OCTOGON

HANDBUCH

EFMC

FUNKSENDER FÜR DMS-BRÜCKEN

Installations- und Bedienungsanleitung



Dokument	Version	Datum	Gilt für
Installations- und Bedienungsanleitung	V00x	10/2026	EFMC, alle Empfindlichkeitsoptionen

Dieses Handbuch beschreibt Installation, Anschluss, Konfiguration und Kalibrierung des Funksenders für DMS-Brücken EFMC in seinem IP67-Gehäuse, das Funksystem, in dem er arbeitet, Batterien, Antennen und Funkreichweite, die Fehlersuche und die Funkzulassungen.

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

www.octogon.org

Inhalt

1 Zu diesem Handbuch ... 2
1.1 Erfasste Ausführungen ... 3
1.2 Schreibweise ... 3
2 Sicherheit und Einsatzbedingungen ... 3
3 Produktbeschreibung ... 3
3.1 Überblick ... 3
3.2 Technische Daten ... 3
3.3 Rauschfreie Auflösung ... 5
3.4 Abmessungen ... 5
4 Installation ... 5
4.1 Befestigung ... 5
4.2 Gehäuse öffnen und schließen ... 5
4.3 Kabelführung an der Antenne ... 6
4.4 Umgebungsschutz ... 6
5 Elektrischer Anschluss ... 6
5.1 Batterien ... 6
5.2 Klemmen für den Aufnehmer ... 6
5.3 Aufnehmer anschließen ... 6
5.4 Schirmanschluss ... 6
6 Das T24-Funksystem ... 7
6.1 Sender und Empfänger ... 7
6.2 Funkkanal und Gruppenschlüssel ... 7
6.3 ID und Data Tag ... 7
6.4 Betriebsarten und Schlafverzögerung ... 7
6.5 Pairing ... 8
6.6 Funkverkehr, Repeater und Aufzeichnung ... 8
7 Konfiguration mit dem T24 Toolkit ... 8
7.1 Was gebraucht wird ... 8
7.2 Verbindung mit dem EFMC ... 8
7.3 Seite Information ... 9
7.4 Batterie- und Funkpegel ... 9
7.5 Funkeinstellungen ... 9
7.6 Sichern und Wiederherstellen ... 9
7.7 Spektrumanalysator und Kanalmonitor ... 9
8 Sendereinstellungen und Kalibrierung ... 10
8.1 Datenraten und Qualität ... 10
8.2 Kalibrierung mit aufgebrachten Lasten ... 10
8.3 Kalibrierung nach Kalibrierschein ... 10
8.4 Erweiterte Kalibrierung ... 10
8.5 Erweiterte Einstellungen ... 11
9 Batterien und Batterielaufzeit ... 11
9.1 Batterielaufzeit ... 11
9.2 Auswahl und Gebrauch der Batterien ... 11
10 Antenne und Funkreichweite ... 11
10.1 Funkreichweite ... 11
10.2 Beste Reichweite erzielen ... 12
11 Fehlersuche ... 12
12 Zulassungen und Konformität ... 12
12.1 Europa (CE) ... 12
12.2 Kanada (IC) ... 13
12.3 USA (FCC) ... 13

1 Zu diesem Handbuch

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

Der EFMC ist ein Funksender für DMS-Aufnehmer – Wägezellen, Drehmomentaufnehmer, Dehnungsmessstreifen und Druckmodule – in einem dichten IP67-Gehäuse mit zwei AA-Zellen darin. Dieses Handbuch gilt für alle Empfindlichkeitsoptionen.

1.1 Erfasste Ausführungen

Option	Empfindlichkeit (Bestellangabe)	Bemerkung
Standard	± 3,1 mV/V	
Option A	± 4,5 mV/V	erweiterter Bereich
Option B	20 mV/V	hoher Bereich
Herstellertyp	T24-ACMi-SA (Option A: Endung -A, Option B: Endung -B)	

1.2 Schreibweise

Einträge, Schaltflächen und Seiten der Konfigurationssoftware stehen in Festbreitenschrift, zum Beispiel **`Pair`** oder **`System Zero`**. Hinweise:

Hinweis	Bedeutung
Wichtig	Die folgenden Anweisungen besonders beachten.
Hinweis	Weitere Informationen.

2 Sicherheit und Einsatzbedingungen

Wichtig Der EFMC ist nicht für sicherheitskritische Anwendungen zugelassen, also für Anwendungen, bei denen ein Ausfall des Produkts nach vernünftigem Ermessen schwere Verletzungen oder den Tod zur Folge haben kann.

- Den EFMC nur mit zwei AA-Zellen im Gehäuse versorgen; die Höchstspannung beträgt 1,8 V je Zelle (Kapitel 9).
- Das Gehäuse ist nur mit passenden Leitungen in der Kabelverschraubung (3,0 … 6,5 mm Durchmesser) und sauberer Dichtung nach IP67 dicht (Kapitel 4).
- Nach dem Öffnen des Gehäuses das Antennenkabel vor dem Schließen wieder anschließen.
- Zwischen der Antenne und allen Personen jederzeit einen Abstand von mindestens 5 cm einhalten und den EFMC nicht am selben Ort wie eine andere Antenne oder einen anderen Sender aufstellen oder zusammen mit diesen betreiben (kanadische Zulassung, Kapitel 12).

3 Produktbeschreibung

3.1 Überblick

Der EFMC misst eine DMS-Brücke in 4-Leiter-Schaltung, liefert ihre 5-V-Speisung und sendet den Messwert per Funk mit einstellbarer Rate von einmal am Tag bis zu 200-mal je Sekunde. Mehrere Empfänger können die Messwerte gleichzeitig nutzen: die Handanzeige EFMD, die Großanzeige EFMG, ein PC mit der USB-Basisstation EFME oder andere kompatible Empfänger wie Analogausgänge und Relaismodule. Zwischen den Sendungen schläft der Sender, was eine lange Batterielaufzeit ergibt. Konfiguration und Kalibrierung – mit aufgebrachten Lasten oder nach Kalibrierschein, mit bis zu 9 Linearisierungspunkten – erfolgen per Funk mit der Software T24 Toolkit und einer Basisstation.

- Zwei-Wege-Funk: Kalibrierung und Konfiguration per Funk, Schlafen und Wecken per Funk, Batterieprüfung per Funk; die mV/V-Kalibrierung ist im Sender gespeichert.
- Lizenzfrei 2,4 GHz, Reichweite bis 800 m im freien Feld (Kapitel 10).
- IP67-Gehäuse 80 × 62 × 34 mm mit Kabelverschraubung, Schraubklemmen und innenliegender Antenne.

3.2 Technische Daten

Messung (1000-Ω-Brücke, 2,5 mV/V, 3 V Versorgung, 25 °C)

Merkmal	Wert
Speiseschaltung	4-Leiter

Merkmal	Wert
Brückenspeisung	5 V DC (4,5 … 5,25 V)
Brückenwiderstand	85 … 5000 Ω; bis zu vier 350-Ω-Brücken parallel (kürzere Batterielaufzeit)
Größte Empfindlichkeit	Standard ± 3,1 mV/V · Option A ± 5,3 mV/V · Option B ± 21,0 mV/V (Werte der Spezifikation; bestellt werden die Optionen als ± 4,5 mV/V und 20 mV/V)
Messrichtung	bidirektional (Zug und Druck)
Werkskalibrierung	2,5 mV/V; Anwenderkalibrierung mit bis zu 9 Punkten
Temperaturstabilität des Nullpunkts	typ. 1, max. 4 ppm/°C
Temperaturstabilität der Verstärkung	typ. 3, max. 5 ppm/°C
Langzeitstabilität des Nullpunkts	typ. 20, max. 80 ppm vom Messbereich (gegenüber dem ursprünglichen Nullpunkt, zu jeder Zeit)
Langzeitstabilität der Verstärkung	max. 30 ppm vom Messbereich (erstes Jahr)
Nichtlinearität vor Linearisierung	typ. 5, max. 25 ppm vom Messbereich
Interne Auflösung	16 000 000 · 24 bit
Rauschfreie Auflösung	bis 400 000 · 18,75 bit (Tabelle 3.3)
Sendeintervall	5 ms … 1 Tag (bis zu 200 Messwerte je Sekunde)

Funk

Merkmal	Wert
Lizenz	lizenzfrei
Funkart	Sender-Empfänger (Zwei-Wege)
Funkfrequenz	2,4000 … 2,4835 GHz
Kanäle	15 (DSSS)
Modulation	MS (QPSK)
Datenrate	250 kbit/s
Sendeleistung	10 mW (einstellbar 0 … 100 %, Voreinstellung 100 %)
Antenne	Antenne A (Leiterplattenantenne, Inverted-F, 3,0 dBi) im Gehäuse, unter dem Deckel
Reichweite	bis 800 m im freien Feld (Kapitel 10)
Koexistenz · Verschlüsselung	Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee · 128 bit AES

Versorgung

Merkmal	Wert
Batterien	2 × AA im Gehäuse, max. 1,8 V je Zelle
Versorgungsspannung	2,1 … 3,6 V DC, typ. 3,0 V; bei 2,1 V hört das Modul auf zu arbeiten
Strom, Bereitschaft / Stromsparbetrieb	typ. 5 µA, max. 20 µA
Strom, Normalbetrieb (1-kΩ-Brücke)	typ. 60 mA, max. 65 mA
Spitzenstrom	300 mA für 250 µs (Start, Wecken, Stromsparbetrieb)
Batterielaufzeit	Kapitel 9

Umgebung und Mechanik

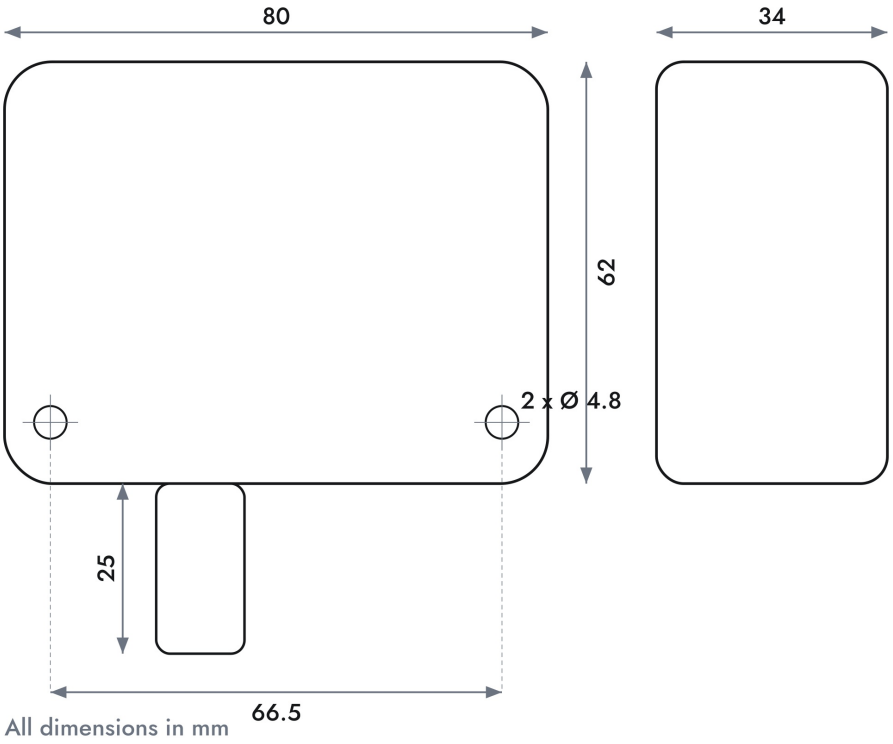
Merkmal	Wert
Betriebstemperatur	–20 … +55 °C
Lagertemperatur	–40 … +85 °C (ohne Batterien)
Luftfeuchte	0 … 95 % r. F., nicht kondensierend
Schutzart	IP67 / NEMA 4 mit Leitungen von 3,0 … 6,5 mm Durchmesser in der Kabelverschraubung
Abmessungen	80 × 62 × 34 mm; die Kabelverschraubung ragt 25 mm über eine Längsseite hinaus
Befestigung	2 Bohrungen Ø 4,8 mm, Abstand 66,5 mm
Deckel	4 Kreuzschlitzschrauben Nr. 2
Anschluss	5-polige Schraubklemme im Gehäuse

3.3 Rauschfreie Auflösung

Die rauschfreie Auflösung hängt von der im Toolkit eingestellten Messzeit ab (Kapitel 8):

Messzeit	Rauschfreie Auflösung	Bit
< 10 ms	50 000	15,5
< 50 ms	65 000	16
< 100 ms	150 000	17,25
< 1000 ms	250 000	18
> 1000 ms	400 000	18,75

3.4 Abmessungen



Maße in mm. Befestigungsbohrungen 2 × Ø 4,8 mm.

4 Installation

4.1 Befestigung

– Das Gehäuse hat zwei Befestigungsbohrungen (Ø 4,8 mm, Abstand 66,5 mm). Sie liegen außerhalb der Dichtung, werden aber vom Deckel abgedeckt, was den Befestigungsmitteln einen gewissen Umgebungsschutz gibt.

– Das Gehäuse kann auch durch die Rückwand befestigt werden; dann ist eine Dichtung nötig, um die Schutzart zu erhalten.

– Das Gehäuse nach Möglichkeit so montieren, dass die Längsachse der Antenne (innen, unter dem Deckel) im Betrieb senkrecht steht, und Metallgegenstände und -strukturen nach Möglichkeit mindestens 1 m davon fernhalten (Kapitel 10).

4.2 Gehäuse öffnen und schließen

– Der Deckel ist mit 4 Kreuzschlitzschrauben Nr. 2 befestigt: die vier Schrauben herausdrehen und den Deckel abheben.

– Die Klemmen sind zugänglich, wenn die rechte Abdeckplatte im Inneren angehoben wird. Diese Platte trägt die Antenne.

– Beim Zusammenbau besonders darauf achten, dass das graue Antennenkabel (UFL-Stecker) an der Antennenbuchse angeschlossen ist.

– Die Dichtung sitzt im Unterteil. Vor dem Schließen sicherstellen, dass sich keine Schmutzpartikel in der Dichtungsnut oder am Deckel befinden – sie mindern die Dichtwirkung.

4.3 Kabelführung an der Antenne

Wichtig Antennenkabel und Wägezellenkabel nicht über oder nahe am Antennenelement verlegen. Das Antennenkabel entlang der Massefläche der Antennenplatine führen; ein Kabel nahe am aktiven Element verringert die Reichweite.

4.4 Umgebungsschutz

– Das Gehäuse ist nach IP67 dicht, wenn der richtige Leitungsdurchmesser verwendet wird: 3,0 … 6,5 mm. Dünnere Leitungen können verwendet werden, wenn sie mit einer Hülse auf einen größeren Durchmesser gebracht werden.

– Bei Montage im Freien die Leitung mit einer Tropfschlaufe verlegen: Die Leitung verlässt die Kabelverschraubung, läuft unter die Verschraubung nach unten und wieder nach oben, damit an der Leitung herablaufendes Regenwasser am tiefsten Punkt abtropft, statt die Verschraubung zu erreichen.

5 Elektrischer Anschluss

5.1 Batterien

Das Gehäuse nimmt zwei AA-Zellen auf; die Höchstspannung beträgt 1,8 V je Zelle. Die Zellen in die Batteriehalterung im Gehäuse einsetzen. Batterieauswahl und Batterielaufzeit: Kapitel 9.

5.2 Klemmen für den Aufnehmer

Klemme	Funktion
1	Schirm
2	– Speisung
3	– Signal
4	+ Signal
5	+ 5 V Speisung

5.3 Aufnehmer anschließen

– 4-Leiter-Anschluss; Brückenwiderstand 85 … 5000 Ω.

– Bis zu vier 350-Ω-Brücken können parallel angeschlossen werden, auf Kosten einer kürzeren Batterielaufzeit.

– Die Leitung zwischen Sender und Brücke kürzer als 3 m und allgemein so kurz wie möglich halten: Bei einer 4-Leiter-Messung wirken sich Spannungsabfälle in einer längeren Leitung stärker auf die mV/V-Werkskalibrierung aus.

– Die Messung ist bidirektional: Zug und Druck.

5.4 Schirmanschluss

Situation	Schirm
Aufnehmer vom Sender entfernt, Kabelschirm NICHT mit dem Gehäuse des Aufnehmers verbunden	Kabelschirm an Klemme 1 (Schirm) anschließen
Aufnehmer vom Sender entfernt, Kabelschirm mit dem Gehäuse des Aufnehmers verbunden	Kabelschirm NICHT an Klemme 1 anschließen
Sender im Aufnehmer integriert oder sehr nahe daran, auf einem Metallgehäuse	durch Versuch ermitteln, ob Klemme 1 mit dem Gehäuse verbunden werden soll (Verbindung so kurz wie möglich): Funksignal und Messwertqualität im Toolkit mit und ohne Verbindung aufzeichnen; macht es keinen Unterschied, die Verbindung herstellen

6 Das T24-Funksystem

Der EFMC ist Teil eines modularen Funksystems. Seine Messwerte können von mehreren Empfängern gleichzeitig genutzt werden, zum Beispiel von der Handanzeige EFMD, der Großanzeige EFMG oder einem PC mit der USB-Basisstation EFME. Die Funkmodule arbeiten lizenzfrei im 2,4-GHz-Band. Die Einstellungen und Begriffe dieses Kapitels werden gebraucht, um ein solches System zu konfigurieren, in Betrieb zu nehmen, zu optimieren und Fehler zu suchen.

6.1 Sender und Empfänger

Alle Module des Systems sind Sender-Empfänger, jedes arbeitet aber überwiegend als Sender oder als Empfänger. Sender wie der EFMC messen und senden in einem vom Anwender festgelegten Takt Nachrichten mit dem Messwert und Statusinformationen. Empfänger nutzen diese Nachrichten, um sie anzuzeigen, auszuwerten oder auszugeben, und können Sender auch schlafen legen oder wecken.

Ein PC mit Basisstation wird nur zum Konfigurieren der Module gebraucht, kann aber Teil eines Datenerfassungssystems sein. Einmal konfiguriert, arbeiten die Module selbstständig.

6.2 Funkkanal und Gruppenschlüssel

- Funkkanal: Das Funkband ist in 15 Kanäle (1 … 15) unterteilt. Zwei Module können nur auf demselben Kanal Nachrichten austauschen. Kanal 16 ist für das Pairing reserviert.
- Gruppenschlüssel: trennt Gruppen von Modulen auf demselben Kanal. Module sehen die Nachrichten der anderen nur, wenn sie denselben Gruppenschlüssel haben. Der Schlüssel wird vom Anwender festgelegt und hat bis zu 15 alphanumerische Zeichen.
- Gruppenschlüssel wurden mit der Funk-Firmware v3.0 (März 2015) eingeführt. Neuere Module arbeiten mit älteren zusammen, dann muss der Gruppenschlüssel aber leer bleiben.

Wenn das Toolkit mit einem Modul pairt, übernimmt die Basisstation Funkkanal und Gruppenschlüssel dieses Moduls. Um mehreren Modulen dieselben Einstellungen zu geben, entweder nacheinander mit jedem einzelnen pairen und Kanal und Gruppenschlüssel einstellen, oder zuerst die Basisstation konfigurieren und dann das Werkzeug für die Funkeinstellungen entfernter Module verwenden (Kapitel Toolkit, „Funkeinstellungen“).

6.3 ID und Data Tag

Jedes Modul hat eine eindeutige, sechsstellige hexadezimale ID (0 … 9, A … F), zum Beispiel **FF1234**, die im Werk vergeben wird und zum Konfigurieren dient. Ein Sender sendet seine ID nicht mit: Seine Nachrichten tragen einen vierstelligen hexadezimalen Data Tag. Im Werk ist der Data Tag auf die letzten vier Zeichen der ID gesetzt; er kann geändert werden.

Empfänger wählen Nachrichten nach dem Data Tag aus. Ein Sender kann daher ausgetauscht werden, ohne die Empfänger neu zu konfigurieren: dem Ersatzgerät denselben Data Tag, Funkkanal und Gruppenschlüssel geben.

6.4 Betriebsarten und Schlafverzögerung

Betriebsart	Was der Sender tut
Normalbetrieb	nimmt einen Messwert auf, sendet eine Nachricht und geht bis zur nächsten Messung in einen Zustand sehr geringer Leistungsaufnahme
Konfiguration	unterbricht seine Nachrichten und bleibt wach, damit er konfiguriert werden kann; wird durch Pairing mit dem Toolkit aufgerufen; danach kehrt das Modul in den Normalbetrieb zurück
Schlafmodus	wird von anderen Modulen schlafen gelegt oder legt sich selbst schlafen, wenn seine Nachrichten nicht mehr genutzt werden; kann bei Bedarf von anderen Modulen oder per Software über die Basisstation geweckt werden

Schlafverzögerung: Die meisten Empfänger und die T24-Software senden Wachhalte-Nachrichten, wenn sie Nachrichten eines Senders empfangen, meist alle 5 Sekunden. Ist die Schlafverzögerung ohne Wachhalte-Nachricht abgelaufen, legt sich der Sender schlafen. Die Schlafverzögerung auf mindestens 10 Sekunden stellen; sie kann bis zu einer Stunde betragen, zum Beispiel wenn der Empfänger eine Zeit lang außer Reichweite ist, der Sender aber weiterarbeiten muss. Übliche Werte sind 30 bis 300 Sekunden. Eine Schlafverzögerung von 0 schaltet die Funktion ab: Der Sender schläft dann nur, wenn er dazu aufgefordert wird.

6.5 Pairing

Beim Pairing werden die Funkeinstellungen (Funkkanal und Gruppenschlüssel) zweier Module ermittelt und angeglichen; dabei kann ein Sender in den Konfigurationsbetrieb versetzt werden. Weil ein Modul tief in andere Geräte eingebaut sein kann, wird das Pairing durch Trennen und Wiederanlegen der Versorgung des Moduls ausgelöst – beim EFMC: eine Batterie aus der Halterung nehmen.

– Pairing aus dem T24 Toolkit: das Modul von der Versorgung trennen, im Toolkit auf **`Pair`** klicken und die Versorgung innerhalb von 10 Sekunden wieder anlegen. Die Basisstation übernimmt die Funkeinstellungen des Moduls und versetzt es in den Konfigurationsbetrieb. Das Pairing mit dem Toolkit ändert die Funkeinstellungen des Moduls nicht.

– Pairing von einem Empfänger aus: Manche Empfänger, zum Beispiel Handanzeigen, können ohne Toolkit mit einem Sender pairen (siehe Handbuch des Empfängers). Der Sender übernimmt dann die Funkeinstellungen des Empfängers und arbeitet einfach im Normalbetrieb weiter.

– Soft Pairing: Ist die Versorgung des Moduls nicht erreichbar, kann sich das Toolkit ohne Aus- und Wiedereinschalten verbinden. Die Basisstation muss dazu auf Funkkanal und Gruppenschlüssel des Moduls eingestellt sein, und die eindeutige ID des Moduls muss bekannt sein. Sender mit einem Sendeintervall über 5 Sekunden lassen sich unter Umständen nur schwer per Soft Pairing verbinden; in Funkumgebungen mit viel Verkehr oder starken Störungen kann das Soft Pairing fehlschlagen – dann durch Aus- und Wiedereinschalten pairen.

6.6 Funkverkehr, Repeater und Aufzeichnung

– Jede Nachricht dauert etwa 3 ms. In der Praxis stehen je Funkkanal etwa 200 Nachrichten je Sekunde zur Verfügung – zum Beispiel für 2 Module mit 100 Nachrichten je Sekunde oder 100 Module mit 1 Nachricht je Sekunde. Module auf demselben Kanal teilen sich diese Kapazität auch mit unterschiedlichen Gruppenschlüsseln; je mehr Sender, desto mehr Nachrichten gehen durch Kollisionen verloren.

– Module, die nicht miteinander kommunizieren müssen, können auf getrennte Kanäle gelegt werden.

– 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, deren Nachrichten er wiederholt. Die Einstellung Repeater-Untergruppe (Voreinstellung 0) begrenzt, welche Nachrichten wiederholt werden; sie muss nur geändert werden, wenn der Kanal sehr voll ist.

– Sender senden in ihrem eigenen Intervall, gerechnet ab dem Wecken oder Einschalten, ohne Synchronisation. Aufzeichnungssoftware speichert den zuletzt empfangenen Wert jedes Senders; die Werte eines Datensatzes können daher bis zu einem Sendeintervall auseinanderliegen. Müssen Messwerte innerhalb einer bestimmten Zeit zueinander aufgenommen werden, das Sendeintervall auf diese Zeit stellen; das Aufzeichnungsintervall sollte immer länger sein als das Sendeintervall.

7 Konfiguration mit dem T24 Toolkit

7.1 Was gebraucht wird

– Die Konfigurationssoftware T24 Toolkit für Windows. Sie ist kostenlos; die aktuelle Version bitte bei octogon anfragen. Zur Installation **`setup.exe`** ausführen und den Anweisungen folgen.

– Eine an den PC angeschlossene Basisstation, zum Beispiel die USB-Basisstation EFME: in einen USB-Anschluss stecken.

– Der EFMC, dessen Versorgung für das Pairing zugänglich ist.

Im Toolkit ist jeder änderbare Eintrag grün dargestellt. Ein Klick darauf öffnet ein Dialogfenster mit Schieberegler, Textfeld oder Liste für den neuen Wert.

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

7.2 Verbindung mit dem EFMC

– Base station communications: den Schnittstellentyp der Basisstation wählen (bei einer seriellen Basisstation auch COM-Port und Baudrate). Die Adresse der Basisstation ist meist 1. Auf **`Home`** klicken. Kommt keine Verbindung zustande, bleibt das Toolkit auf dieser Seite – prüfen, ob die Basisstation versorgt und richtig angeschlossen ist.

– Pairing: auf der Seite **`Home`** den EFMC von der Versorgung trennen (eine Batterie aus der Halterung nehmen), auf **`Pair`** klicken und die Versorgung innerhalb von 10 Sekunden wieder anlegen. Steht die Verbindung, zeigt das Toolkit die Seite Information. Schlägt das Pairing fehl, erneut versuchen.

– Solange das Toolkit verbunden ist, unterbricht der Sender meist seine normalen Sendungen. Nach Abschluss der Konfiguration kehrt er in den Normalbetrieb zurück.
– Um die angeschlossene Basisstation selbst zu konfigurieren, die Umschalttaste halten und auf **`Pair`** klicken.
– Ist die Versorgung des Moduls nicht erreichbar, Soft Pairing verwenden: unten auf der Seite Home auf den Link **`Click Here`** klicken und den Anweisungen folgen (siehe „Pairing" im vorigen Kapitel).

7.3 Seite Information

Zeigt das verbundene Modul. Der Name kann in eine kurze Beschreibung geändert werden, an der das Modul später wiederzuerkennen ist. Die Symbole zeigen, welche Funktionen das Modul unterstützt (farbig) und welche nicht (grau): Kalibrierung geschützt, Gruppenschlüssel unterstützt, Gruppenschlüssel eingestellt, Funk mit erweiterter Reichweite (seit 2015) und Funk v4.0 (bessere Leistung in schwierigen Funkumgebungen).

7.4 Batterie- und Funkpegel

– LQI (Anzeige der Verbindungsqualität): 0 … 100. Im ganzen Bereich ist Kommunikation möglich; gegen 0 kann sie aussetzen.
– Batteriespannung des Senders mit dem einstellbaren **`Low Battery Level`**, bei dem das Modul eine schwache Batterie meldet; unterhalb dieses Pegels wird der Balken orange. Bei 2,1 V hört das Modul auf zu arbeiten.
– **`Advanced`**: RSSI, der Empfangspegel, von etwa –30 dB (gutes Signal) bis –98 dB (schwaches Signal), und CV, der Korrelationswert, von 55 (schlecht) bis 110 (ausgezeichnet).

7.5 Funkeinstellungen

Eintrag	Funktion
Channel	Funkkanal 1 … 15, Voreinstellung 1; mit dem Spektrumanalysator einen freien Kanal suchen
Group Key	nur Module mit gleichem Gruppenschlüssel kommunizieren miteinander; nur bei Modulen sichtbar, die Gruppenschlüssel unterstützen; leer lassen, um mit älteren Modulen zu arbeiten
Reset Module Only	neue Funkeinstellungen wirken erst nach einem Reset oder Aus- und Wiedereinschalten: Diese Schaltfläche lässt das Modul sie übernehmen und hält die Basisstation auf den alten Einstellungen
Reset Module and Base Station	lässt Modul und Basisstation die neuen Einstellungen übernehmen und verbindet neu
Repeater Subgroup (Advanced)	Voreinstellung 0: jeder Repeater wiederholt die Nachrichten dieses Moduls
Werkzeug Funkeinstellungen entfernter Module (Advanced)	stellt eine Reihe von Modulen auf die Funkeinstellungen der Basisstation: Modul von der Versorgung trennen, auf den Link **`Click Here`** klicken, Versorgung anlegen; für jedes Modul wiederholen

7.6 Sichern und Wiederherstellen

`Save` schreibt alle Einstellungen des verbundenen Moduls einschließlich der Kalibrierung in eine Datei mit der Endung **`.tcf`**. **`Restore`** lädt eine solche Datei in dasselbe oder ein anderes Modul und überschreibt alle seine Einstellungen einschließlich der Anwenderkalibrierung.

7.7 Spektrumanalysator und Kanalmonitor

Der Spektrumanalysator zeigt die Funkpegel auf allen Kanälen. Er dient vor der Installation zur Standortprüfung und bei schlechter Kommunikation:

– Weiße Kurve: der Pegel in Echtzeit – zeigt, wo andere Funkgeräte aktiv sind.
– Schattierte Fläche: der Spitzenpegel über die Zeit – zeigt, wo der Verkehr am stärksten ist.
– Rote Kurve: der Mindestpegel. In einer ruhigen Umgebung ist sie nicht zu sehen. Solange sie unter der Schwelle der Kanalbelegungsprüfung (CCA) der Funkmodule bleibt, arbeitet das System; Kanäle mit niedrigem Mindestpegel vorziehen. Oberhalb von etwa –95 dB beginnt die erreichbare Reichweite zu sinken.
– Funk-Firmware bis v3.x sendet nicht, solange das Signal über ihrer CCA-Schwelle liegt; v4.0 hat eine überarbeitete Schwelle für gestörte Umgebungen, v5.0 eine adaptive.
– Ein Doppelklick auf das Diagramm setzt Spitzen- und Mindestwerte zurück.

Der Kanalmonitor listet die von Sendern empfangenen Nachrichten: Data Tag, Anzahl der Nachrichten, Rate, Verbindungsqualität, Wert und Fehler. Die Basisstation muss auf demselben Funkkanal sein und denselben Gruppenschlüssel

verwenden wie die Sender. Schaltflächen: Kanalreiter (Kanal der Basisstation wechseln), **`Clear List`**, **`Wake All`** (weckt alle Module auf dem Kanal mit passendem Gruppenschlüssel), **`Start Logging`** (CSV-Datei mit Data Tag, verstrichener Zeit in ms und Wert), **`View Last Log`** und **`Move Group Channel`** (verlegt alle Module mit gleichem Kanal und Gruppenschlüssel und danach die Basisstation auf einen neuen Kanal – verlegt werden nur Module, die geweckt werden können).

8 Sendereinstellungen und Kalibrierung

Im Toolkit mit dem EFMC pairen (voriges Kapitel). Mit den folgenden Seiten werden Sendung, Kalibrierung und erweiterte Einstellungen festgelegt.

8.1 Datenraten und Qualität

Eintrag	Funktion
Transmit Interval	Sendeintervall in ms; Voreinstellung 300, etwa 3 Nachrichten je Sekunde, geeignet zum Ablesen an einer Handanzeige; längere Intervalle verlängern die Batterielaufzeit
Sample Time	Zeit in ms, in der der Eingang vor dem Senden des Werts abgetastet wird: 5 ms bis nahezu zum Sendeintervall; kürzer heißt längere Batterielaufzeit, aber geringere rauschfreie Auflösung (Tabelle in den technischen Daten)
Low Power Mode	Yes für jeden batteriebetriebenen Sender: Das Modul schläft zwischen den Sendungen, was die Batterielaufzeit stark beeinflusst. No nur für Sonderfälle, z. B. eine Master-Slave-Anordnung mit einem PC
Battery Type, Usable Capacity	keine Moduleinstellungen – Eingaben für den Batterielaufzeit-Rechner. Nutzbare Kapazität in Ah, gezählt bis 2,1 V (1,05 V je Zelle bei zwei Zellen)
Sensor Resistance	Eingabe für den Batterielaufzeit-Rechner: Widerstand der angeschlossenen Brücke in Ω
Usage Per 24 Hour Period	Eingabe für den Batterielaufzeit-Rechner: Stunden je Tag, in denen ein Empfänger eingeschaltet ist und mit dem Sender kommuniziert

Der Batterielaufzeit-Rechner geht vom günstigsten Fall aus: 20 °C und eine Batterie mit ausreichend niedrigem Innenwiderstand oder ein geeigneter Kondensator parallel zur Batterie (Kapitel Batterien). Temperatur und Innenwiderstand werden nicht berücksichtigt.

8.2 Kalibrierung mit aufgebrachten Lasten

Halbautomatische Kalibrierung mit bekannten Eingangsgrößen, einschließlich Linearisierung, die automatisch angewendet wird:

- Anzahl der Punkte festlegen: 2 für eine lineare Kalibrierung, 3 … 9 für eine Kalibrierung mit Linearisierung.
- Festlegen, welche Lasten in aufsteigender Reihenfolge aufgebracht werden.
- Für jeden Punkt den Wert in technischen Einheiten eingeben, den der Sender melden soll.
- Jede Eingangsgröße nacheinander aufbringen, einschwingen lassen und für diesen Punkt auf **`Acquire`** klicken. Ein Punkt kann erneut erfasst werden; **`Start Again`** beginnt die Kalibrierung neu.

Wichtig Das mV/V-Signal der Wägezelle muss von Kalibrierpunkt zu Kalibrierpunkt steigen.

Unten auf der Seite stehen der Eingangswert und ab dem zweiten Punkt der kalibrierte Wert. **`System Zero`** zieht einen festen Wert von allen folgenden Messwerten ab, zum Beispiel das Gewicht einer Schlinge, eines Schäkels oder einer Ladefläche: aufbringen und auf die Schaltfläche klicken. Die Systemnull wird nichtflüchtig im Sender gespeichert und kann auf der Seite Advanced bearbeitet werden.

8.3 Kalibrierung nach Kalibrierschein

Mit **`By Cert.`** wird nach der Kalibriertabelle oder dem Kalibrierschein des Aufnehmers kalibriert, ohne ihn anzuschließen: Anzahl der Punkte (2 … 9), für jeden Punkt den Eingangswert (z. B. in mV/V) und den gewünschten Wert in technischen Einheiten eingeben, dann auf **`Calibrate`** klicken.

8.4 Erweiterte Kalibrierung

Mit **`Advanced`** werden Verstärkung und Offset für jeden Kalibrierpunkt direkt eingegeben, zum Beispiel aus einer Kalibriertabelle berechnete Werte. Zwischen den Punkten werden Verstärkung und Offset linear interpoliert; unterhalb von

Punkt 1 und oberhalb von Punkt 9 wird der Eingang extrapoliert. Die Systemnull kann hier eingestellt oder auf null gesetzt werden, um sie aufzuheben.

Der Eingangswert (mV/V) wird beginnend mit Punkt 1 mit den Punkten verglichen; für den gefundenen Punkt wird der Messwert berechnet als: Wert = (Eingang × Verstärkung) – Offset.

8.5 Erweiterte Einstellungen

Eintrag	Funktion
Sleep Delay	Zeit in Sekunden, nach der der Sender in den Tiefschlaf zurückkehrt, wenn keine Wachhalte-Nachricht eintrifft; Voreinstellung 60 s
Data Tag	kennzeichnet die gesendeten Daten; Voreinstellung die letzten 4 Zeichen der Seriennummer. Ändern, wenn zwei Sender auf demselben Kanal dieselben letzten 4 Zeichen haben, und sie danach erneut mit dem Empfänger pairen
Startup Time	verzögert die Messung nach dem Wecken für Aufnehmer mit langsamem Anlauf, auf Kosten der Batterielaufzeit; für DMS-Eingänge auf 0 stellen
Transmit Power	0 … 100 %, Voreinstellung 100 %

Diese Einstellungen müssen normalerweise nicht geändert werden.

9 Batterien und Batterielaufzeit

9.1 Batterielaufzeit

Batterien	Betrieb	Batterielaufzeit
2 × AA	dauernd eingeschaltet, 3 Messwerte je Sekunde, 350-Ω-Wägezelle, Stromsparbetrieb	3 Wochen
2 × AA	12 Sitzungen à 5 Minuten je Tag, 3 Messwerte je Sekunde, 350-Ω-Wägezelle	2 Jahre
2 × AA	1 Sendung je Sekunde	5 Monate

Das Toolkit schätzt die Laufzeit für die aktuellen Einstellungen (Kapitel 8, Datenraten und Qualität). Die Batterielaufzeit wird vor allem vom Sendeintervall, der Messzeit und der Zeit bestimmt, in der der Sender wach ist.

9.2 Auswahl und Gebrauch der Batterien

- Die nutzbare Kapazität hängt von der Temperatur ab: Je niedriger die Temperatur, desto weniger Ladung kann eine Batterie abgeben. Den Betriebstemperaturbereich der vorgesehenen Batterien prüfen.
- Batterien sind nur begrenzt lagerfähig; eine Alkalizelle hält typisch etwa 5 Jahre.
- Ein niedriger Innenwiderstand ist wichtig: Der Sender braucht beim Start, beim Wecken und im Stromsparbetrieb eine kurze Stromspitze (300 mA für 250 µs). Batterien mit einem Innenwiderstand über 150 mΩ brauchen unter Umständen ein zusätzliches Kondensatormodul, um diese Spitze zu liefern.
- Die Batterielaufzeit wird optimiert durch Stromsparbetrieb, ein langes Sendeintervall, nur die nötige Auflösung (Messzeit), Schlaf-/Weck-Konfiguration und eine passende Schlafverzögerung.

10 Antenne und Funkreichweite

Im EFMC ist die Antenne A (Leiterplattenantenne, Inverted-F, 3,0 dBi) im Gehäuse eingebaut: Sie ist Teil der Abdeckplatte über dem Anschlussraum und wird vom Gehäusedeckel abgedeckt. Weitere Montageanforderungen an die Antenne gibt es nicht; die Kabelführung nach Abschnitt 4.3 beachten.

10.1 Funkreichweite

Empfänger	Größte Reichweite, freies Feld
Handanzeige EFMD, Großanzeige EFMG (Antenne A)	800 m
USB-Basisstation EFME (integrierte Antenne)	600 m

Prüfbedingungen: freies Gelände, Sender auf einem 3 m hohen Mast, Empfänger 1,5 m über dem Boden. Die Reichweite der USB-Basisstation EFME kann geringer sein, weil sie sich nahe am Computer und am Anwender befindet.

10.2 Beste Reichweite erzielen

Bei 2,4 GHz hängt die Funkleistung stark von der Umgebung ab. Jede Struktur in der Nähe der Funkmodule bewirkt Abschattung (ein Hindernis verdeckt die Sichtlinie – geringere Reichweite), Verzerrung des Abdeckungsmusters (Gegenstände nahe der Antenne) und Reflexion (Signale kommen auf Umwegen an – geringere Reichweite oder schlechte Verbindungsqualität). Die Folge sind ein niedrigerer RSSI, mehr verlorene Nachrichten und im Extremfall gar kein Signal.

- Sichtlinie zwischen den Modulen halten und Gegenstände und Strukturen nach Möglichkeit mindestens 1 m von den Antennen fernhalten.
- Eine kleine Änderung der Antennenhöhe über dem Boden verbessert oft den Empfang.
- Unter Wasser beträgt die Reichweite je nach Nachrichtenrate nur etwa 100 mm. Die besten Ergebnisse bringen niedrige Nachrichtenraten und wasserdichte Antennen, die ins Wasser eintauchen, statt wasserdichter Gehäuse mit den Antennen darin.

11 Fehlersuche

Symptom	Was zu prüfen ist
Das Toolkit bleibt auf der Seite der Basisstation	Prüfen, ob die Basisstation versorgt und richtig angeschlossen ist; bei einer seriellen Basisstation COM-Port und Baudrate prüfen.
Pairing schlägt fehl	Versorgung trennen, auf **`Pair`** klicken, Versorgung innerhalb von 10 s wieder anlegen; erneut versuchen. Soft Pairing kann bei Sendeintervallen über 5 s oder in belebten oder gestörten Funkumgebungen fehlschlagen – durch Aus- und Wiedereinschalten pairen.
Keine Messwerte im Kanalmonitor oder am Empfänger	Basisstation und Empfänger müssen auf demselben Funkkanal sein und denselben Gruppenschlüssel verwenden wie der Sender. Der Sender schläft vielleicht: wecken (**`Wake All`**) und seine Schlafverzögerung prüfen (mindestens 10 s).
Einstellung Gruppenschlüssel nicht vorhanden	Das Modul wurde vor Einführung der Gruppenschlüssel (2015) gebaut. Um mit solchen Modulen zusammenzuarbeiten, den Gruppenschlüssel leer lassen.
Zwei Sender zeigen dieselben Daten	Beide haben denselben Data Tag (gleiche letzte 4 Zeichen der ID): den Data Tag eines der beiden ändern und erneut mit dem Empfänger pairen.
Aussetzende Kommunikation, geringe Reichweite	LQI, RSSI und CV prüfen (Toolkit, Batterie- und Funkpegel); mit dem Spektrumanalysator einen ruhigeren Kanal suchen; Metall und andere Gegenstände von den Antennen fernhalten.
Geringe Reichweite nur in der Nähe des PCs	Ungeschirmte USB-3.0-Anschlüsse können Funkstörungen abstrahlen. Einen USB-Anschluss abseits der USB-3.0-Anschlüsse oder ein kurzes USB-Verlängerungskabel verwenden.
Sender hört auf zu arbeiten	Batteriespannung zu niedrig – das Modul hört bei 2,1 V auf zu arbeiten. Batterien tauschen und die Schwelle für schwache Batterie prüfen.
Messwerte unruhig oder verschoben bei langer Aufnehmerleitung	Die Leitung zwischen Sender und Brücke kürzer als 3 m halten; Spannungsabfälle in einer längeren Leitung beeinflussen die mV/V-Werkskalibrierung (4-Leiter-Messung).
Wasser im Gehäuse	Leitungen mit 3,0 … 6,5 mm Durchmesser in der Kabelverschraubung verwenden, Dichtung und Dichtungsnut sauber halten und eine Tropfschlaufe vorsehen (Kapitel 4).

12 Zulassungen und Konformität

Regionale Zulassungen weltweit: Europa – CE, USA – FCC, Kanada – IC. Hier sind nicht alle Normen aller Länder aufgeführt. Der Anwender trägt die volle Verantwortung dafür, die Anforderungen jedes Landes, in dem das Produkt verwendet oder vertrieben wird, zu kennen und zu erfüllen.

12.1 Europa (CE)

Erfüllt die EMV-Richtlinie 2014/30/EU und die Funkanlagenrichtlinie 2014/53/EU (Europäische Gemeinschaft, Schweiz, Norwegen, Island und Liechtenstein). Dieses Gerät erfüllt die grundlegenden Anforderungen und die übrigen einschlägigen Bestimmungen der Richtlinie 2014/53/EU.

Wichtig Andere Antennen dürfen verwendet werden, Antennen mit einem Gewinn über 3 dBi sind jedoch streng verboten.

Die EU-Konformitätserklärung für die T24-Produktreihe vom 16. Oktober 2017 nennt die Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU, die EMV-Richtlinie 2014/30/EU, die RoHS-Richtlinie 2011/65/EU und die Funkanlagenrichtlinie 2014/53/EU auf Grundlage der harmonisierten Normen EN 61326-1:2013, EN 61326-2-3:2013, EN 61010-1:2010 und EN 300 328 V2.1.1. Die Erklärung ist auf Anfrage bei octogon erhältlich.

12.2 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 solche, die einen unerwünschten Betrieb des Geräts verursachen können.

Nach den Vorschriften von Industry Canada darf dieser Funksender nur mit einer Antenne eines Typs und mit einem höchsten (oder geringeren) Gewinn betrieben werden, die Industry Canada für den Sender zugelassen hat. Um mögliche Funkstörungen anderer Nutzer zu verringern, sind Antennentyp und Gewinn so zu wählen, dass die äquivalente isotrope Strahlungsleistung (EIRP) nicht größer ist als für eine erfolgreiche Kommunikation nötig. Der Funksender ist von Industry Canada für den Betrieb mit den unten aufgeführten Antennentypen zugelassen; Antennentypen, die nicht in dieser Liste stehen und einen größeren Gewinn als den für diesen Typ angegebenen Höchstgewinn haben, dürfen mit diesem Gerät keinesfalls verwendet werden.

Antenne	Gewinn	Antennentyp
Antenne A	3 dBi	Inverted-F
Antenne C	2,2 dBi	Halbwellendipol
Integriert	1,3 dBi	Chipantenne

Wichtig Um die Grenzwerte von Industry Canada für die HF-Strahlenbelastung der Allgemeinbevölkerung einzuhalten, müssen die für diesen Sender verwendeten Antennen so installiert werden, dass zwischen dem Strahler (Antenne) und allen Personen jederzeit ein Abstand von mindestens 5 cm eingehalten wird; sie dürfen nicht am selben Ort wie eine andere Antenne oder ein anderer Sender aufgestellt oder zusammen mit diesen betrieben werden.

12.3 USA (FCC)

Familie RA24, Modelle i und e, FCC ID: VHARA24.

– Dieses Gerät entspricht Teil 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 solche, die einen unerwünschten Betrieb verursachen können.

– Dieses Gerät hält die FCC-Grenzwerte für die Strahlenbelastung in einer unkontrollierten Umgebung ein. Endanwender müssen die besonderen Bedienungsanweisungen zur Einhaltung der HF-Belastungsgrenzen befolgen. Dieser Sender darf nicht am selben Ort wie eine andere Antenne oder ein anderer Sender aufgestellt oder zusammen mit diesen betrieben werden.

– Änderungen oder Umbauten, die nicht ausdrücklich von der für die Konformität verantwortlichen Stelle genehmigt sind, können die Berechtigung des Anwenders zum Betrieb des Geräts erlöschen lassen.

Zur Verwendung mit der integrierten Antenne, den Antennen A bis E und den unten aufgeführten Antennen:

Herstellercode	Beschreibung	Gewinn
DELTA7A	Dualband-Stabantenne 2,4 oder 5,8 GHz mit Klappfuß	2,1 dBi
DELTA14	kurze WiFi-/WLAN-Antenne	2,0 dBi
DELTA15/SMAM/RA/RP11	2,4-GHz-Winkelantenne RPSMA	2,0 dBi
1699481	AUREL ANT.RP SMA 2.4 GHz	2,0 dBi
537-785	EAD, WiFi-Antenne FBKR35068-RS-KR	2,0 dBi