OCTOGON

HANDBUCH

EFME

USB-FUNK-BASISSTATION

Installations- und Bedienungsanleitung



Dokument	Version	Datum	Gilt für
Installations- und Bedienungsanleitung	V00x	10/2026	EFME USB-Basisstation

Dieses Handbuch beschreibt die USB-Basisstation EFME: Installation am PC, die Konfigurationssoftware T24 Toolkit, Pairing und Konfigurieren von T24-Modulen, Standortprüfung und Funkdiagnose sowie Fehlersuche.

octogon GmbH · Roseggerstrasse 16 · 8700 Leoben · Austria · office@octogon.org

www.octogon.org

Inhalt

1 Zu diesem Handbuch ... 3
1.1 Hinweise ... 3
1.2 Produktkennzeichnung ... 3
2 Sicherheit und Einsatzbedingungen ... 3
2.1 Regeln für die richtige Verwendung ... 3
2.2 Funk ... 3
3 Produktbeschreibung ... 4
3.1 Überblick ... 4
3.2 Technische Daten ... 4
4 Installation ... 4
4.1 Software und Treiber ... 4
4.2 Lage ... 4
5 Grundlagen des T24-Funksystems ... 5
5.1 Sender und Empfänger ... 5
5.2 Funkkanal und Gruppenschlüssel ... 5
5.3 ID und Data Tag ... 5
5.4 Betriebsarten eines Senders, Schlafen und Wecken ... 5
5.5 Pairing ... 6
5.6 Mehrere Module auf dieselben Funkeinstellungen setzen ... 6
5.7 Asynchroner Betrieb und Protokollierung ... 6
5.8 Bandbreite ... 6
5.9 Repeater und Repeater-Untergruppen ... 6
6 Das T24 Toolkit ... 7
6.1 Verbindung zur Basisstation ... 7
6.2 Seite Home: mit einem Modul verbinden ... 7
6.3 Information ... 7
6.4 Batterie- und Funkpegel ... 7
6.5 Funkeinstellungen ... 8
6.6 Erweiterte Funkeinstellungen ... 8
6.7 Sichern und wiederherstellen ... 8
7 Basisstation konfigurieren ... 8
8 Standortprüfung und Funkdiagnose ... 9
8.1 Spektrumanalysator ... 9
8.2 Kanalmonitor ... 9
9 Fehlersuche ... 9
10 Funk, Antenne und Reichweite ... 10
10.1 Funkdaten ... 10
10.2 Reichweite ... 10
10.3 Richtlinien für die Installation ... 10
11 Zulassungen und Konformitätserklärung ... 11
11.1 Europa (CE) ... 11
11.2 Kanada (IC) ... 11
11.3 USA (FCC) ... 11

1 Zu diesem Handbuch

Diese deutsche Fassung ist eine Übersetzung der englischen Fassung (EFME Manual V00x EN) durch octogon. Maßgeblich ist die englische Fassung; Kennzeichnungen und Zulassungsangaben gelten im Wortlaut der jeweiligen Bescheinigung.

Dieses Handbuch gilt für die USB-Basisstation EFME. Die Basisstation ist die Funkschnittstelle zwischen einem Windows-PC, Laptop oder Tablet und den T24-Telemetriemodulen. Sie wird gebraucht, um T24-Module mit der Software T24 Toolkit zu konfigurieren und ihre Daten auf einen PC zu bringen.

Anzeigetexte, Tastennamen und Menüpunkte stehen in Festbreitenschrift, zum Beispiel **`MENU/OK`**. Menüpfade werden als Menü › Punkt geschrieben. Seiten und Schaltflächen der Konfigurationssoftware stehen so, wie sie auf dem Bildschirm erscheinen.

1.1 Hinweise

Hinweis	Bedeutung
Warnung	Gefahr von Verletzung oder Beschädigung oder eines Funktionsverlusts der Anlage.
Wichtig	Die folgende Anweisung aufmerksam befolgen.
Hinweis	Weitere Informationen.

1.2 Produktkennzeichnung

Merkmal	Beschreibung
Produkt	EFME USB-Funk-Basisstation (Dongle)
Passende Module	T24-Sender und -Empfänger, zum Beispiel octogon EFMC, EFMF (Sender) und EFMG (Großanzeige)
Konfigurationssoftware	T24 Toolkit für Windows (Kapitel 6)

2 Sicherheit und Einsatzbedingungen

Warnung T24-Produkte sind nicht für sicherheitskritische Anwendungen zugelassen, bei denen ein Ausfall des Produkts erwartungsgemäß schwere Verletzungen oder den Tod verursachen würde.

2.1 Regeln für die richtige Verwendung

- Das Gehäuse ist nicht wetterfest (IP50). Die Basisstation in Innenräumen verwenden oder vor Wasser schützen.
- Das Gehäuse ist nicht zum Öffnen vorgesehen.
- Das T24 Toolkit installieren, bevor die Basisstation zum ersten Mal eingesteckt wird (Abschnitt 4.1).

2.2 Funk

- Das Gerät enthält einen lizenzfreien 2,4-GHz-Sender-Empfänger. Die Antenne sitzt im Gehäuse.
- Hochfrequenzexposition: Die Antenne ist so zu installieren, dass zwischen Antenne und allen Personen jederzeit ein Mindestabstand von 5 cm eingehalten wird, und das Gerät darf nicht zusammen mit einer anderen Antenne oder einem anderen Sender aufgestellt oder betrieben werden.
- Antennen mit einem Gewinn über 3 dBi sind für dieses Funkgerät ausdrücklich verboten.
- Änderungen oder Umbauten, die nicht ausdrücklich von der für die Konformität verantwortlichen Stelle genehmigt sind, können die Betriebserlaubnis des Anwenders für das Gerät erlöschen lassen.

3 Produktbeschreibung

3.1 Überblick

Die EFME ist eine Basisstation im USB-Dongle-Gehäuse zum direkten Anschluss an Laptops und Tablets. Sie wird über den USB-Anschluss versorgt – keine externe Versorgung und keine Verkabelung nötig. Mit dem T24 Toolkit werden über Funk T24-Module konfiguriert, kalibriert und diagnostiziert und ihre Daten überwacht.

3.2 Technische Daten

Merkmal	Wert
Schnittstelle	USB-Stecker Typ A; USB-Geräteklasse HID, USB 2.0 Full Speed (12 Mbit/s)
Versorgung	über den USB-Bus: 4,875 … 5,125 V DC (USB-2.0-Spezifikation)
Strom	100 mA typisch (Gerätespezifikation); die Produktinformation nennt unter 100 mA
Adresse	feste Adresse 1 – eine Basisstation dieser Art je PC
Funk	lizenzfreier 2,4-GHz-Sender-Empfänger, DSSS, 15 Kanäle, 10 mW (Kapitel 10)
Antenne	integrierte Chipantenne
Reichweite	bis 500 m zu einem Modul mit integrierter Antenne, bis 600 m zu Modulen mit 3-dBi-Antennen; freies Feld (Abschnitt 10.2)
Funkkanäle	jeweils ein Kanal; alle zu empfangenden Module müssen auf demselben Kanal sein
Durchsatz	etwa 200 Nachrichten je Sekunde und Funkkanal (Abschnitt 5.8)
Schutzart	IP50 (nicht wetterfest)
Betriebstemperatur	–20 … +55 °C
Lagertemperatur	–40 … +85 °C
Luftfeuchte	max. 95 % r. F., nicht kondensierend
Abmessungen	58 × 20,5 × 11 mm (L × B × H); Gehäuse ohne Stecker 46 mm lang
Befestigung	keine – wird in einen USB-Anschluss oder ein USB-Verlängerungskabel gesteckt

4 Installation

4.1 Software und Treiber

- Zuerst das T24 Toolkit auf dem PC installieren (`setup.exe`); die Treiber der Basisstation werden dabei mitinstalliert.
- Dann die Basisstation in einen USB-Anschluss stecken. Sie wird über den USB-Bus versorgt.
- Der angeschlossene Rechner muss die USB-Geräteklasse HID und USB 2.0 Full Speed unterstützen.

4.2 Lage

- Die Antenne sitzt im Gehäuseende gegenüber dem USB-Stecker. Dieses Ende frei und von Metallteilen entfernt halten.
- Manche ungeschirmten USB-3.0-Anschlüsse erzeugen Breitbandrauschen im 2,4-GHz-Band. Anzeichen sind, dass sich nicht pairen lässt, geringere Reichweite oder aussetzender Datenempfang. Die Basisstation in einen anderen USB-3.0-Anschluss oder einen USB-2.0-Anschluss stecken oder ein kurzes USB-2.0-Verlängerungskabel verwenden (USB-A-Stecker auf USB-A-Buchse).
- An einem PC kann jeweils nur eine Basisstation dieser Art angeschlossen sein (feste Adresse 1).

5 Grundlagen des T24-Funksystems

Um ein T24-Telemetriesystem zu konfigurieren, einzusetzen, zu optimieren und Fehler zu suchen, muss man einige Funkeinstellungen und Begriffe verstehen.

5.1 Sender und Empfänger

Alle T24-Module sind Sender-Empfänger, arbeiten aber hauptsächlich entweder als Sender oder als Empfänger. Sender sind die Aufnehmermodule: Sie messen Last, Dehnung, Spannung, Temperatur usw. und senden Nachrichten mit Messwert und Statusinformationen in einer vom Anwender festgelegten Rate. Empfänger nutzen diese Nachrichten, um sie anzuzeigen, auszuwerten oder zu verarbeiten – Handanzeigen, Großanzeigen, Ausgangsmodule – und können die Sender steuern, sie zum Beispiel schlafen legen oder wecken. PC und Basisstation werden nur zum Konfigurieren der Module gebraucht, können aber auch Teil einer Datenerfassung sein. Einmal konfiguriert, arbeiten die Module selbstständig.

5.2 Funkkanal und Gruppenschlüssel

Zwei Module können nur miteinander kommunizieren, wenn sie dieselben Funkeinstellungen haben:

Einstellung	Bedeutung
Funkkanal	Die Frequenz, auf der das Funkgerät arbeitet. Das T24-Band ist in 15 Kanäle (1 … 15) geteilt. Module müssen auf demselben Kanal sein, um Nachrichten auszutauschen.
Gruppenschlüssel	Trennt Gruppen von Modulen auf demselben Kanal: Kein Modul kann ein anderes beeinflussen oder dessen Nachrichten sehen, wenn nicht beide denselben Gruppenschlüssel haben. Vom Anwender festgelegt, bis zu 15 alphanumerische Zeichen. Gruppenschlüssel gibt es seit der Funk-Firmware v3.0 (März 2015); für den Betrieb mit älteren Modulen, die sie nicht unterstützen, muss der Gruppenschlüssel leer sein.

5.3 ID und Data Tag

– Jedes Modul hat eine eindeutige 6-stellige hexadezimale ID, die im Werk vergeben wird, zum Beispiel **FF1234**. Über die ID wird das Modul konfiguriert.

– Ein Sender schickt seine ID nicht mit seinen Messnachrichten. Er kennzeichnet sie mit einem Data Tag: einer 4-stelligen Hexadezimalzahl, im Werk auf die letzten vier Zeichen der ID gesetzt und vom Anwender änderbar. Empfänger und Software wählen die Nachrichten, die sie verwenden, über diesen Data Tag aus.

– Deshalb kann ein Sender getauscht werden, ohne die Empfänger neu zu konfigurieren: den Ersatz mit demselben Data Tag, Funkkanal und Gruppenschlüssel konfigurieren.

5.4 Betriebsarten eines Senders, Schlafen und Wecken

Betriebsart	Verhalten
Normal	Misst, sendet eine Nachricht und geht bis zur nächsten Messung in einen Zustand sehr geringer Leistungsaufnahme.
Konfiguration	Unterbricht das Senden und schaltet den Stromsparzustand ab, damit das Modul konfiguriert werden kann; wird durch Pairing aufgerufen. Danach läuft der Normalbetrieb weiter.
Sleep	Das Modul wird von einem anderen Modul schlafen gelegt oder schläft von selbst ein, wenn seine Nachrichten nicht mehr verwendet werden. Es kann bei Bedarf von anderen Modulen oder von Software über eine Basisstation geweckt werden.

Sender haben eine Schlafverzögerung (in Sekunden). Die meisten Empfänger und die T24-Software senden Wachhaltenachrichten, meist alle 5 Sekunden, solange sie Nachrichten eines Senders empfangen. Kommt innerhalb der Schlafverzögerung keine Wachhaltenachricht, schläft der Sender ein. Die Schlafverzögerung sollte deshalb mindestens 10 Sekunden betragen; wo der Empfänger eine Zeit lang außer Reichweite sein kann, lässt sie sich auf bis zu eine Stunde stellen. Üblich sind Werte zwischen 30 und 300 Sekunden. Eine Schlafverzögerung von null schaltet die Funktion ab: Der Sender schläft dann nur auf Befehl.

5.5 Pairing

Beim Pairing werden die Funkeinstellungen (Kanal und Gruppenschlüssel) zweier Module ermittelt und angeglichen, ohne dass sichtbar ist, wie diese Einstellungen lauten. Ausgelöst wird es durch Aus- und Wiedereinschalten der Versorgung des zu pairenden Moduls; ein Zugriff auf seine Elektronik ist nicht nötig.

- Pairing aus dem T24 Toolkit: Versorgung des Moduls trennen, in der Software **`Pair`** anklicken und die Versorgung wieder anlegen. Die Basisstation übernimmt die Funkeinstellungen des Moduls und versetzt es in den Konfigurationsbetrieb; die Einstellungen des Moduls werden nicht geändert.
- Pairing von einem Empfänger aus: Manche Empfänger pairen sich ohne PC mit einem Sender. Der Sender wird auf die Funkeinstellungen des Empfängers gesetzt, und der Empfänger lernt seine ID und seinen Data Tag. Der Sender arbeitet mit den geänderten Funkeinstellungen im Normalbetrieb weiter.
- Soft Pairing: Ist die Versorgung eines Moduls nicht erreichbar, kann sich das T24 Toolkit verbinden, wenn Funkkanal, Gruppenschlüssel und ID des Moduls bekannt sind. Mit Empfängern funktioniert das gut; Sender mit einem Sendeintervall über 5 Sekunden lassen sich unter Umständen schwer per Soft Pairing verbinden, und bei viel Funkverkehr oder starkem Rauschen arbeitet es womöglich nicht zuverlässig – dann bleibt nur das Pairing durch Aus- und Wiedereinschalten.

5.6 Mehrere Module auf dieselben Funkeinstellungen setzen

Pairt sich das T24 Toolkit mit einem Modul, übernimmt die Basisstation Funkkanal und Gruppenschlüssel dieses Moduls. Um mehreren Modulen denselben Gruppenschlüssel zu geben, entweder nacheinander mit jedem pairen und Funkkanal und Gruppenschlüssel einstellen, oder die Basisstation selbst konfigurieren (auf der Seite Home die Umschalttaste halten und **`Pair`** anklicken), sie auf die gewünschten Funkeinstellungen setzen und dann mit dem Werkzeug auf der Seite Radio Settings Advanced jedes Modul auf die Einstellungen der Basisstation ziehen.

5.7 Asynchroner Betrieb und Protokollierung

Sender senden in einem festen Intervall, gerechnet ab dem Einschalten oder Wecken, gleichgültig, ob jemand empfängt; die Messungen verschiedener Sender sind nicht synchronisiert. Protokollier-Software speichert beim Aufzeichnen den zuletzt empfangenen Wert jedes Senders. Bei 10 Sendern mit 333 ms Nachrichtenintervall ist von den aufgezeichneten Werten nur bekannt, dass sie höchstens 333 ms auseinanderliegen. Müssen Messwerte innerhalb einer bestimmten Zeit zueinander liegen, ist diese Zeit das größte einzustellende Nachrichtenintervall; das Protokollintervall der Software sollte immer größer sein als das Nachrichtenintervall der Sender.

5.8 Bandbreite

Jeder Funkkanal kann nur eine begrenzte Zahl von Nachrichten übertragen; Module auf demselben Kanal teilen ihn, auch mit verschiedenen Gruppenschlüsseln. Eine Nachricht dauert etwa 3 ms, was höchstens 300 Nachrichten je Sekunde erlauben würde; praktisch liegt die Grenze bei etwa 200 Nachrichten je Sekunde und Funkkanal. Je mehr Sender, desto mehr Nachrichten stoßen zusammen und gehen verloren. Zum Beispiel können 2 Module 100-mal je Sekunde senden oder 100 Module einmal je Sekunde. Module, die nicht miteinander kommunizieren müssen, können auf getrennte Kanäle gelegt werden.

5.9 Repeater und Repeater-Untergruppen

Ein Repeater sendet Nachrichten erneut aus, um die Reichweite zu vergrößern oder Hindernisse zu umgehen. Er muss denselben Funkkanal und Gruppenschlüssel verwenden wie die Module, die er wiederholt. Weil ein Repeater den Funkverkehr verdoppelt, haben alle Module eine Einstellung Repeater-Untergruppe (Voreinstellung 0): Ein Repeater wiederholt die Nachrichten aller Module, deren Untergruppe 0 ist oder mit seiner eigenen übereinstimmt; ein Repeater mit Untergruppe 0 wiederholt alle. Ändern muss man sie normalerweise nur, wenn die Bandbreite sehr ausgelastet ist.

6 Das T24 Toolkit

Die T24-Module werden mit dem T24 Toolkit konfiguriert, einer kostenlosen Windows-Anwendung. Als Funkverbindung zwischen PC und Modulen ist eine Basisstation nötig, zum Beispiel die USB-Basisstation EFME. Die Software durch Ausführen von **`setup.exe`** installieren und den Anweisungen folgen.

- Alle Elemente, die sich ändern oder bedienen lassen, sind grün dargestellt. Ein grünes Element anklicken, um ein Dialogfenster (Schieberegler, Textfeld oder Liste) zu öffnen und den neuen Wert einzugeben.
- Ein Doppelklick auf das Symbol oben links im Fenster kopiert ein Bildschirmfoto der aktuellen Seite in die Zwischenablage.

Wichtig Nicht mit mehreren Instanzen des Toolkits gleichzeitig mit mehreren Modulen pairen.

6.1 Verbindung zur Basisstation

Auf der Startseite die Schnittstellenart der angeschlossenen Basisstation wählen; für eine USB-Basisstation sind keine weiteren Einstellungen nötig. Die Adresse der Basisstation ist meist 1. **`Home`** anklicken, um die Kommunikation zu starten. Kommt keine Kommunikation zustande, bleibt das Toolkit auf dieser Seite: prüfen, ob die Basisstation versorgt und richtig angeschlossen ist.

6.2 Seite Home: mit einem Modul verbinden

Steht die Kommunikation mit der Basisstation, mit dem zu konfigurierenden Modul pairen:

- Versorgung des Moduls trennen.
- Im Toolkit **`Pair`** anklicken.
- Versorgung des Moduls innerhalb von 10 Sekunden wieder anlegen.

Gelingt die Verbindung, wechselt das Toolkit auf die Seite Information; schlägt das Pairing fehl, erneut versuchen. Pairing ändert die Funkeinstellungen des Moduls nicht – die Basisstation übernimmt die des Moduls. Solange das Toolkit verbunden ist, unterbricht das Modul meist das normale Senden von Nachrichten.

- Um die Basisstation selbst zu konfigurieren, die Umschalttaste halten und **`Pair`** anklicken.
- Ist die Versorgung des Moduls nicht erreichbar, den Link **`Click Here`** unten auf der Seite anklicken und den Anweisungen folgen (Soft Pairing).

6.3 Information

Zeigt Informationen über das verbundene Modul. Ein Name kann eingegeben werden, um das Modul später wiederzuerkennen. Die vom Modul unterstützten Funktionen erscheinen als Symbole – farbig, wenn unterstützt, sonst grau: geschützte Kalibrierung, Gruppenschlüssel (und ob einer eingestellt ist), Auflisten schlafender Module (nur Basisstationen), Funk mit erweiterter Reichweite (seit 2015) und Funk der Version 4.0 (bessere Leistung in gestörten HF-Umgebungen).

6.4 Batterie- und Funkpegel

Zeigt die Funksignalpegel an der Basisstation und am entfernten Modul sowie die Batteriespannung batteriebetriebener Module. Hier lässt sich der Batteriepegel einstellen, bei dem ein Sender eine schwache Batterie meldet (bei 2,1 V hört das Modul auf zu arbeiten); darunter wird der Balken orange. **`Advanced`** zeigt Einzelheiten der empfangenen Funkpakete:

Wert	Bedeutung
LQI	Kennwert der Verbindungsqualität, 0 … 100. In diesem Bereich kommt Kommunikation zustande; gegen null kann sie aussetzen.
RSSI	Empfangspegel, von etwa –30 (gutes Signal) bis –98 (schwaches Signal).
CV	Korrelationswert, wie gut sich das Signal decodieren lässt: 55 (schlecht) … 110 (sehr gut).

6.5 Funkeinstellungen

Merkmal	Funktion
Channel	Funkkanal 1 … 15, Voreinstellung 1. Der Spektrumanalysator hilft, einen freien Kanal zu finden.
Group Key	Nur bei Modulen sichtbar, die Gruppenschlüssel unterstützen. Nur Module mit gleichem Gruppenschlüssel können kommunizieren; leer für den Betrieb zusammen mit älteren Modulen.
Reset Module Only	Nach einer Änderung freigegeben. Neue Funkeinstellungen wirken erst nach einem Rücksetzen oder Aus- und Wiedereinschalten; diese Schaltfläche lässt das Modul sie übernehmen, während die Basisstation bei den bisherigen Einstellungen bleibt, und kehrt dann zur Seite Home zurück.
Reset Module and Base Station	Nach einer Änderung freigegeben. Modul und Basisstation übernehmen die neuen Einstellungen, und die Verbindung wird neu aufgebaut.

Werden die Funkeinstellungen einer Basisstation geändert, erscheinen die beiden Reset-Schaltflächen nicht; die Änderung wirkt sofort.

6.6 Erweiterte Funkeinstellungen

– **`Repeater Subgroup`**: Voreinstellung 0, damit wiederholen alle Repeater die Nachrichten dieses Moduls.

– Werkzeug für die Funkeinstellungen entfernter Module: setzt eine Reihe von Modulen auf die Funkeinstellungen der Basisstation. Meist erreicht durch Pairing mit der Basisstation (Umschalttaste + **`Pair`**). Versorgung des entfernten Moduls trennen, den Link **`Click Here`** anklicken, Versorgung wieder anlegen. Das Toolkit bleibt wie zuvor gepairt; nur das entfernte Modul ändert seine Funkeinstellungen.

6.7 Sichern und wiederherstellen

`Save` schreibt alle Konfigurationsdaten des verbundenen Moduls einschließlich der Kalibrierdaten in eine Datei mit der Endung **`.tcf`**. **`Restore`** lädt eine solche Datei in das verbundene Modul und überschreibt alle Konfigurationsdaten einschließlich der Anwenderkalibrierung.

7 Basisstation konfigurieren

Meist muss die Basisstation nicht konfiguriert werden: Pairt sich das Toolkit mit einem Modul, wird die Basisstation automatisch auf dessen Funkeinstellungen gesetzt. Direkt konfigurieren, wenn mit eigener Software mit den Modulen kommuniziert oder ein Modul per Soft Pairing verbunden werden soll.

– Das T24 Toolkit bei eingesteckter Basisstation starten.

– Auf der Seite Home die Umschalttaste halten und **`Pair`** anklicken.

Seite	Merkmal	Funktion
Radio Settings	Channel	Funkkanal 1 … 15, Voreinstellung 1; der Spektrumanalysator hilft, einen freien Kanal zu finden
	Group Key	nur Module mit gleichem Gruppenschlüssel können kommunizieren; leer für den Betrieb mit älteren Modulen ohne Gruppenschlüssel
Advanced	Waker Duration	Dauer eines Weckversuchs in Sekunden, der über die Basisstation an ein Modul geht; normalerweise nicht zu ändern

Änderungen der Funkeinstellungen der Basisstation wirken sofort.

8 Standortprüfung und Funkdiagnose

8.1 Spektrumanalysator

Zeigt die über alle Kanäle erkannten Funkpegel. Für eine Standortprüfung vor der Installation oder zur Diagnose schlechter Kommunikation verwenden und einen ruhigen Kanal wählen. Angezeigt werden 16 Kanäle; die Module nutzen die Kanäle 1 … 15, Kanal 16 ist für das Aushandeln beim Pairing reserviert.

Kurve	Bedeutung
Aktuell erkanntes Signal (weiß)	Wo in diesem Moment andere Funkgeräte arbeiten. T24 arbeitet neben anderen Übertragungen, ruhige Kanäle sind aber vorzuziehen.
Erkannter Spitzenwert (schattiert)	Ergibt mit der Zeit ein Bild, wo der Funkverkehr die höchste Leistung hat.
Erkannter Mindestwert (rot)	Wichtig: In einer ruhigen HF-Umgebung ist er nicht sichtbar. Wo er erscheint, gibt es Breitbandrauschen oder sehr viel Verkehr. Solange er unter der CCA-Schwelle der verwendeten Funkgeräte bleibt, arbeiten sie noch; Kanäle mit hohem Mindestpegel meiden.
Grundrauschen des Bands	Niedrigster Pegel über das Band, meist unterhalb der Darstellung. Ist es sichtbar, deutet es auf grundlegende Probleme in der Umgebung hin.
CCA-Schwellen	Funkgeräte v3.x und älter senden nicht über ihrer Schwelle (orange gepunktete Linie); Funkgeräte v4.0 haben eine überarbeitete Schwelle für Umgebungen mit starkem Rauschen; Funkgeräte v5.0 passen ihre Schwelle dem verfolgten Grundrauschen an.

Pegel über –95 beginnen die größte erreichbare Reichweite zu verringern. Ein Doppelklick auf die Darstellung setzt die Spitzen- und Mindestwertberechnung zurück.

Hinweis Manche ungeschirmten USB-3.0-Anschlüsse von PCs strahlen Breitbandrauschen im 2,4-GHz-Band ab. Es verringert die Reichweite einer Basisstation nahe einem solchen Anschluss und kann das Pairing verhindern. Einen USB-Anschluss abseits der USB-3.0-Anschlüsse oder ein kurzes USB-2.0-Verlängerungskabel verwenden.

8.2 Kanalmonitor

Listet die von Sendern empfangenen Nachrichten: Data Tag, Anzahl der Nachrichten, Senderate, Verbindungsqualität, Wert und Fehlermeldungen. Manche Basisstationen listen auch schlafende Module, angezeigt mit ihrer ID statt eines Data Tag. Die Basisstation muss auf demselben Funkkanal sein und denselben Gruppenschlüssel haben wie die Sender.

Merkmal	Funktion
Register der Funkkanäle	Funkkanal der Basisstation wechseln.
Clear List	Alle erkannten Nachrichten aus der Liste löschen.
Wake All	Alle Module auf dem aktuellen Funkkanal mit passendem Gruppenschlüssel wecken.
Start Logging	Die empfangenen Daten in eine CSV-Datei schreiben: Data Tag, verstrichene ms, Wert.
View Last Log	Die zuletzt geschriebene Datei in der Anwendung öffnen, die mit CSV-Dateien verknüpft ist.
Move Group Channel	Sichtbar, wenn die Basisstation einen Gruppenschlüssel hat. Verlegt alle erkannten Sender und alle anderen Module mit gleichem Kanal und Gruppenschlüssel (zum Beispiel Handanzeigen) auf einen neuen Kanal; sie werden zuerst geweckt, dann folgt die Basisstation. Empfänger werden nicht aufgelistet – sicherstellen, dass sie zum Wecken bereit sind.
View Real-Time RSSI	Basisstationen mit Funk-Firmware ab 4.1: aktueller RSSI (weiß) und die zugeteilte CCA-Schwelle (rot). Ein Modul kann senden, wenn der RSSI unter der roten Kurve liegt.

Der Text unter der Echtzeitdarstellung bewertet die Eignung des Kanals, von kritisch bis sehr gut. Ein Kanal, der nach seinem Hintergrundrauschen als sehr gut bewertet ist, kann wegen zu viel Verkehr trotzdem ungeeignet sein.

9 Fehlersuche

Beobachtung	Was prüfen
Das Toolkit bleibt auf der Startseite	Keine Kommunikation mit der Basisstation: Ist sie eingesteckt, wurde das Toolkit (mit dem Treiber) vor dem ersten Einstecken installiert, ist die Schnittstellenart richtig eingestellt?
Pairing schlägt fehl	Erneut versuchen. Die Versorgung des Moduls innerhalb von 10 Sekunden nach dem Anklicken von **`Pair`** wieder anlegen. Auf USB-3.0-Rauschen prüfen (Abschnitt 4.2).

Beobachtung	Was prüfen
Soft Pairing verbindet nicht	Funkkanal, Gruppenschlüssel und ID des Moduls müssen bekannt und eingestellt sein. Sender mit einem Intervall über 5 s und belegte oder verrauschte Kanäle machen Soft Pairing unzuverlässig – durch Aus- und Wiedereinschalten pairen.
Der Kanalmonitor bleibt leer	Die Basisstation muss auf demselben Funkkanal sein und denselben Gruppenschlüssel haben wie die Sender. Die Module mit **`Wake All`** wecken.
Geringe Reichweite oder aussetzende Daten	USB-3.0-Anschluss in der Nähe, Basisstation durch PC oder Anwender abgeschirmt, Hindernisse in der Sichtlinie. Spektrumanalysator und Verbindungsqualität (LQI, RSSI, CV) prüfen.
Gruppenschlüssel nicht verfügbar	Module, die vor 2015 gebaut wurden, unterstützen keine Gruppenschlüssel; den Gruppenschlüssel leer lassen, wenn sie zusammen mit neueren Modulen eingesetzt werden.
Unerwartetes Verhalten beim Konfigurieren	Nicht mit mehreren Instanzen des Toolkits gleichzeitig mit mehreren Modulen pairen.

10 Funk, Antenne und Reichweite

10.1 Funkdaten

Merkmal	Wert
Lizenz	lizenzfrei
Funkart	Sender-Empfänger (2-Wege)
Frequenz	2,4000 … 2,4835 GHz
Kanäle	15 (DSSS)
Modulation	MS (QPSK)
Messrate	250 kbit/s
Sendeleistung	10 mW
Antenne	integrierte Chipantenne (1,3 dBi) im Gehäuseende gegenüber dem USB-Stecker

10.2 Reichweite

Größte Reichweite im freien Feld zwischen diesem Gerät und dem anderen Modul, abhängig von der Antenne des anderen Moduls. Die Basisstation selbst hat die integrierte Chipantenne.

Antenne des anderen Moduls	Reichweite
Integrierte Chipantenne (1,3 dBi), z. B. EFME	500 m
Interne 3-dBi-Inverted-F-Antenne, z. B. EFMC, EFMD, EFMG	600 m
Externe ½-Wellen-Dipolantenne (1,1 oder 2,2 dBi)	400 m
Externe 3-dBi-Aufbauantenne (IP69K)	600 m

Versuche im freien Feld, Sender an der Spitze eines 3-m-Masts; der Empfänger war 1,5 m über dem Boden montiert.

10.3 Richtlinien für die Installation

Die Funkleistung bei 2,4 GHz hängt stark von der Umgebung ab. Jedes Bauwerk im Wirkbereich der Funkgeräte hat drei Wirkungen:

Wirkung	Folge
Abschattung	Ein Hindernis verdeckt die Sichtlinie zwischen den Funkgeräten: geringere Reichweite.
Verzerrtes Strahlungsdiagramm	Bauwerke oder Gegenstände nahe der Antenne verzerren die Abdeckung: geringere Reichweite und Verbindungsqualität.
Reflexion	Signale kommen auf einem Umweg an: geringere Reichweite oder schlechte Verbindungsqualität.

- Sichtlinie zwischen den Modulen erhalten und Gegenstände oder Bauwerke nach Möglichkeit mindestens einen Meter von den Antennen entfernt halten.
- Schon eine etwas größere oder kleinere Antennenhöhe verbessert oft den Empfang.
- Unter Wasser beträgt die Reichweite je nach Paketrate nur etwa 100 mm.

Hinweis Die Reichweite der USB-Basisstation kann wegen ihrer Nähe zu Rechner und Anwender geringer sein. Wenn nötig, sie mit einem USB-Verlängerungskabel vom PC abrücken.

11 Zulassungen und Konformitätserklärung

Region	Konformität
Europa	CE
USA	FCC, FCC ID: VHARA24
Kanada	IC, IC: 7224A-RA24

11.1 Europa (CE)

Das Gerät entspricht der EMV-Richtlinie 2014/30/EU sowie den grundlegenden Anforderungen und den übrigen einschlägigen Bestimmungen der Funkanlagenrichtlinie 2014/53/EU; gültig für die Europäische Gemeinschaft, die Schweiz, Norwegen, Island und Liechtenstein.

Die EU-Konformitätserklärung für die Produktreihe T24 Telemetry (ausgestellt am 16. Oktober 2017) umfasst:

Richtlinie	Harmonisierte Normen
2014/35/EU Niederspannung	EN 61010-1:2010
2014/30/EU EMV	EN 61326-1:2013 · EN 61326-2-3:2013
2011/65/EU RoHS	–
2014/53/EU Funkanlagen	EN 300328 V2.1.1

Die Konformitätserklärung ist auf Anfrage bei octogon erhältlich. CE-Kennzeichnung, FCC ID und IC-Nummer sind auf das Schild des Geräts gedruckt.

11.2 Kanada (IC)

IC: 7224A-RA24. Dieses Gerät entspricht den lizenzfreien RSS-Normen von Industry Canada. Der Betrieb unterliegt den folgenden zwei Bedingungen: (1) Dieses Gerät darf keine Störungen verursachen, und (2) dieses Gerät muss alle Störungen hinnehmen, auch Störungen, die einen unerwünschten Betrieb des Geräts verursachen können.

Zur Einhaltung der Grenzwerte von Industry Canada für die HF-Exposition der Allgemeinbevölkerung müssen die für diesen Sender verwendeten Antennen so installiert werden, dass zwischen Strahler (Antenne) und allen Personen jederzeit ein Mindestabstand von 5 cm eingehalten wird, und dürfen nicht zusammen mit einer anderen Antenne oder einem anderen Sender aufgestellt oder betrieben werden.

11.3 USA (FCC)

FCC ID: VHARA24.

- Dieses Gerät entspricht Part 15 der FCC-Bestimmungen. Der Betrieb unterliegt den folgenden zwei Bedingungen: (1) Dieses Gerät darf keine schädlichen Störungen verursachen, und (2) dieses Gerät muss alle empfangenen Störungen hinnehmen, auch Störungen, die einen unerwünschten Betrieb verursachen können.
- Dieses Gerät hält die FCC-Grenzwerte für die Strahlenbelastung in einer nicht kontrollierten Umgebung ein. Endanwender müssen die besonderen Betriebsanweisungen zur Einhaltung der HF-Exposition befolgen. Dieser Sender darf nicht zusammen mit einer anderen Antenne oder einem anderen Sender aufgestellt oder betrieben werden.
- Änderungen oder Umbauten, die nicht ausdrücklich von der für die Konformität verantwortlichen Stelle genehmigt sind, können die Betriebserlaubnis des Anwenders für das Gerät erlöschen lassen.