Eine openRemoteTRX-Station in Betrieb nehmen: Handbuch für den Operator

Dieses Handbuch begleitet Sie der Reihe nach vom Auspacken bis zur ersten Verbindung von außen. Es gilt für jeden Transceiver, den Hamlib kennt; was zu einem bestimmten Modell gehört (USB-Treiber, Menüs, Ports), steht in seinem **Transceiver-Datenblatt**:

- Icom IC-7300MK2: an einem echten Gerät **validiert**;
- Yaesu FTDX10: vorbereitet, **Validierung läuft**.

Für einen anderen Transceiver: sein Handbuch, die Tabelle „Je nach Marke“ im Schnellstart und die Tests aus Teil 3, die als Validierung dienen: Führen Sie alle durch, an einer Dummy-Load, und melden Sie das Ergebnis (Teil 8, „Hilfe anfordern“). Stand jedes getesteten Transceivers: https://bob56fr.github.io/openRemoteTRX/postes/

> **Eilig?** Der Schnellstart führt in einer Viertelstunde vom angeschlossenen Transceiver zur Webseite, einschließlich TOT des Transceivers. Kehren Sie beim ersten Problem zu den Teilen unten zurück.

Der Ablauf

Teil	Was Sie tun	Ungefähre Dauer
Schnellstart	das Wichtigste für Ungeduldige, einschließlich Sicherheitstests	15 min
0. Bevor Sie beginnen	Hardware, Vorschriften, Wahl zwischen Debian, Raspberry Pi oder Windows	15 min Lesezeit
1. Den Transceiver vorbereiten	Verkabelung, USB-Treiber, Menüs des Transceivers	30 min
2. Die Station installieren	Software auf dem PC oder dem Raspberry Pi	20 min (Pi: 1 h mit der SD-Karte)
3. Den TRX einbinden und testen	Assistent, Tests im Empfang und dann beim Senden, Sicherheitstests	1 h 30
4. Im LAN verwenden	Webseite, Telefon, Android-App	30 min
5. Aus der Ferne verwenden	VPN oder Portfreigabe, Test über 4G	1 h
6. Station ohne Aufsicht	Alarme, Neustart nach Stromausfall, Schutzmaßnahmen	30 min
7. Täglicher Betrieb	starten, überwachen, aktualisieren, sichern	zum Lesen
8. Fehlersuche	Fehlercodes, häufige Probleme, Hilfe anfordern	bei Bedarf
9. Optionale Funktionen	Besucher, DX-Cluster, FreeDV, SELCALL, SWR…	nach Wahl
Glossar	die Begriffe des Projekts: wer ist was	bei Bedarf
10. Checkliste zum Abhaken	wissen, wo Sie stehen	

Transceiver-Datenblätter: Icom IC-7300MK2, Yaesu FTDX10. Schema der Bausteine der Station: Teil 0, „So ist es aufgebaut“.

Wie Sie dieses Handbuch lesen

- Die **Menüs von openRemoteTRX Console** werden mit ihrer Nummer angegeben: „Menü 2.1“ = Thema 2 (Transceiver und Hardware), Menü 1. Unter Windows öffnet die Verknüpfung Startmenü > **openRemoteTRX** dieselbe Konsole (Teil 2). Die Konsole öffnet sich im **Vollbild**: links die Themen mit ihrem Symbol (Pfeiltasten und Eingabetaste), rechts die Hilfe zum gewählten Menü; Sie können die Nummer auch in der Textkonsole eingeben (`trx-console --texte`).
- Ein Kasten **„Sicherheit“** kennzeichnet einen Punkt, der das Senden betrifft: Überspringen Sie ihn nicht.
- Was sich je nach System unterscheidet, steht in **Reitern** Debian / Raspberry Pi / Windows: Wählen Sie Ihren einmal, die Wahl gilt für die ganze Seite. Auf GitHub stehen die Reiter untereinander.
- Dieses Handbuch gibt es auch als Webseite, mit einer Checkliste zum Abhaken online, und als **PDF** zum Drucken (Link „Als PDF herunterladen“ oben auf der Seite): https://bob56fr.github.io/openRemoteTRX/guide/de/

Schnellstart

Für Ungeduldige: Ihr Transceiver im Browser in einer Viertelstunde. Der Rest des Handbuchs erklärt jeden Schritt im Detail; kehren Sie beim ersten Problem dorthin zurück.

Sie brauchen

- einen Transceiver, den Hamlib kennt, mit dem PC verbunden: bei den meisten neueren Geräten ein USB-Kabel (Steuerung und Ton), sonst ein Interface wie Digirig oder SignaLink;
- einen PC mit **Debian 12 oder 13** oder **Windows 10 / 11** 64 Bit, oder einen **Raspberry Pi 4 oder 5** (Raspberry Pi OS 64 Bit, offizielles Netzteil), dauerhaft eingeschaltet in der Nähe des Transceivers, mit dem Router verbunden;
- eine **Dummy-Load** für das erste Senden;
- ein Telefon oder einen PC mit einem aktuellen Browser.

0. Zuerst der TOT des Transceivers (2 min)

> **Sicherheit.** Der **TOT** (*Time Out Timer*) ist der Zeitgeber, der das Senden nach einer Höchstdauer abschaltet. Stellen Sie den des Transceivers **vor allem anderen** ein.

Warum? Aus der Ferne sehen Sie Ihren Transceiver nicht. Wenn der PC der Station hängt, das USB-Kabel abgeht oder ein Programm während einer Sendung abstürzt, kann niemand mehr den Transceiver auf Empfang zurückschalten: Er würde weiter einen Träger senden, die Frequenz stören, heiß werden, und Sie blieben dafür verantwortlich.

Wozu er dient. Die Station hat ihren eigenen TOT (standardmäßig 90 s) und einen Supervisor, der sie überwacht. Der TOT des Transceivers ist die **letzte Barriere**: Er sitzt im Transceiver selbst und schaltet auch dann ab, wenn der PC, das Kabel oder die Station ausgefallen sind.

Wie. Suchen Sie im Menü des Transceivers „Time-Out Timer“ („Time-Out Timer (CI-V)“ bei Icom) oder „TX TIME OUT TIMER“ und wählen Sie **3 Minuten**: länger als der TOT der Station, schaltet er nie eine normale Sendung ab.

Den Menüpfad je nach Marke finden Sie in der Tabelle unten. Beim IC-7300MK2 liest die Station diese Einstellung bei jeder Verbindung und warnt Sie, wenn sie auf OFF steht.

Je nach Marke

Was sich von Gerät zu Gerät unterscheidet, in einer Zeile; die Einzelheiten stehen im Datenblatt des Transceivers, wenn es eines gibt.

	Icom	Yaesu	Kenwood	Xiegu
USB-Treiber (Windows)	„Icom USB Driver“, Version **1.80 oder neuer**	Silicon Labs **CP210x**; Port „Enhanced“ für die Steuerung	Treiber des Herstellers	Treiber des Herstellers
TOT des Transceivers	MENU > SET > Function > Time-Out Timer (CI-V)	OPERATION SETTING > GENERAL > TX TIME OUT TIMER	Handbuch des Transceivers	Handbuch des Transceivers
Stimme über USB	MENU > SET > Connectors > DATA MOD = **USB** (Senden in USB-D / LSB-D)	MOD SOURCE = **REAR** und REAR SELECT = **USB**, in jeder Betriebsart	Handbuch des Transceivers	Handbuch des Transceivers
Stand	**validiert** (IC-7300MK2)	**läuft** (FTDX10)	noch nicht getestet	noch nicht getestet
Datenblatt	IC-7300MK2	FTDX10	—	—

Unter Linux (Debian, Raspberry Pi) ist kein Treiber zu installieren. Für einen noch nicht getesteten Transceiver: Installieren Sie den USB-Treiber von der Website seines Herstellers und führen Sie die drei Tests aus Schritt 5 besonders sorgfältig durch.

1. Installieren (5 min)

Laden Sie das Paket der neuesten Version herunter: https://github.com/Bob56fr/openRemoteTRX/releases

Debian

Entpacken Sie `trx-remote-debian-X.Y.Z.zip`, öffnen Sie ein Terminal im entstandenen Ordner und dann

```
sudo bash install.sh
```

Melden Sie sich am Ende ab und wieder an.

Raspberry Pi

Karte mit Raspberry Pi Imager vorbereitet (Raspberry Pi OS 64 Bit, SSH aktiviert) und System aktuell: Teil 2, Reiter Raspberry Pi. Dann das **gleiche Paket wie für Debian**: mit Desktop genau wie unter Debian; ohne Desktop von Ihrem PC aus:

```
scp -o User=<konto> trx-remote-debian-X.Y.Z.zip <pi-adresse>:
ssh -t -l <konto> <pi-adresse>
```

und auf dem Pi: `unzip -q trx-remote-debian-X.Y.Z.zip && cd trx-remote-debian-X.Y.Z && sudo bash install.sh`. Melden Sie sich am Ende neu an.

Windows

1. Installieren Sie zuerst **Hamlib 64 Bit** 4.7 oder neuer (`hamlib-w64-X.Y.Z.exe`): https://github.com/Hamlib/Hamlib/releases
2. Rechtsklick auf `trx-remote-windows-X.Y.Z.zip` > Eigenschaften > **Zulassen**, dann Alle extrahieren und Doppelklick auf **`installer.cmd`**.
3. Heimnetz im Profil **Privat**, **Energiesparmodus deaktiviert**.

2. Konfigurieren (5 min)

Öffnen Sie **openRemoteTRX Console** (Debian: Anwendungsmenü oder `trx-console`; Raspberry Pi ohne Desktop: `ssh -t -l <konto> <pi-adresse> trx-console`; Windows: Startmenü > **openRemoteTRX**), dann **Menü 2.1** (den Assistenten). Der Transceiver wird nur gelesen: kein Senden. Worauf es ankommt:

Frage	Antwort
Modell	geben Sie den Namen des Transceivers ein (z. B. `ic-7300`, `ftdx10`), wählen Sie aus der Liste
Port und Baudrate	der Port des Transceivers; die im CAT-Menü des Transceivers eingestellte Baudrate
PTT	**CAT**, wenn der Assistent es vorschlägt
Soundkarten	die des Transceivers, für Empfang und Senden
Erlaubte Bänder	die Bänder **Ihrer Lizenz**, sonst nichts. Leere Liste = nur Empfang
Maximale Dauer einer Sendung (TOT der Station)	**90** Sekunden (vorgeschlagen, höchstens 120)
Netzwerkzugang	„Lokales Netz oder VPN, über HTTPS“ (vorgeschlagen)
Konto	ein Benutzername; die Eingabetaste beim Passwort erzeugt ein starkes: **notieren Sie es**

Für den Rest behält die Eingabetaste den vorgeschlagenen Wert.

3. Starten und prüfen (2 min)

1. **Menü 1.1**: Die Station startet, der Transceiver ist auf Empfang.
2. **Menü 6.1** (Diagnose): Beheben Sie jede Zeile mit **Fehler**, bevor Sie weitermachen; die Zeile sagt, was zu tun ist.

4. Verbinden (1 min)

1. Auf dem Telefon oder einem PC im Haus: `https://<stationsadresse>:8443` (Adresse oben in openRemoteTRX Console angezeigt).

2. Zertifikatswarnung: „Erweitert“, dann „Weiter“. Das ist normal (von Ihrer Station erstelltes Zertifikat); damit sie nicht mehr erscheint: Menü 4.4.
3. Melden Sie sich mit dem Konto aus dem Assistenten an. Kein Ton: Tippen Sie auf die Ton-Schaltfläche, der Browser hatte ihn blockiert.

Reservieren Sie die Adresse des PCs in Ihrem Router (DHCP-Reservierung): Wenn sie sich ändert, gilt das Zertifikat nicht mehr.

5. Vor dem ersten Senden: drei Tests (3 min)

> **Sicherheit.** Dummy-Load angeschlossen, reduzierte Leistung, ein Band Ihrer Lizenz. Der **PTT ist ein Umschalter**: ein Druck zum Senden, ein Druck zurück auf Empfang. Schauen Sie nach jedem Test auf das **Display des Transceivers**, nicht nur auf die Seite.

Test	Erwartet
Während einer Sendung Schaltfläche **STOP**	sofort Empfang
Während einer Sendung den Tab schließen (oder das WLAN des Telefons ausschalten)	Empfang nach etwa 2 s
Frequenz außerhalb Ihrer Bänder, dann PTT	Senden **abgelehnt**, Meldung auf der Seite

Ein einziger Test misslungen: **Senden Sie nicht**, stoppen Sie die Station (Menü 1.2) und lesen Sie Teil 8. Die vollständigen neun Tests stehen in Teil 3.5: Führen Sie sie durch, bevor Sie über eine Antenne senden.

Und danach

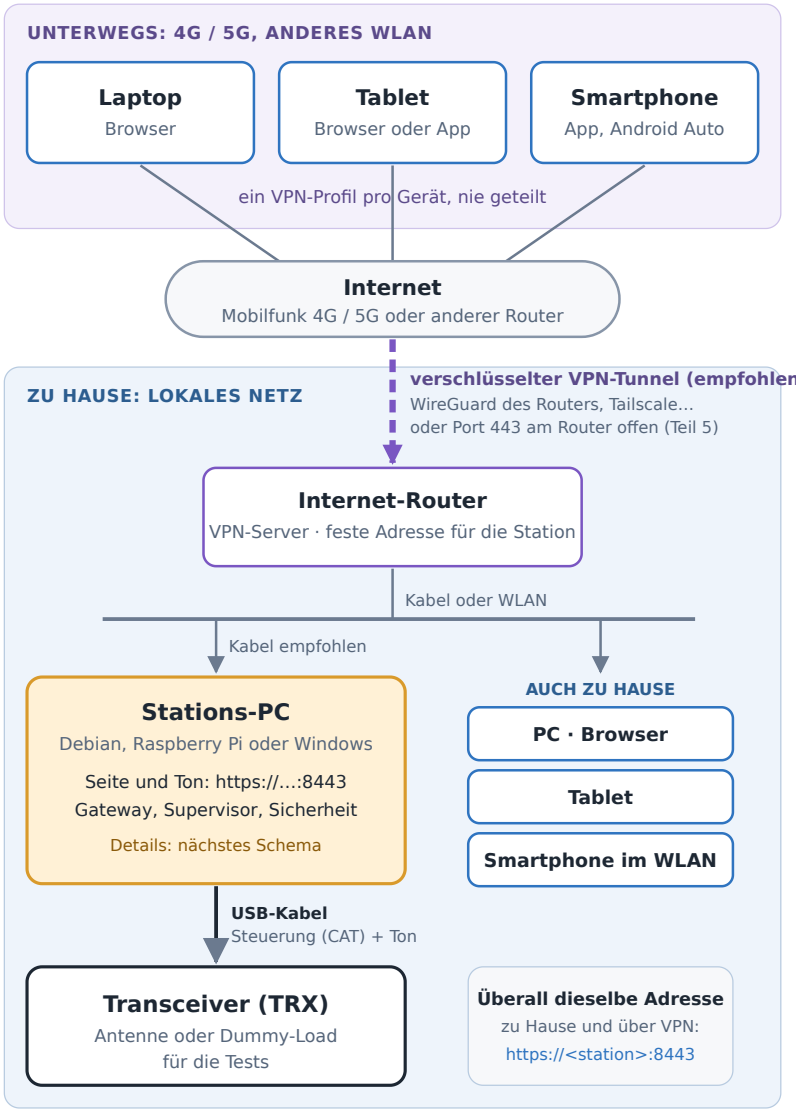
- **Android-App**: Menü 4.1, QR-Code scannen (App im Test auf Einladung, Teil 0).
- **Von außen** (4G, anderes Netz): VPN oder Portfreigabe, Teil 5.
- **Alarme auf dem Telefon**: Menü 3.5, mit einem Testalarm.
- **Ein Problem**: Menü 6.1, dann der Bericht aus Menü 6.3 als Anhang zu einer Hilfeanfrage (Teil 8).
- **Alle Menüs der Konsole**: https://bob56fr.github.io/openRemoteTRX/console/de/

0. Bevor Sie beginnen

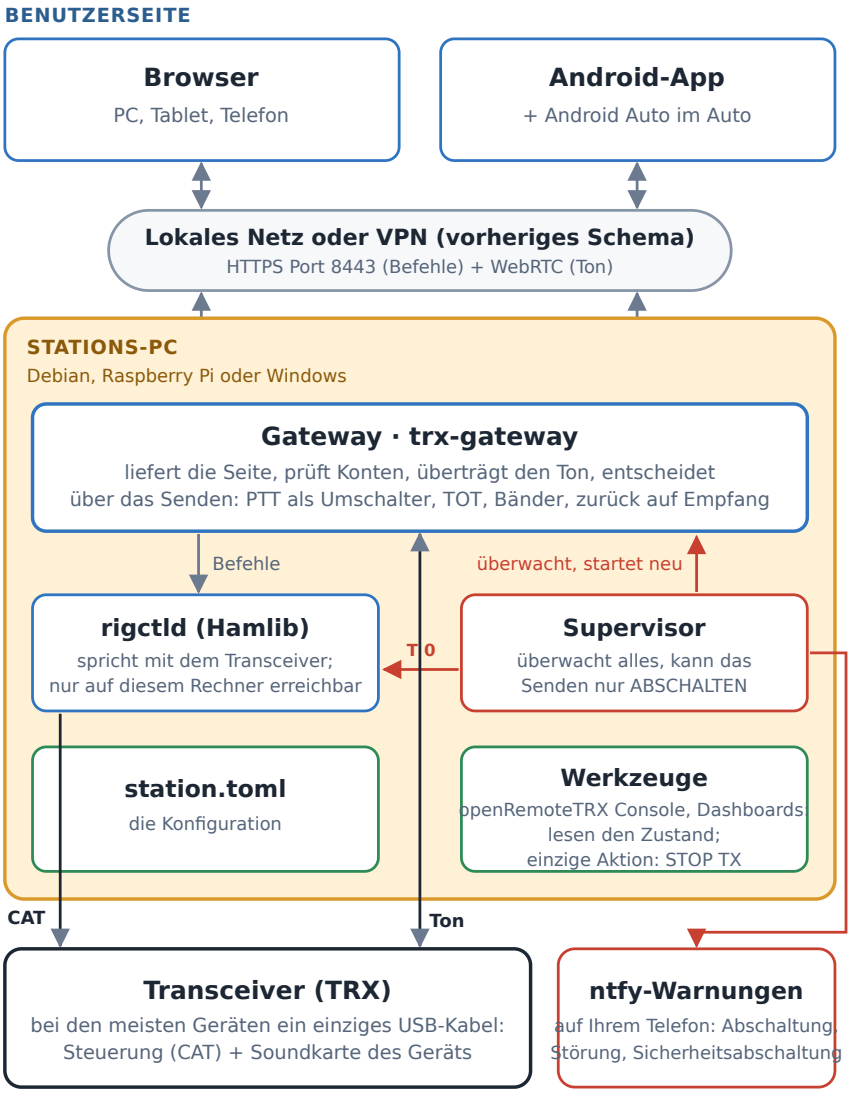
Was Sie erhalten

- Ihren Transceiver, gesteuert über einen **Browser** (PC, Tablet, Telefon) oder die **Android-App**: Frequenz, Betriebsart, Filter, S-Meter, Empfangston und **Senden in Telefonie** mit dem Mikrofon des Telefons oder des PCs.
- Eine Station, die **sich selbst schützt**: Sie startet immer auf Empfang, schaltet das Senden nach einer Höchstdauer ab (standardmäßig 90 s), wenn das Telefon nicht mehr antwortet oder die Verbindung abbricht, und verweigert das Senden außerhalb der Bänder, die Sie angegeben haben.
- Einen unabhängigen **Supervisor**, der die Station überwacht und Ihnen Alarme auf Ihr Telefon schicken kann.

So ist es aufgebaut



Was ist wo: Geräte, Netzwerk, Station ·



Die Bausteine einer openRemoteTRX-Station ·

- Sie verwenden einen **Browser** oder die **Android-App**. Sie sprechen mit dem **Gateway**, dem Herz der Station, das auf dem **Stations-PC** neben dem Transceiver läuft.
- Das Gateway steuert den Transceiver über **rigctld** (das Programm von Hamlib) und tauscht den Ton mit der **Soundkarte des Transceivers** aus. Es entscheidet über das Senden und wendet die Sicherheitsfunktionen an.
- Der **Supervisor** überwacht das Ganze unabhängig: Er kann nur eine Sendung abschalten, einen Dienst neu starten und Ihnen **Alarme** schicken.
- **openRemoteTRX Console**, das Dashboard und die Anzeige sind Ihre Werkzeuge auf dem PC: Sie lesen den Zustand der Station.
- Die Konfiguration steht in einer einzigen Datei, `station.toml`.

Jedes Wort wird im Glossar erklärt.

Die Hardware

Element	Was Sie brauchen
Der Transceiver	ein Transceiver, den Hamlib kennt, sein Netzteil, eine Antenne. Bereits getestete Geräte haben ihr Datenblatt: Icom IC-7300MK2 (validiert), Yaesu FTDX10 (Validierung läuft)
Die Verbindung PC - Transceiver	bei den meisten neueren Geräten **ein USB-Kabel**, das zugleich die Steuerung (CAT) und den Ton überträgt; sonst ein externes Interface (Digirig, SignaLink…)
Der Stations-PC	PC mit **Debian 12 oder 13** mit Desktop (empfohlen), **Raspberry Pi 4 oder 5** mit Raspberry Pi OS 64 Bit oder PC mit **Windows 10/11** 64 Bit. Er bleibt dauerhaft eingeschaltet in der Nähe des Transceivers
Das Netzwerk	der PC am Router, am besten **per Kabel**

Element	Was Sie brauchen
Für die Tests	eine **Dummy-Load** (50 Ω), die die Testleistung verträgt: **Pflicht** für den ganzen Teil 3
Auf Benutzerseite	ein Telefon mit Android 10 oder neuer, oder ein beliebiger aktueller Browser

Debian, Raspberry Pi oder Windows?

	Debian (empfohlen)	Raspberry Pi	Windows
Hardware	ein PC, auch ein alter (2 Kerne, 4 GB)	Pi 4 (**4 GB** empfohlen) oder Pi 5, offizielles Netzteil, Kühlung, am besten eine SSD	ein 64-Bit-PC
System	Debian 12 oder 13	Raspberry Pi OS 64 Bit (Debian 12 oder 13), mit oder ohne Desktop	Windows 10 oder 11
Paket	`trx-remote-debian-X.Y.Z.zip`	das **gleiche** wie Debian	`trx-remote-windows-X.Y.Z.zip`
Start	beim Hochfahren des PCs, ohne Anmeldung	beim Hochfahren des Pi, ohne Anmeldung	bei der **Anmeldung Ihrer Sitzung** (der PC muss mit Ihrer geöffneten Sitzung laufen, gesperrt, wenn Sie wollen)
Aktualisierungen	über das Internet aus openRemoteTRX Console, Signatur geprüft	wie Debian	von Hand, indem Sie das Installationsprogramm einer neuen Version starten
Werkzeuge	openRemoteTRX Console (Menüs 1 bis 8)	dieselbe, auf dem Desktop des Pi oder per SSH von einem anderen PC	openRemoteTRX Console ebenfalls, über die einzige Verknüpfung Startmenü > openRemoteTRX (außer den Aktualisierungen, Menüs 7.x)
Stand	validiert (IC-7300MK2)	bei einem Betatester in Betrieb; Last (SDR, FreeDV, mehrere Besucher) noch nicht gemessen	validiert (IC-7300MK2)

Der Raspberry Pi 3 und ältere Modelle sind für Ton in Echtzeit zu langsam: Die Installation weist darauf hin.

Vorschriften

> **Sicherheit und Verantwortung.** Sie bleiben für jede Sendung Ihrer Station verantwortlich, **auch aus der Ferne**: Einhaltung Ihrer Lizenz, der erlaubten Bänder und Leistungen, Identifikation. Die Bedingungen für den Fernbetrieb hängen vom Land ab: Erkundigen Sie sich bei Ihrer Behörde (in Frankreich: die ANFR), bevor Sie ihn nutzen. Manche Band-Schaltflächen der Seite (85, 45, 11 m) dienen nur dem **Hören**: Das sind keine Amateurfunkbänder.

Wo Sie die Software finden

Die Installationspakete stehen auf der Versionsseite des Projekts:
https://github.com/Bob56fr/openRemoteTRX/releases

- Debian und Raspberry Pi: `trx-remote-debian-X.Y.Z.zip` (und seine Signaturdatei `.sig`).
- Windows: `trx-remote-windows-X.Y.Z.zip`.

Die Android-App ist im **Test auf Einladung** (Google Play): Beantragen Sie den Zugang, indem Sie ein Ticket öffnen (Teil 8). Ohne sie erledigt die Webseite alles im Browser des Telefons.

1. Den Transceiver vorbereiten

Station **ausgeschaltet**, nichts angeschlossen: Jetzt ist der Moment, den Transceiver einzustellen. Die Einzelheiten der Menüs Ihres Transceivers stehen in seinem Datenblatt (Icom IC-7300MK2, Yaesu FTDX10); für einen anderen Transceiver sein Handbuch und die Tabelle „Je nach Marke“ im Schnellstart. Dieser Teil sagt, in welcher Reihenfolge Sie vorgehen.

1.1 Den USB-Treiber installieren (nur Windows)

Unter Windows wird der USB-Treiber des Transceivers (der seines Herstellers: „Icom USB Driver“, Silicon Labs CP210x bei Yaesu…) **vor** dem Anschließen des USB-Kabels installiert; sonst kann Windows einen falschen Treiber installieren. Name, Mindestversion und Vorgehen stehen im Datenblatt des Transceivers unter „USB-Treiber“, sonst auf der Website des Herstellers.

Unter Debian und auf einem Raspberry Pi ist nichts zu installieren: Der Kernel erkennt den Transceiver von selbst.

1.2 Anschließen

1. Antenne abgeklemmt, **Dummy-Load** an der verwendeten Antennenbuchse.
2. USB-Kabel zwischen Transceiver und PC.
3. Schalten Sie den Transceiver ein (langer Druck auf ON/OFF).

Der PC sieht dann einen oder zwei **serielle Ports** und eine **Soundkarte**. Das Datenblatt des Transceivers sagt, welcher für die Steuerung dient (IC-7300MK2: der erste, der zweite dient dem KW-Spektrum; FTDX10: der „Enhanced COM Port“, der „Standard“ wird nicht benutzt).

Debian

Nichts zu notieren: Der Assistent erkennt den richtigen Port selbst. Um ihn zu sehen: `ls -l /dev/serial/by-id/` in einem Terminal (ein stabiler Name je Port, der sich von einer USB-Buchse zur anderen nicht ändert).

Raspberry Pi

Wie unter Debian. Stecken Sie das Kabel des Transceivers **direkt** in einen USB-Port des Pi (die blauen USB-3-Ports gehen auch); einen Hub nur, wenn er eine eigene Stromversorgung hat: Der Pi liefert nicht genug Strom für mehrere Geräte.

Windows

Geräte-Manager > Anschlüsse (COM & LPT): Notieren Sie die COM-Nummer des Steuerports.

1.3 Die Menüs des Transceivers einstellen

Stellen Sie die Menüs ein, die im Datenblatt Ihres Transceivers im Abschnitt „Einzustellende Menüs“ aufgeführt sind (sonst in seinem Handbuch). Sie sind unverzichtbar:

- **CAT-Baudrate** gleich der der Station (im Assistenten gewählt);
- **Stimme über USB**: sonst moduliert der Transceiver mit seinem eigenen Mikrofon, also mit den Geräuschen im Raum. Bei einem Icom (IC-7300MK2): MENU > SET > Connectors > MOD Input > **DATA MOD = USB** (die Station sendet nur in einer Datenbetriebsart); der Transceiver akzeptiert die USB-Buchse nur in DATA MOD **oder** DATA OFF MOD. Ist der zweite Port eingerichtet, prüft die Station dies bei jeder Verbindung und warnt Sie, wenn er nicht auf USB steht;
- **keine RTS/DTR-Leitung** für PTT oder CW: sonst kann der Transceiver beim Hochfahren des PCs auf Senden gehen;
- **VOX aus**: Ein eingeschaltetes VOX lässt den Transceiver bei einem Geräusch im Raum senden, ganz ohne Befehl. Die Station prüft dies bei jeder Verbindung eines Operators und **schaltet es ab**, wenn es eingeschaltet ist (Meldung im Protokoll der Seite, Code ORT-5034). Bei manchen Geräten bleibt es in einer Betriebsart eingeschaltet, während es in einer anderen aus ist (beim IC-7300MK2 gesehen: aus in der Datenbetriebsart, noch eingeschaltet in Telefonie);
- **eingebauter Antennentuner** (wenn die Antenne über ihn läuft): Die Abstimmung muss beim Tasten auf einer neuen Frequenz von selbst starten. Beim IC-7300MK2: MENU > SET > Function > Tuner, **[TUNER]**

Switch = Auto (Zustand des Tuners je Band gespeichert) und **PTT Start = ON**. Beantworten Sie die Tuner-Frage des Assistenten mit „ja“: Die Station prüft diese Einstellungen dann bei jeder Verbindung und warnt Sie, wenn sie falsch sind (sie ändert sie nie). Außerhalb der Amateurfunkbänder garantiert der Transceiver die Abstimmung per PTT nicht. Übersteigt das SWR während einer Sendung länger als eine Sekunde 2, zeigt die Seite ein rotes Banner und piept (sie schaltet nicht ab);

- **Sendezeitbegrenzung des Transceivers** (TX TIME OUT TIMER): eine zweite Sicherheit, unabhängig von der Station. Stellen Sie sie ein (3 min empfohlen): Fallen Station, Netzwerk oder PC während einer Sendung aus, schaltet sie ab. Bei einem Transceiver, dessen Auslesen qualifiziert ist (IC-7300MK2), liest die Station sie bei jeder Verbindung und warnt Sie, wenn sie auf OFF steht; bei den anderen kann sie sie nicht prüfen.

Sicherheit. Eine zusätzliche Sicherheit kostet nichts: Stellen Sie im Transceiver auch eine vernünftige **Höchstleistung** ein (HF MAX POWER). Die Station kann sie nicht überschreiten, was auch geschieht.

1.4 Ton des PCs

Die Soundkarte des Transceivers darf **nie** das Standard-Audiogerät des PCs sein, sonst gehen die Töne des Desktops an den Transceiver (und der Desktop belegt die Karte):

Debian

Einstellungen > *Audio*: als Ausgabe die Lautsprecher des PCs, als Eingabe sein Mikrofon.

Raspberry Pi

Ohne Desktop (Raspberry Pi OS Lite): nichts zu tun, kein Programm belegt die Karte des Transceivers. Mit Desktop: wie unter Debian, in den Audioeinstellungen der oberen Leiste. Die Soundkarte des Pi selbst („Headphones“, „HDMI“) wird von der Station nicht benutzt.

Windows

Einstellungen > *System* > *Sound*: als Ausgabe die Lautsprecher des PCs, als Eingabe sein Mikrofon; unter „Weitere Soundeinstellungen“ ist die Karte des Transceivers weder „Standardgerät“ noch „Standardkommunikationsgerät“; Soundschema „Keine Sounds“. Die Einzelheiten stehen in der Windows-Anleitung, die dem Paket beiliegt.

Datenblatt des Transceivers: Yaesu FTDX10

> **Vorbereitet, noch nicht an einem echten Gerät validiert.** Einstellungen aus dem *CAT Operation Reference Manual* des FTDX10 (Yaesu, Ausgabe 2308-F), der Anleitung des USB-Treibers (2205-E) und den Fähigkeiten von Hamlib. Der erste Operator, der die Tests aus Teil 3 durchführt, validiert dieses Datenblatt: Bitte melden Sie das Ergebnis.

Identität für die Station

Hamlib-Nummer	**1042** („FTDX10“)
Verbindung	USB, Port „**Enhanced COM Port**“, **38400** Baud
PTT	über **CAT** (die Station sendet den Sendebefehl über den USB-Port)
Soundkarte	„USB Audio CODEC“ (Empfang und Senden)
Von der Station gelesen	Frequenz, Betriebsart, Filter, S-Meter, Leistung, ALC, SWR, Spannung, VFO A / B, Split, Clarifier
Nicht verfügbar	KW-Spektrum des Transceivers (Yaesu sendet die Bildschirmdaten nicht über CAT: nur das Audiospektrum wird angezeigt); Temperatur des Transceivers (die Temperaturschwelle der Station ist wirkungslos)

USB-Treiber (Windows)

1. **USB-Kabel abgezogen.** Laden Sie den Treiber „CP210x Universal Windows Driver“ herunter (Link auf der Website von Yaesu, oder direkt bei Silicon Labs) und entpacken Sie ihn.
2. Rechtsklick auf die Datei `silabser.inf` > (Windows 11: „Weitere Optionen anzeigen“) > **Installieren**.
3. Schließen Sie das USB-Kabel an, schalten Sie den Transceiver ein: Windows schließt die Installation ab (manchmal wird ein Neustart verlangt). Der Treiber der Soundkarte ist der von Windows, nichts zu tun.
4. Geräte-Manager > Anschlüsse (COM & LPT): zwei Zeilen „Silicon Labs Dual CP210x USB to UART Bridge“: **Enhanced COM Port (COMx)** für die Station, Standard COM Port (COMy) unbenutzt. Ein „!“ oder ein Kreuz an einer Zeile: Treiber deinstallieren und neu installieren.

Unter Debian: kein Treiber. Die stabilen Namen der Ports stehen in `/dev/serial/by-id/` (`…CP2105…-if00-port0` = Enhanced, `…-if01-port0` = Standard); der Assistent schlägt automatisch den richtigen vor.

Einzustellende Menüs

Pfade, wie sie im Einstellungsmenü des Transceivers erscheinen (siehe Bedienungsanleitung des FTDX10, um es zu öffnen). Die „MODE“-Einstellungen werden **für jede Betriebsart** vorgenommen, die Sie in Telefonie nutzen wollen.

CAT-Verbindung: OPERATION SETTING > GENERAL

Menü	Wert	Warum
CAT RATE	**38400 bps**	dieselbe Baudrate wie in der Station (vom Assistenten vorgeschlagen)
CAT TIME OUT TIMER	**1000 msec**	vom Assistenten vorgeschlagener Wert
CAT RTS	**ENABLE**	Hamlib verwendet bei diesem Gerät die RTS/CTS-Flusssteuerung
TX TIME OUT TIMER	**3** (Minuten)	zweite Sicherheit im Transceiver selbst, über der maximalen Zeit der Station (90 s)

(`232C RATE` und `232C TIME OUT TIMER` betreffen die RS-232C-Buchse: über USB wirkungslos.)

Stimme über USB: RADIO SETTING > MODE SSB, MODE AM, MODE FM, MODE PSK/DATA

Menü (in jeder Betriebsart)	Wert	Warum
SSB / AM / FM / DATA **MOD SOURCE**	**REAR**	die Modulation kommt von der Rückseite des Transceivers, nicht vom Frontmikrofon

Menü (in jeder Betriebsart)	Wert	Warum
REAR SELECT	**USB**	Rückseite = USB (und nicht die DATA-Buchse)
RPTT SELECT	**DAKY**	der „hintere“ PTT bleibt an der DATA-Buchse, an der nichts angeschlossen ist; **nie RTS oder DTR**
RPORT GAIN	anzupassen (Teil 3)	Pegel der über USB ankommenden Stimme: mit der ALC einzustellen
SSB / AM / FM / DATA OUT LEVEL	Werkseinstellung	nur Pegel der hinteren RTTY/DATA-Buchse: **wirkungslos auf den USB-Ton** (Test vom 2026-11-19). Empfangston zu schwach: Audiopegel in Menü **2.9** von openRemoteTRX Console

Ohne „MOD SOURCE = REAR“ in SSB beschränkt der Assistent das Senden auf Datenbetriebsarten (DATA-U, DATA-L): Die Seite kann dann nicht in USB / LSB senden.

> **Sicherheit: RPTT SELECT und PC KEYING.** Yaesu warnt, dass, wenn der PTT über die Leitungen des USB-Ports läuft, *„der Transceiver beim Hochfahren des Computers auf Senden gehen kann“*. Die Station verwendet diese Leitungen nicht: Lassen Sie **RPTT SELECT = DAKY** in jeder Betriebsart und **CW SETTING > MODE CW > PC KEYING = OFF**.

Weitere empfohlene Einstellungen

Menü	Wert	Warum
Taste **VOX** an der Front	**aus**	mit der Stimme über USB könnte ein Störgeräusch des PCs den Transceiver senden lassen
OPERATION SETTING > TX GENERAL > HF MAX POWER (und 50M, 70M, AM)	die Leistung, die Sie sich erlauben	Obergrenze des Transceivers selbst, die die Station nicht überschreiten kann
OPERATION SETTING > TX GENERAL > EMERGENCY FREQ TX	**DISABLE**	kein Senden auf der Notfrequenz

Zuordnung der Betriebsarten

Webseite / Hamlib	Display des FTDX10
USB / LSB	USB / LSB
PKTUSB / PKTLSB	DATA-U / DATA-L
FM / PKTFM	FM / DATA-FM
AM	AM
CW / CWR	CW-U / CW-L

Bei den Tests zu prüfende Punkte (Validierung dieses Datenblatts)

Im Bericht aus Teil 3 zu vermerken:

1. Die Diagnose (Menü 6.1) findet den Transceiver; Frequenz und Betriebsart folgen, wenn Sie am VFO drehen.
2. Anzeige **VFO A / VFO B** auf der Seite, wenn Sie A/B am Transceiver drücken.
3. Senden an der Dummy-Load: Die Seite sieht Leistung, **ALC** und SWR; der ALC-Pegel bei voller Stimme (die Alarmschwelle der ALC wurde bei einem Yaesu noch nicht ermittelt).
4. Split am Transceiver aktiviert: Die Seite zeigt ihn an, das Senden geht auf der richtigen Frequenz hinaus.
5. Senden mit dem Mikrofon des Transceivers: Die Seite zeigt „Operator vor Ort“ an und sperrt den Fern-PTT.
6. Kein Wechsel auf Senden beim Hochfahren des PCs oder beim Anschließen des Kabels.

Datenblatt des Transceivers: Icom IC-7300MK2

> **An einem echten Gerät validiert** (öffentlicher Status „validiert“, ★ GO und Stufe 5 „vollständig“ auf der Seite der Transceiver, 2026-11-19): Steuerung, Senden, Ton, Webseite, KW-Spektrum über den zweiten Port und Ausfalltests, unter Windows und unter Debian 13. Was noch zu testen ist, steht am Ende des Datenblatts. Der IC-7300 (erstes Modell) ist ähnlich, wurde aber nicht getestet.

Identität für die Station

Hamlib-Nummer	**3094** („IC-7300MK2“); nötig ist Hamlib **4.7 oder neuer** (Debian 13: von `install.sh` installiert)
Verbindung	**ein einziges USB-Kabel**: Steuerung (CI-V), Ton und zweiter Port
Serielle Ports	zwei Ports: der **erste** für die Steuerung (Debian: `…-if00` in `/dev/serial/by-id/`; Windows: ein COM), der **zweite** für das KW-Spektrum (Debian: `…-if02`; Windows: ein anderer COM)
PTT	über **CAT** (CI-V)
Soundkarte	„**USB Audio Device**“ (C-Media-Chip des Transceivers; unter Windows beginnt ihr Name mit einer Ziffer, die sich mit der USB-Buchse ändert)
Von der Station gelesen	Frequenz, Betriebsart, Filter, S-Meter, Leistung, ALC, SWR, Spannung, Split, RIT / ΔTX, VOX, Einstellungen des Tuners, **TOT des Transceivers**
Nicht verfügbar	aktiver VFO (A, B, Speicher); Temperatur des Transceivers (die Temperaturschwelle der Station ist wirkungslos)

USB-Treiber (Windows)

Installieren Sie den Treiber **„Icom USB Driver“ Version 1.80 oder neuer** von der Website von Icom, Kabel abgezogen, dann schließen Sie den Transceiver an. Die Version 1.70 lässt Chrome und Edge hängen, wenn eine Seite den seriellen Port liest (Autotest). Unter Debian: kein Treiber.

Einzustellende Menüs

Verbindung: MENU > SET > Connectors

Menü	Wert	Warum
CI-V > CI-V Baud Rate	**dieselbe Baudrate** wie im Assistenten	sonst antwortet der Transceiver nicht
MOD Input > **DATA MOD**	**USB**	die Stimme kommt über USB; die Station sendet nur in einer **Datenbetriebsart** (USB-D / LSB-D)
USB SEND, USB Keying (CW), USB Keying (RTTY)	**OFF**	keine Leitung des USB-Ports darf den Transceiver auf Senden schalten können
USB MOD Level	anzupassen (Teil 3)	Pegel der über USB ankommenden Stimme: mit der ALC einzustellen

Der Transceiver akzeptiert USB nur in DATA MOD **oder** DATA OFF MOD. Ist der zweite Port eingerichtet (Menü 2.7), prüft die Station DATA MOD bei jeder Verbindung und warnt Sie, wenn es nicht auf USB steht.

Sicherheiten: MENU > SET > Function

Menü	Wert	Warum
Time-Out Timer (CI-V)	**3 min**	letzte Barriere, im Transceiver selbst; die Station liest ihn bei jeder Verbindung eines Operators und warnt Sie, wenn er auf OFF steht
Tuner > [TUNER] Switch	**Auto**	eingebauter Tuner: Zustand je Band gespeichert
Tuner > PTT Start	**ON**	Abstimmung startet von selbst beim ersten Senden auf einer neuen Frequenz

Die Station prüft die Einstellungen des Tuners bei jeder Verbindung (wenn Sie ihre Frage im Assistenten mit „ja“ beantwortet haben), ohne sie je zu ändern.

Weitere empfohlene Einstellungen

Einstellung	Wert	Warum
Taste **VOX**	aus	die Station schaltet es bei jeder Verbindung eines Operators ab; bei diesem Gerät hängt der Zustand des VOX von der Betriebsart ab (aus in der Datenbetriebsart, noch eingeschaltet in Telefonie)
Leistung (RF POWER, Knopf MULTI)	die Leistung, die Sie sich erlauben	Obergrenze des Transceivers selbst
Split	mit der **Taste SPLIT** des Transceivers	die Station schreibt ihn nie: Sie liest ihn und verweigert das Senden, wenn die Sendefrequenz außerhalb Ihrer Bänder liegt

Ton unter Windows

Einstellungen > Sound: der Ausgang „USB Audio Device“ des Transceivers **auf 100 %**, Verbesserungen deaktiviert; der Sendepegel wird über **USB MOD Level** im Transceiver dosiert. Ein Ausgang mit reduzierter Lautstärke ergibt ein Senden ohne Leistung. Die Karte des Transceivers darf nie das Standard-Audiogerät des PCs sein (Teil 1).

KW-Spektrum über den zweiten Port

Menü **2.7** von openRemoteTRX Console: Wählen Sie den **zweiten** Port des Transceivers. Die Station liest dort den Bildschirm des Transceivers (KW-Spektrum der Seite und der App) und die Filtervoreinstellungen FIL1/2/3. Das Spektrum **friert während des Sendens ein**: Der Transceiver hört auf, es zu senden, das ist kein Ausfall.

Zuordnung der Betriebsarten

Webseite / Hamlib	Display des IC-7300MK2
USB / LSB	USB / LSB (Empfang; Senden abgelehnt: die Stimme geht über die Datenbetriebsarten)
PKTUSB / PKTLSB	USB-D / LSB-D
FM / PKTFM	FM / FM-D
AM / CW / RTTY	AM / CW / RTTY

Noch zu testende Punkte

- Ein- und Ausschalten aus der Ferne (Menü 2.8): Ein ausgeschalteter IC-7300MK2 verweigert das Auslesen seiner Stromversorgung; an Ihrem Gerät testen, bevor Sie sich darauf verlassen.
- Senden mit dem Mikrofon des Transceivers bei laufender Station (Test 6 aus Teil 3.5).

2. Die Station installieren

Die Installation steuert den Transceiver nie: Er kann eingeschaltet und angeschlossen bleiben. Wählen Sie Ihr System in den Reitern unten; die Wahl gilt für die ganze Seite. Am Ende öffnet sich **openRemoteTRX Console** und schlägt den Konfigurationsassistenten vor: das ist Teil 3.

Debian

Debian 12 oder 13, mit Desktop.

1. Laden Sie `trx-remote-debian-X.Y.Z.zip` (Teil 0) nach **Downloads** herunter, Rechtsklick > „Hier entpacken“.
2. Im entstandenen Ordner: Rechtsklick auf eine leere Fläche > „In Terminal öffnen“, dann:

   ```
   sudo bash install.sh
   ```

   Ihr Sitzungspasswort wird abgefragt (bei der Eingabe erscheint nichts: das ist normal). Das Skript installiert Hamlib, Python, die Module, das Dienstkonto und die Dienste der Station.
3. Am Ende **melden Sie sich ab und wieder an** (die Rechte Ihres Kontos ändern sich).
4. Öffnen Sie **openRemoteTRX Console** aus dem Anwendungsmenü (oder geben Sie `trx-console` in einem Terminal ein).

Hamlib und neuere Transceiver. Debian 13 liefert Hamlib 4.6, das neuere Transceiver nicht kennt (IC-7300MK2…): `install.sh` installiert selbst die Version 4.7 aus den **offiziellen Backports** von Debian. Fehlt Ihr Transceiver unter Debian 12 in `rigctl -l`, sagt Ihnen die Installation das: Starten Sie dann `sudo bash compiler-hamlib.sh` im selben Ordner (Kompilieren des neuesten Hamlib, 10 bis 30 Minuten).

Ohne Desktop (Server) geschieht alles per SSH: Kopieren Sie das Zip, dann

```
unzip -q trx-remote-debian-*.zip && cd trx-remote-debian-*/ && sudo bash install.sh
```

schließen Sie die SSH-Verbindung, melden Sie sich neu an und geben Sie `trx-console` ein.

Raspberry Pi

Raspberry Pi 4 oder 5, Raspberry Pi OS 64 Bit. Der Pi verwendet das **gleiche Paket** wie Debian.

> **Der Pi als Station.** Bereits bei einem Betatester in Betrieb, aber seine Last ist mit allem eingeschaltet noch nicht gemessen (SDR-Empfänger, FreeDV, mehrere Besucher): Beginnen Sie mit den Grundfunktionen. Ein Pi 3 oder älter ist für Ton in Echtzeit zu langsam.

Die Hardware.

Element	Empfehlung
Der Pi	Pi 4 mit **4 GB** (mindestens 2 GB) oder Pi 5
Netzteil	das **offizielle** Netzteil (Pi 4: USB-C 5,1 V 3 A; Pi 5: 5 V 5 A). Ein Telefon-Ladegerät verursacht Unterspannungen: Der Pi wird langsamer und das USB des Transceivers bricht ab
Kühlung	Kühlkörper mit Lüfter oder belüftetes Gehäuse: ohne sie drosselt der Pi bei etwa 80 °C
Speicher	SD-Karte 32 GB „High Endurance“ Klasse A2, oder besser eine **SSD an USB 3** (der Pi startet davon, und sie hält länger als eine Karte, die Tag und Nacht schreibt)
Netzwerk	Ethernet-Kabel empfohlen; WLAN funktioniert, mit mehr Tonaussetzern

1. Die Karte vorbereiten, auf Ihrem PC, mit **Raspberry Pi Imager** (raspberrypi.com/software):

1. Gerät: Ihr Pi-Modell. System: **Raspberry Pi OS (64-bit)**, wenn ein Bildschirm angeschlossen bleibt; sonst *Raspberry Pi OS (other)* > **Raspberry Pi OS Lite (64-bit)**, ohne Desktop, alles geschieht dann von Ihrem PC aus.
2. Anpassung, **bevor** Sie die Karte schreiben: ein Name (zum Beispiel `trx-pi`), ein Konto und sein **Passwort** (unverzichtbar für die Installation), Zeitzone und Tastatur, WLAN nur ohne Kabel und **SSH aktiviert** (am besten mit öffentlichem Schlüssel).

3. Schreiben Sie die Karte, stecken Sie sie in den Pi, schließen Sie Netzwerk, Transceiver und dann das Netzteil an. Der erste Start dauert 2 bis 3 Minuten (der Pi startet einmal von selbst neu).
4. Suchen Sie die Adresse des Pi in der Geräteliste Ihres Routers und **reservieren Sie sie** (DHCP-Reservierung, Teil 4.1).

2. Das System aktualisieren, in einem Terminal des Pi (mit Desktop) oder von Ihrem PC aus (ohne Desktop: `ssh -l <konto> <pi-adresse>`):

```
sudo apt update && sudo apt full-upgrade -y && sudo reboot
```

3. Die Station installieren.

- **Mit Desktop**: genau wie unter Debian (Reiter Debian): Zip heruntergeladen und entpackt, `sudo bash install.sh` in einem im Ordner geöffneten Terminal, dann ab- und wieder anmelden.
- **Ohne Desktop**, von Ihrem PC aus (PowerShell unter Windows, Terminal unter Linux oder macOS), im Ordner des heruntergeladenen Zips:

  ```
  scp -o User=<konto> trx-remote-debian-X.Y.Z.zip <pi-adresse>:
  ssh -t -l <konto> <pi-adresse>
  ```

  dann auf dem Pi:

  ```
  sudo apt install -y unzip
  unzip -q trx-remote-debian-X.Y.Z.zip && cd trx-remote-debian-X.Y.Z && sudo bash install.sh
  ```

  Geben Sie am Ende `exit` ein und melden Sie sich neu an (`ssh -t -l <konto> <pi-adresse>`): Die Rechte Ihres Kontos haben sich geändert. Dann `trx-console`.

Was die Installation auf einem Pi zusätzlich tut.

- Sie zeigt das Modell an und meldet einen zu alten Pi, zu wenig Speicher oder eine **Unterspannung** (zu schwaches Netzteil): Beheben Sie das, bevor Sie weitermachen.
- Raspberry Pi OS 13 liefert Hamlib 4.6: Sie installiert die 4.7 aus den offiziellen Backports von Debian (neuere Transceiver wie der IC-7300MK2). Fehlt Ihr Transceiver unter Raspberry Pi OS 12 in `rigctl -l`: `sudo bash compiler-hamlib.sh` (10 bis 30 Minuten auf einem Pi).
- Sie schaltet den **Hardware-Watchdog** des Pi ein: Hängt das System länger als 15 Sekunden, startet der Pi von selbst neu, und die Station läuft wieder auf Empfang an.
- Mit Desktop fügt sie die Schriftart für die Symbole von openRemoteTRX Console hinzu.

4. Netzteil und Temperatur prüfen, nach einigen Minuten Betrieb:

```
vcgencmd get_throttled; vcgencmd measure_temp
```

Erwartet: `throttled=0x0` und weniger als 70 °C. Jeder andere Wert von `throttled` = Netzteil zu schwach oder Überhitzung: Tauschen Sie das Netzteil oder fügen Sie einen Lüfter hinzu. Sobald die Station läuft, schickt Ihnen ihr Supervisor einen Alarm (Teil 6), wenn der Pi gedrosselt ist oder sich Speicher oder Festplatte füllen.

<details>
<summary>Im Alltag ohne Bildschirm arbeiten</summary>

- **openRemoteTRX Console per SSH**: `ssh -t -l <konto> <pi-adresse> trx-console` (das `-t` ist unverzichtbar: Die Konsole stellt Fragen). Windows Terminal zeigt Rahmen, Farben und den QR-Code aus Menü 4.1 gut an.
- **Bequemer: die Konsole im Browser.** Einmal Menü **4.6** (Teil 7.5); danach `https://<pi-adresse>:8444/` vom PC, Tablet oder Telefon aus, ohne SSH.
- **Dashboard**: `ssh -t -l <konto> <pi-adresse> trx-monitor`, oder das Vitalwerte-Dashboard im Browser (Teil 7.1).
- **Den Pi ausschalten**: `sudo poweroff`, dann warten Sie, bis die grüne LED aufhört zu blinken, bevor Sie den Strom trennen (ein harter Stromausfall kann die SD-Karte beschädigen).
</details>

Windows

Windows 10 oder 11, 64 Bit.

1. Installieren Sie **Hamlib 64 Bit** (`hamlib-w64-X.Y.Z.exe`, Version **4.7** oder neuer: neuere Transceiver wie der IC-7300MK2 gibt es davor nicht) von https://github.com/Hamlib/Hamlib/releases, im vorgeschlagenen Ordner.

2. Kopieren Sie `trx-remote-windows-X.Y.Z.zip` auf den PC. Rechtsklick > Eigenschaften > **Zulassen** ankreuzen > OK.
3. Rechtsklick > Alle extrahieren, dann Doppelklick auf **`installer.cmd`**. Zeigt Windows „Der Computer wurde durch Windows geschützt“: Weitere Informationen > Trotzdem ausführen.
4. Bestätigen Sie die Administratoranfrage und beantworten Sie die Fragen (Python wird installiert, falls es fehlt, mit Ihrer Zustimmung).
5. Unverzichtbare Windows-Einstellungen:
   - Heimnetz im Profil **Privat** (die Firewall öffnet die Station nur in privaten Netzwerken);
   - **Energiesparmodus und Ruhezustand deaktiviert** (Einstellungen > System > Energie);
   - *Einstellungen* > *Datenschutz* > *Mikrofon*: Zugriff für Desktop-Apps erlaubt (sonst ist der empfangene Ton des Transceivers Stille);
   - Soundkarte des Transceivers (*Einstellungen* > *System* > *Sound*, Ausgabe „Lautsprecher“ des Transceivers): **Lautstärke 100**, **Audioverbesserungen deaktiviert**, Format 16 Bit 48000 Hz; der Sendepegel wird am Transceiver dosiert (Icom: USB MOD Level). Eine reduzierte Lautstärke (38 auf einem PC gesehen) ergibt ein Senden ohne Leistung. Ihr Name („2- USB Audio Device“…) ändert sich, wenn das Kabel des Transceivers an eine andere USB-Buchse kommt: Dann Menü 2.6 wiederholen.

Die vollständige Anleitung (`notice-windows.html`) liegt im Paket.

openRemoteTRX Console unter Windows. Die Installation legt **eine einzige Verknüpfung** an: Startmenü > **openRemoteTRX**. Sie öffnet openRemoteTRX Console, mit denselben nummerierten Menüs wie unter Debian: Dieses Handbuch gilt unverändert (1.1 starten, 2.1 Konfiguration, 6.1 Diagnose…). Unterschiede:

- **Aktualisierungen** (Menüs 7.1 bis 7.3): Unter Windows entpacken Sie das neue Zip und starten sein `installer.cmd`; die Konfiguration bleibt erhalten. Zurück: Starten Sie `installer.cmd` der alten Version.
- **Anzeige neben der Uhr**: Menü 8.4 (starten oder bei jeder Anmeldung starten).
- **Deinstallieren**: Einstellungen > Apps > **openRemoteTRX** > Deinstallieren (die Konfiguration bleibt erhalten, außer Sie verlangen, sie zu löschen).
- Die Konfiguration liegt in `C:\ProgramData\trx-remote\station.toml`; die Befehle (`trx-console`, `trx-setup`, `trx-monitor`…) lassen sich auch in einem Terminal starten, das **nach** der Installation geöffnet wurde.

3. Den TRX einbinden und testen

> **Sicherheit.** Während dieses ganzen Teils: **Dummy-Load** an der Antennenbuchse, **reduzierte Leistung** (zum Beispiel 10 W), niemand in der Nähe der abgeklemmten Antenne.

3.1 Der Konfigurationsassistent (Menü 2.1)

Der Transceiver wird nur **lesend** abgefragt: kein Senden während des Assistenten. Nichts wird gespeichert, wenn Sie mittendrin abbrechen. Die Werte für Ihren Transceiver stehen in seinem Datenblatt:

Frage	Antwort
Modell des Transceivers	geben Sie seinen Namen ein (`ic-7300`, `ftdx10`...) und wählen Sie aus der Liste (Hamlib-Nummer im Datenblatt: IC-7300MK2 = 3094, FTDX10 = 1042). Bei manchen Geräten erinnert der Assistent an die zu prüfenden Menüs (Teil 1)
Serieller Port für CAT	der **Steuer**port (Debian und Raspberry Pi: automatisch vorgeschlagen; Windows: der in Teil 1 notierte COM)
Baudrate	**gleich** der im Transceiver eingestellten CAT-Baudrate
PTT-Methode	**CAT** (vorgeschlagen)
Geht die Stimme über USB?	**ja**, wenn der Transceiver in Telefonie über USB moduliert (Teil 1); sonst ist das Senden auf Datenbetriebsarten beschränkt
Soundkarten (Empfang, Senden)	die des **Transceivers** für beide (ihr Name steht im Datenblatt)
KW-Spektrum über einen zweiten Port	der **zweite Port** des Transceivers, wenn er einen hat (Icom IC-7300MK2...); sonst **keiner**
Zum Senden erlaubte Bänder	nur die Bänder **Ihrer Lizenz**. Leere Liste = nur Empfang
Netzwerkzugang	„**Lokales Netz oder VPN, über HTTPS mit einem hier erzeugten Zertifikat**“ (empfohlen)
Konten	ein Benutzername (Buchstaben, Ziffern, `_`, `-`) und ein **langes Passwort** (Eingabetaste = ein starkes Passwort wird erzeugt: notieren Sie es); Eingabetaste bei leerem Benutzernamen zum Beenden
Höchstleistung des Transceivers	die Ihres Transceivers (oft **100** Watt)
Maximale Dauer einer Sendung (TOT)	**90** Sekunden (Standardwert, Obergrenze 120)
Wiedergabe von Aufnahmen	**nein** (Standardantwort)

Am Ende zeigt der Assistent die zu öffnende Adresse (`https://<stationsadresse>:8443`) und den **Fingerabdruck des Zertifikats** an (nützlich für die Android-App, Teil 4).

3.2 Die Diagnose (Menü 6.1)

Sie prüft alles, ohne etwas zu ändern: Jede Zeile ist **OK**, zu **beobachten** oder **Fehler**, mit dem Vorgehen. Beheben Sie jeden Fehler, bevor Sie weitermachen (Menü 8.1 für eine Einstellung, oder starten Sie den Assistenten neu).

Häufige Fehler in diesem Stadium: falscher Port (der zweite Port des Transceivers statt des Steuerports; Yaesu: Standard statt Enhanced), Baudrate des Transceivers anders als im Assistenten, Soundkarte des Transceivers vom Desktop belegt (Teil 1.4); bei einem Raspberry Pi ein zu schwaches Netzteil („Unterspannung“, Teil 2).

3.3 Der geführte Test des Transceivers (Menü 2.2)

Die Station ist während des Tests gestoppt.

1. **Auswahl 1, nur Empfang**: CAT-Verbindung, Empfangston, Wechsel von Frequenz und Betriebsart, Filterbreiten. Hören Sie, ob der Empfangston sauber und in einem richtigen Pegel ist (sonst: im Datenblatt angegebene Einstellung des Transceivers, dann Empfangs-Audiopegel in Menü 2.9).

2. **Auswahl 2, Empfang, dann Senden**: Dummy-Load, reduzierte Leistung. Jeder Wechsel auf Senden verlangt die Eingabe von `SENDEN`.

Kopieren Sie die am Bildschirm angezeigte **Zusammenfassung am Ende**: Sie dient dem Validierungsbericht.

3.4 Die Station starten und die Modulation einstellen

1. Menü **1.1**: Die Station startet (der Transceiver wird beim Start immer auf Empfang gesetzt). Machen Sie einige Sekunden später erneut eine Diagnose (Menü 6.1).
2. Öffnen Sie die Seite `https://<stationsadresse>:8443` von einem Telefon oder einem PC im Netzwerk (Einzelheiten und Zertifikatswarnung: Teil 4), melden Sie sich an.
3. Erlaubtes Band, Dummy-Load, eine Telefonie-Betriebsart, die Ihr Transceiver über USB moduliert (USB oder LSB; bei einem Icom USB-D oder LSB-D, Teil 1): Drücken Sie den **PTT** (Umschalter: ein Druck zum Senden, ein Druck zurück auf Empfang), sprechen Sie einige Sekunden normal, drücken Sie erneut.
4. Beobachten Sie die **ALC** auf der Seite: Sie soll bei Sprachspitzen ausschlagen, ohne am Maximum zu bleiben. Passen Sie den USB-Eingangspegel des Transceivers an, bis Sie dieses Ergebnis erhalten (Icom: **USB MOD Level**; Yaesu: **RPORT GAIN** im Menü der verwendeten Betriebsart; der genaue Name steht im Datenblatt des Transceivers).

3.5 Die Sicherheitstests

Führen Sie **alle** durch, an einer Dummy-Load, vor jedem Senden über eine Antenne. Jeder muss damit enden, dass der Transceiver auf Empfang zurückgeht (prüfen Sie es am Display des Transceivers, nicht nur auf der Seite).

#	Test	Erwartetes Ergebnis
1	Während einer Sendung Schaltfläche **STOP** der Seite	sofort zurück auf Empfang
2	Senden, ohne etwas anzufassen	Countdown und Piepton 10 s vor dem Ende, zurück auf Empfang nach **90 s**
3	Während einer Sendung das WLAN des Telefons ausschalten (oder den Tab schließen)	zurück auf Empfang nach etwa **2 s**
4	Während einer Sendung vom Telefon aus den Bildschirm sperren	zurück auf Empfang
5	Eine Frequenz außerhalb Ihrer erlaubten Bänder einstellen, PTT drücken	Senden **abgelehnt**, Meldung auf der Seite
6	**Mit dem Mikrofon des Transceivers** senden (ohne die Station)	die Seite zeigt den Operator vor Ort an und sperrt den Fern-PTT während der Sendung und dann 2 Minuten
7	Während einer Sendung Taste **STOP TX** im Dashboard (Menü 1.3)	zurück auf Empfang
8	Während einer Sendung die Station stoppen (Menü 1.2)	zurück auf Empfang
9	Den PC (oder den Pi) neu starten, Transceiver eingeschaltet	der Transceiver geht während des Starts **nie** auf Senden

Ein Test, der nicht das erwartete Ergebnis liefert: **Verwenden Sie die Station nicht zum Senden**, stoppen Sie sie (Menü 1.2) und bitten Sie um Hilfe (Teil 8) mit dem Bericht aus Menü 6.3.

3.6 Weitergehend (optional)

- **Qualifizierung des Transceivers** (Menü 8.3, `trx-qualif`): für einen Experten, der alles prüfen will, was Hamlib für Ihren Transceiver angibt. Beginnen Sie mit Auswahl 2 (Erkundung ohne Senden); der erzeugte Bericht ist wertvoll, um das Datenblatt des Transceivers zu validieren. Auswahl 6 („Qualifizierungskoffer“) führt alles nacheinander aus, für ein Teammitglied, das zum Qualifizieren des Transceivers gekommen ist: Aufnahme des Transceivers vorher und nachher (was von Hand zurückzustellen ist), Erkundung, Qualifizierung, die zeitgemessenen Sicherheitstests aus § 3.5 und ein Zip-Bericht für die Entwickler.
- **Transceiver-Profil** (Menü 2.3): speichert die Konfiguration unter einem Namen („IC-7300 Zuhause“), um sie später wieder zu laden, wenn Sie den Transceiver wechseln.

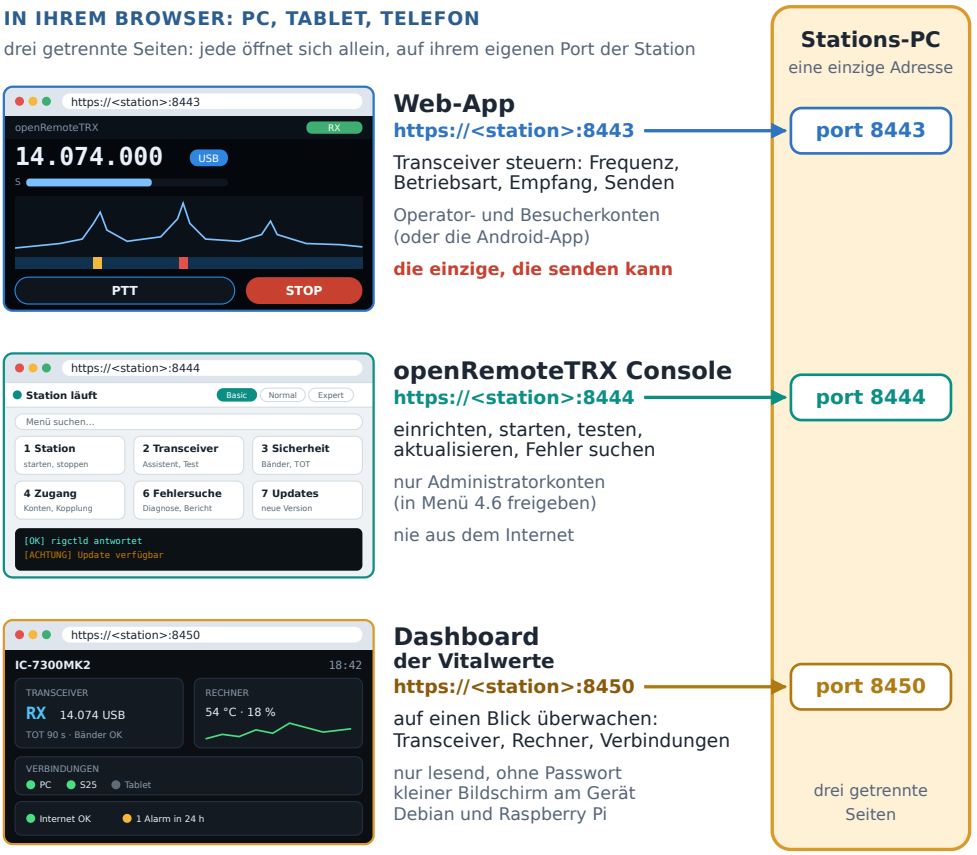
3.7 Die Validierung melden

Ist Ihr Transceiver noch nicht validiert (Liste: https://bob56fr.github.io/openRemoteTRX/postes/), zählt Ihr Ergebnis: Öffnen Sie ein Ticket „Fehler melden“ (auch wenn alles gut geht, Titel „<Ihr Transceiver>: Tests zur Inbetriebnahme“) mit der Zusammenfassung des geführten Tests, dem Ergebnis der 9 Sicherheitstests und, falls er ein Datenblatt hat, den Punkten, die es zu prüfen verlangt.

4. Die Station im LAN verwenden

Das LAN ist das WLAN oder das Kabelnetz zu Hause: Telefon und Station stehen hinter demselben Router.

Drei Seiten der Station öffnen sich im Browser, jede für sich, auf ihrem eigenen Port derselben Adresse:



Drei Seiten der Station im Browser ·

4.1 Eine feste Adresse für die Station

Reservieren Sie in Ihrem Router **eine IP-Adresse** für den Stations-PC (DHCP-Reservierung). Das vom Assistenten erstellte Zertifikat trägt die Adresse des PCs: Ändert sie sich, erkennen Browser und App es nicht mehr. Nach einer Adressänderung starten Sie den Assistenten (Menü 2.1) neu, um das Zertifikat neu zu erstellen.

Die zu verwendende Adresse wird oben in openRemoteTRX Console und von der Diagnose angezeigt.

4.2 Die Webseite

1. Auf dem Telefon oder einem PC: `https://<stationsadresse>:8443`
2. Der Browser meldet ein **nicht anerkanntes Zertifikat**: Das ist erwartet (von Ihrer Station erstelltes Zertifikat, nicht von einer Zertifizierungsstelle). „Erweitert“, dann „Weiter“. Das geschieht nur einmal pro Gerät.
3. Melden Sie sich mit dem vom Assistenten erstellten Konto an (die Eingabetaste im Passwortfeld genügt).

> **Vom Browser gespeichertes Passwort.** Chrome speichert ein Passwort **nie** auf einer Seite, deren Zertifikat nicht anerkannt ist, auch nicht nach „Weiter“. Die Lösung: einmal auf jedem Gerät die **Zertifizierungsstelle Ihrer Station** installieren (siehe unten). Danach gibt es keine Warnung mehr und das Passwort wird gespeichert.

Die Zertifizierungsstelle der Station installieren (einmal pro Gerät)

1. Auf der Station, openRemoteTRX Console, Menü **4.4** „Zertifikat der Station“: Auswahl **1** (das Zertifikat neu erstellen, signiert von der Zertifizierungsstelle der Station), dann die Station neu starten, wenn die Konsole es vorschlägt. Der Fingerabdruck des Zertifikats ändert sich: **Koppeln Sie die Android-App neu** (Menü 4.1).

2. Öffnen Sie auf dem Gerät die Seite der Station: Tippen Sie unter dem Passwort auf **„Zertifikat der Station installieren“** (oder öffnen Sie `https://<stationsadresse>:8443/station-ca.crt`).
3. **Windows**: Öffnen Sie die heruntergeladene Datei, „Zertifikat installieren“, „Aktueller Benutzer“, „Alle Zertifikate in folgendem Speicher speichern“, **„Vertrauenswürdige Stammzertifizierungsstellen“**, Fertig stellen, dann bestätigen Sie die Warnung von Windows. Schließen Sie **alle** Chrome-Fenster und öffnen Sie es neu. Achtung: Mit „Zertifikatspeicher automatisch auswählen“ legt Windows es unter „Eigene Zertifikate“ ab, wo Chrome es ignoriert (Adresse weiterhin rot durchgestrichen): Wiederholen Sie die Installation und wählen Sie den Speicher richtig.
4. **Android**: Einstellungen, Sicherheit (oder „Sicherheit und Datenschutz“), Weitere Sicherheitseinstellungen, Vom Speicher installieren (oder „Verschlüsselung und Anmeldedaten“), **„CA-Zertifikat“**, wählen Sie die heruntergeladene Datei und bestätigen Sie. Öffnen Sie Chrome neu.
5. Öffnen Sie die Seite: keine Warnung mehr; melden Sie sich an, Chrome bietet an, das Passwort zu speichern.

> Diese Zertifizierungsstelle kann **nur** private Adressen (LAN, VPN) und die Namen Ihrer Station bestätigen: Selbst wenn ihr Schlüssel gestohlen würde, ließe sich damit auf Ihren Geräten keine andere Website (Bank…) nachahmen.

Was Sie sehen sollten: Frequenz und Betriebsart, die dem Transceiver folgen, S-Meter, Empfangston (tippen Sie auf die Ton-Schaltfläche, wenn der Browser ihn blockiert hat).

Zum **Senden** braucht die Seite das **Mikrofon**: Der Browser fragt beim ersten Senden danach. Er bietet es nur über HTTPS an, daher das Zertifikat.

> **Sicherheit.** Der PTT ist ein **Umschalter**: ein Druck zum Senden, ein Druck zurück auf Empfang. Der angezeigte Zustand ist der von der Station bestätigte, nie eine Vermutung. **STOP** schaltet jederzeit ab. **STOP 3 Sekunden gedrückt halten** (großer Countdown in der Bildschirmmitte, Loslassen bricht ab) öffnet ein Fenster: „Trennen“ oder „TRX aus der Ferne ausschalten“ (mit einer Bestätigung; nur wenn das Fern-Einschalten in Betrieb ist, Menü 2.8). Eine verborgene Seite (anderer Tab, gesperrter Bildschirm) beendet das Senden.
>
> **Transceiver ausgeschaltet.** Ein rotes Banner „FUNKGERÄT AUS“ zeigt es an. Ist das Fern-Einschalten in Betrieb, schaltet Ihre Verbindung den Transceiver von selbst ein: Ein Fenster zeigt die Schritte (serielle Ports geprüft, Befehl, Start, erneutes Auslesen) und im Fehlerfall eine klare Meldung mit „Erneut versuchen“ und „Ohne Funkgerät fortfahren“; die Schaltfläche „Funkgerät einschalten“ im Banner tut dasselbe. Eine automatische Neuverbindung schaltet den Transceiver nie ein. Die App tut dasselbe (ihr STOP schaltet schon beim Drücken ab); im Auto zeigt Android Auto „FUNKGERÄT AUS“ oder „FUNKGERÄT STARTET…“ als Titel.

4.3 Mehrere Geräte, mehrere Benutzer

Einfache Regel: **ein Konto pro Gerät**, benannt nach dem Gerät (`PC`, `S25`, `tablet`…), auch wenn sie alle Ihnen gehören. Dasselbe Konto auf einem zweiten Gerät geöffnet **schließt die Verbindung des ersten** (und beendet dessen Sendung, falls es sendete). Mit einem Konto pro Gerät weiß die Station, welches sendet, und Sie können ein einzelnes Gerät entfernen (verlorenes Telefon), ohne die anderen anzufassen.

Alles geschieht in Menü **4.3 „Operator-Konten“** von openRemoteTRX Console:

- ein Konto **hinzufügen**: Benutzername, Passwort (Eingabetaste = ein starkes Passwort wird erzeugt, notieren Sie es), dann der **Kopplungs-QR-Code** dieses Kontos für die App;
- ein **Passwort ändern** (ein vergessenes Passwort wird ersetzt: Die Station kennt es nicht im Klartext);
- ein Konto **deaktivieren** (verlorenes oder verliehenes Telefon), dann wieder aktivieren;
- ein Konto **löschen**.

Die Station übernimmt die Änderungen in wenigen Sekunden, ohne Neustart; die Verbindung eines deaktivierten, gelöschten Kontos oder eines Kontos mit geändertem Passwort wird sofort geschlossen. Das letzte aktive Operator-Konto kann weder deaktiviert noch gelöscht werden. Es kann immer nur eine Person senden. Für Zuhörer ganz ohne Befehle nehmen Sie besser **Besucher** (Menü 4.2, Teil 9).

4.4 Die Android-App

Die App („openRemoteTRX“, Android 10 oder neuer) bringt, was die Seite nicht kann: Senden, das bei ausgeschaltetem Bildschirm weiterläuft, Taste eines Headsets, Android Auto, Fahrmodus.

1. Installieren Sie die App (Test auf Einladung, Teil 0).

2. Auf der Station, Menü **4.1**: openRemoteTRX Console zeigt die Adresse, die Konten, den Fingerabdruck des Zertifikats und einen **QR-Code** (ohne Passwort).
3. In der App: „**QR-Code der Station scannen**“. Adresse, Benutzername und Fingerabdruck werden ausgefüllt; geben Sie das Passwort ein.
4. Melden Sie sich an: dieselbe Prüfung wie bei der Seite (Frequenz, Empfangston), dann ein Sendetest an der Dummy-Load mit STOP.

Der Fingerabdruck des Zertifikats schützt die Verbindung: Die App lehnt eine Station ab, deren Zertifikat sich geändert hat. Nach einem neuen Zertifikat (Adressänderung) wiederholen Sie die Kopplung.

> **Sicherheit.** Im Auto ist der Touch-PTT des Telefons ausgeblendet (Fahrmodus): Verwenden Sie Android Auto, die Sprachsteuerung oder die Lenkradtasten und beachten Sie die Straßenverkehrsordnung.

5. Die Station aus der Ferne verwenden (außerhalb des LAN)

Die Station verwaltet das Netzwerk nicht: Sie hört auf einer Adresse und einem Port und schützt den Zugang mit Benutzername und Passwort. Sie wählen selbst, wie Ihr Telefon sie von außen erreicht. Die vollständige technische Anleitung: https://github.com/Bob56fr/openRemoteTRX/blob/main/docs/acces-distant.md

5.1 Wählen: VPN oder Portfreigabe

	A. VPN (empfohlen)	B. Portfreigabe am Router
Prinzip	ein VPN verbindet das Telefon mit dem Netzwerk der Station	der Router leitet einen Port aus dem Internet an die Station weiter
Beispiele	WireGuard (oft im Router integriert), Tailscale, OpenVPN	Router + Domainname + anerkanntes Zertifikat
Aus dem Internet sichtbar	nichts	die Anmeldeseite
Ton (WebRTC, UDP)	geht einfach durch	geht oft durch, **nicht immer** (strenger Router, geteilte Adresse des Providers)

Wählen Sie im Zweifel das VPN: Nichts ist offen, und der Ton geht durch.

5.2 Option A: VPN

1. Installieren Sie das VPN Ihrer Wahl: Server auf dem Router oder auf dem Stations-PC, Client auf dem Telefon. Für Tailscale gibt es eine eigene Anleitung: https://github.com/Bob56fr/openRemoteTRX/blob/main/docs/acces-distant-tailscale.md
2. **Ein VPN-Profil pro Gerät**, nie geteilt. Zwei Geräte mit demselben Profil stehlen sich gegenseitig die Verbindung: Abbrüche alle 15 bis 30 Sekunden.
3. Kommt das VPN **in Ihrem LAN** an (VPN des Routers): An der Station ist nichts zu ändern, verwenden Sie dieselbe Adresse wie zu Hause. Gibt das VPN dem Stations-PC **eine eigene Adresse** (Tailscale, WireGuard auf dem PC): Starten Sie den Assistenten neu (Menü 2.1, Netzwerkzugang), damit das Zertifikat auch diese Adresse abdeckt, und wiederholen Sie dann die Kopplung der App (Menü 4.1).
4. Öffnen Sie auf dem Telefon, über 4G, mit aktivem VPN dieselbe Seite `https://<stationsadresse>:8443`.

Unter Android kann immer nur ein VPN gleichzeitig aktiv sein. Mit **Android Auto** leiten Sie nur das Netzwerk der Station durch den Tunnel (nicht den ganzen Verkehr), sonst lehnt das Auto die Verbindung ab: ausführliche Einstellungen in der technischen Anleitung, Abschnitt „Android Auto et VPN“.

5.3 Option B: Portfreigabe am Router

Nur für alle, die ihren Router und Zertifikate kennen.

1. **Prüfen Sie, ob es möglich ist**: Vergleichen Sie die „WAN“-Adresse Ihres Routers mit der, die eine Website „Wie ist meine IP-Adresse“ anzeigt. Unterscheiden sie sich, teilt Ihr Provider Ihre Adresse (CGNAT): Kein Port kann geöffnet werden, nehmen Sie ein VPN.
2. Ein **Domainname**, der auf Ihren Router zeigt (dynamisches DNS, wenn sich die Adresse ändert).
3. Ein **anerkanntes Zertifikat**: Am einfachsten ist ein HTTPS-Proxy (Caddy) auf dem Stations-PC, der selbst ein Let's-Encrypt-Zertifikat bezieht und erneuert; die Station hört dann nur lokal. Beispiel und Einstellungen in der technischen Anleitung, Abschnitt „Option B“.
4. Leiten Sie am Router den Port 443 (TCP) an den Stations-PC weiter.

> **Sicherheit.** Mit einer Portfreigabe ist das **Passwort Ihre einzige Barriere**: lang und für jedes Konto einzigartig. Die Station bremst Versuche (5 Fehlschläge pro Minute und Herkunft, 30 pro Viertelstunde und Konto), aber ein gestohlenes Passwort erlaubt das Senden in Ihren erlaubten Bändern. Die Sendesicherheiten bleiben in allen Fällen aktiv, und die Sendezeitbegrenzung des Transceivers (Teil 1) ebenfalls.

5.4 Tests von außen

Telefon **über 4G** (WLAN aus), Dummy-Load am Transceiver:

1. Die Seite öffnet sich (Option B: Schloss ohne Warnung).
2. Ein falsches Passwort wird abgelehnt.

3. Das richtige Passwort verbindet: Frequenz, S-Meter, **Empfangston**.
4. Senden an der Dummy-Load: PTT, dann **STOP**; dann Senden und Wechsel in den Flugmodus: zurück auf Empfang.
5. Öffnet sich die Seite, aber der Ton kommt nicht zustande: Dann geht UDP nicht durch (Option B): Wechseln Sie zum VPN.

Bei wiederholten Abbrüchen sagt Menü 6.4 (Netzwerkqualität), welcher Abschnitt versagt: Telefon, Mobilfunknetz, Tunnel, Router oder Station.

6. Eine Station ohne Aufsicht

Eine ferngesteuerte Station läuft die meiste Zeit ohne jemanden daneben. Dieser Teil bereitet diesen Fall vor.

6.1 Die Alarme auf Ihrem Telefon (ntfy)

Der Supervisor der Station kann Ihnen Benachrichtigungen schicken: aus Sicherheitsgründen beendetes Senden, Ausfall, Sicherheitsabschaltung, fast voller Speicher oder fast volle Festplatte, Verbindungsabbruch und jede Stunde eine Meldung „Station in Betrieb“ ohne Klingelton (kommt sie nicht mehr, ist die Station oder ihre Verbindung ausgefallen).

1. Installieren Sie die App **ntfy** auf dem Telefon.
2. Wählen Sie einen **langen, nicht zu erratenden Themennamen** (zum Beispiel 20 zufällige Buchstaben und Ziffern): Auf dem öffentlichen Server ntfy.sh liest jeder die Meldungen, der den Namen kennt.
3. Abonnieren Sie dieses Thema in der ntfy-App.
4. Auf der Station, Menü **3.5** „Alarme auf dem Telefon“: Auswahl 1, fügen Sie die Adresse `https://ntfy.sh/<ihr-thema>` ein, speichern Sie, bestätigen Sie den Neustart. Der Bildschirm zeigt die Adresse nie vollständig.
5. Prüfen Sie: Auswahl 4, „Jetzt einen Testalarm senden“; das Telefon muss sofort klingeln (Code ORT-8025). Danach kommt die Meldung „Station in Betrieb“ jede Stunde (Auswahl 3, um diesen Rhythmus zu ändern).

Jeder Alarm trägt einen Code „ORT-NNNN“ mit einem Link zu seiner Erklärung (Teil 8). Zwei Alarme kommen beim Neustart nach einem nicht sauberen Stopp: **ORT-8030** (Debian, Raspberry Pi: Der Rechner ist abrupt stehen geblieben, Stromausfall oder Absturz) und **ORT-8031** (nur der Supervisor ist stehen geblieben); jeder gibt die Uhrzeit des letzten Lebenszeichens an. Ein normaler Stopp (Menü 1.2, Herunterfahren des PCs) sendet nichts.

6.2 Die Sicherheitsabschaltung

Nach wiederholten Ausfällen, die Neustarts nicht behoben haben, **schaltet der Supervisor die Station in die Sicherheitsabschaltung**: Transceiver auf Empfang, Zugang gesperrt, Alarm gesendet. Die Sicherheitsabschaltung **überdauert Neustarts**: Sie müssen die Ursache finden (Menüs 6.1 und 6.2) und sie dann über Menü **1.4** aufheben.

6.3 Nach einem Stromausfall

Element	Einzustellen
PC	im BIOS / UEFI: „Restore on AC power loss“ = **Power On** (der Name hängt vom Mainboard ab)
Raspberry Pi	nichts: er startet, sobald der Strom zurückkommt
Station unter Debian oder Raspberry Pi	nichts: sie startet mit dem Rechner, ohne Anmeldung
Station unter Windows	sie startet bei der **Anmeldung**: ohne automatische Anmeldung Ihrer Sitzung bleibt sie gestoppt
Transceiver	die meisten Geräte schalten sich **nicht** von selbst wieder ein. Die Station kann ihn über CAT einschalten (Menü **2.8**, standardmäßig außer Betrieb, mit einem Test aus- / einschalten): Ihre Verbindung von der Seite oder der App schaltet ihn ein
Router	schaltet sich von selbst wieder ein; prüfen Sie, dass das VPN es auch tut

Eine **USV** für PC, Router und Netzteil des Transceivers vermeidet die meisten dieser Fälle.

6.4 Schutz der Hardware

- **Blitz**: Eine Station ohne Menschen in der Nähe ist exponiert. Blitzschutz am Antennenkabel, und Antenne geerdet oder abgeklemmt, wenn ein Gewitter angekündigt ist.
- **Leistung**: Die Obergrenze des Transceivers (HF MAX POWER, Teil 1) bleibt die letzte Barriere.
- **Sendezeitbegrenzung des Transceivers** (TX TIME OUT TIMER): auf 3 min eingestellt, schaltet sie ab, selbst wenn alles andere versagt hat.
- **Temperatur**: Der Supervisor überwacht den Prozessor des PCs und alarmiert, wenn er eine Minute lang über 70 °C bleibt (eine Spitze von einigen Sekunden zählt nicht); der Alarm sagt, welche Programme heizten. Unter Debian und auf einem Pi wird der Verlauf der letzten 24 h (eine Messung alle 10 s) dem Fehlerbericht (Menü 6.3) beigefügt. Auf einem Pi ist ein Lüfter unverzichtbar. Die Temperatur des Transceivers kann die

Station bei den getesteten Geräten (IC-7300MK2, FTDX10) nicht lesen: für gute Belüftung um den Transceiver sorgen.

- **Operator vor Ort**: Benutzt jemand den Transceiver vor Ort, ist das Senden aus der Ferne während seiner Sendung und dann 2 Minuten lang gesperrt; die Station unterbricht ihn deswegen nie. Eine Sendung mit dem Mikrofon wird vom absoluten TOT (135 s) abgeschaltet, außer der Operator hat den Transceiver (Lautstärke, Frequenz, Betriebsart, Verlassen der DATA-Betriebsart…) in den 2 Minuten vor dem Sprechen oder während des Sprechens berührt: Die Station weiß dann, dass er anwesend ist, und lässt ihn bis zu 5 Minuten sprechen (`local_tx_max_s`), dazwischen mit einem einfachen Alarm. Ist die Sendezeitbegrenzung des Transceivers kürzer eingestellt, schaltet sie vorher ab. Diese Einstellungen stehen in Menü **3.4** „Operator vor Ort“: Behalten Sie „Geteilte Station“; sonst führt ein gedrückt gehaltenes Mikrofon zur Sicherheitsabschaltung.

7. Täglicher Betrieb

7.1 Starten, stoppen, überwachen

openRemoteTRX Console (unter Windows: Startmenü > **openRemoteTRX**):

Bedarf	Menü
Starten / neu starten	1.1
Stoppen (vor dem Abklemmen des Transceivers oder für eine andere Software)	1.2
Live-Zustand, Taste STOP TX	1.3 (`trx-monitor`)
Dauerhafte Anzeige der Station	8.4: Anzeige in der oberen Leiste (Debian), neben der Uhr (Windows)
Protokoll	6.2

Die Station geht beim Start und beim Stopp immer auf Empfang. Stoppen Sie sie, bevor Sie das USB-Kabel des Transceivers abziehen.

Vitalwerte-Dashboard (Debian und Raspberry Pi): eine Seite nur zum Lesen, gemacht für einen kleinen Bildschirm neben dem Transceiver oder für einen Blick vom Telefon aus: Transceiver, Senden, Verbindungen (ein Punkt pro Operator-Konto), Zustand des Rechners (Temperatur, Last, Speicher), Internet, letzte Alarme, Verlauf über 24 h. Auf der Station: `http://localhost:8450/`; aus dem LAN oder dem VPN: die Adresse der Zeile „Web-Dashboard“ oben in openRemoteTRX Console (`https://<stationsadresse>:8450/`). Dort ist kein Befehl möglich: weder Passwort noch Zugang aus dem Internet.

7.2 Aktualisieren

- **Debian und Raspberry Pi**: Erscheint oben in openRemoteTRX Console ein Rahmen „NEUE VERSION … VERFÜGBAR“, Menü **7.1**: Es zeigt die Neuerungen jeder Version, prüft die Signatur, installiert die neue Version neben der alten und behält Ihre Konfiguration. Bei Problemen: Menü **7.2** (Rückkehr zur vorherigen Version, ohne Internet). Station ohne Internet: Legen Sie das Zip auf den Schreibtisch und verwenden Sie Menü **7.3**.
- **Windows**: Laden Sie das neue Zip herunter und starten Sie sein `installer.cmd`; Konfiguration und Profile bleiben erhalten. Behalten Sie das Zip der alten Version, um zurückzukehren.

Die Aktualisierung wird während einer Sendung verweigert.

7.3 Sichern

Kopieren Sie diese Dateien nach jeder Konfigurationsänderung an einen anderen Ort (USB-Stick, anderer PC):

	Debian, Raspberry Pi	Windows
Konfiguration (Konten, Bänder, Sicherheiten)	`/etc/trx-remote/station.toml`	`C:\ProgramData\trx-remote\station.toml`
Zertifikat und sein Schlüssel	Ordner `tls` neben `station.toml`	ebenso
Transceiver-Profile, Breizh-Schlüssel	`/etc/trx-remote/profils/`, `breizh.key`	in `C:\ProgramData\trx-remote\`

Diese Dateien enthalten **Geheimnisse** (Schlüssel des Zertifikats, Hashwerte der Passwörter): Bewahren Sie die Sicherung an einem sicheren Ort auf. Um eine Windows-Station auf Debian oder einem Raspberry Pi zu übernehmen, legen Sie ihre `station.toml` vor der Installation neben `install.sh`. Behalten Sie auf einem Pi auch eine Kopie der SD-Karte (oder der SSD), sobald alles eingestellt ist: So kommen Sie am schnellsten wieder in Gang, wenn sie versagt.

7.4 Eine Einstellung ändern

- Ein Teil der Konfiguration, ohne den ganzen Assistenten zu durchlaufen: Nur seine Fragen werden gestellt, die Eingabetaste behält jede aktuelle Einstellung.

Um zu ändern	Menü
den Transceiver, seinen Port, die Baudrate, den PTT (mit einem Verbindungstest)	**2.5**

Um zu ändern	Menü
die Soundkarten	**2.6**
das KW-Spektrum über den zweiten Port (Icom)	**2.7**
das Ein- und Ausschalten des Transceivers aus der Ferne (standardmäßig außer Betrieb)	**2.8**
den Empfangs-Audiopegel und seinen Begrenzer (Empfangspegel angezeigt, vorgeschlagener Wert)	**2.9**
die erlaubten Bänder	**3.2**
die Höchstleistung und die Dauer einer Sendung (TOT)	**3.3**
den Netzwerkzugang und HTTPS	**4.5**

- Eine bestimmte Einstellung, die kein Menü hat: Menü **8.1** (geprüfte Kopie, Unterschiede angezeigt, alte Version aufbewahrt). Die Erklärung jeder Einstellung: https://bob56fr.github.io/openRemoteTRX/station-toml/
- Ein neues Gerät, ein zu änderndes Passwort, ein verlorenes Telefon: Menü **4.3** (Operator-Konten).
- Alles neu (neuer Transceiver, neuer PC): Menü **2.1**; Konten und Sicherheiten werden übernommen.
- Die vollständige Bedienungsanleitung von openRemoteTRX Console: https://bob56fr.github.io/openRemoteTRX/console/de/ (oder die Taste `h` in der Konsole: `h 8.1`).

7.4 bis Weniger Menüs: die Anzeigestufe

openRemoteTRX Console zeigt mehr oder weniger Menüs je nach der **Stufe**, die in Menü **0** („Sprache & Stufe“) oder im Browser über die Schaltflächen Einfach / Normal / Experte oben auf der Seite gewählt wird:

Stufe	Was angezeigt wird
Einfach	starten, stoppen, Dashboard, kompletter Assistent, Transceiver-Test, Telefon koppeln, Konten, Diagnose, Bericht, Aktualisierung (und „Station wieder in Betrieb nehmen“, wenn sie in der Sicherheitsabschaltung ist)
Normal	zusätzlich alle üblichen Einstellungen (Bänder, Leistung, Alarme, Besucher, Funktionen…)
Experte	zusätzlich Temperaturschwellen, `station.toml` von Hand, automatische Tests, Qualifizierung eines Transceivers

Die Stufe blendet nur aus: Eine eingegebene Nummer (`3.3`) öffnet immer ihr Menü, und die Suche im Browser findet alle Menüs. Ohne gespeicherte Wahl beginnt die Konsole mit Einfach. Im Browser lässt sich die Sprache auch mit einem Klick oben auf der Seite ändern (FR, EN, DE, ES).

7.5 Die Konsole im Browser

Dieselben Menüs auf einer Webseite: Zustand der Station live, Themen als Kacheln, Suche („ntfy“, „TOT“…), Hilfe zu jedem Menü beim Überfahren mit der Maus (beim ersten Antippen auf einem Tablet). Das gewählte Menü öffnet sich in einem Feld rechts (ganzer Bildschirm auf einem Telefon), **ohne Terminal**: Seine Fragen werden zu Schaltflächen (Auswahl, Ja / Nein, Bestätigen), zu Feldern (Zahl mit ihren Grenzen, Passwort), und was die Befehle ausgeben, läuft in einem dunklen Rahmen durch, die Zeilen [OK], [ACHTUNG] und [FEHLER] farbig. Der Konfigurationsassistent (2.1) und seine Teile (2.5 bis 2.7, 3.2, 3.3, 4.5) stellen, wie die Einstellung des DX-Clusters, ihre Fragen ebenfalls als Schaltflächen und Felder; jede Antwort erscheint im Rahmen unter ihrer Frage. Eine Ablehnung erscheint in Rot. „Andere Antwort…“ erlaubt immer, die Antwort einzutippen, wenn eine Schaltfläche fehlt. Das Administrationspasswort der Station (sudo) wird einmal pro Sitzung abgefragt, im Feld. Das Dashboard (1.3) erscheint als Vollbild in der Seite: dieselben Rubriken wie im Terminal (Funk, SDR-Empfänger falls in Betrieb, Ton, Verbindungen, Zustand, Rechner, Netzwerk mit seiner Schaltfläche „Details“, Protokoll), laufend aktualisiert, mit der Schaltfläche **STOP TX** (sie kann nur eine Sendung abschalten). Das Bearbeiten von station.toml (8.1) geschieht in einem großen Textfeld: „Prüfen und speichern“ lässt die Datei von der Station prüfen, die die Unterschiede zeigt und vor dem Schreiben um Bestätigung bittet; eine fehlerhafte Datei wird in Rot abgelehnt und nichts wird geschrieben. „Im Terminal öffnen“ oben im Feld spielt jedes Menü im Terminal unten auf der Seite ab. Dieselbe Seite unter Debian, auf einem Raspberry Pi und unter Windows.

- **Auf dem Stations-PC**: Taste **w** im Vollbild von openRemoteTRX Console, oder `trx-console --web` in einem Terminal. Der Browser öffnet sich von selbst.
- **Von jedem Gerät im LAN oder VPN** (PC, Tablet, Telefon): einmal auf der Station Menü **4.6** „openRemoteTRX Console im Netzwerk“: in Betrieb nehmen, dann die **Administrator**-Operator-Konten wählen (Ihres). Danach öffnen Sie `https://<stationsadresse>:8444/` und melden sich mit Ihrem gewohnten

Benutzernamen und Passwort an. Sind Sie mit einem Administratorkonto auf der Steuerseite angemeldet, finden Sie den Link auch in der Rubrik „openRemoteTRX Console (Verwaltung)“ unter „Verbindung“.

Sicherheit. Ein Administratorkonto öffnet die Konfiguration der Station: starkes Passwort, nicht verleihen. Die Konsole ist nie aus dem Internet erreichbar (öffentliche Adressen abgelehnt); nach 5 Fehlversuchen ist die Adresse 15 Minuten gesperrt; jede Anmeldung sendet einen Alarm aufs Telefon (ntfy); die Sitzung schließt sich nach 30 Minuten ohne Aktion, und eine neue Anmeldung schließt die vorherige. Das sudo-Passwort der Station wird weiterhin einmal pro Sitzung abgefragt, beim ersten Administrationsmenü.

8. Fehlersuche

8.1 Der erste Reflex

1. **Diagnose** (Menü 6.1): Sie sagt, was nicht stimmt und was zu tun ist.
2. **Protokoll** (Menü 6.2): Die Meldungen beginnen mit einem Code „ORT-NNNN“.
3. Jeder Code hat seine Erklärungsseite (Ursache, was zu tun ist): https://bob56fr.github.io/openRemoteTRX/erreurs/ (Suchfeld: geben Sie den Code ein).

8.2 Häufige Probleme

Symptom	Wahrscheinliche Ursache	Was zu tun ist
Die Diagnose findet den Transceiver nicht	Transceiver aus; falscher Port (der zweite Port des Transceivers, oder „Standard“ bei Yaesu); Baudrate des Transceivers anders als im Assistenten; Treiber fehlt (Windows)	einschalten; Menü 2.5 mit dem Steuerport wiederholen; die Baudrate einstellen (Datenblatt des Transceivers)
Kein Empfangston	Soundkarte des Transceivers vom Desktop belegt; Mikrofon für Apps gesperrt (Windows); Pegel zu niedrig (Einstellung des Transceivers, Audiopegel in Menü 2.9)	Teil 1.4; Teil 2, Reiter Windows; Datenblatt des Transceivers
Das Senden startet, aber nichts wird moduliert	der Transceiver nimmt in dieser Betriebsart die Stimme von seinem Mikrofon, nicht über USB (Icom: DATA MOD; Yaesu: MOD SOURCE und REAR SELECT)	Datenblatt des Transceivers, „Stimme über USB“
Nur DATA-Betriebsarten können senden	der Assistent hat vermerkt, dass die Stimme nicht über USB geht	den Transceiver einstellen, dann den Assistenten neu starten und „ja“ antworten
ALC am Maximum, Ton übersteuert	USB-Eingangspegel des Transceivers zu hoch (Icom: USB MOD Level; Yaesu: RPORT GAIN)	Teil 3.4
Der Transceiver geht beim Hochfahren des PCs auf Senden	eine RTS- oder DTR-Leitung des USB-Ports steuert das Senden (Icom: USB SEND / USB Keying; Yaesu: RPTT SELECT, PC KEYING)	**USB abziehen**, diese Einstellungen auf OFF stellen (Datenblatt des Transceivers)
Raspberry Pi langsam, Ton abgehackt, USB des Transceivers bricht ab	Netzteil zu schwach oder Überhitzung (`vcgencmd get_throttled` anders als `throttled=0x0`)	offizielles Netzteil, Lüfter (Teil 2, Reiter Raspberry Pi)
„Mikrofon nicht verfügbar“ auf der Seite	Seite über HTTP geöffnet	die Adresse mit **https://** öffnen
Seite vom Telefon aus nicht erreichbar	Station gestoppt; Adresse geändert; Netzwerk im Profil Öffentlich (Windows)	Menü 1.1; Teil 4.1; Teil 2, Reiter Windows
Verbunden, aber kein Ton aus der Ferne	UDP geht nicht durch (Portfreigabe am Router)	VPN (Teil 5)
Abbrüche alle 15 bis 30 s	zwei Geräte mit demselben VPN-Profil	ein Profil pro Gerät
Senden von selbst abgeschaltet	Höchstdauer erreicht, Telefon antwortet nicht mehr, Frequenz außerhalb der Bänder, Operator vor Ort	normal: der Grund wird auf der Seite und im Protokoll angezeigt
Nichts antwortet mehr, Alarm „Station in Sicherheitsabschaltung“	wiederholte Ausfälle	Teil 6.2
Transceiver-Test abgelehnt: „ORT-9313 … die Station läuft“	der Test braucht den Transceiver für sich allein	die Station stoppen (Menü 1.2), den Test wiederholen, die Station neu starten
Ein Werkzeug bricht ab mit „ORT-9312 … unerwarteter Fehler“	Softwarefehler in einem unvorhergesehenen Fall (neuer Transceiver, Soundkarte…)	die Meldung nennt die Detaildatei (Ordner `plantages`): sie der Hilfeanfrage beifügen (Teil 8.3)

8.3 Hilfe anfordern

1. Menü **6.3**: erstellt einen Fehlerbericht (Zip auf dem Schreibtisch, oder im Ordner des Kontos auf einem Pi ohne Desktop) **ohne jedes Passwort** (unter Windows wie unter Debian). In der Webkonsole holt ihn die Schaltfläche **„Bericht herunterladen“** direkt auf Ihren PC oder Ihr Telefon. Die Spuren der bei einem Fehler abgebrochenen Werkzeuge (Code ORT-9312) liegen im Ordner `plantages` des Zustandsordners der Station, und der Bericht fügt sie bei. Um ihn selbst zu lesen: Menü **6.6**, das den Link zum **Analysewerkzeug** gibt; Sie legen das Zip dort ab und die Analyse geschieht in Ihrem Browser (der Bericht wird nirgendwohin gesendet).
2. Von der Webseite aus: Abschnitt „Problem melden“ (Text vor dem Senden geprüft).
3. Öffnen Sie ein Ticket auf https://github.com/Bob56fr/openRemoteTRX/issues mit dem Formular **auf Deutsch** („Fehler melden“), beschreiben Sie, was Sie taten, was Sie erwarteten, was geschehen ist, und fügen Sie den Bericht bei.
4. **Aus der Ferne Hilfe erhalten** (Monitoring zwischen Stationen, Menü **6.5**, zuerst zu aktivieren: Teil 9): Die Person, die Ihnen hilft, erstellt einen Code aus 10 Zeichen und diktiert ihn Ihnen; geben Sie ihn bei Auswahl 4 ein und vergleichen Sie dann mündlich die auf beiden Seiten angezeigten **6 Ziffern**. Verschieden: Antworten Sie „nein“, die Verbindung wird gelöscht. Wählen Sie dann, was Sie senden („Diagnose“ empfohlen; Frequenz und Betriebsart nur, wenn Sie wollen). Die Person sieht dann den Zustand Ihrer Station und ihre Fehlercodes, **maskiert** (weder Passwort noch Adresse noch Seriennummer), und kann Sie um den Unterstützungsmodus **bitten** (Neuigkeiten alle 30 Sekunden, für eine begrenzte Dauer): Sie selbst nehmen an (Auswahl 7). Sie kann auf Ihrer Station **nichts steuern**. Sie beenden alles, wann Sie wollen (Auswahl 9). Sie kann Sie auch um Ihren **Fehlerbericht** bitten (den aus Punkt 1, vollständig maskiert); Sie können ihn auch selbst senden (Auswahl 10). Auf ihrer Seite erhält sie einen Alarm auf ihrem Telefon, wenn Ihre Station keine Neuigkeiten mehr gibt. **Fern von Ihrer Station** geht alles auch auf der Webseite, Rubrik „Monitoring“: Schaltfläche „Hilfe erhalten: ich habe einen Code“, Vergleich der 6 Ziffern, Wahl dessen, was gesendet wird, Antwort auf Anfragen, Ende.

9. Optionale Funktionen

Alle sind anfangs **deaktiviert**. Aktivieren Sie sie, sobald die Station validiert ist (Teile 3 bis 5): Menü **5.5** „Funktionen in Betrieb“ schaltet sie mit einer Nummer ein oder aus (es startet auch das Modul der Funktion); eine Funktion, die weitere Einstellungen braucht, wird abgelehnt, mit dem Menü, in dem diese vorzunehmen sind.

Funktion	Wozu sie dient	Wo sie aktiviert wird
Besucher nur im Empfang	Konten, die der Station zuhören und den Bildschirm sehen, ohne **irgendeinen** Befehl (Funkclub, Vorführung)	Menü 4.2, dann der Schalter „Mithören der Besucher“ der Seite
DX-Cluster	Spots auf dem Spektrum und Markierungen auf den Band-Schaltflächen	Menü 5.1
FreeDV RADE V1 (Empfang)	digitale FreeDV-Sprache, von der Station dekodiert	Decoder kompilieren (`sudo bash compiler-freedv.sh` im Ordner des Debian-Pakets), dann Menü 5.5 („FreeDV-Empfang“); der Locator der FreeDV-Aktivität: `[freedv] locator` (Menü 8.1)
SELCALL	Squelch per Gruppenruf in SSB	Menü 5.5, dann die Rubrik SELCALL der Seite
SWR-Messung	SWR-Kurve der Antenne über ein Band, in FM, reduzierte Leistung	Webseite oder App; die Station sendet: nur erlaubte Bänder
Gruppen-Anwesenheit	sehen, welche Freunde mit openRemoteTRX im QSO sind, und zu ihnen wechseln	Menü 5.3
Monitoring zwischen Stationen	aus der Ferne von einer Vertrauensperson Hilfe erhalten oder einem anderen Operator helfen: Zustand der Station und Fehlercodes, maskiert und verschlüsselt, ohne VPN und ohne Portfreigabe; kein Befehl an die unterstützte Station möglich	Menü 5.5 („Monitoring zwischen Stationen“), dann Menü 6.5 oder Rubrik „Monitoring“ der Seite (Teil 8.3)
Breizh Audio Box	Verarbeitung der Stimme auf einem anderen PC im LAN	Menü 5.2
Live-Übertragung	den Ton des Transceivers einigen **Hörern** im Internet hörbar machen, ohne Konto auf der Station: Sie hören auf der Seite eines Übertragungsservers (privater Kanal mit Benutzername und Passwort, oder öffentlich); Anzeige **ÜBERTRAGUNG** auf der Seite immer sichtbar; Ihre Stimme während Ihrer Sendungen wird nur übertragen, wenn Sie es verlangen; außerhalb Ihrer Bänder Stille für die Hörer (außer anderer Einstellung): ihre Seite nennt den Grund (außerhalb der Bänder, Senden ohne Ihre Stimme, kein Ton mehr vom Transceiver), wie Menü 5.6 und die Anzeige 🔇; Alarm auf dem Telefon zu Beginn und am Ende	Menü 5.6 (Server und Geheimnisse vom Administrator des Servers), Menü 5.5 („Live-Übertragung“), dann Menü 5.6 oder Rubrik „Live-Übertragung“ der Seite zum Starten und Beenden
Wiedergabe einer Aufnahme	eine Aufnahme des Empfangs erneut aussenden	im Assistenten gewährt; im Amateurfunkdienst in der Regel **verboten**

Funktion	Wozu sie dient	Wo sie aktiviert wird
SDR-Empfänger (SDRplay)	zweiter Wasserfall und Hören (AM, FM, SSB, CW) eines SDR nur im Empfang, neben dem TRX; Ton des SDR während jeder Sendung stumm; Balance TRX / SDR und, mit Kopfhörer, eine Quelle pro Ohr; Zoom des Wasserfalls („Zoom − / +“ um die gehörte Frequenz, ◄ ► zum Verschieben des Fensters), Farbpalette, Breite (höchstens die in Menü 2.4 gewählte) und Antenne A / B von der Seite aus; Spots des DX-Clusters auf dem Wasserfall des SDR (einen Spot antippen: der SDR hört ihn, der TRX bewegt sich nicht); die Station verlangsamt oder unterbricht den SDR von selbst, wenn sie zu stark belastet ist; SDR IM RUHEZUSTAND, wenn seit 1 Minute niemand seine Rubrik anzeigt oder ihn hört (weniger Last und Wärme), in wenigen Sekunden geweckt beim Öffnen der Rubrik („SDR im Ruhezustand … wird geweckt“); SDR in Menü 2.4 von openRemoteTRX Console gewählt und eingestellt (Suche an allen USB-Ports und Hubs); „QSY des TRX“ auf eine am SDR gelesene Frequenz; SDR in Betrieb: unter der Frequenz des TRX eine violette Zeile „SDR“ (gehörte Frequenz, Betriebsart, Filter; Antippen öffnet die Rubrik SDR auf ihrem Wasserfall), rechts zwei Bargraphen des gehörten Tons (TRX: Antippen = stumm auf der Seite, bei jeder Verbindung zurückgesetzt; SDR: Antippen = Hören starten oder beenden, wie „Hören“), S-Meter „S-TRX“ und „S-SDR“ (S-SDR während des Hörens des SDR, angenähert „≈“, solange es nicht abgeglichen ist: SDR auf die Frequenz des TRX per „QSY TRX → SDR“, ein stabiles Signal, dann „S-SDR auf den TRX abgleichen“ in der Rubrik SDR; Abgleich im Browser gespeichert)	zuerst die SDRplay-API des Herstellers installieren, dann die Station; `trx-sdr --list` gibt die Seriennummer; `[sdr]` und „sdr“ in `[modules] run` (Menü 8.1)

SDR-Empfänger: Schützen Sie seinen Eingang. Der SDR verträgt die Leistung Ihres TRX nicht. Getrennte Antenne, oder Umschalter und Sequenzer, die den Eingang des SDR vor jedem Senden auf Masse legen: Das müssen Sie je nach Ihrer Hardware vorsehen. Die Station kann das nicht für Sie tun (ein Senden mit dem Mikrofon des Transceivers wird erst hinterher erkannt). Der SDR wird über seine **Seriennummer** bestimmt: Auf einem Rechner mit mehreren SDR tragen Sie nie die eines SDR ein, den eine andere Anwendung benutzt. Stecken Sie ihn an einen eigenen USB-Port, nie an den Hub des Transceivers. Die Zeile „USB-Anschlüsse“ der Karte COMPUTER (Dashboard, Menü 1.3) sagt, ob ein USB-Bus zu stark belastet ist oder der SDR gebremst wird; Einzelheiten und Vorgehen stehen in der Diagnose (Menü 6.1). Eine blaue Buchse (USB 3) beschleunigt einen USB-2-SDR nicht: Er teilt sich die 480 Mbit/s des USB-2-Teils des Rechners.

Sicherheit. Was die Station empfängt, an Dritte weiterzugeben (Besucher, Hörer der Übertragung), liegt in Ihrer Verantwortung, besonders außerhalb der Amateurfunkbänder; standardmäßig hören Besucher und Hörer außerhalb Ihrer Bänder nur Stille (zwei unabhängige Einstellungen).

Je nach Transceiver können zwei Funktionen der Seite fehlen: das **KW-Spektrum des Transceivers** (nur über den zweiten Port eines Icom wie des IC-7300MK2; sonst wird nur das Audiospektrum angezeigt) und die **Filtervoreinstellungen FIL1/2/3** (nur bei Icom).

Glossar

Die Begriffe des Handbuchs, nach Themen geordnet. Das Schema der Bausteine steht in Teil 0.

Die Hardware

Begriff	Was es ist
Transceiver, **TRX**	Ihr Funk-Sendeempfänger (Funkgerät)
Stations-PC	der Rechner neben dem Transceiver, dauerhaft eingeschaltet, auf dem die Station läuft: ein PC mit Debian oder Windows, oder ein Raspberry Pi
Raspberry Pi	kleiner Rechner auf einer Platine, sparsam; der Pi 4 (4 GB) oder der Pi 5 mit Raspberry Pi OS 64 Bit kann als Stations-PC dienen
Hardware-Watchdog	ein Chip des Raspberry Pi, der ihn neu startet, wenn das System länger als 15 s hängt; von der Installation eingeschaltet
Station	das Ganze aus Transceiver + PC + openRemoteTRX-Software; „die Station starten“ = ihre Dienste starten
CAT	*Computer Aided Transceiver*: die Steuerung des Transceivers durch den Rechner (Frequenz, Betriebsart, Senden…)
Enhanced COM Port / **Standard COM Port**	die beiden seriellen Ports, die manche Yaesu (FTDX10…) über ihr USB-Kabel auf dem PC anlegen: der erste dient der CAT, der zweite (RTS/DTR-Leitungen) wird von der Station nicht benutzt
Soundkarte des Transceivers	die im Transceiver eingebaute Soundkarte, vom PC über das USB-Kabel gesehen („USB Audio CODEC“ bei Yaesu, „USB Audio Device“ beim IC-7300MK2): Empfangston zum PC, Stimme zum Transceiver
Dummy-Load	50-Ω-Widerstand, der die Antenne ersetzt: Der Transceiver sendet, ohne abzustrahlen. Pflicht für alle Tests
ALC	Anzeige des Transceivers, die zeigt, ob die Modulation zu stark ist; dient zum Einstellen des Sprachpegels
SWR	Stehwellenverhältnis: Anpassung der Antenne. Die Station kann es über ein Band messen
VFO A / VFO B	die beiden Arbeitsfrequenzen des Transceivers; die Seite zeigt, welche aktiv ist
Split	Empfang auf einer Frequenz, Senden auf einer anderen

Die Software der Station

Begriff	Was es ist
openRemoteTRX	der Name des Projekts; die Android-App trägt diesen Namen, die Station heißt ebenfalls „openRemoteTRX“
Hamlib	die freie Bibliothek, die mit rund 300 Transceiver-Modellen sprechen kann; jedes Modell hat eine **Nummer** (IC-7300MK2 = 3094, FTDX10 = 1042)
rigctld	das Programm von Hamlib, das die Verbindung zum Transceiver hält; es hört nur auf dem PC selbst, nie im Netzwerk
Gateway (`trx-gateway`)	das Herz der Station: liefert die Webseite aus, prüft die Konten, überträgt den Ton und **entscheidet über das Senden**
Supervisor (`trx-supervisor`)	der unabhängige Wächter: überwacht das Gateway, rigctld und den PC; er kann **nur abschalten** (eine Sendung), einen Dienst neu starten oder die Station in die Sicherheitsabschaltung versetzen; sendet die Alarme
openRemoteTRX Console (`trx-console`)	die Steuerzentrale der Station in einem Terminal: installieren, konfigurieren, starten, testen, aktualisieren, Fehler suchen (nummerierte Menüs „2.1“, „2.2“…)
Konfigurationsassistent (`trx-setup`)	die Fragen, die die Konfiguration erstellen (Menü 2.1); er fragt den Transceiver nur lesend ab
Dashboard, **Übersicht** (`trx-monitor`)	der Live-Zustand in einem Terminal (Menü 1.3); eine einzige Aktion: STOP TX
Vitalwerte-Dashboard	Seite nur zum Lesen (Port 8450, Debian und Raspberry Pi) für einen kleinen Bildschirm neben dem Transceiver oder ein Telefon

Begriff	Was es ist
Anzeige	die Statusanzeige der Station in der oberen Leiste (Debian) oder neben der Uhr (Windows); nur lesen
Geführter Test (`trx-hwtest`)	der schrittweise Test des echten Transceivers (Menü 2.2)
Qualifizierung (`trx-qualif`)	die vollständige Erkundung dessen, was Hamlib für einen Transceiver angibt (Menü 8.3), für Experten
`station.toml`	die Konfigurationsdatei der Station: Transceiver, Ports, Konten, erlaubte Bänder, Sicherheiten
Transceiver-Profil	eine unter einem Namen gespeicherte Transceiver-Konfiguration, um den Transceiver zu wechseln (Menü 2.3)
Modul	eine optionale Funktion, die neben dem Gateway läuft (DX-Cluster, Gruppen-Anwesenheit…)
Signierte Aktualisierung	die Debian-Pakete sind signiert: Die Aktualisierung über das Internet (Menü 7.1) lehnt ein Paket ab, dessen Signatur nicht passt; ein nicht signiertes Zip (Menü 7.3) verlangt eine Bestätigung

Auf Benutzerseite

Begriff	Was es ist
Webseite	die Oberfläche der Station in einem Browser, unter der Adresse `https://<stationsadresse>:8443`
Android-App	die App openRemoteTRX: dasselbe wie die Seite, dazu Senden bei ausgeschaltetem Bildschirm, Headset, Auto
Android Auto	die Anzeige der App auf dem Bildschirm des Autos: Hören, Speicher, PTT, ohne Grafik
Fahrmodus	der reduzierte Bildschirm der App im Auto: kein Touch-PTT
Operator-Konto	Benutzername + Passwort, die erlauben, den Transceiver zu steuern und zu senden; **eines pro Gerät** (`PC`, `S25`…), verwaltet in Menü 4.3
Besucher	Konto nur für Empfang: hört zu und sieht den Bildschirm, keinerlei Befehl
Kopplung	das Hinzufügen der Station in der App, über den **QR-Code** aus Menü 4.1

Die Sendesicherheit

Begriff	Was es ist
PTT	*Push To Talk*: das Umschalten auf Senden
PTT als Umschalter	ein Druck zum Senden, ein Druck zurück auf Empfang (nie „solange man drückt“)
STOP	sofort zurück auf Empfang, immer verfügbar
TOT	*Time Out Timer*: Höchstdauer einer Sendung (standardmäßig 90 s, höchstens 120 s), mit einem Piepton 10 s vor dem Abschalten
Absoluter TOT	Dauer, nach der der Supervisor jede Sendung abschaltet, selbst eine mit dem Mikrofon des Transceivers (135 s; 5 Minuten, wenn der Operator den Transceiver kurz vorher oder währenddessen berührt hat)
Heartbeat	das Lebenszeichen, das das Telefon während des Sendens zweimal pro Sekunde schickt; fehlt es 2 s, zurück auf Empfang
Erlaubte Bänder	die Frequenzbereiche, in denen die Station zu senden bereit ist; leere Liste = nur Empfang
Operator vor Ort, **Bediener vor Ort**	jemand, der den Transceiver direkt bedient: Das Senden aus der Ferne ist während seiner Sendung und dann 2 Minuten lang gesperrt
Sende-Audiotor	der Durchgang des Tons zum Transceiver, vom Gateway nur während einer erlaubten Sendung geöffnet
Sicherheitsabschaltung	der Zustand, in den der Supervisor die Station nach wiederholten Ausfällen versetzt: gefahrlos angehalten (Empfang, Zugang gesperrt), wartet sie auf einen Eingriff; Sie nehmen sie über Menü 1.4 wieder in Betrieb („Station wieder in Betrieb nehmen“)

Begriff	Was es ist
Sendezeitbegrenzung des Transceivers (TX TIME OUT TIMER)	die eigene Abschaltung des Transceivers, unabhängig von der Station: die letzte Barriere

Das Netzwerk

Begriff	Was es ist
LAN, **Lokales Netzwerk**	das Netzwerk zu Hause, hinter dem Router
Port 8443	der Port, an dem das Gateway Seite und App empfängt
HTTPS, **Zertifikat**	die Verschlüsselung der Verbindung; die Station erstellt ihr eigenes Zertifikat („selbstsigniert“): Der Browser warnt beim ersten Mal
Fingerabdruck des Zertifikats	die Kurzfassung des Zertifikats, die sich die App merkt, um eine falsche Station abzulehnen
WebRTC	die Technik, die den Ton in Echtzeit überträgt, über **UDP**
VPN	ein verschlüsselter Tunnel, der das Telefon von überall „in“ das Netzwerk zu Hause holt (WireGuard, Tailscale…)
VPN-Profil	die Schlüssel eines Geräts im VPN: ein Profil pro Gerät, nie geteilt
Portfreigabe, **Offener Port**	der Router, der Verbindungen aus dem Internet zur Station durchlässt; verlangt ein echtes Zertifikat und ein starkes Passwort
SSH	die verschlüsselte Verbindung, die von Ihrem PC aus ein Terminal eines anderen Rechners öffnet: `ssh -l <konto> <adresse>`; dient dazu, einen Raspberry Pi ohne Bildschirm zu steuern
CGNAT	vom Provider zwischen mehreren Kunden geteilte Adresse: Kein Port kann geöffnet werden, ein VPN ist nötig
ntfy	der Benachrichtigungsdienst, der die Alarme der Station auf Ihr Telefon bringt
ORT-Code	die Nummer einer Meldung der Station („ORT-5031“); jeder Code hat seine Erklärungsseite

10. Checkliste: Wo stehen Sie?

Haken Sie nach und nach ab. Auf der Webseite des Handbuchs werden die Kästchen online abgehakt und bleiben in Ihrem Browser gespeichert; auf GitHub drucken Sie diese Seite oder schreiben die Liste ab.

0. Bevor Sie beginnen

- [ ] Bedingungen für den Fernbetrieb für meine Lizenz geprüft
- [ ] Dummy-Load für die Tests vorhanden
- [ ] System gewählt (Debian empfohlen, Raspberry Pi oder Windows) und Paket heruntergeladen

1. Den Transceiver vorbereiten

- [ ] USB-Treiber des Herstellers vor dem Anschließen des Kabels installiert (Windows)
- [ ] Steuerport des Transceivers ermittelt (Datenblatt des Transceivers)
- [ ] CAT-Baudrate des Transceivers notiert, Menüs aus dem Datenblatt eingestellt
- [ ] Stimme über USB in jeder verwendeten Betriebsart eingestellt
- [ ] Keine RTS- / DTR-Leitung des USB-Ports steuert das Senden
- [ ] VOX aus, Sendezeitbegrenzung des Transceivers auf 3 min, Höchstleistung eingestellt
- [ ] Soundkarte des Transceivers nicht mehr Standard-Audiogerät des PCs

2. Die Station installieren

- [ ] Software installiert (install.sh oder installer.cmd)
- [ ] Sitzung neu geöffnet (Debian, Raspberry Pi); Netzwerkprofil Privat und Energiesparmodus deaktiviert (Windows)
- [ ] Raspberry Pi: offizielles Netzteil, Lüfter, `throttled=0x0`

3. Den TRX einbinden und testen

- [ ] Assistent abgeschlossen (Modell meines Transceivers, Steuerport, PTT über CAT, Bänder meiner Lizenz)
- [ ] Diagnose ohne Fehler
- [ ] Geführter Test nur im Empfang erfolgreich
- [ ] Geführter Test mit Senden an der Dummy-Load erfolgreich
- [ ] Station gestartet, Seite geöffnet, Modulation mit der ALC eingestellt (USB-Eingangspegel des Transceivers)
- [ ] Test 1: STOP beendet das Senden
- [ ] Test 2: Abschaltung nach 90 s, Warnung 10 s vorher
- [ ] Test 3: Verbindung während des Sendens getrennt, zurück auf Empfang
- [ ] Test 4: Bildschirm während des Sendens gesperrt, zurück auf Empfang
- [ ] Test 5: Senden außerhalb meiner Bänder abgelehnt
- [ ] Test 6: Senden mit dem Mikrofon des Transceivers, Fern-PTT gesperrt

- [ ] Test 7: STOP TX im Dashboard
- [ ] Test 8: Stopp der Station während des Sendens
- [ ] Test 9: kein Wechsel auf Senden beim Hochfahren des PCs (oder des Pi)
- [ ] Ergebnis der Tests gemeldet, falls mein Transceiver noch nicht validiert ist (Ticket „<mein Transceiver>: Tests zur Inbetriebnahme“)

4. Im LAN verwenden

- [ ] IP-Adresse für den Stations-PC im Router reserviert
- [ ] Webseite über https geöffnet, Zertifikat akzeptiert, Mikrofon erlaubt
- [ ] Ein Konto pro Gerät (Menü 4.3), lange Passwörter
- [ ] Android-App per QR-Code gekoppelt (Menü 4.1), Sendetest und STOP

5. Aus der Ferne verwenden

- [ ] Wahl getroffen: VPN (empfohlen) oder Portfreigabe
- [ ] Ein VPN-Profil pro Gerät
- [ ] Über 4G: Seite, Empfangston, Senden an der Dummy-Load, STOP
- [ ] Über 4G: Flugmodus während des Sendens, zurück auf Empfang

6. Station ohne Aufsicht

- [ ] ntfy-Alarme empfangen (langes und geheimes Thema), Meldung „Station in Betrieb“ gesehen
- [ ] PC so eingestellt, dass er nach einem Stromausfall wieder startet (ein Pi tut das von selbst)
- [ ] USV, Blitzschutz, Belüftung des Transceivers
- [ ] Ich kann die Station nach einer Sicherheitsabschaltung wieder in Betrieb nehmen (Menü 1.4), nachdem ich die Ursache gefunden habe

7. Täglicher Betrieb

- [ ] Ich kann die Station starten, stoppen und überwachen
- [ ] Ich kann aktualisieren und zur vorherigen Version zurückkehren
- [ ] Konfiguration und Zertifikat an anderem Ort gesichert
- [ ] Profil des Transceivers gespeichert (Menü 2.3)

Station in Betrieb

- [ ] Erstes Senden über die Antenne, in meinen Bändern, mit Identifikation