OCTOGON

HANDBUCH

EFMF

FUNKMODUL FÜR DMS-BRÜCKEN

Installations- und Bedienungsanleitung



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

Dieses Handbuch beschreibt den Einbau des OEM-Sendemoduls für DMS-Brücken EFMF in einen Aufnehmer oder ein Produkt – Mechanik, Antennen, Versorgung und Anschluss – sowie Konfiguration und Kalibrierung, das Funksystem, in dem es arbeitet, die Fehlersuche und die Funkzulassungen mit den Anforderungen an OEM-Integratoren.

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 ... 4
3.3 Rauschfreie Auflösung ... 5
4 Mechanischer Einbau ... 5
4.1 Abmessungen und Befestigungsbohrungen ... 5
4.2 Gehäuse des Produkts ... 5
4.3 Ausführung mit Chipantenne ... 5
4.4 Ausführung mit externer Antenne ... 6
5 Elektrischer Anschluss ... 6
5.1 Lötstützpunkte ... 6
5.2 Versorgung ... 7
5.3 Aufnehmer anschließen ... 7
5.4 Schirmanschluss ... 7
6 Das T24-Funksystem ... 7
6.1 Sender und Empfänger ... 7
6.2 Funkkanal und Gruppenschlüssel ... 8
6.3 ID und Data Tag ... 8
6.4 Betriebsarten und Schlafverzögerung ... 8
6.5 Pairing ... 8
6.6 Funkverkehr, Repeater und Protokollierung ... 9
7 Konfiguration mit dem T24 Toolkit ... 9
7.1 Was man braucht ... 9
7.2 Mit dem EFMF verbinden ... 9
7.3 Seite Information ... 9
7.4 Batterie- und Funkpegel ... 9
7.5 Funkeinstellungen ... 10
7.6 Sichern und wiederherstellen ... 10
7.7 Spektrumanalysator und Kanalmonitor ... 10
8 Sendereinstellungen und Kalibrierung ... 10
8.1 Datenraten und Qualität ... 10
8.2 Kalibrierung mit aufgebrachten Lasten ... 11
8.3 Kalibrierung nach Kalibrierschein ... 11
8.4 Erweiterte Kalibrierung ... 11
8.5 Erweiterte Einstellungen ... 12
9 Batterien und Batterielaufzeit ... 12
9.1 Batterielaufzeit ... 12
9.2 Batterien und Anschlüsse wählen ... 12
10 Antennen und Funkreichweite ... 13
10.1 Funkreichweite ... 13
10.2 Die größte Reichweite erreichen ... 13
11 Fehlersuche ... 13
12 Zulassungen und Konformität ... 14
12.1 Europa (CE) ... 14
12.2 Kanada (IC) ... 14
12.3 USA (FCC) ... 14
12.4 Anforderungen an die OEM-Integration ... 15

1 Zu diesem Handbuch

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

Der EFMF ist ein Funksender für Aufnehmer mit DMS-Brücke auf einer kleinen Platine, gemacht zum Einbau in Wägezellen, Drehmomentaufnehmer, DMS-Aufnehmer und Druckmodule. Dieses Handbuch gilt für beide Antennenausführungen und alle Empfindlichkeitsoptionen.

1.1 Erfasste Ausführungen

Version	Antenne	Hinweis
Chipantenne	keramische Chipantenne auf der Platine	integrierte Antenne
Externe Antenne	UFL-Buchse für eine externe Antenne (Kapitel 4.4)	
Empfindlichkeit (Bestellbezeichnung)	Standard ± 3,1 mV/V · Option A ± 4,5 mV/V · Option B 20 mV/V	für beide Antennenausführungen
Herstellertyp	T24-SAi (Chipantenne), T24-SAe (externe Antenne)	

1.2 Schreibweise

Elemente, Schaltflächen und Seiten der Konfigurationssoftware sowie Padnamen stehen in Festbreitenschrift, zum Beispiel **`Pair`** oder **`+EXC`**. Hinweise:

Hinweis	Bedeutung
Wichtig	Die folgenden Anweisungen aufmerksam befolgen.
Hinweis	Weitere Informationen.

2 Sicherheit und Einsatzbedingungen

Wichtig Der EFMF ist nicht für sicherheitskritische Anwendungen zugelassen, also Anwendungen, bei denen ein Ausfall des Produkts erwartungsgemäß schwere Verletzungen oder den Tod verursachen würde.

- Das Modul ist nicht verpolungsgeschützt. Die höchste Versorgungsspannung beträgt 3,6 V.
- Das Modul ist nicht gegen Umwelteinflüsse geschützt; das Produkt, in das es eingebaut wird, muss den Schutz bieten.
- Die Befestigungsbohrung nahe den Lötstützpunkten ist direkt mit der Batteriemasse des Moduls verbunden. In die Befestigungsbohrung nahe der Chipantenne dürfen keine metallischen Befestigungsteile.
- Zwischen Antenne und allen Personen jederzeit mindestens 5 cm Abstand halten und das Modul nicht zusammen mit einer anderen Antenne oder einem anderen Sender aufstellen oder betreiben (kanadische Zulassung, Kapitel 12).
- Nur zugelassene Antennen verwenden. Der Hersteller des Endprodukts muss die Anforderungen an die OEM-Integration in Abschnitt 12.4 erfüllen.

3 Produktbeschreibung

3.1 Überblick

Der EFMF misst eine 4-Leiter-DMS-Brücke, liefert ihr die 5-V-Speisung und sendet den Messwert über Funk mit einer einstellbaren Rate von einmal je Tag bis 200-mal je Sekunde. Dank seiner geringen Größe lässt er sich ins Aufnehmergehäuse einbauen, so dass der Aufnehmer kabellos wird, ohne dass ein Kabel das Gehäuse verlässt. Mehrere Empfänger können die Messwerte gleichzeitig nutzen: die Handanzeige EFMD, die Großanzeige EFMG, ein PC mit der USB-Basisstation EFME oder andere passende Empfänger. Zwischen den Sendungen schläft das Modul oder kann von anderen Geräten ganz abgeschaltet werden; das erlaubt mehrere Jahre Betrieb mit zwei Alkalizellen. Konfiguration und Kalibrierung, mit bis zu 9 Linearisierungspunkten, erfolgen über Funk mit der Software T24 Toolkit und einer Basisstation.

- Bidirektionaler Funk: Kalibrierung und Konfiguration, Schlafen und Wecken sowie Batterieprüfung über Funk; die mV/V-Kalibrierung ist im Modul gespeichert.
- Lizenzfrei 2,4 GHz; Reichweite je nach Antenne und Empfänger bis 800 m (Kapitel 10).
- Platine 37,5 × 16,8 × 6,6 mm mit 9 Lötstützpunkten.

3.2 Technische Daten

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

Merkmal	Wert
Speiseschaltung	4-Leiter
Brückenspeisung	5 V DC (4,5 … 5,25 V)
Brückenwiderstand	85 … 5000 Ω; bis zu vier 350-Ω-Brücken parallel (kürzere Batterielaufzeit)
Höchste Empfindlichkeit	Standard ± 3,1 mV/V · Option A ± 5,3 mV/V · Option B ± 21,0 mV/V (Spezifikationswerte; 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
Nullpunktdrift	typ. 1, max. 4 ppm/°C
Verstärkungsdrift	typ. 3, max. 5 ppm/°C
Langzeitstabilität des Nullpunkts	typ. 20, max. 80 ppm vom Messbereich (gegenüber dem ursprünglichen Nullpunkt, jederzeit)
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 200 Messwerte je Sekunde)

Funk

Merkmal	Wert
Lizenz	lizenzfrei
Funkart	Sender-Empfänger (bidirektional)
Funkfrequenz	2,4000 … 2,4835 GHz
Kanäle	15 (DSSS)
Modulation	MS (QPSK)
Messrate	250 kbit/s
Sendeleistung	10 mW (einstellbar 0 … 100 %, Voreinstellung 100 %)
Antenne	Ausführung Chipantenne: keramische Chipantenne (Helix), 1,3 dBi · Ausführung extern: UFL-Buchse für die Antennen A … E (Abschnitt 4.4)
Reichweite	bis 800 m im freien Feld, je nach Antenne und Empfänger (Kapitel 10)
Verträglichkeit · Verschlüsselung	Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee · 128 bit AES

Versorgung

Merkmal	Wert
Versorgungsspannung	2,1 … 3,6 V DC, typ. 3,0 V; nicht verpolungsgeschützt; bei 2,1 V hört das Modul auf zu arbeiten
Restwelligkeit der Versorgung	max. 50 mV AC Spitze-Spitze
Strom, Ruhe- / Stromsparbetrieb	typ. 5 µA, max. 20 µA
Strom, Normalbetrieb (1-kΩ-Brücke)	typ. 60 mA, max. 65 mA
Spitzenstrom	die Versorgung muss 300 mA für 250 µs liefern können (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	keine – das Modul ist nicht gegen Umwelteinflüsse geschützt
Abmessungen	37,5 × 16,8 × 6,6 mm (L × B × H)
Anschlüsse	9 Lötstützpunkte: durchkontaktierte Bohrungen Ø 1,0 mm, Raster 1,9 mm
Befestigung	2 Bohrungen Ø 2,1 mm (Kapitel 4)

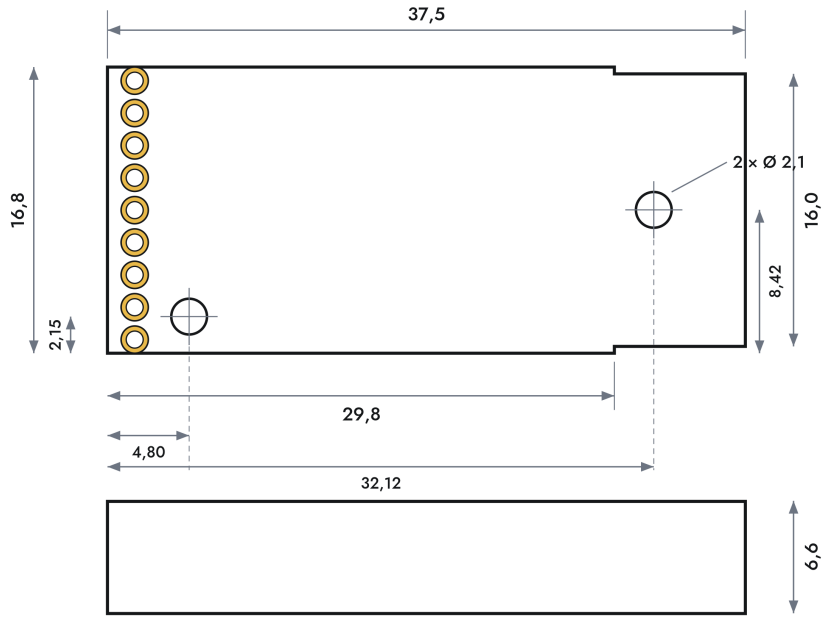
3.3 Rauschfreie Auflösung

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

4 Mechanischer Einbau

4.1 Abmessungen und Befestigungsbohrungen



9 Durchkontaktierungen Ø 1,0 im Raster 1,9 · alle Maße in mm

Maße in mm, Platine von der Bestückungsseite gesehen.

– Es gibt zwei Befestigungsbohrungen (Ø 2,1 mm). Die Bohrung nahe den Lötstützpunkten nimmt eine M2-Schraube oder die amerikanische Entsprechung #0-80 auf.
– Höhe des Moduls: 6,6 mm.

Wichtig Keine Schraube #2 verwenden. Die Bohrung nahe den Lötstützpunkten ist direkt mit der Batteriemasse des Moduls verbunden. In die Bohrung nahe der Chipantenne dürfen keine metallischen Befestigungsteile.

4.2 Gehäuse des Produkts

– Bevorzugte Gehäusewerkstoffe sind Glasfaserkunststoff, helles ABS oder Polypropylen. Andere Werkstoffe dämpfen das 2,4-GHz-Signal, brechen es oder ändern seine Polarisation; dunkle Farben durch Zusatz von Kohlenstoff können das Funksignal dämpfen.
– Muss das Modul in ein Metallgehäuse eingebaut werden, die angegebenen Freiräume um die Antenne einhalten und ein HF-Fenster aus Glasfaserkunststoff vorsehen, mindestens so groß wie die Freiraummaße, am besten so groß wie möglich.

4.3 Ausführung mit Chipantenne

Die keramische Chipantenne sitzt am Platinenende gegenüber den Lötstützpunkten.

– Im Umkreis von 7 mm um die Längskanten der Antenne und von 20 mm um ihre Schmalkanten dürfen sich keine metallischen Gegenstände befinden.
– Das Modul so ausrichten, dass die Chipantenne senkrecht steht, wenn das Produkt in seiner normalen Betriebslage ist.

4.4 Ausführung mit externer Antenne

Das Modul kann beliebig montiert werden; die Einschränkungen gelten für die Antenne. Zugelassene Antennen für die UFL-Buchse:

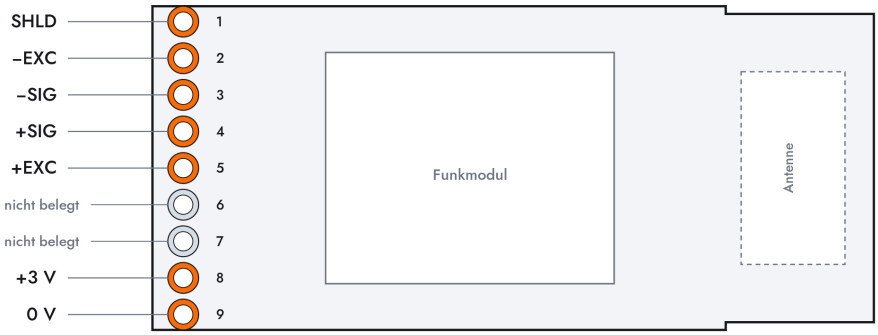
Antenne	Bauart	Gewinn	Anschluss	Schutz
Antenne A	Leiterplattenantenne, Inverted F, zum Einbau in Gehäuse aus Kunststoff oder Glasfaserkunststoff	3,0 dBi	100-mm-Kabel, UFL-Stecker	–
Antenne B	Halbwellendipol, fester Winkelfuß, für Außenmontage	1,1 dBi	RPSMA, 100-mm-Adapterkabel RPSMA auf UFL	IP67
Antenne C	Halbwellendipol, Gelenkfuß, für Außenmontage	2,2 dBi	RPSMA, 100-mm-Adapterkabel RPSMA auf UFL	IP67
Antenne D	Puck-Antenne (Inverted F) für eine Außenfläche, 53 mm Durchmesser, 19 mm hoch	3,0 dBi	0,66-m-Kabel, RPSMA-Stecker	IP69K
Antenne E	Puck-Antenne (Inverted F) nahe am Modul, 53 mm Durchmesser, 19 mm hoch	3,0 dBi	60-mm-Kabel, UFL-Stecker	IP69K

– Antenne A: für eine ebene Fläche in einem Gehäuse aus Kunststoff oder Glasfaserkunststoff, direkt am Modul angeschlossen. Die Antennenplatine misst 58 × 20 mm und braucht an allen Kanten 3,0 mm Freiraum, auch zum HF-Fenster (freie Fläche 64 × 26 mm). Ihre Längsachse möglichst senkrecht ausrichten. Das Antennenkabel entlang der Massefläche führen; kein Kabel oder Draht darf über oder nahe dem Antennenelement verlaufen.
– Antennen B und C: für Außenmontage an einer RPSMA-Durchführungs- oder Gehäusebuchse (meist eine 6,4-mm-Bohrung), am Ende des 100-mm-Adapterkabels mit UFL-Stecker oder am Ende einer Zuleitungsverlängerung – meist nicht länger als 2 m. Das Element senkrecht und möglichst mindestens 1 m von großen Metallgegenständen entfernt montieren. Der Anwender muss die Durchführung im nötigen Maß abdichten.
– Antennen D und E: 10-mm-Bohrung durch Material bis 3,0 mm Dicke mit Mutter und Zahnscheibe, bei dickerem Material allein mit dem Klebepad; Gewindelänge 6 mm. Die breite Seite zum Gegengerät richten (nach oben bei Geräten, die darüber vorbeifahren). D (0,66-m-Kabel) für die Außenseite eines großen Gehäuses oder Schranks oder eine andere Außenfläche abseits des Moduls; E (60-mm-Kabel) nahe am Modul, auf Metall- oder Kunststoffgehäusen oder Wänden.

Wichtig Zulassungen: In Europa sind Antennen mit einem Gewinn über 3 dBi verboten; in Kanada sind nur Antenne A, Antenne C und die integrierte Antenne zugelassen; für die USA siehe Abschnitt 12.3.

5 Elektrischer Anschluss

5.1 Lötstützpunkte



9 LÖTSTÜTZPUNKTE: DURCHKONTAKTIERUNGEN Ø 1,0 mm, RASTER 1,9 mm
Sensor: 4-Leiter-Brücke 85 … 5000 Ω · bis zu vier 350-Ω-Brücken · Kabel unter 3 m
Versorgung: 3 V, max. 3,6 V · kein Verpolungsschutz

Lötstützpunkte von der Bestückungsseite gesehen.

Pad	Name	Funktion
1	**SHLD**	Schirm
2	**-EXC**	– Speisung
3	**-SIG**	– Signal
4	**+SIG**	+ Signal
5	**+EXC**	+ Speisung (5 V)
6	–	nicht belegt (keine Funktion angegeben)
7	–	nicht belegt (keine Funktion angegeben)
8	**+ 3V Supply**	+ 3 V Versorgung
9	**0V Supply**	0 V Versorgung

Die Lötstützpunkte sind durchkontaktierte Bohrungen Ø 1,0 mm im Raster 1,9 mm.

5.2 Versorgung

Eine 3-V-Versorgung oder Batterien an die Lötstützpunkte 8 (+) und 9 (0 V) anschließen.

Wichtig Das Modul ist nicht verpolungsgeschützt! Die Höchstspannung beträgt 3,6 V!

- Versorgungsbereich 2,1 … 3,6 V DC, Restwelligkeit max. 50 mV Spitze-Spitze.
- Die Versorgung muss beim Start, beim Wecken und im Stromsparbetrieb 300 mA für 250 µs liefern können.
- Batterien, Batteriehalter und Batterielaufzeit: Kapitel 9.

5.3 Aufnehmer anschließen

- 4-Leiter-Anschluss an die Lötstützpunkte 1 … 5; Brückenwiderstand 85 … 5000 Ω.
- Bis zu vier 350-Ω-Brücken können parallel angeschlossen werden, auf Kosten einer kürzeren Batterielaufzeit.
- Das Kabel zwischen Modul und Brücke kürzer als 3 m und allgemein so kurz wie möglich halten: Bei einer 4-Leiter-Messung wirken sich Spannungsabfälle in einem längeren Kabel stärker auf die mV/V-Werkskalibrierung aus.
- Die Messung ist bidirektional: Zug und Druck.

5.4 Schirmanschluss

Fall	Schirm
Aufnehmer vom Modul entfernt, Kabelschirm NICHT mit dem Aufnehmergehäuse verbunden	Kabelschirm an Lötstützpunkt 1 (**SHLD**) anschließen
Aufnehmer vom Modul entfernt, Kabelschirm mit dem Aufnehmergehäuse verbunden	Kabelschirm NICHT an Lötstützpunkt 1 anschließen
Modul im Aufnehmer eingebaut oder sehr nahe daran, auf einem Metallgehäuse	durch Versuch ermitteln, ob Lötstützpunkt 1 mit dem Gehäuse verbunden wird (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 EFMF ist Teil eines modularen Funksystems. Seine Messwerte können mehrere Empfänger gleichzeitig nutzen, zum Beispiel die Handanzeige EFMD, die Großanzeige EFMG oder ein PC mit der USB-Basisstation EFME. Die Funkgeräte arbeiten lizenzfrei im 2,4-GHz-Band. Die Einstellungen und Begriffe dieses Kapitels braucht man, um ein solches System zu konfigurieren, einzusetzen, zu optimieren und Fehler zu suchen.

6.1 Sender und Empfänger

Alle Module des Systems sind Sender-Empfänger, jedes arbeitet aber hauptsächlich als Sender oder als Empfänger. Sender wie der EFMF messen und senden Nachrichten mit Wert und Statusinformationen in einer vom Anwender festgelegten Rate. 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 einer Datenerfassung sein. Einmal konfiguriert, arbeiten die Module selbstständig.

6.2 Funkkanal und Gruppenschlüssel

- Funkkanal: Das Funkband ist in 15 Kanäle (1 … 15) geteilt. 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 gibt es seit der Funk-Firmware v3.0 (März 2015). Neuere Module arbeiten mit älteren zusammen, dann muss der Gruppenschlüssel aber leer bleiben.

Pairt sich das Toolkit mit einem Modul, übernimmt die Basisstation Funkkanal und Gruppenschlüssel dieses Moduls. Um mehreren Modulen dieselben Einstellungen zu geben, entweder nacheinander mit jedem 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**, im Werk vergeben und zum Konfigurieren verwendet. Ein Sender sendet seine ID nicht aus: Seine Nachrichten tragen einen vierstelligen hexadezimalen Data Tag. Im Werk wird der Data Tag auf die letzten vier Zeichen der ID gesetzt; er lässt sich ändern.

Empfänger wählen Nachrichten über den Data Tag aus. Ein Sender kann deshalb getauscht werden, ohne die Empfänger neu zu konfigurieren: dem Ersatz denselben Data Tag, Funkkanal und Gruppenschlüssel geben.

6.4 Betriebsarten und Schlafverzögerung

Betriebsart	Was der Sender tut
Normal	misst, 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
Sleep	wird von anderen Modulen schlafen gelegt oder schläft selbst ein, wenn seine Nachrichten nicht mehr verwendet werden; kann bei Bedarf von anderen Modulen oder von Software über die Basisstation geweckt werden

Schlafverzögerung: Die meisten Empfänger und die T24-Software senden Wachhaltenachrichten, wenn sie Nachrichten eines Senders empfangen, meist alle 5 Sekunden. Ist die Schlafverzögerung ohne Wachhaltenachricht abgelaufen, schläft der Sender ein. Die Schlafverzögerung auf mindestens 10 Sekunden stellen; sie lässt sich auf bis zu eine Stunde stellen, etwa wenn der Empfänger eine Zeit lang außer Reichweite ist, der Sender aber weiterarbeiten muss. Üblich sind 30 bis 300 Sekunden. Eine Schlafverzögerung von 0 schaltet die Funktion ab: Der Sender schläft dann nur auf Befehl.

6.5 Pairing

Beim Pairing werden die Funkeinstellungen (Funkkanal und Gruppenschlüssel) zweier Module ermittelt und angeglichen; ein Sender kann dabei in den Konfigurationsbetrieb versetzt werden. Weil ein Modul tief in anderen Geräten verbaut sein kann, wird das Pairing durch Aus- und Wiedereinschalten der Versorgung des Moduls ausgelöst – beim EFMF: seine Versorgung trennen.

- Pairing aus dem T24 Toolkit: Versorgung des Moduls trennen, im Toolkit **`Pair`** anklicken und die Versorgung innerhalb von 10 Sekunden wieder anlegen. Die Basisstation übernimmt die Funkeinstellungen des Moduls und versetzt es in den Konfigurationsbetrieb. Pairing mit dem Toolkit ändert die Funkeinstellungen des Moduls nicht.
- Pairing von einem Empfänger aus: Manche Empfänger, zum Beispiel Handanzeigen, können sich 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 auf Funkkanal und Gruppenschlüssel des Moduls eingestellt und die eindeutige ID des Moduls bekannt sein. Sender mit einem Sendeintervall über 5 Sekunden lassen sich unter Umständen schwer per Soft Pairing verbinden; bei viel Funkverkehr oder starkem Rauschen kann Soft Pairing scheitern – dann durch Aus- und Wiedereinschalten pairen.

6.6 Funkverkehr, Repeater und Protokollierung

– Jede Nachricht dauert etwa 3 ms. Praktisch stehen je Funkkanal etwa 200 Nachrichten je Sekunde zur Verfügung – zum Beispiel 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 verschiedenen 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, die er wiederholt. Die Einstellung Repeater-Untergruppe (Voreinstellung 0) begrenzt, welche Nachrichten wiederholt werden; ändern muss man sie nur, wenn der Kanal sehr voll ist.

– Sender senden in ihrem eigenen Intervall, gerechnet ab dem Wecken oder Einschalten, ohne Synchronisierung. Protokollier-Software zeichnet den zuletzt empfangenen Wert jedes Senders auf; die Werte eines Protokolleintrags können daher bis zu einem Sendeintervall auseinanderliegen. Müssen Messwerte innerhalb einer bestimmten Zeit zueinander erfasst werden, das Sendeintervall auf diese Zeit stellen; das Protokollintervall sollte immer länger sein als das Sendeintervall.

7 Konfiguration mit dem T24 Toolkit

7.1 Was man braucht

– Die Konfigurationssoftware T24 Toolkit für Windows. Sie ist kostenlos; die aktuelle Fassung bitte bei octogon anfragen. Installieren durch Ausführen von **`setup.exe`** und Befolgen der Anweisungen.

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

– Der EFMF, mit zum Pairing erreichbarer Versorgung.

Im Toolkit ist jedes änderbare Element grün dargestellt. Anklicken öffnet einen Dialog mit Schieberegler, Textfeld oder Liste für den neuen Wert.

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

7.2 Mit dem EFMF verbinden

– Kommunikation mit der Basisstation: Schnittstellenart der Basisstation wählen (bei einer seriellen Basisstation auch COM-Anschluss und Baudrate). Die Adresse der Basisstation ist meist 1. **`Home`** anklicken. Kommt keine Verbindung zustande, bleibt das Toolkit auf dieser Seite – prüfen, ob die Basisstation versorgt und richtig angeschlossen ist.

– Pairing: Auf der Seite **`Home`** die Versorgung des EFMF trennen, **`Pair`** anklicken 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 sein normales Senden. Nach Abschluss der Konfiguration kehrt er in den Normalbetrieb zurück.

– Um die angeschlossene Basisstation selbst zu konfigurieren, die Umschalttaste halten und **`Pair`** anklicken.

– Ist die Versorgung des Moduls nicht erreichbar, Soft Pairing verwenden: den Link **`Click Here`** unten auf der Seite Home anklicken 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 man das Modul später wiedererkennt. Die Funktionssymbole zeigen, was das Modul unterstützt (farbig) und was nicht (grau): Kalibrierung geschützt, Gruppenschlüssel unterstützt, Gruppenschlüssel eingestellt, Funk mit erweiterter Reichweite (seit 2015) und Funk v4.0 (bessere Leistung in gestörten Funkumgebungen).

7.4 Batterie- und Funkpegel

– LQI (Kennwert der Verbindungsqualität): 0 … 100. Kommunikation ist im ganzen Bereich möglich; gegen 0 kann sie aussetzen.

– Batteriespannung des Senders, mit dem einstellbaren **`Low Battery Level`**, bei dem das Modul eine schwache Batterie meldet; darunter 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 (sehr gut).

7.5 Funkeinstellungen

Merkmal	Funktion
Channel	Funkkanal 1 … 15, Voreinstellung 1; mit dem Spektrumanalysator einen freien Kanal suchen
Group Key	nur Module mit gleichem Gruppenschlüssel kommunizieren; nur bei Modulen sichtbar, die Gruppenschlüssel unterstützen; leer lassen für den Betrieb mit älteren Modulen
Reset Module Only	neue Funkeinstellungen wirken erst nach Rücksetzen 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 für die Funkeinstellungen entfernter Module (Advanced)	setzt eine Reihe von Modulen auf die Funkeinstellungen der Basisstation: Versorgung des Moduls trennen, den Link **`Click Here`** anklicken, 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. Für eine Standortprüfung vor der Installation und bei schlechter Kommunikation verwenden:

– Weiße Kurve: der aktuelle Signalpegel – 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 sichtbar. Solange sie unter der CCA-Schwelle (Clear Channel Assessment) der Funkgeräte bleibt, arbeitet das System; Kanäle mit niedrigem Mindestpegel vorziehen. Über 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 verrauschte Umgebungen, v5.0 eine selbstanpassende.

– Ein Doppelklick auf die Darstellung 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: Kanalregister (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 sich wecken lassen).

8 Sendereinstellungen und Kalibrierung

Im Toolkit mit dem EFMF pairen (voriges Kapitel). Auf den folgenden Seiten werden Senden, Kalibrierung und erweiterte Einstellungen festgelegt.

8.1 Datenraten und Qualität

Merkmal	Funktion
Transmit Interval	Sendeintervall in ms; Voreinstellung 300, etwa 3 Nachrichten je Sekunde, geeignet zum Ablesen an einer Handanzeige; längere Intervalle ergeben eine längere Batterielaufzeit

Merkmal	Funktion
Sample Time	Zeit in ms, während der das Eingangssignal erfasst wird, bevor der Wert gesendet wird: 5 ms bis fast zum Sendeintervall; kürzer bedeutet 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 in Sonderfällen, z. B. einer Master-Slave-Anordnung mit einem PC
Battery Type, Usable Capacity	keine Moduleinstellungen – Eingaben für die Batterielaufzeit-Schätzung. Nutzbare Kapazität in Ah, gerechnet bis 2,1 V (1,05 V je Zelle bei zwei Zellen)
Sensor Resistance	Eingabe für die Batterielaufzeit-Schätzung: Widerstand der angeschlossenen Brücke in Ω
Usage Per 24 Hour Period	Eingabe für die Batterielaufzeit-Schätzung: Stunden je Tag, in denen ein Empfänger eingeschaltet ist und mit dem Sender kommuniziert

Die Batterielaufzeit-Schätzung geht vom günstigsten Fall aus: 20 °C und eine Batterie mit ausreichend geringem 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 Eingangssignalen, 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 aufgebracht werden, in aufsteigender Reihenfolge.
- Für jeden Punkt den Wert in technischen Einheiten eingeben, den der Sender melden soll.
- Jedes Eingangssignal nacheinander anlegen, einschwingen lassen und für diesen Punkt **`Acquire`** anklicken. Ein Punkt kann erneut erfasst werden; **`Start Again`** beginnt die Kalibrierung neu.

Wichtig Das mV/V-Signal der Wägezelle muss von einem Kalibrierpunkt zum nächsten 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 die Schaltfläche anklicken. Die Systemnull wird nichtflüchtig im Sender gespeichert und kann auf der Seite Advanced bearbeitet werden.

8.3 Kalibrierung nach Kalibrierschein

`By Cert.` anklicken, um nach der Kalibriertabelle oder dem Kalibrierschein des Aufnehmers zu kalibrieren, ohne ihn anzuschließen: Anzahl der Punkte (2 … 9), für jeden Punkt das Eingangssignal (z. B. in mV/V) und den gewünschten Wert in technischen Einheiten eingeben, dann **`Calibrate`** anklicken.

8.4 Erweiterte Kalibrierung

`Advanced` anklicken, um Verstärkung und Offset für jeden Kalibrierpunkt direkt einzugeben, zum Beispiel aus einer Kalibriertabelle berechnete Werte. Zwischen den Punkten werden Verstärkung und Offset linear interpoliert; unter Punkt 1 und über Punkt 9 wird das Eingangssignal extrapoliert. Die Systemnull lässt sich hier einstellen oder zum Entfernen auf null setzen.

Das Eingangssignal (mV/V) wird ab Punkt 1 mit den Punkten verglichen; für den gefundenen Punkt wird der Messwert berechnet als: Wert = (Eingangssignal × Verstärkung) – Offset.

8.5 Erweiterte Einstellungen

Merkmal	Funktion
Sleep Delay	Zeit in Sekunden, nach der der Sender in den Tiefschlaf zurückkehrt, wenn keine Wachhaltenachricht kommt; 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
LED Mirror to Digital Output	Yes: Der Digitalausgang ist jedes Mal aktiv, wenn die LED des Moduls aktiv ist – nützlich, wenn das Modul vergossen oder eingebaut ist, um eine zweite, außen angebrachte LED anzusteuern. Die Unterlagen nennen nicht, welcher Lötstützpunkt den Digitalausgang führt; bei octogon nachfragen.
Transmit Power	0 … 100 %, Voreinstellung 100 %

Diese Einstellungen müssen normalerweise nicht geändert werden.

9 Batterien und Batterielaufzeit

9.1 Batterielaufzeit

Batterien	Nutzung (3 Messwerte je Sekunde, 350-Ω-Wägezelle, Stromsparbetrieb)	Batterielaufzeit
2 × AA	dauernd eingeschaltet	3 Wochen
2 × AA	12 Sitzungen à 5 Minuten je Tag	2 Jahre
2 × D	dauernd eingeschaltet	3,5 Monate
2 × D	12 Sitzungen à 5 Minuten je Tag	5 Jahre

Das Toolkit gibt eine Schätzung für die aktuellen Einstellungen (Kapitel 8, Datenraten und Qualität). Die nutzbare Kapazität wird bis 2,1 V gerechnet, also 1,05 V je Zelle bei zwei Zellen.

9.2 Batterien und Anschlüsse wählen

– Die nutzbare Kapazität hängt von der Temperatur ab: Je tiefer 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 geringer 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 für diese Spitze.

– Die Batterielaufzeit wird verlängert durch Stromsparbetrieb, ein langes Sendeintervall, nur die nötige Auflösung (Messzeit), Schlaf-/Weckkonfiguration und eine passende Schlafverzögerung.

– Die Verbindungen zwischen Batterie und Modul so kurz und dick wie möglich halten – jeder Spannungsabfall verkürzt die nutzbare Batterielaufzeit.

– Batteriehalter mit Federn nur auf einer Seite können die Batterie bei Stößen oder Schwingungen kurz trennen. Das setzt das Modul zurück oder weckt es aus dem Tiefschlaf – ein Modul an einem Fahrzeug erreicht dann womöglich nicht die berechnete Batterielaufzeit. Eine Schlafverzögerung bringt es nach einer Zeit ohne Aktivität in den Tiefschlaf zurück. Ein Standard-Batteriehalter ist eine schlechte Wahl, wo Schwingungen auftreten.

– Korrodierte Kontakte erhöhen den Widerstand; ein dichtes Gehäuse verhindert das.

– Akkus: bedenken, wie das Ladegerät angeschlossen und abgedichtet wird, wann geladen werden kann und ob die Ladespannung die höchste Versorgungsspannung des Moduls (3,6 V) überschreitet.

10 Antennen und Funkreichweite

10.1 Funkreichweite

Modulausführung / Antenne	Empfänger	Größte Reichweite, freies Feld
Chipantenne	Handanzeige EFMD, Großanzeige EFMG (Antenne A)	600 m
Chipantenne	USB-Basisstation EFME (integrierte Antenne)	500 m
Externe Antenne A, D oder E	Handanzeige EFMD, Großanzeige EFMG	800 m
Externe Antenne A, D oder E	USB-Basisstation EFME	600 m
Externe Antenne B oder C	alle oben genannten	400 m

Prüfbedingungen: freies Feld, Sender an der Spitze eines 3-m-Masts, Empfänger 1,5 m über dem Boden. Die Reichweite der USB-Basisstation EFME kann geringer sein, weil sie nahe an Rechner und Anwender ist.

10.2 Die größte Reichweite erreichen

Bei 2,4 GHz hängt die Funkleistung stark von der Umgebung ab. Jedes Bauwerk nahe den Funkgeräten verursacht Abschattung (ein Hindernis verdeckt die Sichtlinie – weniger Reichweite), Verzerrung des Abdeckungsdiagramms (Gegenstände nahe der Antenne) und Reflexion (Signale kommen auf Umwegen an – weniger Reichweite oder schlechte Verbindungsqualität). Die Folge sind ein niedrigerer RSSI, mehr verlorene Nachrichten und im Extremfall gar kein Signal.

- Sichtlinie zwischen den Modulen erhalten und Gegenstände und Bauwerke nach Möglichkeit mindestens 1 m von den Antennen entfernt halten.
- Schon eine kleine Änderung der Antennenhöhe über Grund verbessert oft den Empfang.
- Unter Wasser beträgt die Reichweite je nach Nachrichtenrate nur etwa 100 mm. Am besten sind niedrige Nachrichtenraten und wasserdichte Antennen, die ins Wasser getaucht sind, statt wasserdichter Gehäuse mit den Antennen darin.

11 Fehlersuche

Symptom	Was prüfen
Das Toolkit bleibt auf der Seite der Basisstation	Prüfen, ob die Basisstation versorgt und richtig angeschlossen ist; bei einer seriellen Basisstation COM-Anschluss und Baudrate prüfen.
Pairing schlägt fehl	Versorgung trennen, **`Pair`** anklicken, Versorgung innerhalb von 10 s wieder anlegen; erneut versuchen. Soft Pairing kann bei Sendeintervallen über 5 s oder in belebten oder verrauschten Funkumgebungen scheitern – durch Aus- und Wiedereinschalten pairen.
Keine Messwerte im Kanalmonitor oder an einem Empfänger	Basisstation und Empfänger müssen auf demselben Funkkanal sein und denselben Gruppenschlüssel verwenden wie der Sender. Der Sender schläft womöglich: wecken (**`Wake All`**) und seine Schlafverzögerung prüfen (mindestens 10 s).
Einstellung Gruppenschlüssel nicht verfügbar	Das Modul wurde vor Einführung der Gruppenschlüssel (2015) gebaut. Für den Betrieb mit solchen Modulen den Gruppenschlüssel leer lassen.
Zwei Sender zeigen dieselben Daten	Beide haben denselben Data Tag (dieselben letzten 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 nahe am PC	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. Batterien tauschen und die Schwelle für schwache Batterie prüfen.
Messwerte unruhig oder versetzt bei langem Aufnehmerkabel	Das Kabel zwischen Modul und Brücke kürzer als 3 m halten; Spannungsabfälle in einem längeren Kabel beeinflussen die mV/V-Werkskalibrierung (4-Leiter-Messung).
Modul startet neu oder wacht unerwartet auf (Fahrzeuge, Schwingungen)	Der Batteriehalter unterbricht die Versorgung bei Stößen: einen Halter mit sicheren Kontakten oder eine feste Verbindung verwenden und eine Schlafverzögerung einstellen (Kapitel 9).
Modul arbeitet nach dem Anschließen der Versorgung nicht	Polung und Spannung an den Lötstützpunkten 8 und 9 prüfen: Das Modul hat keinen Verpolungsschutz, höchstens 3,6 V.

12 Zulassungen und Konformität

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

12.1 Europa (CE)

Entspricht der EMV-Richtlinie 2014/30/EU und der 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 aber ausdrücklich verboten.

Die EU-Konformitätserklärung für die Produktreihe T24 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 Störungen, die einen unerwünschten Betrieb des Geräts verursachen können.

Nach den Vorschriften von Industry Canada darf dieser Funksender nur mit einer Antenne betrieben werden, deren Art und höchster (oder geringerer) Gewinn von Industry Canada für den Sender zugelassen ist. Um mögliche Funkstörungen anderer Nutzer zu verringern, sollten Antennenart und Gewinn so gewählt werden, 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 Antennenarten zugelassen; Antennenarten, die nicht in dieser Liste stehen und einen größeren Gewinn als den für diese Art angegebenen Höchstgewinn haben, sind für die Verwendung mit diesem Gerät ausdrücklich verboten.

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

Wichtig 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.

12.3 USA (FCC)

Familie RA24, Modelle i und e, 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.

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

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

12.4 Anforderungen an die OEM-Integration

Wird der EFMF in ein Produkt eingebaut, gelten für den Hersteller dieses Produkts die folgenden Anforderungen der Funkzulassungen.

Europa

– Der Hersteller muss sicherstellen, dass das Endprodukt den harmonisierten europäischen EMV- und Niederspannungs-/Sicherheitsnormen entspricht. Für jede dieser Normen ist eine Konformitätserklärung auszustellen und aufzubewahren.

– Der Hersteller muss ein Exemplar des Handbuchs des Sendemoduls aufbewahren und sicherstellen, dass das Endprodukt die angegebenen Leistungswerte, Antennenangaben und/oder Installationsanforderungen nicht überschreitet. Wird eine davon überschritten, muss das Endprodukt einer benannten Stelle zur Konformitätsprüfung nach allen geforderten Normen vorgelegt werden.

– Die CE-Kennzeichnung muss an einer sichtbaren Stelle des OEM-Produkts sichtbar, lesbar und dauerhaft angebracht werden, mindestens 5 mm hoch (außer wenn dies wegen der Art des Geräts nicht möglich ist); bei Verkleinerung oder Vergrößerung sind ihre Proportionen einzuhalten.

Kanada

– Das Funkmodul ist für den Einbau in Produkte nur durch OEM-Integratoren und unter zwei Bedingungen zertifiziert: Die Antenne(n) müssen mit einem Mindestabstand von 5 cm zu allen Personen zu jeder Zeit installiert sein, und das Modul darf nicht zusammen mit einer anderen Antenne oder einem anderen Sender aufgestellt oder betrieben werden. Sind diese Bedingungen erfüllt, sind keine weiteren Senderprüfungen nötig; der Integrator bleibt verantwortlich, das Endprodukt auf weitere Konformitätsanforderungen zu prüfen (zum Beispiel Störaussendung digitaler Geräte, Anforderungen an PC-Peripherie).

– Können diese Bedingungen nicht eingehalten werden, gilt die Zertifizierung von Industry Canada nicht mehr, und die IC-Zertifizierungsnummer darf auf dem Endprodukt nicht verwendet werden; der Integrator ist dann dafür verantwortlich, das Endprodukt (einschließlich des Senders) neu zu bewerten und eine eigene Genehmigung von Industry Canada einzuholen.

– Ist die IC-Zertifizierungsnummer des Moduls im eingebauten Zustand nicht sichtbar, muss das Endprodukt außen an einer sichtbaren Stelle ein Schild tragen: **`Contains Model RA24 Radio (2.4 GHz), IC:7224A-RA24`**.

– Nur die in Abschnitt 12.2 aufgeführten zugelassenen Antennen dürfen verwendet werden.

– Das Anwenderhandbuch des Endprodukts darf dem Endanwender keine Angaben dazu machen, wie dieses HF-Modul ein- oder ausgebaut oder wie HF-bezogene Parameter geändert werden.

– Das Anwenderhandbuch des Endprodukts muss den IC-Hinweis zur HF-Exposition (5 cm Abstand, Abschnitt 12.2) an gut sichtbarer Stelle enthalten.

USA

– Ein gut sichtbares Schild außen am Gehäuse des Endprodukts muss **`Contains FCC ID:VHARA24`** lauten, gefolgt von den FCC-Erklärungen aus Abschnitt 12.3.

– Fest eingebaute Antennen müssen so installiert werden, dass Endanwender sie nicht durch nicht zugelassene Antennen ersetzen können. Andere Antennen als die Antennen A bis E und die in Abschnitt 12.3 aufgeführten müssen auf Einhaltung von FCC section 15.203 (eigene Antennenanschlüsse) und section 15.247 (Aussendungen) geprüft werden.

– Die Sendemodule sind von der FCC für den Einsatz mit anderen Produkten ohne weitere Zertifizierung zugelassen (FCC section 2.1091). Module mit externen Antennen dürfen nur mit zugelassenen Antennen verwendet werden.