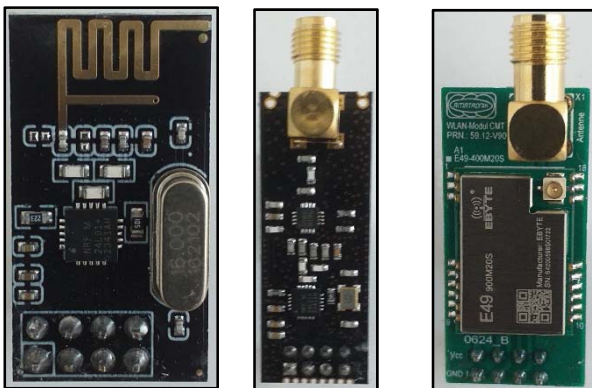
Eine Nachrüstung der hier vorgestellten Basisplatine ist nach diesem Konzept nur bedingt realisierbar und erfordert eine angepasste Konfigurationsdatei (*.json).

Für die 2,4 GHz-Module sind Ausführungen mit integrierter oder externer WLAN-Antenne verfügbar.

Für den Einsatz auf 900 MHz kommt das Ebyte-Modul mit dem CMT2300A zum Einsatz.

Eine Adapterplatine für das Ebyte-Modul ermöglicht den problemlosen Austausch der Funkmodule auf der Basisplatine; die Antennenbuchse kann um 90° versetzt eingelötet werden.

Bei den Modellen mit der Anschlussmöglichkeit für eine externe Antenne können Verlängerungen eingesetzt werden, um den Einbauort in vorhandene Gehäuse variabel wählen zu können.



- 1 2,4 GHz-Funkmodul; interne Antenne
- 2 2,4 GHz-Funkmodul; externe Antenne
- 3 900 MHz-Funkmodul; externe Antenne
(Amatronic: FMC)

Abbildung 4: Funkmodule für 2,4 GHz (WLAN) und 900 MHz (Sub-1-GHz)

4.4.1 Synchronisationszeit

Die Zeit, die es dauert, bis sich eine OpenDTU mit einem HMS-Wechselrichter synchronisiert, kann variieren. Im Allgemeinen sollte der Synchronisationsprozess jedoch nicht länger als einige Minuten dauern. Es gibt verschiedene Faktoren, die die Synchronisationszeit beeinflussen können:

- Netzwerkverbindung

Eine stabile und schnelle Netzwerkverbindung zwischen OpenDTU und dem HMS-Wechselrichter ist entscheidend. Verzögerungen im Netzwerk können die Synchronisationszeit verlängern.

- Konfiguration

Eine korrekte Konfiguration beider Systeme (OpenDTU und HMS-Wechselrichter) ist notwendig. Fehler in der Konfiguration können dazu führen, dass die Synchronisation fehlschlägt oder länger dauert.

- Firmware-Versionen

Stellen Sie sicher, dass sowohl OpenDTU als auch der HMS-Wechselrichter mit den neuesten Firmware-Versionen betrieben werden. Ältere Firmware-Versionen könnten Kompatibilitätsprobleme verursachen.

- Signalstärke und Störungen

Bei drahtloser Kommunikation kann die Signalstärke und das Vorhandensein von Störungen die Zeit für die Synchronisation beeinflussen.

Falls die Synchronisation länger als üblich dauert, können folgende Schritte zur Fehlersuche und Problemlösung hilfreich sein:

- Überprüfen Sie die Netzwerkverbindung und stellen Sie sicher, dass keine Verbindungsprobleme vorliegen.
- Überprüfen Sie die Konfigurationseinstellungen sowohl in OpenDTU als auch im HMS-Wechselrichter.
- Aktualisieren Sie die Firmware beider Geräte auf die neuesten Versionen.
- Überprüfen Sie die Signalstärke und minimieren Sie mögliche Störungen.

Die Synchronisationszeit kann aus verschiedenen Gründen bei einem HMS-Wechselrichter länger dauern, als bei einem HM-Wechselrichter. Möglichen Faktoren sind:

- Komplexität des Systems
HMS-Wechselrichter (Hybrid Multi String) sind oft komplexer als HM-Wechselrichter (Micro-Wechselrichter). Die zusätzliche Komplexität und die größere Anzahl an Komponenten können dazu führen, dass die Synchronisation länger dauert.
- Datenvolumen
HMS-Wechselrichter verarbeiten möglicherweise mehr Daten als HM-Wechselrichter, insbesondere wenn sie mehrere Strings und Batterien verwalten. Die zusätzliche Datenmenge kann die Synchronisationszeit verlängern.
- Kommunikationsprotokolle
HMS-Wechselrichter verwenden möglicherweise unterschiedliche oder komplexere Kommunikationsprotokolle als HM-Wechselrichter. Die Implementierung und Aushandlung dieser Protokolle kann mehr Zeit in Anspruch nehmen.
- Firmware und Software-Kompatibilität
Bei HMS-Wechselrichtern könnte es aufgrund ihrer Komplexität häufiger zu Kompatibilitätsproblemen zwischen Firmware- und Software-Versionen kommen, was die Synchronisationszeit verlängern kann.
- Initialisierung und Selbsttest
HMS-Wechselrichter führen möglicherweise umfangreichere Selbsttests und Initialisierungsprozesse durch, bevor sie betriebsbereit sind. Diese Prozesse können die Gesamtsynchronisationszeit verlängern.

Verbindung und Signalqualität

HMS-Wechselrichter benötigen möglicherweise eine stabilere und qualitativ bessere Verbindung zur Synchronisation. Schwankungen in der Signalqualität oder Verbindungsprobleme können die Synchronisationszeit verlängern.

Energieverwaltung

Da HMS-Wechselrichter oft in hybride Systeme integriert sind, die sowohl PV-Module als auch Batterien umfassen, kann die Energieverwaltung komplexer sein und mehr Zeit in Anspruch nehmen.

Zusammengefasst hängt die längere Synchronisationszeit bei HMS-Wechselrichtern von ihrer höheren Komplexität, den umfangreicheren Datenverarbeitungsanforderungen und den möglicherweise anspruchsvolleren Kommunikationsprotokollen ab.

4.4.2 Externe Antenne

Die Bauform der externen Antennen sind sich ähnlich. Bei der Auswahl ist auf zwei Dinge zu achten:

- Frequenzbereich (900 MHz oder 2,4 GHz)
- Anschluss über einen Stecker (SMA) oder passend zu der ggf. eingesetzten Antennenverlängerung

Darüber hinaus können mittels Adapterleitungen (Abschnitt 0) andere Kombinationen aufgebaut werden.



Abbildung 5: Externe Antenne, abwinkelbar

4.5 LED und Display

LED

Statusanzeigen zum Funknetz und dem Wechselrichter können über zwei LED angezeigt werden. Möchte man diese separat von der Basisplatine positionieren, kann dies über eine vorhandene Steckverbindung realisiert werden.

Display

Neben der Montage eines 1,3“-Displays, das über die I²C-Schnittstelle (4 Pins) angesprochen wird, besteht die Möglichkeit, ein aus größerer Entfernung wesentlich besser ablesbares 2,42“-Display einzusetzen. Die OLED-Display sind in den Farben Weiß, Gelb, Grün und Blau verfügbar.

Leider sind Unterschiede bei der Polarität der jeweiligen Stromversorgung möglich, so dass auf die Konfiguration der für diesen Fall vorgesehenen Löt pads geachtet werden muss.

Normalerweise kann die auf der Leiterplatte angebrachte Kennzeichnung für die Lötbrücke genutzt werden, die einen problemlosen Wechsel der Display-Typen ermöglicht, da über die Verschaltung der Polaritätswechsel realisiert wird.



Achtung - Zerstörungsgefahr !

Dazu ist es zwingend erforderlich, nur den für den jeweiligen Display-Typ vorgesehen Steckplatz zu nutzen und vor dem Anschluss die Belegung zu überprüfen!



Abbildung 6: OLED-Display mit 1,30“ und 2,42“

4.6 Gehäuse

Wer die OpenDTU in einem Gehäuse betreiben möchte, kann auf diesen Vorschlag zurückgreifen. Die Basisplatine ist für dieses Gehäuse optimiert. Sie verfügt über mehrere Anschlüsse zur Stromversorgung. Er kann daher nach den individuellen Gegebenheiten gewählt werden.

Als Designvorschlag werden in den folgenden Abschnitten verschiedene Varianten näher vorgestellt:

- ohne Display
- mit Displayausschnitt für 1,30"/ 2,42"-OLED
- mit Frontabdeckung (2D)
- mit Frontrahmen (3D)

Öffnungen für eine Belüftung sollten ebenfalls vorgesehen werden, wenn eine längere Betriebszeit vorgesehen ist.



Das vorzuschlagende Gehäuse besitzt folgende Abmessungen (L x B x H): 100 x 68 x 50 [mm].

Für die Stromversorgung, LED, Display und ggf. Antenne sind die entsprechenden Öffnungen herzustellen

Abbildung 7: Gehäusevorschlag

4.7 Montagesteg

Soll ein Display verwendet werden, kann die Montage der Leiterplatte aus Platzgründen nicht über die inneren Befestigungen am Gehäuseboden erfolgen, sondern mit einem Montagesteg.

Als Material kann neben Aluminium ein nichtleitende Werkstoff mit ausreichender Festigkeit eingesetzt werden.

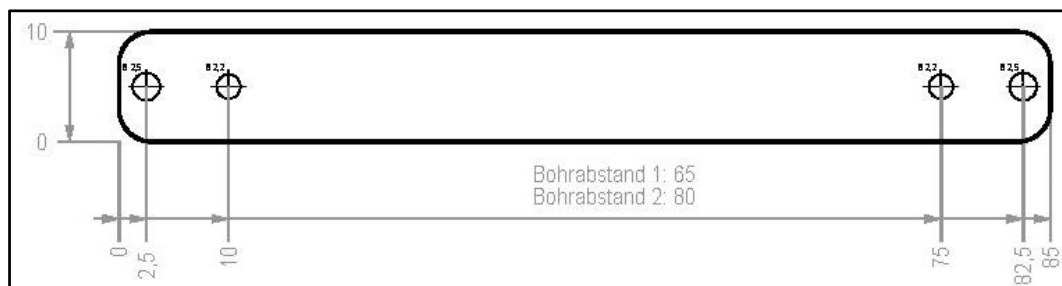


Abbildung 8: Montagesteg (nicht maßstäblich)

Für den Ausdruck einer maßstäblichen Zeichnung kann die entsprechende Target-Datei verwendet werden. Die Fertigung des Steges vereinfacht sich, wenn sie nach dem Ausdruck auf das Material geklebt wird.

4.8 Vorschlag zur Montager Reihenfolge

Zwischen der Leiterplatte und dem Display ist ausreichend Platz, um die Befestigung des Moduls zu realisieren.

Vor der Befestigung sind die Aussparungen für Stromversorgung und/ oder Antenne herzustellen.



Montagesteg

Der quer liegende Montagesteg dient der Modulbefestigung.

Dazu werden die seitlichen Befestigungspunkte genutzt, auf denen jeweils ein Distanzstück montiert sein kann ($\varnothing 2,0$).

Abbildung 9: Modulmontage-Schritt 1



Komplettierung

Danach erfolgt die Befestigung an der Gehäuserückwand, für die ebenfalls Distanzstücke eingesetzt werden können.

Der Gehäuseboden kann dazu durchbohrt werden, so dass an dieser Stelle die Befestigung mit Senkschrauben $\varnothing 2,5$ erfolgen kann.

Abbildung 10: Modulmontage-Schritt 2



Abdeckung

Es folgt der Deckel mit den eingearbeiteten Ausschnitten für das Display (hier 2,42").

Abbildung 11: Modulmontage-Schritt 3



Frontrahmen

Zur Montage wird der Frontrahmen auf das Gehäuse aufgeschoben. Dabei werden die Befestigungsschrauben komplett verdeckt.

Hinweis:

Der Frontrahmen lässt sich einfacher wieder entfernen, wenn die Gehäuseteile komplett verschraubt sind.

Ansonsten lässt er sich nur durch wechselseitiges leichtes Kippen wieder vom Deckel schieben

Abbildung 12: Modulmontage-Schritt 4



Anschluss der Stromversorgung

Die an der Buchse (USB-C) vorhandenen Anschlussdrähte haben eine Länge, die bis zur zweipoligen Klemme ausreicht. So kann die Position des Anschlusses sehr variabel gestaltet werden.

Antennenzugang

Wird das Funkmodul-Modul direkt gesteckt, muss in dem Bereich der SMA-Buchse die Bohrung für die Antenne angebracht werden.

Etwas flexibler mit der Positionierung ist man, wenn das Funkmodul über einen Anschlussadapter angeschlossen und eine Antennenverlängerung eingesetzt wird

Bei dem FMC-Modul kann die Antennenbuchse für den Anschluss einer Verlängerung bereits abgewinkelt eingelötet werden.

Rechts ist bereits die optionale 3D-Frontplatte aufgesteckt.

Im Zwischenraum kann eine durchsichtige Schutzfolie- oder -platte angeordnet werden.

Abbildung 13: Modulmontage-Schritt 5



Abbildung 14: Montage komplett und erste Inbetriebnahme

4.9 Frontabdeckung in 2D

Neben der Möglichkeit, mit Traget3001! Leiterplatten zu entwickeln, können daneben Frontplatten gestaltet werden.

Eine Musterdatei für eine Abdeckung beim Gehäuse des im vorhergehenden Abschnitt erwähnten Gehäuses ist ebenfalls frei verfügbar.

Die Abdeckung kann nach erfolgreicher Inbetriebnahme aufgeklebt werden und verdeckt dann die Befestigungslöcher für den Deckel.

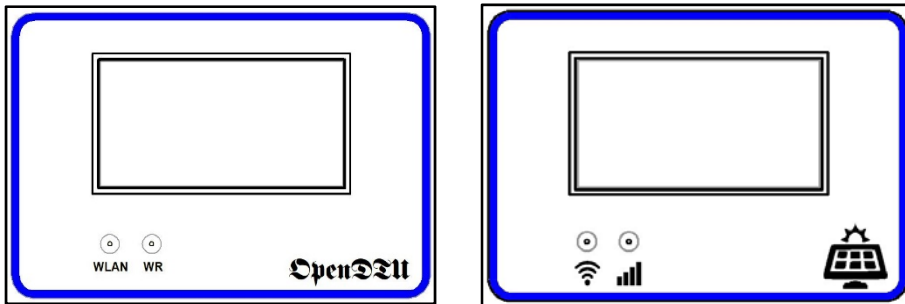


Abbildung 15: Mustervorlagen für Frontplatten (Schrift oder Symbole)

Für den Ausdruck einer maßstäblichen Zeichnung kann die entsprechende Target-Datei verwendet werden.

4.10 Frontrahmen in 3D

Daneben stehen für eine Gehäuseabdeckung zwei 3D-Druckdateien zur Verfügung, mit denen eine aufsteckbare Frontabdeckung gefertigt werden kann.

Sie beinhaltet neben den Bohrungen für die zwei LED einen Ausschnitt für ein 1,30"- bzw. 2,42"-Display.



Abbildung 16: Frontrahmen für ein 2,42"-Display und zwei LED

Optional kann der Frontrahmen mit innenliegendem Rahmen gefertigt werden, der eine Schutzabdeckung (Plastik oder Glas) mit einer maximalen Dicke von 1,3 mm aufnehmen kann.

Als Material eignet sich beispielsweise eine durchsichtige CD-Hülle, die mit einem sehr feinen Säge- oder Diamantblatt, ggf. auch mit der Ritztechnik auf das Maß von 70 x 45 mm² gefertigt werden kann.

4.11 Anschluss und Adapter

Die ESP-Module werden mit unterschiedlichen Anschlüssen gefertigt, wobei sich in Zukunft sicherlich der USB-C durchsetzen wird.

Für die Möglichkeit, dass ESP32-Modul selber zu flashen, muss darauf geachtet werden, dass entsprechende Signalleitungen im Anschlusskabel vorhanden sind.



Preiswerte USB-C-Anschlussleitungen (Ladekabel) sind oft nur für den Betrieb geeignet, da bei diesen nur die Adern für die Stromversorgung vorhanden sind.

Möchte man ein älteres Anschlusskabel mit USB-A nutzen, bieten sich entsprechende Adapter an. Gute Erfahrungen gab es mit dem abgebildeten USB-A/C-Adapter, eine Variante mit einer LED zur Spannungsanzeige.

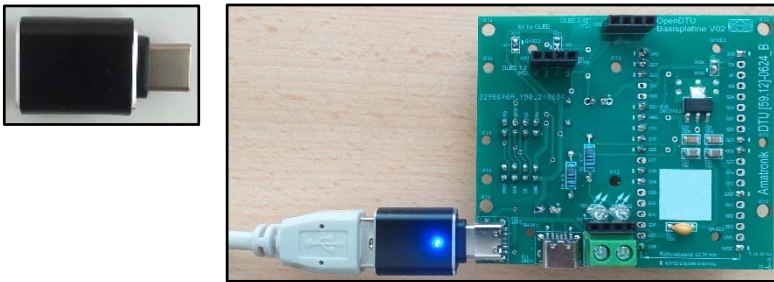


Abbildung 17: USB-Adapter mit Spannungsanzeige

4.11.1 Stromversorgung

Neben den bereits erwähnten Anschlüssen für die Stromversorgung besteht die Möglichkeit, diese über eine Einbaubuchse zu realisieren.



Entsprechende Anschlüsse mit USB-A oder USB-C erscheinen am geeignetsten.

Abbildung 18: Buchsen für die Stromversorgung



Bei den Antennenverlängerungen nach Bauart SMA gibt es eine Vielzahl an Kombinationen.

Hier eine etwa 10 cm lange abgewinkelte Version mit einer Einbaubuchse für die Antenne (links) und einem Stecker für den Anschluss an das Funkmodul (rechts).

Bei dem Funkmodul FMC besteht die Möglichkeit, die SMA-Buchse um 90° versetzt einzulöten, so dass ein optimaler Anschluss an der Gehäusewand ermöglicht wird. Das eingesetzte Modul der Fa. Ebyte verfügt bereits über eine etwas filigrane Anschlussstelle (IPEX Interface).

Auch dafür werden passende Anschlussleitungen angeboten.

Abbildung 19: Antennenverlängerung

Die IPEX-Steckverbinder werden oft auch als "U.FL" oder "UMCC" Steckverbinder bezeichnet, insbesondere in technischen Spezifikationen und Produktdokumentationen.

5 OpenDTU - Aufbau und Inbetriebnahme

5.1 Schaltung

Version 02-2024

- ESP 32 (38-polig)
- 2x LED mit je einem Vorwiderstand von 68 Ω
- Auswahl Funkmodul (Kondensator 100 µF optional, weil die Wirkung umstritten ist)
 - 2,4 GHz
 - NRF24L01+ : Printantenne
 - NRF24L01+ PA + LNA : externe Antenne (abnehmbar)
 - 900 MHz
 - CMT (blinkyparts) : externe Antenne (abnehmbar)
 - CMT (Amatronik FMC) : externe Antenne (abnehmbar)

Beide CMT-Module beruhen auf dem E49-900M20S mit dem CMT2300A (Fa. Ebyte) und ermöglichen durch Einsatz einer Adapterplatine den steckbaren Anschluss.

Achtung:

- nur NRF24-Funkmodule mit dem „+“ sind einsetzbar
- Grafikmodul (im Beispiel mit dem SH1106)

Kopplung:

- Verbindung zum PC mit einer USB-Anschlussleitung herstellen (USB-Ladekabel haben nicht alle Signale verschaltet)

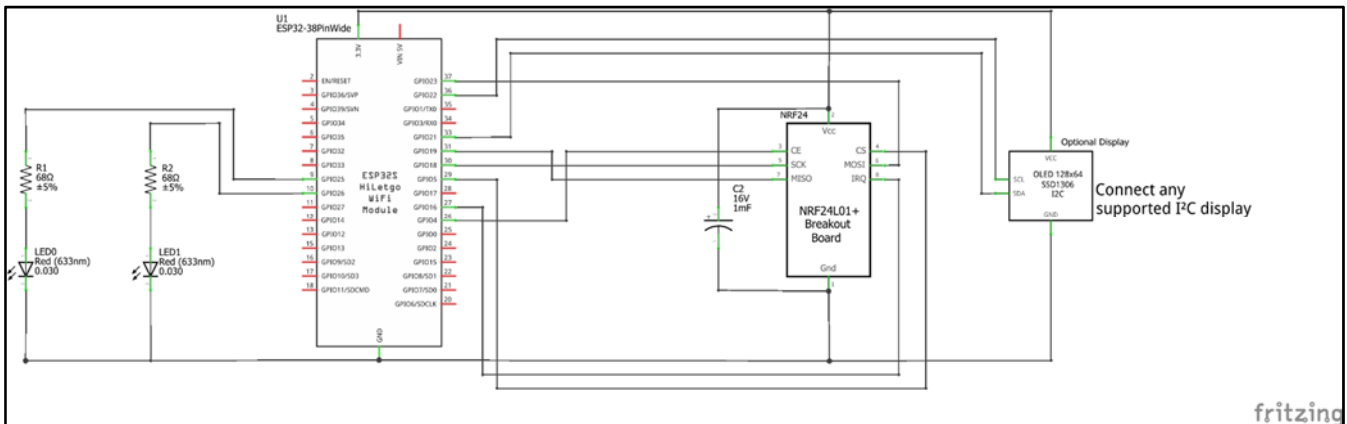


Abbildung 20: Schaltplan mit LED, ESP32-Modul, Funkmodul (SPI) und Display (I²C) einer OpenDTU

Erweiterung

Mit einer entsprechenden Adapterplatine kann auf das Funksystem der neuen Generation der Wechselrichter umgestellt werden.

Das Funkmodul ist unter folgendem Link verfügbar:

<https://shop.blinkyparts.com/de/Ebyte-Funkmodul-CMT2300A-868-915MHz-Breakoutboard/blink238542>

Dazu kann die Konfigurationsdatei „blinkyparts_esp32.json“ verwendet werden.

https://github.com/tbnobody/OpenDTU/blob/master/docs/DeviceProfiles/blinkyparts_esp32.json)

Anfragen zum Funkmodul „Amatronik FMC“ (ähnlicher Aufbau) mit der dazugehörigen Konfigurationsdatei (*.json) können an folgende Adresse gerichtet werden:

amatronik@arcor.de

5.2 Verdrahtungsübersicht

Neben dem Aufbau einer OpenDTU auf der Basisplatte ist auch eine vereinfachte freie Verdrahtung über entsprechende Verbindungsleitungen möglich.

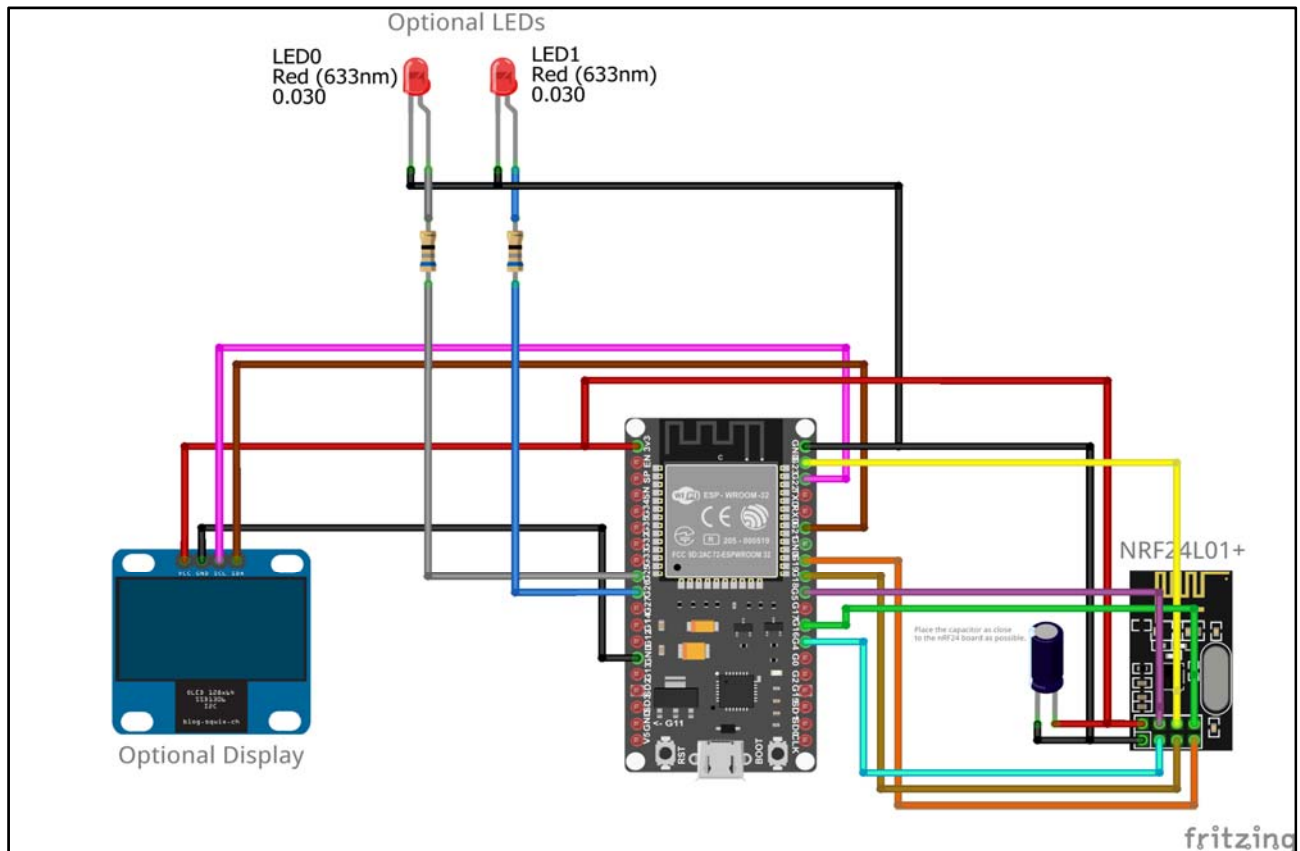


Abbildung 21: Verdrahtungsübersicht einer OpenDTU

5.2.1 LED-Statusanzeige

Hinweise zu den LED-Funktionen: <https://github.com/tbnooby/OpenDTU/wiki/LEDs>

LED 1 (GPIO 25)

Blinkend	Das WLAN ist verbunden, aber NTP und MQTT (falls aktiviert) sind nicht verbunden.
Ein	WLAN, NTP und MQTT sind verbunden
Aus	WLAN ist nicht verbunden

LED 2 (GPIO 26)

Blinkend	Alle Wechselrichter sind erreichbar, produzieren aber nicht.
Ein	Alle Wechselrichter sind erreichbar und produzieren.
Aus	Mindestens ein Wechselrichter ist nicht erreichbar.

Hinweis:

Es werden nur Wechselrichter mit aktivierter Abfrage berücksichtigt.

5.3 Inbetriebnahme eines ESP32-Moduls

5.3.1 Installation des Treibers

Auf den ESP-Modulen können unterschiedliche USB-Seriell-Wandler eingesetzt sein:

- a) CP210x (z. B. CP2102)
- b) CH340/341 / CH9102x

a) Treiber für CP210x installieren

(zunächst kann versucht werden, mit Abschnitt 5.3.2 fortzufahren)

Wird der Treiber zur Anbindung des ESP32-Moduls nicht automatisch installiert, muss dies ... manuell nach dem Entpacken des ZIP-Archivs erfolgen.

Danach ist die INF-Datei mit einem Doppelklick zu starten.

Download des Treibers

Hersteller: Siliocn Labs

URL: <https://www.silabs.com/developers/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers?tab=downloads>

Treiber: CP210x Windows Driver

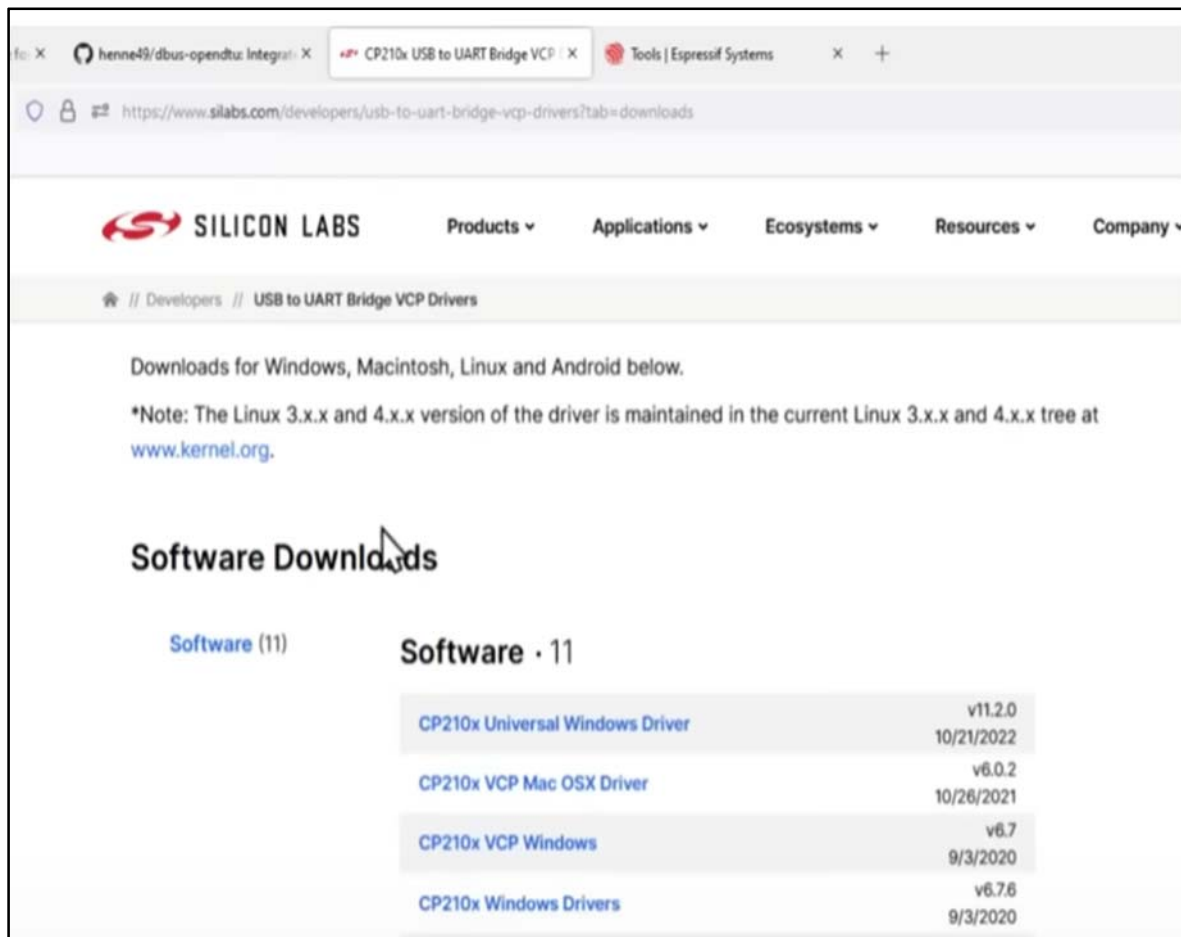


Abbildung 22: Downloadseite für den Treiber CP210x

Im Geräte-Manager ist nach der Treiber-Installation der CP210x eingetragen; der COM-Port muss ggf. im Flash-Tool eingetragen werden; hier im Beispiel COM3.

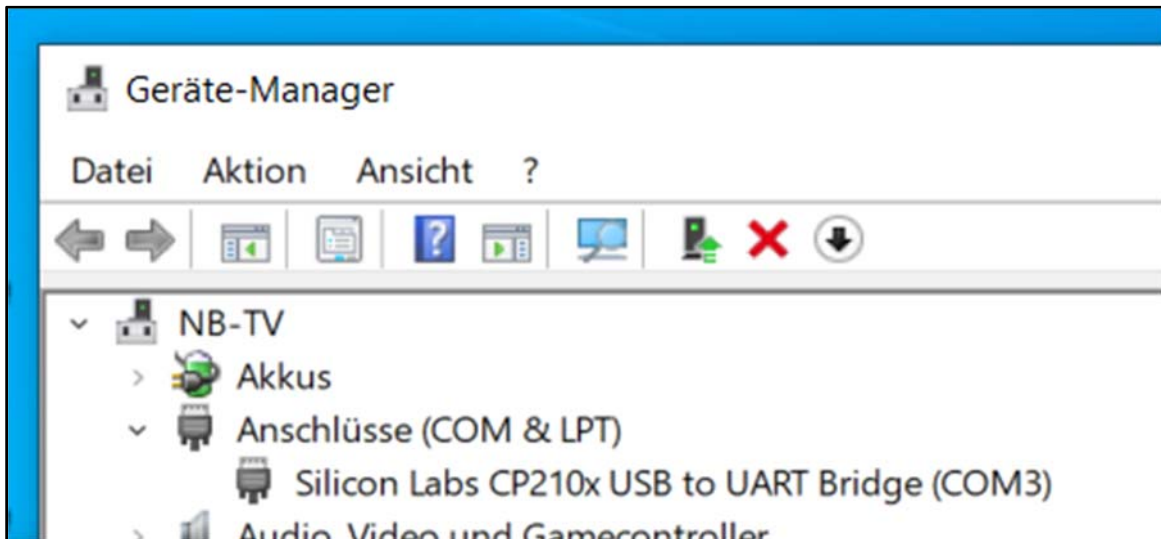


Abbildung 23: Treiberansicht im Gerätemanager

Eintrag nach der Verbindung mit dem ESP-Modul:

Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge (COM3)

b) Treiber für CH340/341 bzw. CH9102 installieren

(zunächst kann versucht werden, mit Abschnitt „c“ fortzufahren)

Wird der Treiber zur Anbindung des ESP32-Moduls nicht automatisch installiert, muss dies ...manuell erfolgen.

Download des Treibers

Hersteller: Winchiphead / Nanjing QinHeng Electronics Co., Ltd.

URL_Windows: http://www.wch.cn/download/CH341SER_ZIP.html

Treiber: CH341SER.ZIP

URL_Linux: https://www.wch.cn/download/CH341SER_LINUX_ZIP.html

Treiber: CH341SER_LINUX.ZIP

URL_Alternative: <https://de.drivhub.net/devices/input-devices/usb/serial-ch340>

5.3.2 Firmware aufspielen (flashen)

Für diesen Vorgang werden unter Windows zwei Varianten vorgestellt, Linux wird hier nicht betrachtet, ist aber ebenfalls möglich.

Das Flashen kann über einen Link im Browser erfolgen (Google „Chrom“ oder MS „Edge“; mit „Firefox“ ist dies nicht möglich.) oder nach Download einer entsprechenden Software durchgeführt werden.

Handelt es sich um ein fabrikneues ESP32-Modul, ist das Aufspielen der Firmware nur über die USB-Schnittstelle möglich, weitere Updates können dann per WLAN erfolgen.

Es ist darauf zu achten, dass das ESP32-Modul zunächst in den Flash-Modus versetzt wird.

Vorgehensweise:

BOOT-Taste gedrückt halten - RST-Taste **kurz** drücken - BOOT-Taste loslassen

Hinweis:

Wenn die Schaltfläche „Flash“ betätigt wurde und es passiert nichts, deutet dies auf ein Problem hin. Es existieren beispielsweise Module, bei denen zum Flashen Pin „GPIO0“ mit „GND“ zu verbinden ist, weil dies - wie bei vielen anderen Modulen - nicht automatisch erfolgt.

Problem 1:

Das ESP-Modul befindet sich nicht im Flash-Modus.

Es ist zu überprüfen, ob GPIO0 beim Einschalten oder bei „Reset“ mit GND verbunden ist.

Problem 2:

Der Programmierer (FTDI) kann das ESP-Modul nicht mit ausreichend Strom versorgen.

Zu anderen Verfahren, beispielsweise unter „Python“, gibt folgender Link einige Hinweise:

<https://shop.m5stack.com/blogs/news/how-to-erase-esp32-flash-memory>

Erfahrungen:

- Bei einem neueren Modul war es nicht erforderlich, das ESP-Modul mit oben genannter Tastenkombination in den Flash-Modus zu versetzen.

Das Modul wurde nach Wiederherstellung der USB-Verbindung korrekt erkannt und konnte problemlos programmiert werden.

Aufgefallen ist ebenfalls, dass die LED des Moduls nicht permanent leuchtet.

Hinweise einer KI - Firmware oder Bootloader-Konfiguration:

In seltenen Fällen könnte eine spezielle Firmware oder eine modifizierte Bootloader-Konfiguration das ESP32-Modul dazu veranlassen, beim Anschluss an den USB automatisch in den Flash-Modus zu wechseln.

5.4 Flashen über einen „Browser“



Prüfen, ob „Chrome“ oder „Edge“ zum Flashen eingestellt ist!

Bei einigen Boards muss während „Connecting.....“ die Boot-Taste gedrückt gehalten werden. Das ist die Taste, die manchmal mit „Boot“ beschriftet ist.

Quelle: <https://www.diy-temperature-logger.com/de/esp32-wemos-lolin-install/>

Die zum Flashen erforderliche Web-Oberfläche kann über den folgenden Link aufgerufen werden:

ESP WEB_Tool: <https://espressif.github.io/esptool-js/>

Bei der Baudrate sollte als Wert **115200** eingetragen sein, ansonsten kann es zur Fehlermeldung „Timeout“ kommen.

Mit Betätigung der Schaltfläche „Connect“ öffnet sich die Auswahl der seriellen Ports. Der Port ist zu markieren und die Schaltfläche „Verbinden“ zu betätigen.

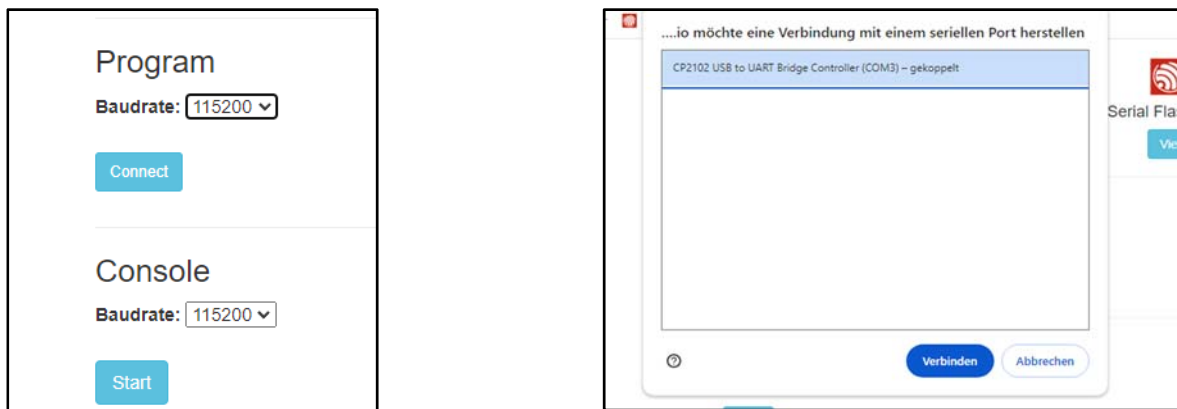


Abbildung 24: Verbinden und COM-Schnittstelle wählen

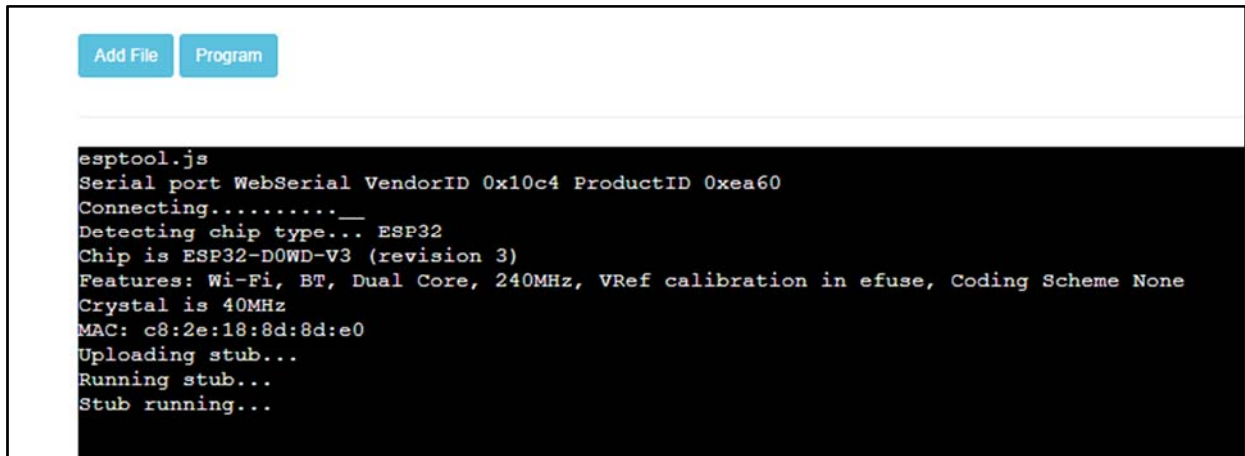
Sollte keine Verbindung hergestellt werden, ist ggf. der falsche Schnittstellen-Treiber im Einsatz. Manchmal hilft bereits das Umstecken auf einen anderen USB-Port.

Hinweis:

Sollten in der Zeile, die mit „Connecting“ beginnt, fortlaufend Punkte/Unterstriche ausgegeben, kann dabei versucht werden, das ESP-Modul nochmals in den Flash-Modul zu versetzen.

Die dazugehörige Vorgehensweise wurde bereits im vorhergehenden Abschnitt beschrieben.

Konsolen-Ansicht, nachdem das ESP-Modul erkannt wurde:



```
esptool.js
Serial port WebSerial VendorID 0x10c4 ProductID 0xea60
Connecting.....
Detecting chip type... ESP32
Chip is ESP32-D0WD-V3 (revision 3)
Features: Wi-Fi, BT, Dual Core, 240MHz, VRef calibration in efuse, Coding Scheme None
Crystal is 40MHz
MAC: c8:2e:18:8d:8d:e0
Uploading stub...
Running stub...
Stub running...
```

Abbildung 25: Konsolenansicht der ESP-Verbindung

Über die Schaltfläche „Program“ gelangt man zum Auswahlmenü der zu ladenden Datei.

5.4.1 Eintrag der Startadresse

Vor dem Flashen muss in das Feld „Flash Address“ der Wert „0x0000“ und die Datei (Firmware) festgelegt werden (Schaltfläche „Datei auswählen“).

Wurde über die Schaltfläche „Connect“ eine Verbindung zum ESP-Modul hergestellt, kann im nächsten Schritt die Firmware aufgespielt werden.

Dazu ist über die Schaltfläche „Datei auswählen“ die entsprechende BIN-Datei auszuwählen.

Beispiel: `opendtu-generic.factory.bin`

Beim ersten Flashen ist unbedingt darauf zu achten, dass die Bezeichnung „**factory**“ im Dateinamen enthalten ist.

Bei einem Update der Firmware kann dann darauf verzichtet werden.

Dies ist sowohl per USB, als auch per WLAN möglich.

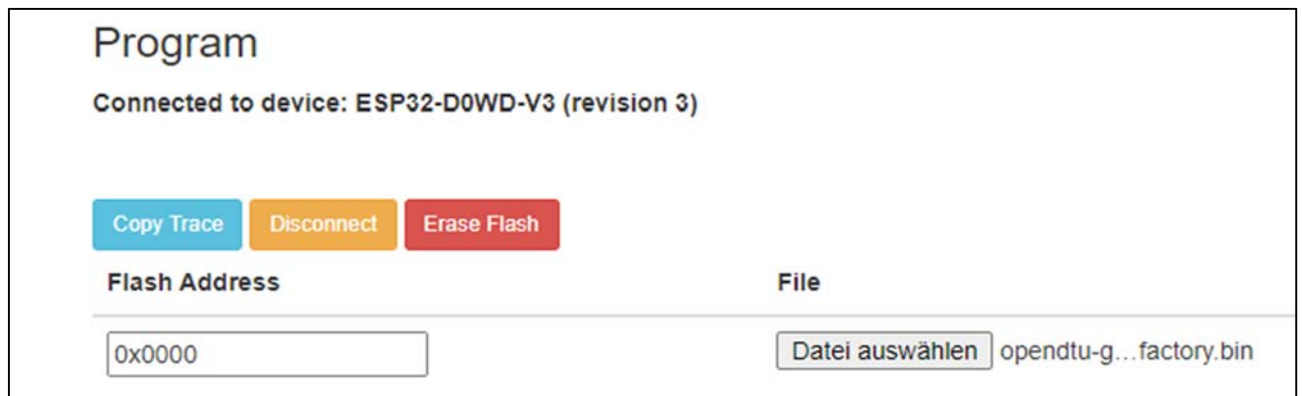


Abbildung 26: Startadresse, Dateiauswahl und Funktionsaufruf :

Zusammenfassend können die Befehle wie folgt beschrieben werden:

- Copy Trace: möglicherweise zum Kopieren von Debug- oder Trace-Informationen
- Disconnect: trennt die serielle Verbindung zum ESP-Modul
- Erase Flash: löscht den gesamten Flash-Speicher des ESP-Moduls

Mit Betätigung der Schaltfläche „Program“ wird der Flashvorgang gestartet und der Fortschritt prozentual angezeigt:

```
esptool.js
Serial port WebSerial VendorID 0x10c4 ProductID 0xea60
Connecting.....
Detecting chip type... ESP32
Chip is ESP32-D0WD-V3 (revision 3)
Features: Wi-Fi, BT, Dual Core, 240MHz, VRef calibration in efuse, Coding Scheme None
Crystal is 40MHz
MAC: c8:2e:18:8d:8d:e0
Uploading stub...
Running stub...
Stub running...
Compressed 1715184 bytes to 1091068...
Writing at 0x0... (1%)
Writing at 0x10e71... (2%)
Writing at 0x15aef... (4%)
Writing at 0x19ab9... (5%)
Writing at 0x1dd5e... (7%)
Writing at 0x21d59... (8%)
Writing at 0x25d54... (10%)
Writing at 0x29d4f... (11%)
█
```

Abbildung 27: Fortschrittanzeige des Flash-Vorgangs

Wird dieser nicht angezeigt, sondern beispielsweise „Error: Timeout“, muss nach der Fehlerursache gesucht werden.

Mögliche Maßnahmen:

- Baudrate auf 115200 reduzieren
- bei einigen Boards soll die Boottaste solange gedrückt gehalten werden, bis die Verbindung steht

Am Ende der korrekten Programmierung ist folgendes zu sehen:

```
Writing at 0x19499b... (97%)
Writing at 0x199b78... (98%)
Writing at 0x19f47a... (100%)
Wrote 1715184 bytes (1091068 compressed) at 0x0 in 97.964 seconds.
Hash of data verified.
Leaving...
█
```

Abbildung 28: Ansicht beim Ende des Flashvorgangs

Danach kann der Browser geschlossen werden.

5.5 Verbindung zur OpenDTU

Nach dem erfolgreichen Flash-Prozess kann eine WLAN-Verbindung mit der „OpenDTU“ hergestellt werden (Netzwerk: WLAN-Verbindung aktivieren).

Zunächst erhält man den Zugang über den Benutzernamen „**admin**“ und dem Passwort bzw. der Netzwerkkennung „**openDTU42**“.

Alternativ kann die OpenDTU in das eigene WLAN-Netz eingebunden werden.

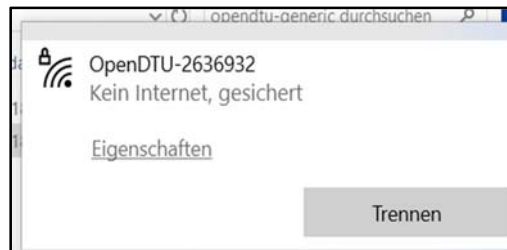


Abbildung 29: WLAN-Verbindung zur OpenDTU

5.5.1 Einrichtung der WLAN-Verbindung

Fehlen noch die Zugangsdaten zu dem heimischen WLAN, startet die DTU mit einem eigenen WLAN-Access-Point. Über diesen ist das Webinterface der DTU erreichbar.

In der Netzwerkübersicht wird das OpenDTU-WLAN ausgewählt, verbunden wird sich über das Passwort „openDTU42“. Die ggf. erscheinende Warnung, dass keine Internetverbindung möglich ist, kann ignoriert werden.

Zum Webinterface gelangt man mit der Eingabe von `http://192.168.4.1`. Im Menüpunkt „Settings / Network“ können Einstellungen zum WLAN vorgenommen werden.

Der Namen des eigenen WLAN-Netzes (SSID) und der Netzwerkschlüssel können hier eingetragen werden. Optional kann der Hostname verändert werden.

Wird die Eingabe mit „Save“ abgeschlossen, verbindet sich die OpenDTU mit dem eigenen WLAN-Netz.

Die neue IP-Adresse der OpenDTU kann ggf. in der Statusleiste des Routers abgelesen oder mit einem entsprechenden Scanner ermittelt werden.

Erwähnt wird der Hinweis, dass dies auf Smartphones mit der in der Basisversion kostenfreien App „Fing“ besonders einfach möglich ist.

Ist kein entsprechender Eintrag vorhanden, ist wahrscheinlich eine Fehleingabe die Ursache. In diesem Fall einfach wieder nach dem OpenDTU-WLAN suchen, um über „`http://192.168.4.1`“ zur Konfiguration zu gelangen.

5.5.2 Übertragung einer Konfigurationsdatei

Möchte man beispielsweise ein Display nutzen, ist zunächst eine zum Hardwareaufbau passenden Konfigurationsdatei zu suchen bzw. selbst zu erstellen und diese auf dem PC abzulegen. Danach kann diese eingebunden werden.

Die Dateiendung einer JavaScript Object Notation ist: „*.json“.

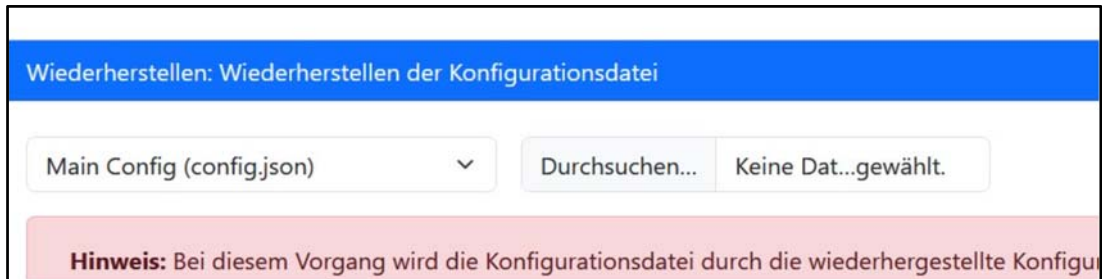


Abbildung 30: Oberfläche zur Einbindung der Konfigurationsdatei

Ist sie die geladen und gespeichert, kann ein Profil, das Bestandteil der Konfigurationsdatei ist, für das eingesetzte Display ausgewählt werden.

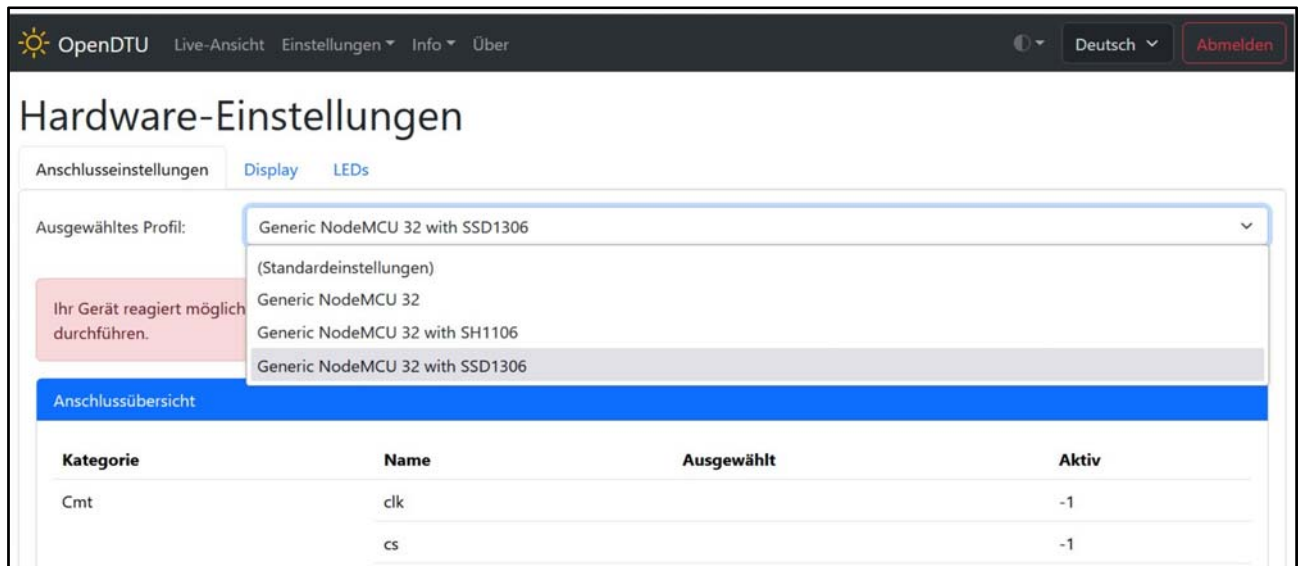


Abbildung 31: Auswahl des Profils

Scrollt man in der Ansicht weiter nach unten, werden die Pins angezeigt, die für die Displaysteuerung verwendet werden.

Ein Display funktioniert nur dann, wenn zwischen ESP-Modul und Display diese Verbindungen vorhanden sind.

Es gibt Hinweise für einen etwas anderen Profilnamen: "Generic NODEMCU 38 pin with SSD1106 1.3". Entscheidend ist nicht der Profilname, sondern die jeweilige Pin-Zuordnung.

Daneben existieren im Internet Konfigurationsdateien für die LED-Steuerung, dem Anschluss eines CMT-Funkmoduls oder für andere Funktionen.

5.5.3 Austausch der Funkmodule

Die Basisplatine ist so ausgelegt, dass verschiedene Funkmodule zum Einsatz kommen können, die über eine 8-polige Stiftleiste verfügen und den Anschlussbedingungen entspricht.

Da das CMT-Funkmodul vom Anbieter Ebyte nicht über solch einen Steckverbinder verfügt, ist entweder eine Adapterplatine erforderlich, wenn dieses Funkmodul auf dem dafür vorgesehenen Steckplatz betrieben werden soll, oder der direkte Anschluss an das ESP-Modul.

Nachdem eine Konfigurationsdatei (*.json) eingespielt wurde, die das CMT-Funkmodul ansprechen kann, ist ein Verbindungsaufbau mit Wechselrichtern der HMS- bzw. HMT-Serie möglich.

Neben den im Internet verfügbare Dateien liegt eine aktuelle und kostenlose Dateiversion für das Funkmodul „Amatronic FMC“ vor und kann über den oben genannten Kontakt bezogen werden.

5.5.4 Systeminformationen

Über diese Oberfläche können die verschiedensten Informationen abgefragt werden

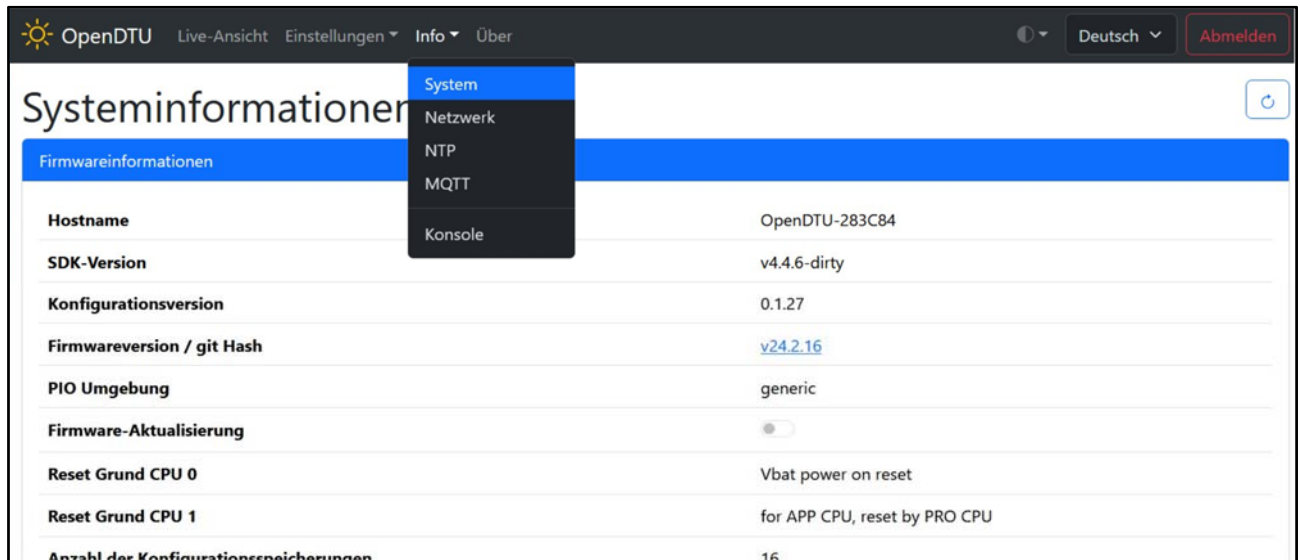


Abbildung 32: Abfrage der Systeminformationen

5.5.5 Displayanzeige

Optional lässt sich die Ausrichtung (Rotation) der Anzeige auf 0°/90°/180° ändern:



Abbildung 33: Optionen für die Displayausrichtung

Daneben sind weitere Einstellungen möglich, beispielsweise zum Kontrast und den Diagrammoptionen..

5.5.6 Funkmodul

Funknetz 2,4 GHz (NRF24)

Ob ein Funkmodul korrekt erkannt wird, kann man im Menü unter Info > System bei der „Funkmodulinformation“ feststellen (grün markiert).

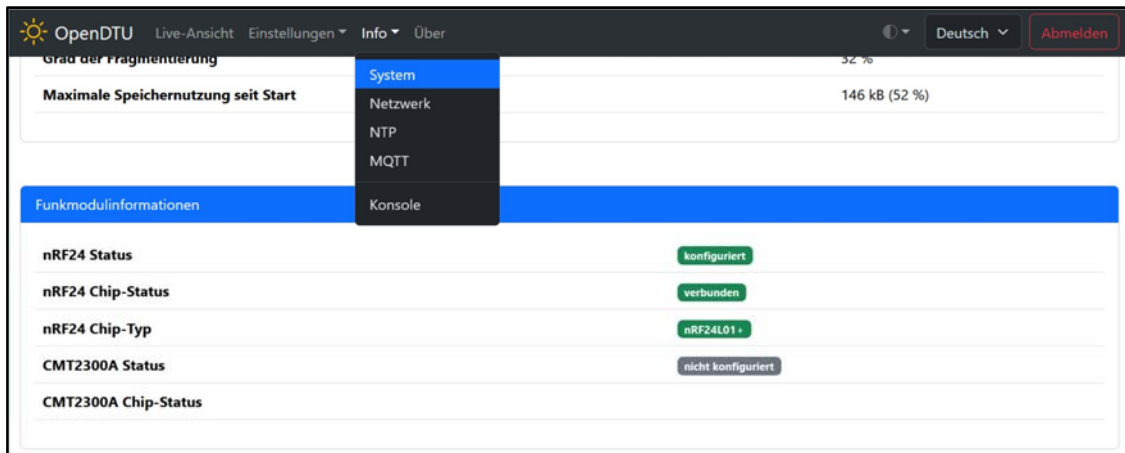


Abbildung 34: Status eines Funkmoduls (NRF24)

Die Sendeleistung kann ebenfalls variiert werden:

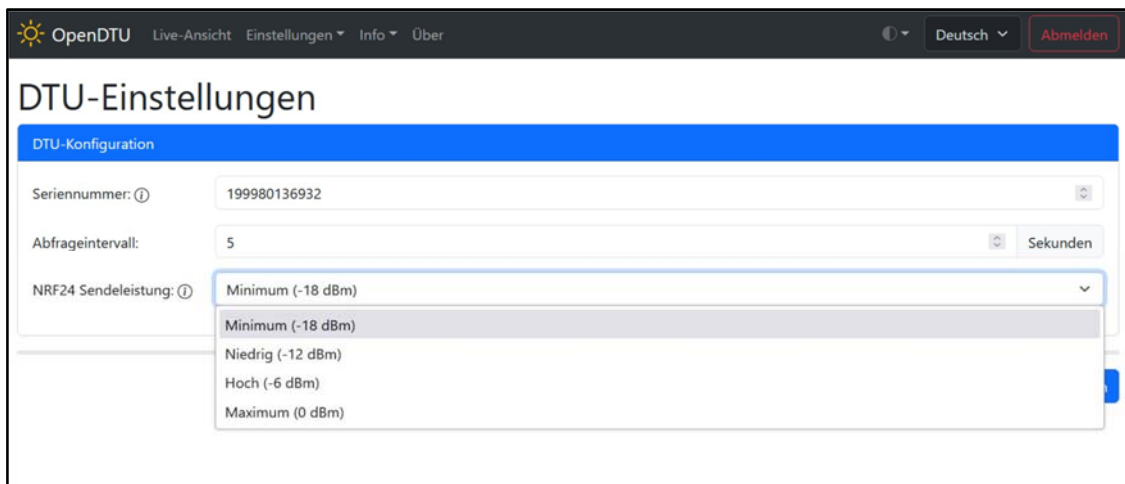


Abbildung 35: Einstellung der Sendeleistung des Funkmoduls

Funknetz 900 MHz (CMT2300A)

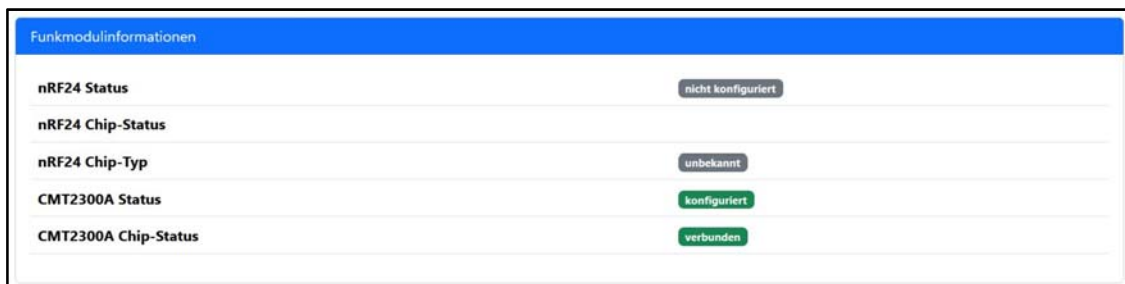


Abbildung 36: Status eines Funkmoduls (CMT)

5.5.7 Zeiteinstellung

Wichtig für die korrekte Zusammenarbeit mit dem Wechselrichter ist die Zeiteinstellung. Sie wird automatisch aktualisiert, wenn die OpenDTU mit dem eigenen Heimnetzwerk verbunden ist,

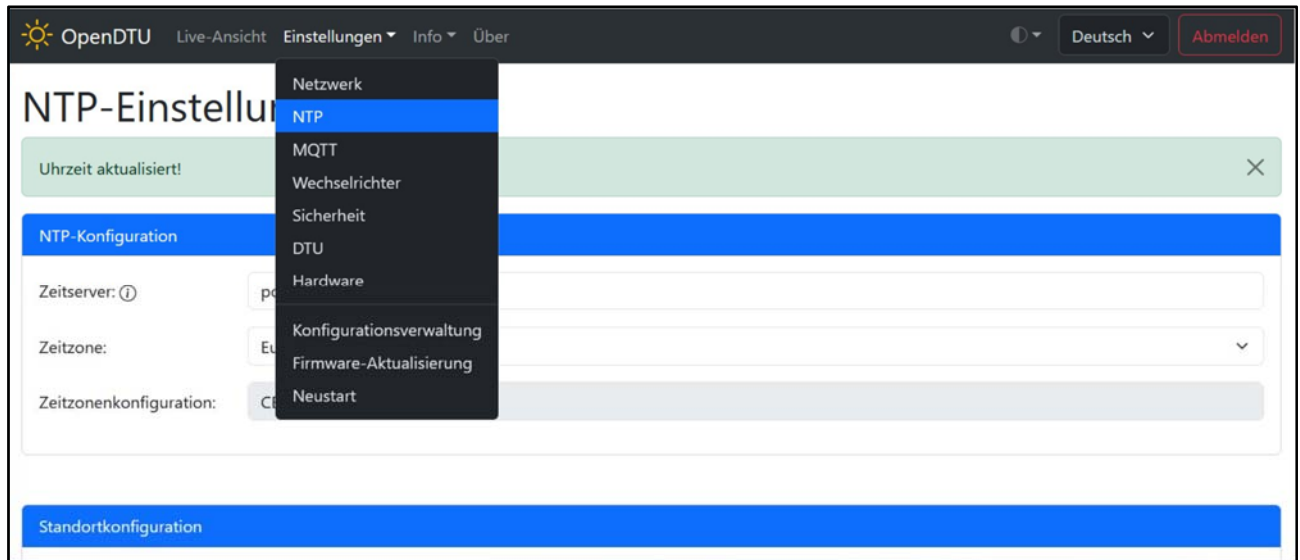


Abbildung 37: Zeiteinstellung

oder manuell über die Schaltfläche „Zeitsynchronisation“

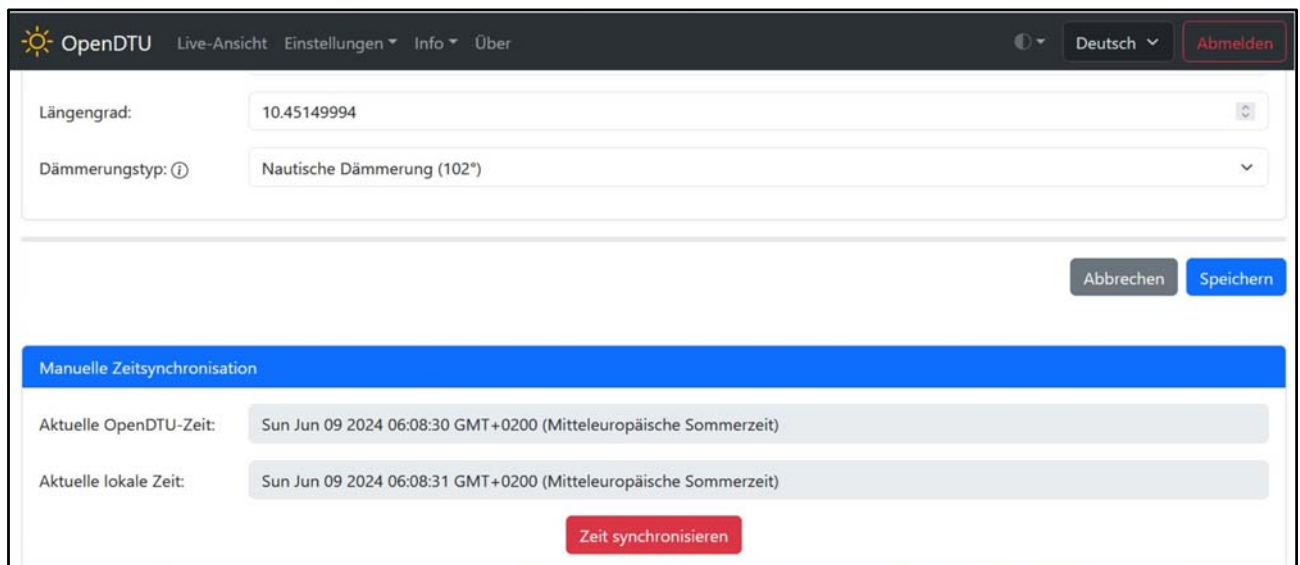


Abbildung 38: Zeitsynchronisation manuell

5.5.8 Weitere Einstellungen

Für Hinweise zu weiteren Informationen und Einstellungen ist die DTU-Dokumentation zu verwenden:

- WLAN
- Wechselrichter
- ...

5.6 Flashen mit einem „Software-Tool“

Daneben kann das Flashen mit einem Tool erfolgen, beispielsweise mit dem im folgendem kurz vorgestellten unter Windows.

Hersteller: ESPRESSIF

URL: <https://www.espressif.com/en/support/download/other-tools>

Tool: Flash Download Tools V3.9.5 (Stand 28.02.2024)

Anleitung

<https://www.youtube.com/watch?v=uLHypE3mCbg>

Achtung:

Die aktuelle Version der OpenDTU benötigt nicht mehr die in dem Video verwendeten 4 Dateien.

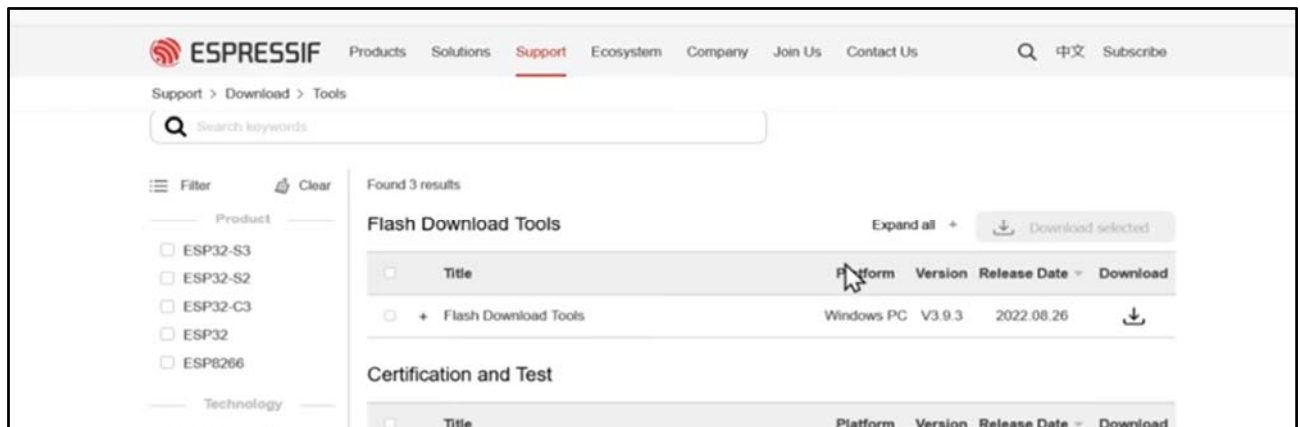


Abbildung 39: Download des Flash-Tools

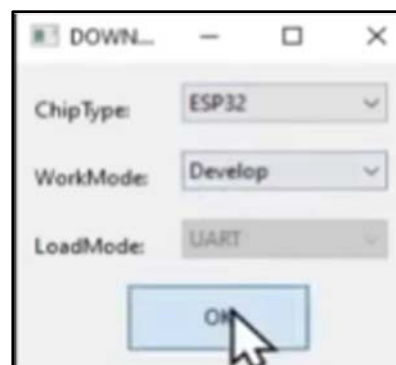


Abbildung 40: Einstelloptionen

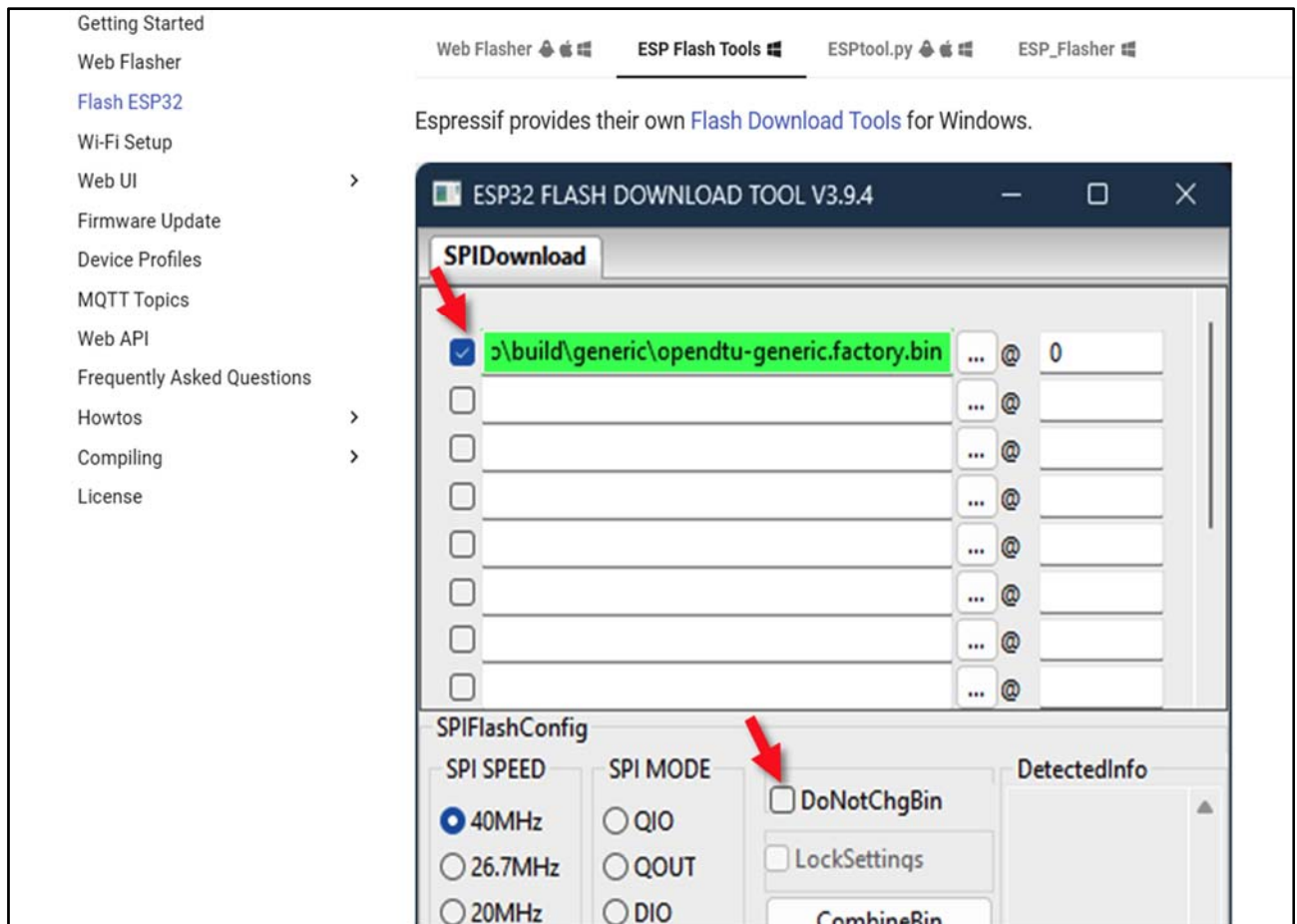


Abbildung 41: Dateiauswahl und Einstellungen

5.6.1 Alternative Flash-Tools

Übersicht

1. Tool „Flash.cmd“
<https://www.diy-temperature-logger.com/de/esp32-wemos-lolin-install/>
2. Tool „esphome-flasher“
<https://github.com/esphome/esphome-flasher/releases>

6 AhoyDTU - Aufbau und Inbetriebnahme

Aufbau und Funktion der AhoyDTU ähneln sich der OpenDTU.

Da dieses Modul nicht aufgebaut und verwendet wird, sind weitergehende Informationen über das Internet zu beziehen.

6.1 Schaltung

Version 02-2024

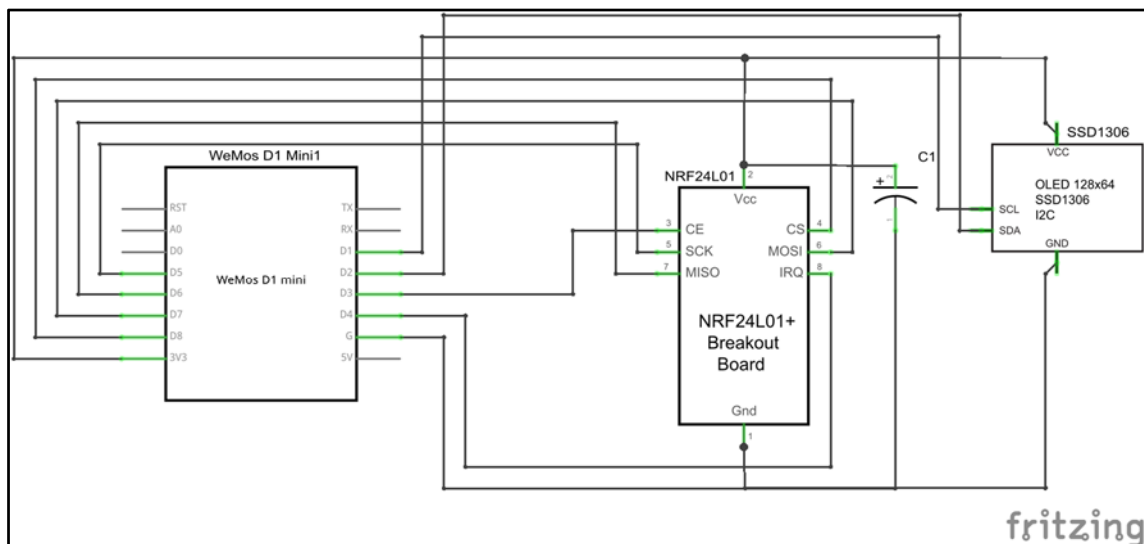


Abbildung 42: Schaltplan mit ESP, Funkmodul (SPI) und Display (I²C) einer AhoyDTU

6.2 Verdrahtungsübersicht

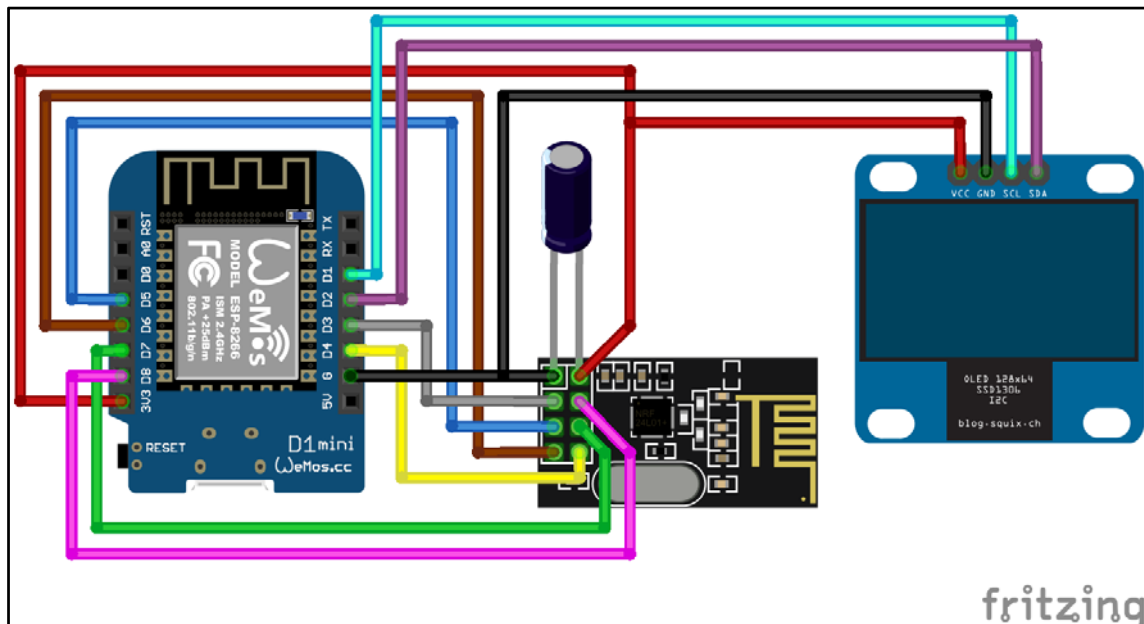


Abbildung 43: Verdrahtungsübersicht einer AhoyDTU

6.3 Inbetriebnahme mit ESP8266- oder ESP32-Modul

Die Vorgehensweise kann den Erläuterungen zur OpenDTU entnommen werden.

6.4 Software

Prometheus Die Version kann Daten per Metrics an einen Prometheus Server senden.
<https://prometheus.io/>

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bestückung der zweiseitigen Basisplatine (3D-Modell).....	8
Abbildung 2: Basisplatine (B/L-Seite unbestückt).....	10
Abbildung 3: Ausführungen der ESP32-Module (unvollständig)	10
Abbildung 4: Funkmodule für 2,4 GHz (WLAN) und 900 MHz (Sub-1-GHz)	11
Abbildung 5: Externe Antenne, abwinkelbar.....	13
Abbildung 6: OLED-Display mit 1,30“ und 2,42“	14
Abbildung 7: Gehäusevorschlag.....	15
Abbildung 8: Montagesteg (nicht maßstäblich)	15
Abbildung 9: Modulmontage-Schritt 1	16
Abbildung 10: Modulmontage-Schritt 2	16
Abbildung 11: Modulmontage-Schritt 3	16
Abbildung 12: Modulmontage-Schritt 4	16
Abbildung 13: Modulmontage-Schritt 5	17
Abbildung 14: Montage komplett und erste Inbetriebnahme.....	17
Abbildung 15: Mustervorlagen für Frontplatten (Schrift oder Symbole)	18
Abbildung 16: Frontrahmen für ein 2,42"-Display und zwei LED	18
Abbildung 17: USB-Adapter mit Spannungsanzeige.....	19
Abbildung 18: Buchsen für die Stromversorgung	19
Abbildung 19: Antennenverlängerung	19
Abbildung 20: Schaltplan mit LED, ESP32-Modul, Funkmodul (SPI) und Display (I ² C) einer OpenDTU	20
Abbildung 21: Verdrahtungsübersicht einer OpenDTU	21
Abbildung 22: Downloadseite für den Treiber CP210x.....	22
Abbildung 23: Treiberansicht im Gerätemanager.....	23
Abbildung 24: Verbinden und COM-Schnittstelle wählen.....	25
Abbildung 25: Konsolenansicht der ESP-Verbindung	26
Abbildung 26: Startadresse, Dateiauswahl und Funktionsaufruf :.....	27
Abbildung 27: Fortschrittanzeige des Flash-Vorgangs.....	28
Abbildung 28: Ansicht beim Ende des Flashvorgangs	28
Abbildung 29: WLAN-Verbindung zur OpenDTU	29
Abbildung 30: Oberfläche zur Einbindung der Konfigurationsdatei.....	30
Abbildung 31: Auswahl des Profils	30
Abbildung 32: Abfrage der Systeminformationen	31
Abbildung 33: Optionen für die Displayausrichtung.....	31
Abbildung 34: Status eines Funkmoduls (NRF24)	32
Abbildung 35: Einstellung der Sendeleistung des Funkmoduls	32
Abbildung 36: Status eines Funkmoduls (CMT).....	32
Abbildung 37: Zeiteinstellung.....	33
Abbildung 38: Zeitsynchronisation manuell	33
Abbildung 39: Download des Flash-Tools	34

Abbildung 40: Einstelloptionen	34
Abbildung 41: Dateiauswahl und Einstellungen	35
Abbildung 42: Schaltplan mit ESP, Funkmodul (SPI) und Display (I ² C) einer AhoyDTU.....	36
Abbildung 43: Verdrahtungsübersicht einer AhoyDTU.....	36