

MeshCore

Grenzenloser Spaß auf 868 MHz



stdevel, CodeSalat

~~Meta~~ MeshCore Rhein-Main Chaos Days 2026

CCC Darmstadt e.V.



Christian Meshowic / `stdevel`

IT-Consultant/-Trainer, sammelt
Companions und Elektroschrott
ThinkPads 🟡 💻



Noah Groß / `CodeSalat`

Redteamer, Smart Home Enthusiast und
Selfhoster



1. Motivation und Use-Cases
2. Grundlagen: LoRaWAN, MeshCore und Meshtastic
3. Hardware und Software
4. Einstieg

Motivation und Use-Cases



PSSST, MESHST DU AUCH SCHON?



REPEATER

MESHCORE

LORAWAN

MESHTASTIC

COMPANION

imgflip.com

ADVERTISEMENT

MESHMAPPER

OBSERVER

**ROOM
SERVER**

imgflip.com



- Kommunikation **stark abhängig** von wenigen Technologien und Anbietern
 - 85% der Smartphone-User verwenden WhatsApp¹ (H2/2025) 🤖
 - immer mehr Länder praktizieren **Internet-Zensur** (China, Iran, Nordkorea,...)

¹<https://www.statista.com/statistics/867539/top-active-social-media-platforms-in-germany/>



- Kommunikation **stark abhängig** von wenigen Technologien und Anbietern
 - 85% der Smartphone-User verwenden WhatsApp¹ (H2/2025) 🤖
 - immer mehr Länder praktizieren **Internet-Zensur** (China, Iran, Nordkorea,...)
- **(Kritische) Infrastruktur** fällt immer häufiger aus
 - 12h Cloudflare-Ausfall² betraf Webseiten, Cloud-Dienste und Messenger (12/2025)
 - Brandanschlag auf das Berliner Stromnetz im Januar 2026³

¹<https://www.statista.com/statistics/867539/top-active-social-media-platforms-in-germany/>

²<https://www.zeit.de/news/2025-12/05/erneute-stoerung-bei-cloudflare-bremst-online-dienste-aus>

³https://de.wikipedia.org/wiki/Brandanschlag_auf_das_Berliner_Stromnetz_2026



- Kommunikation **stark abhängig** von wenigen Technologien und Anbietern
 - 85% der Smartphone-User verwenden WhatsApp¹ (H2/2025) 🧐
 - immer mehr Länder praktizieren **Internet-Zensur** (China, Iran, Nordkorea,...)
- **(Kritische) Infrastruktur** fällt immer häufiger aus
 - 12h Cloudflare-Ausfall² betraf Webseiten, Cloud-Dienste und Messenger (12/2025)
 - Brandanschlag auf das Berliner Stromnetz im Januar 2026³
- **dezentraler Informationskanal** für einfache Kommunikation
 - Textnachrichten in Gruppen- und Einzelchats ohne Internet und Mobilfunk
 - versorgt auch sehr entfernte Orte

¹<https://www.statista.com/statistics/867539/top-active-social-media-platforms-in-germany/>

²<https://www.zeit.de/news/2025-12/05/erneute-stoerung-bei-cloudflare-bremst-online-dienste-aus>

³https://de.wikipedia.org/wiki/Brandanschlag_auf_das_Berliner_Stromnetz_2026



Grundlagen



- **Long Range**
- proprietäres Funkverfahren
- recht langsam (0,3 - 27 kbit/s) aber dafür sehr **energieeffizient**
 - wenige **mA** im Betrieb, lediglich **nA** im Ruhemodus
 - Batterie-betriebene Geräte können Wochen oder Monate verwendet werden



- **Long Range**
- proprietäres Funkverfahren
- recht langsam (0,3 - 27 kbit/s) aber dafür sehr **energieeffizient**
 - wenige **mA** im Betrieb, lediglich **nA** im Ruhemodus
 - Batterie-betriebene Geräte können Wochen oder Monate verwendet werden
- kann **lange Reichweiten** überbrücken
 - in der Stadt meist ca. 2-5 km, auf dem Land oft auch 10-99 km



- **Long Range**
- proprietäres Funkverfahren
- recht langsam (0,3 - 27 kbit/s) aber dafür sehr **energieeffizient**
 - wenige **mA** im Betrieb, lediglich **nA** im Ruhemodus
 - Batterie-betriebene Geräte können Wochen oder Monate verwendet werden
- kann **lange Reichweiten** überbrücken
 - in der Stadt meist ca. 2-5 km, auf dem Land oft auch 10-99 km
- nutzt regional unterschiedliche **Frequenzbereiche** im ISM- und SRD-Band
 - in Europa 433-444 Mhz bzw. 863-870 MHz
 - in Deutschland: **868 MHz**
 - in Nordamerika zwischen 902 und 928 MHz



- **Long Range Wide Area Network**
- Netzwerkprotokoll für LoRa
- Standard der LoRa Alliance
- Stern-Topologie, Gateways verbinden Endgeräte
- Nutzung primär für IoT-Anwendungen (Sensoren, Tracker, Smart Home)



Abb. 1: "AMBIANCE"
Sensor¹

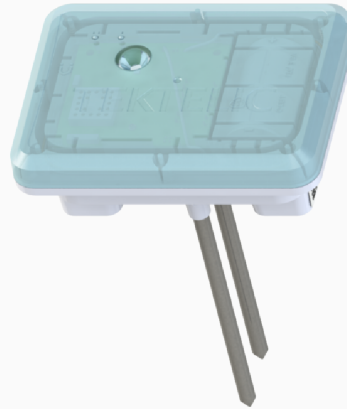


Abb. 2: Agriculture Sensor²



Abb. 3: Waste Bin Level
Sensor³

¹ <https://www.thethingsnetwork.org/device-repository/devices/ewatch/ambiance>

² <https://www.thethingsnetwork.org/device-repository/devices/tektelic/t00059xx-clover/>

³ <https://www.thethingsnetwork.org/device-repository/devices/dingtek/df702/>



- existiert seit **2024**
- quelloffene Anwendung für Datenübertragung auf Basis von LoRa
- für kurze **Textnachrichten**, GPS- oder Telemetriedaten
 - Sensoren, Akkustände, etc.



- existiert seit **2024**
- quelloffene Anwendung für Datenübertragung auf Basis von LoRa
- für kurze **Textnachrichten**, GPS- oder Telemetriedaten
 - Sensoren, Akkustände, etc.
- Einzel- und **Gruppenchats**
 - öffentliche und private Channel
 - Kanäle **Test** und **Ping** für Tests
 - private Channel können per Passphrase oder QR-Code beigetreten werden
- primitive **AES-Verschlüsselung** auf Private-/Public Key-Basis



- Topologie beruht auf **Repeatern**, die Pakete empfangen und weiterleiten
- empfangene Nachricht enthält Liste *aller verwendeten* Repeater
- **DIY-Bausätze** oder fertige Geräte (*ab ca. 40 EUR*)
 - häufig werden fertige Repeater mit Akkus und Solar-Panele und integriertem GPS-Modul empfohlen
 - Plug & Play, in wenigen Minuten einsatzbereit



- Topologie beruht auf **Repeatern**, die Pakete empfangen und weiterleiten
- empfangene Nachricht enthält Liste *aller verwendeten* Repeater
- **DIY-Bausätze** oder fertige Geräte (*ab ca. 40 EUR*)
 - häufig werden fertige Repeater mit Akkus und Solar-Panels und integriertem GPS-Modul empfohlen
 - Plug & Play, in wenigen Minuten einsatzbereit
- Versand und Empfang via **Companions**
 - kleine Funkmodule; werden per USB, Bluetooth oder IP mit dem Smartphone oder Computer verbunden
 - Firmware kann jederzeit ersetzt werden
 - Anwendung verarbeitet Nachrichten
 - kostengünstig zu haben (*ab ca. 25 EUR*)



- Anwendung zum Versand von Textnachrichten mit ähnlichem Ansatz
- existiert bereits seit **2020**
- richtet sich an mobile und nicht fest installierte Umgebungen
 - Camping, Wanderungen, Bootsfahren
- “echtes Mesh“, Geräte kommunizieren direkt miteinander
 - neigt jedoch zu mehr “Rauschen” durch höheren Meta-Verkehr für **Routing**



	MeshCore	Meshtastic
Fokus	Fest installierte Netze	Dynamische ad-hoc Netze
Routing	Managed Mesh über Repeater	Flooding, “echtes” Mesh
Rollen	Companion, Repeater, Room Server	alle gleichrangig
Maximale Hops	bis zu 64	bis zu 7
Sendezeit	i.d.R. gleichbleibend	steigt mit weiteren Knoten

Hardware und Software



- ist in aller Regel **erschwinglich**, als Bausatz oder Fertigprodukt erhältlich
- verschiedene **Formfaktoren**
 - winzige PCBs mit Mini-Antenne - z.B. *Wio SX1262*
 - klein (scheckkartengroß, ohne Display) - z.B. *SenseCAP Card Tracker T1000-E*
 - mittelgroß (Pagerformat, mit Display) - z.B. *Wio Tracker L1 Pro*
 - Repeater mit Solar-Panel und Akkus - z.B. *SenseCAP Solar Node P1 Pro*



- ist in aller Regel **erschwinglich**, als Bausatz oder Fertigprodukt erhältlich
- verschiedene **Formfaktoren**
 - winzige PCBs mit Mini-Antenne - z.B. *Wio SX1262*
 - klein (scheckkartengroß, ohne Display) - z.B. *SenseCAP Card Tracker T1000-E*
 - mittelgroß (Pagerformat, mit Display) - z.B. *Wio Tracker L1 Pro*
 - Repeater mit Solar-Panel und Akkus - z.B. *SenseCAP Solar Node P1 Pro*
- verschiedene Hersteller, **Platinen** bestehen i.d.R. aus:
 - LoRa-**Chipsatz** (nRF52840, ESP32-S3/C3/C6, SX1262)
 - LoRa- und optionale GPS-Antenne
 - Solar- und **Akku-Anschlüsse**, Laden via USB
 - **Joystick** und Menüknöpfe sowie Buzzer
 - Status-LEDs
 - **Display** (OLED oder e-Ink)



Abb. 4: SenseCAP Solar Node P1 Pro



Abb. 5: SenseCAP T1000-E





- Companions können meist nicht alleine verwendet werden
 - Außer Geräte mit integrierter Tastatur - z.B. *LILYGO T-Deck Pro* / *T-LoRa Pager*
- Messaging über via Mobile Apps oder Desktop-Anwendungen
 - **MeshCore** (Android, iOS)
 - **Meshtastic** (Android, iOS)
 - **Meshy** (GTK4)



- Companions können meist nicht alleine verwendet werden
 - Außer Geräte mit integrierter Tastatur – z.B. *LILYGO T-Deck Pro* / *T-LoRa Pager*
- Messaging über via Mobile Apps oder Desktop-Anwendungen
 - **MeshCore** (Android, iOS)
 - **Meshtastic** (Android, iOS)
 - **Meshy** (GTK4)
- **Funktionen** beinhalten u.a.
 - Einzel- und Gruppenchats
 - Einstellungen (Frequenz, Name, Standortdaten) sowie Backup und Restore
 - Senden von “*Ping*”-Signalen (**Advertisements**)

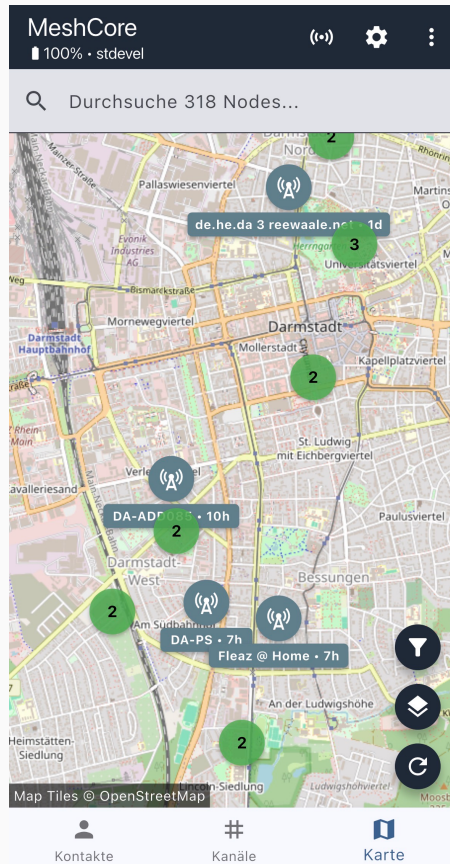


Abb. 9: Karte mit Repeatern



Abb. 10: öffentl. Gruppenchat



Abb. 11: Einzelchat

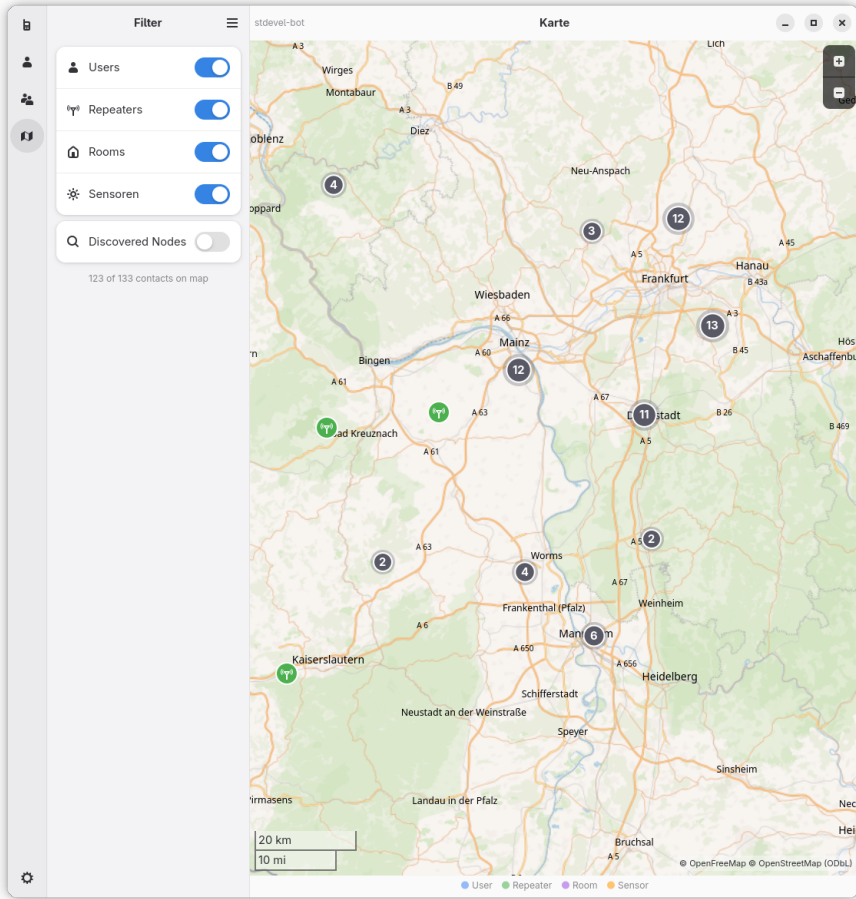


Abb. 12: Karte mit Repeatern

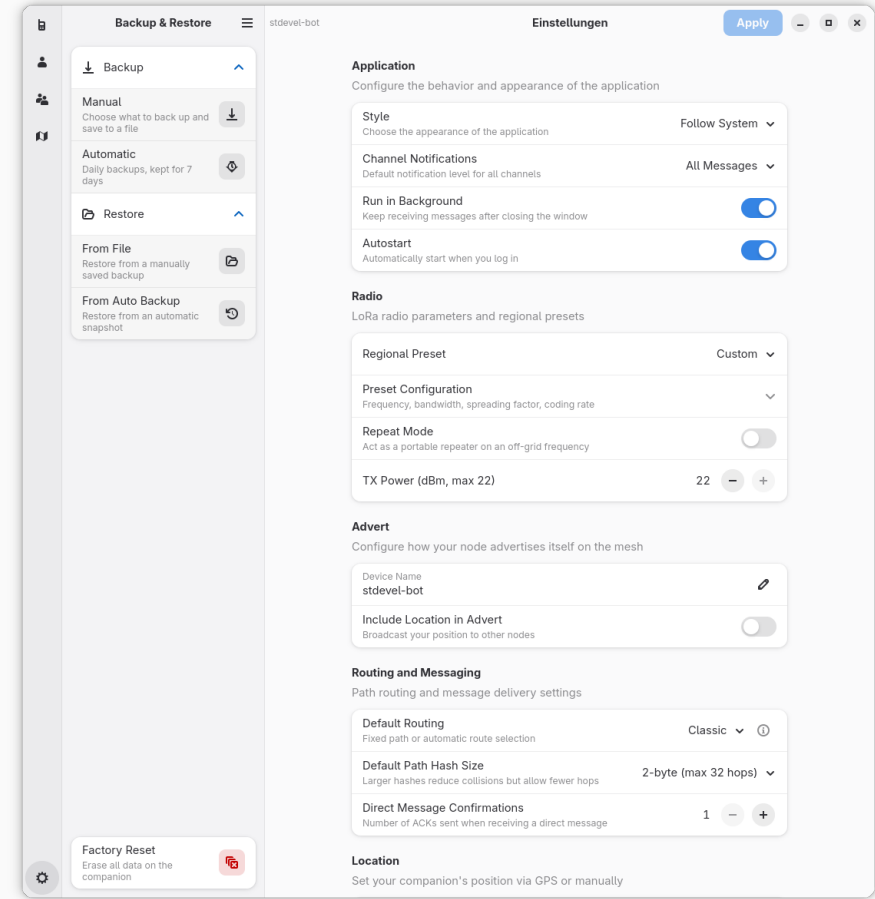


Abb. 13: Einstellungen und Backups



- Bestehende Repeater werden mittels **Wardriving** kartografiert
 - visualisiert u.a. Netzabdeckung und Versorgungsengpässe
 - zeigt auch, welche ~~Region~~ Anwendung in der Nachbarschaft genutzt wird



- Bestehende Repeater werden mittels **Wardriving** kartografiert
 - visualisiert u.a. Netzabdeckung und Versorgungsengpässe
 - zeigt auch, welche ~~Region~~ Anwendung in der Nachbarschaft genutzt wird
- Jede:r kann beitragen und **im Alltag** *wardriven*
 - Daten werden mit bestehenden Datensätzen und **OpenStreetMap** korreliert
 - hilft beim Netzausbau



- Bestehende Repeater werden mittels **Wardriving** kartografiert
 - visualisiert u.a. Netzabdeckung und Versorgungsengpässe
 - zeigt auch, welche ~~Religion~~ Anwendung in der Nachbarschaft genutzt wird
- Jede:r kann beitragen und **im Alltag** *wardriven*
 - Daten werden mit bestehenden Datensätzen und **OpenStreetMap** korreliert
 - hilft beim Netzausbau
- **zwei Dienste** haben sich etabliert
 - **MeshMapper** für MeshCore (**Android**, **iOS**)
 - **MeshMap** für Meshtastic
- manche Dienste führen sogar **Leaderboards** und zeigen Verkehr an
 - Achtung, Gamification! 😬



All Time Legends

Every point ever earned here. One per ping, 1.5 per saved square, and retired pings still count.

#	USER	POINTS
1	braack mppr	8012
2	stdevel card	3985
3	newline 🗺️	3862
4	Tracker L1 Pro	2325
5	stdevel	2264
6	phil@mbi	2179
7	VariousArtists	1537
8	fleaz_2	1112
9	hexa	1105
10	tmp1	945

Top Explorers

Every 300 m square you have been in. Being first does not matter here.

#	USER	SQUARES
1	newline 🗺️	944
2	Tracker L1 Pro	793
3	R2-D2 🗺️	472
4	stdevel	399
5	nl-lid-wioL1	372
6	tmp1	369
7	phil@mbi	314
8	stdevel card	276
9	Notfunknetzwerk.de	268
10	T1000-E	242

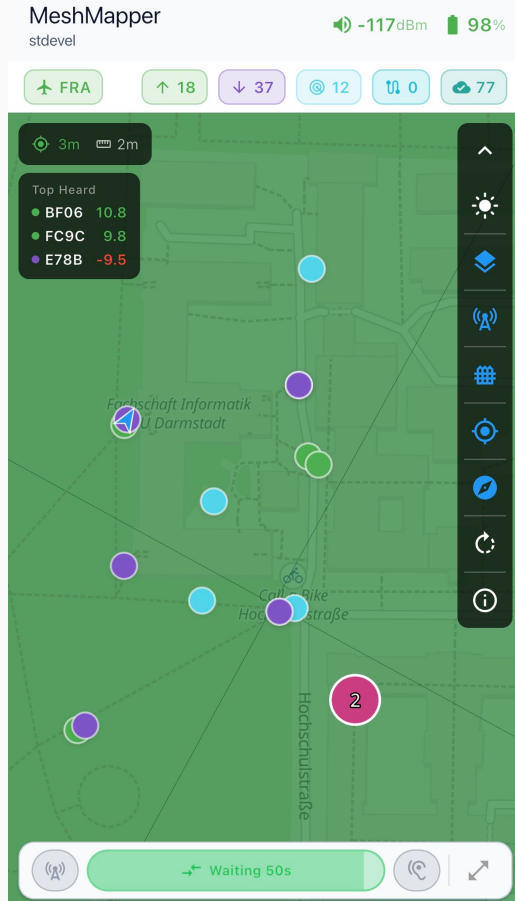


Abb. 14: Wardriving um das Piloty-Gebäude

- Pakete werden **alle 30s** gesendet
 - ▶ **grün**: Textnachricht in den **#wardriving**-Kanal gesendet
 - ▶ **lila**: Fremde Mesh-Pakete empfangen
 - ▶ **hellblau**: Discovery-Anfrage wurde beantwortet
 - ▶ **rot**: keine Pakete empfangen
- Karte zeigt be-/erkannte **Repeater**
 - ▶ wird auch in Quadranten aufgeteilt und nach Signalstärke eingefärbt



- da beide Anwendungen OSS sind gibt es zahlreiche TUIs und Bibliotheken:
 - in Python: `meshcore`, `meshcore-cli`, `meshconsole`, `meshtui`
 - Bibliotheken für Rust und Golang existieren auch



Abb. 15: QR-Code für den `#mrmcd`-Chat



- da beide Anwendungen OSS sind gibt es zahlreiche TUIs und Bibliotheken:
 - in Python: `meshcore`, `meshcore-cli`, `meshconsole`, `meshtui`
 - Bibliotheken für Rust und Golang existieren auch
- lädt zu **Bastelprojekten** ein, z.B.
 - Chat-Bridges (Mesh-to-Matrix, z.B. `mrmcd-meshcore-bot` oder `fleazbot`)
 - Ping/Pong-Bot inkl. Pfadanalyse
 - Meshtodon

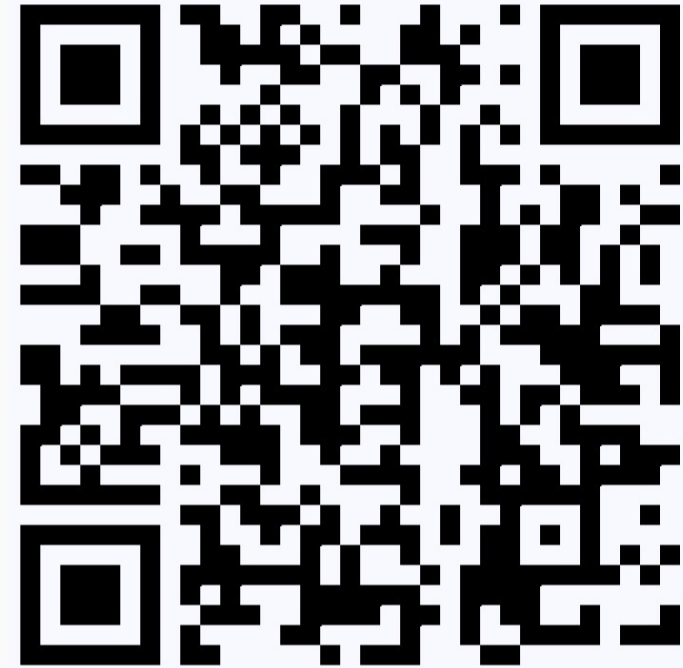


Abb. 15: QR-Code für den #mrmcd-Chat

Software-basierter Schabernack: Meshtodon



Meshtodon Connected to CodeSalat USB Setup Feed

DE-BY-M MOOSACH
88848117c013...

Login Show path

Nerdpool
8b381e4b6107...

Login Show path

DE-BY-WUG Room Gräfers
fb6c955191a5...

Login Show path

RM-WorPublic
b11897f9c527...

Login Show path

Gau0
ce3532a144f2...

Login Show path

DE-BY-LA ERG Room
7c729cd7a961...

Login Show path

[Add room manually](#)

Channels
Join a group channel to receive its broadcast messages.

#Public Leave

##mrmcd Leave

Public channel joined

Join by name

Join private

Meshtodon Connected to CodeSalat USB Setup Feed

[← Back to setup](#)

JT

JTMPKT via #Public
@[tenstar_esp32_c3_sx1312fix] nice danke dir!
24 hops SNR -8.8dB

PS

psy via #mrmcd
Ohai!
1 hop SNR 0.8dB

CO

CodeSalat via #Public
@[VLBG.DBN.MONTY.NET] 64289 Darmstadt, 20 hops
0 hops SNR 12.5dB

VL

VLBG.DBN.MONTY.NET via #Public
Wer hört mich?
18 hops SNR -1.8dB

TE

tenstar_esp32_c3_sx1312fix via #Public
ping?
29 hops SNR 1.8dB



Einstieg

“Frequently Advertised Questions”



Wie fällt man eigentlich in so ein Rabbit Hole? 🤔

1. **Lokale Community** (Hackspace, Erfa-Kreis) oder Kartendienst befragen



Wie fällt man eigentlich in so ein Rabbit Hole? 🤔

1. **Lokale Community** (Hackspace, Erfa-Kreis) oder Kartendienst befragen
2. Mit einem günstigen **Companion** experimentieren



Wie fällt man eigentlich in so ein Rabbit Hole? 🤔

1. **Lokale Community** (Hackspace, Erfa-Kreis) oder Kartendienst befragen
2. Mit einem günstigen **Companion** experimentieren
3. Sich dabei erwischen, wie man viel zu viele **Gadgets** kauft
 - 1-127 weitere Companions verschiedenster Größen bestellen
 - den ersten Repeater aufstellen und allen ungefragt davon erzählen
 - um 03:34 nachts bei der Recherche nach Antennenstrahlung landen 😊

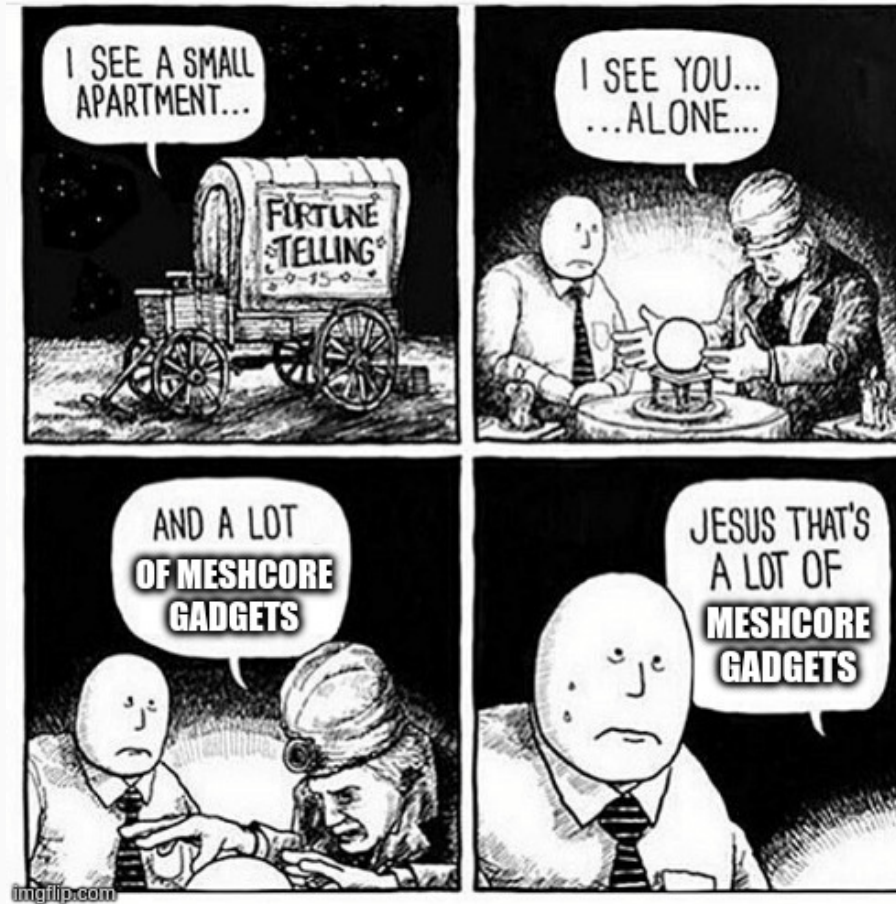


Abbildung 16: Eine Warnung



Grundlegend

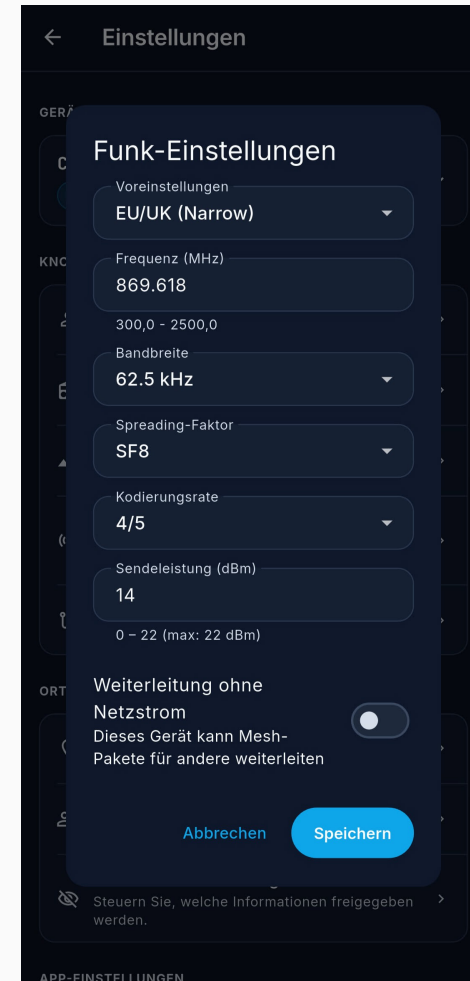
- Die Installation ist je nach Gerät etwas sperrig
- Funkeinstellungs-Preset auswählen!
- Lieber ein ACK zu viel als zu wenig
- Hop-ID-Länge erhöhen





Grundlegend

- Die Installation ist je nach Gerät etwas sperrig
- Funkeinstellungs-Preset auswählen!
- Lieber ein ACK zu viel als zu wenig
- Hop-ID-Länge erhöhen





Grundlegend

- Die Installation ist je nach Gerät etwas sperrig
- Funkeinstellungs-Preset auswählen!
- Lieber ein ACK zu viel als zu wenig
- Hop-ID-Länge erhöhen

Repeater

- man muss keine Adverts spammen
- brauche ich wirklich GPS?
- fertige Lösungen aufgrund der Elemente meist attraktiver
- **Arbeitsschutz** bei der Montage ⚠





Abb. 17: Höhenangst Grenzen überwinden



Abb. 18: Repeater mögen Dächer



- MeshCore: <https://meshcore.io/>
- MeshMapper (für MeshCore): <https://meshmapper.net/>
- Meshy: <https://codeberg.org/sesivany/meshy>
- Meshtastic: <https://meshtastic.org/>
- MeshMap (für MeshTastic): <https://meshmap.net/>
- ARTE Tracks - Off Grid (bis zum 16.04.2029): <https://www.arte.tv/de/videos/126484-047-A/tracks/>
- C-RadaR August 2026 über Mesh: <https://www.c-radar.de/2026/08/c-radar-august-2026-mesh/>
- MeshCore Awesome List: <https://github.com/samuk/awesome-meshcore>
- Meshtastic Awesome List: <https://github.com/SignalGap/awesome-meshtastic>
- MRMCD-Bot: <https://git.darmstadt.ccc.de/stdevel/mrmcd-meshcore-bot>
- Meshtodon: <https://git.darmstadt.ccc.de/codesalat/meshtodon>

Fragen?

Danke für die Aufmerksamkeit!