OCTOGON

HANDBUCH

LPMB

FUNK-LASTSCHÄKEL

Installations- und Bedienungsanleitung



Dokument	Version	Datum	Gilt für
Installations- und Bedienungsanleitung	V00x	11/2026	LPMB, Tragfähigkeit 4750 kg

Dieses Handbuch beschreibt den Funk-Lastschäkel LPMB: sicheren Einsatz beim Heben, Zusammenbau und Ausrichtung, Batterien, das Funksystem und seine Konfiguration mit dem T24 Toolkit, Kalibriereinstellungen, Funkreichweite, Prüfung, Wartung und Nachkalibrierung.

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

Inhalt

1 Zu diesem Handbuch ... 2
1.1 Erfasstes Produkt ... 3
1.2 Schreibweise ... 3
2 Sicherheit und Einsatzbedingungen ... 3
2.1 Einsatzbedingungen beim Heben ... 3
2.2 Umgang mit dem Schäkel ... 3
2.3 Gewährleistung und Entsorgung ... 3
3 Produktbeschreibung ... 4
3.1 Überblick ... 4
3.2 Teile des Schäkels ... 4
3.3 Technische Daten ... 4
3.4 Abmessungen ... 5
4 Zusammenbau und Einsatz ... 5
4.1 Bolzen und Bügel als Paar ... 5
4.2 Last aufbringen ... 5
5 Batterien ... 6
5.1 Batterien einsetzen und tauschen ... 6
5.2 Batterieauswahl ... 6
5.3 Batterielaufzeit ... 6
6 Das T24-Funksystem ... 6
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 ... 7
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 LPMB ... 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 Einstellungen und Kalibrierung des Schäkels ... 10
8.1 Datenraten und Qualität ... 10
8.2 Kalibrierung ... 10
8.3 Kalibrierung nach Kalibrierschein ... 10
8.4 Erweiterte Kalibrierung ... 10
8.5 Erweiterte Einstellungen ... 11
9 Antenne und Funkreichweite ... 11
10 Prüfung, Wartung und Nachkalibrierung ... 11
10.1 Vor und nach jedem Einsatz ... 11
10.2 Nullpunkt und Messwerte prüfen ... 11
10.3 Gründliche Prüfung und Nachkalibrierung ... 12
10.4 Wartung ... 12
11 Fehlersuche ... 12
12 Konformität ... 12

1 Zu diesem Handbuch

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

Der LPMB ist ein Lastschäkel mit Funkübertragung: ein Bügelschäkel, dessen Messbolzen die Last misst. Der Funksender und seine zwei AA-Batterien sitzen in einem Gehäuse am Bolzen. Die Messwerte werden per Funk mit 2,4 GHz an einen oder mehrere Empfänger gesendet.

1.1 Erfasstes Produkt

Merkmal	Wert
Code	LPMB
Tragfähigkeit (WLL)	4750 kg
Herstellertyp	T24-S475
Weitere Schäkel der Reihe	LPMA (3250 kg) und LPMC (9000 kg), mit eigenen Handbüchern

1.2 Schreibweise

Einträge, Schaltflächen und Seiten der Konfigurationssoftware stehen fett, zum Beispiel **Pair** oder **System Zero**. Mit „Wichtig“ gekennzeichnete Anweisungen besonders beachten.

2 Sicherheit und Einsatzbedingungen

Wichtig Den LPMB nie über seiner Tragfähigkeit (WLL) von 4750 kg verwenden. Wurde die WLL überschritten, den Schäkel aus dem Betrieb nehmen und octogon verständigen.

2.1 Einsatzbedingungen beim Heben

– Die Tragfähigkeit (WLL) des Schäkels setzt voraus, dass keine außergewöhnlich gefährlichen Bedingungen vorliegen. Dazu gehören Offshore-Einsätze, das Heben von Personen und das Heben potenziell gefährlicher Lasten wie geschmolzener Metalle.

– Bei jedem Einsatz muss eine fachkundige Person den Grad der Gefährdung beurteilen und die sichere Arbeitslast (SWL) entsprechend gegenüber der Tragfähigkeit verringern.

– Zur Verwendung der Daten des Schäkels wird keine Beratung gegeben. Jeder Hebevorgang ist anders und muss von entsprechend qualifizierten und erfahrenen Anschlägern beaufsichtigt werden. Der Anwender ist dafür verantwortlich, die örtlichen Vorschriften und Gesetze einzuhalten.

– Der Integrator muss die Eignung des Produkts als Teil eines Steuerungssystems vollständig beurteilen, und das Produkt muss jederzeit innerhalb seiner veröffentlichten Kennwerte verwendet werden.

– Bevor sie als ganze Baugruppe kalibriert werden, werden die Bügel mit 200 % Prüflast (statischer Prüfkoeffizient 2) und die Bolzen mit 150 % Prüflast (statischer Prüfkoeffizient 1,5) geprüft. Das Produkt darf trotzdem nie über der WLL verwendet werden.

2.2 Umgang mit dem Schäkel

– Den Schäkel vor und nach jedem Einsatz prüfen (Kapitel 10). Beschädigte Schäkel oder Teile aus dem Betrieb nehmen.

– Vor jedem Einsatz prüfen, ob alle Einstellungen wie erwartet sind. Die sicherheitskritischsten Einstellungen sind die Systemnull und die Einheiten: Wurden sie unbemerkt geändert, können die Messwerte unerwartet und irreführend sein.

– Bolzen und Bügel sind zusammen kalibriert und lastgeprüft: Sie bleiben ein Paar und werden nur in der kalibrierten Ausrichtung zusammengesetzt, immer mit Hülse, Mutter und Sicherungsclip (Kapitel 4).

– Keine tragenden Teile selbst ersetzen oder tauschen – die Kalibrierung des Geräts wird dadurch ungültig.

– Der Schäkel ist ein empfindliches Messgerät, das für Genauigkeit und Zuverlässigkeit kalibriert ist. Bei Gebrauch, Transport und Lagerung sorgfältig vorgehen, um unnötige mechanische Schäden zu vermeiden.

2.3 Gewährleistung und Entsorgung

Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen in den Verkaufsunterlagen.

Der Schäkel enthält Elektronik und Batterien. Schäkel und verbrauchte Batterien nicht über den Hausmüll entsorgen, sondern gemäß den örtlichen Vorschriften bei einer Sammelstelle für Elektrogeräte bzw. Batterien abgeben.

3 Produktbeschreibung

3.1 Überblick

Ein Lastschäkel mit Funkübertragung für Anschlagpunkte: 4750 kg Tragfähigkeit (WLL), Messwerte per Funk 2,4 GHz bis 800 m, werkskalibriert. Gebaut für raue Umgebungen und jedes Wetter, überwacht und protokolliert er die Last an jedem Anschlagpunkt: zum sicheren Verteilen unbestimmter Lasten, an Dachkonstruktionen und Mother-Grids und mit Alarm gegen die Überlastung von Anschlagmitteln. Der Bügel ist oberflächenbehandelt nach BS EN 13889, der Messbolzen aus Edelstahl in Luftfahrtqualität; die Lastzentrierhülse gehört zum Lieferumfang.

- Tragfähigkeit (WLL) 4750 kg, Sicherheitsfaktor 5:1.
- Werkskalibriert: Bolzen und Bügel sind zusammen kalibriert. Genauigkeit mit Original-Hülse typ. ±1 % der Last oder ±25 kg, der größere Wert gilt.
- Zwei AA-Batterien im Gehäuse am Bolzen; die Antenne ist im Gehäuse eingebaut.
- Wetterfest, IP67.

3.2 Teile des Schäkels

Teil	Beschreibung
Bügel	trägt die ID des zugehörigen Bolzens und die Tragfähigkeit
Bolzen mit Gehäuse	der Messbolzen misst die Last; das Gehäuse am Bolzen enthält Funksender und Batterien und trägt die ID
Lastzentrierhülse	auf dem Bolzen zwischen den Schenkeln des Bügels; zentriert die Last auf dem Bolzen
Mutter	sichert den Bolzen
R-Clip (Sicherungsclip)	sichert die Mutter
Verdrehsicherung	hält den Bolzen im Bügel gegen Verdrehen
Gemessene Last	wirkt auf die Hülse, senkrecht zum Bolzen

3.3 Technische Daten

Messung

Merkmal	Wert
Tragfähigkeit (WLL)	4750 kg (4,75 t, 47,5 kN)
Genauigkeit, Original-Hülse	typ. ±1 % der Last oder ±25 kg (der größere Wert)
Genauigkeit, fremde Hülse	typ. ±2 % der Last oder ±35 kg (der größere Wert)
Kalibrierung	werkskalibriert
Nullpunkt	Nullabgleich am Schäkel
Einheiten	kg, lbs, t, ton, ton (US), kN

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

Merkmal	Wert
TK Nullpunkt	typ. 1, max. 4 ppm/°C
TK Spanne	typ. 3, max. 5 ppm/°C
Langzeitstabilität Nullpunkt	typ. 20, max. 80 ppm v. Ew.
Langzeitstabilität Spanne	max. 30 ppm v. Ew.
Interne Auflösung	16 000 000 / 24 Bit
Rauschfrei (5 ms)	50 000 / 15,5 Bit

Mechanische Eigenschaften

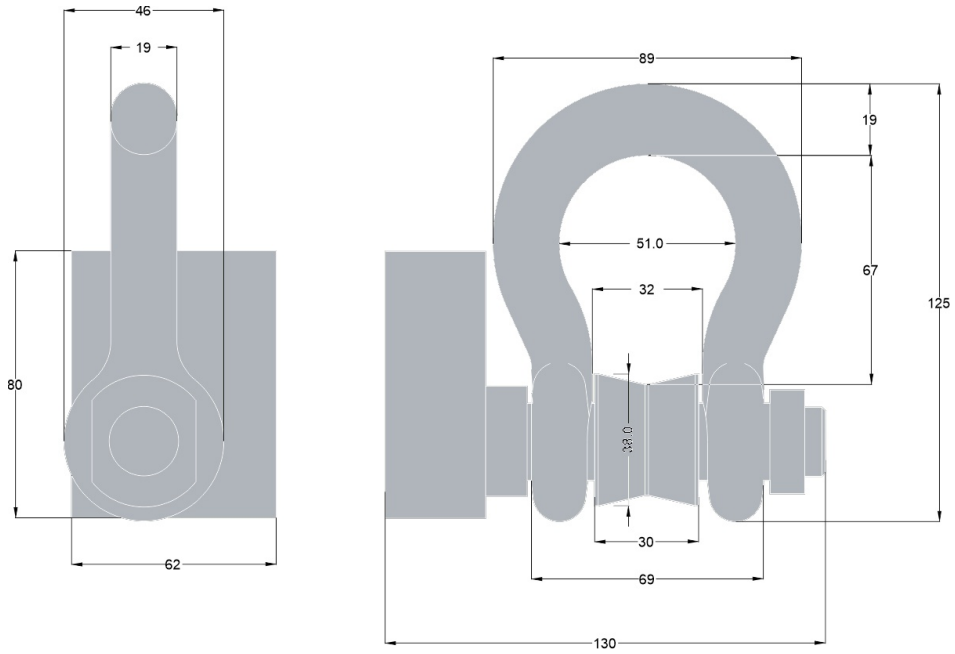
Merkmal	Wert
Bauart	Bügelschäkel mit Messbolzen
Bügel	oberflächenbehandelt, nach BS EN 13889
Messbolzen	Edelstahl in Luftfahrtqualität
Lastzentrierung	Lastzentrierhülse, serienmäßig
Verdrehsicherung	Halter gegen Verdrehen

Bauhöhe	< 70 mm
Abmessungen	130 × 125 × 62 mm (Zeichnung: Abschnitt 3.4)
Sicherheitsfaktor	5:1

Funkübertragung, Versorgung und Umgebung

Merkmal	Wert
Frequenz	2,4 GHz
Reichweite	bis 800 m
Empfänger	wahlweise; am PC Basisstation und kostenlose Software
Passend (octogon)	EFME USB-Basisstation · EFMD Handgerät
Batterien	2 × AA, Energizer L91
Batterielaufzeit	Abschnitt 5.3
Betriebstemperatur	–20 … +55 °C
Lagertemperatur (ohne Batterien)	–40 … +85 °C
Luftfeuchte (ohne Batterien)	max. 95 %rF
Schutzart	IP67, wetterfest

3.4 Abmessungen



Maße in mm.

4 Zusammenbau und Einsatz

4.1 Bolzen und Bügel als Paar

– Bolzen und Bügel sind zusammen kalibriert und lastgeprüft; für die Genauigkeit des Systems bleiben sie immer ein Paar und werden nicht vertauscht. Der Bügel trägt die ID des zugehörigen Bolzens; auch das Gehäuse am Bolzen trägt die ID (Abschnitt 3.2).

– Der Bolzen muss in derselben Ausrichtung im Bügel sitzen wie bei der Kalibrierung. Der Schäkel passt nur in einer Ausrichtung zusammen: Mit Blick auf die Ätzung des Bügels liegt das Gehäuse links.

– Der Schäkel darf nur zusammen mit Hülse, Mutter und Sicherungsclip (R-Clip) verwendet werden.

4.2 Last aufbringen

Wichtig Für genaue Messwerte muss die Last senkrecht zum Bolzen wirken und mittig auf der Hülse sitzen.

– Die Genauigkeit in den technischen Daten gilt mit der Original-Hülse. Wird sie durch eine fremde Hülse ersetzt, kann die Genauigkeit geringer sein (Abschnitt 3.3).
– Bevor der Nullpunkt gesetzt oder Messwerte geprüft werden, sicherstellen, dass sich die Temperatur des Schäkels ausgeglichen hat. Wird er zwischen unterschiedlichen Temperaturen umgesetzt, kann es bis zu einer Stunde dauern, bis er die Umgebungstemperatur erreicht.
– Eine feste Last wie das Gewicht einer Schlinge lässt sich mit der Systemnull aus den Messwerten herausnehmen (Abschnitt 8.2).

5 Batterien

5.1 Batterien einsetzen und tauschen

– Die vier Schrauben des Gehäusedeckels herausdrehen.
– Zwei AA-Batterien 1,5 V einsetzen; auf die Polung achten.
– Den Deckel wieder aufsetzen. Die Schrauben nicht zu fest anziehen.
– Wird der Schäkel längere Zeit gelagert, die Batterien herausnehmen: Auslaufende Batterien können die Elektronik beschädigen.

5.2 Batterieauswahl

Für eine optimale Batterielaufzeit nur Qualitätsbatterien verwenden. Empfohlen: Energizer L91 Ultimate Lithium AA – hohe Kapazität (bis zu 50 % mehr als andere Markenbatterien), weiter Temperaturbereich, sehr lange Lagerfähigkeit und auslaufsichere Bauweise. Die Batterielaufzeiten in Abschnitt 5.3 gelten für diese Batterien.

Wichtig Wiederaufladbare Batterien sind nicht geeignet.

– 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.

5.3 Batterielaufzeit

Betrieb (2 × AA Energizer L91, 1 Messwert je Sekunde im Wachzustand)	Geschätzte Batterielaufzeit
Ruhezustand	2,5+ Jahre
Dauerbetrieb	3,5 Monate
8 h am Tag	10 Monate
4 h am Tag	1,5 Jahre
2 h am Tag	2,8 Jahre

Das Toolkit schätzt die Laufzeit für die aktuellen Einstellungen (Abschnitt 8.1). Die Batterielaufzeit hängt vor allem vom Sendeintervall und von der Zeit ab, in der der Schäkel wach ist.

6 Das T24-Funksystem

Der LPMB 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 LPMB 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 LPMB: den Gehäusedeckel öffnen (vier Schrauben) und eine Batterie herausnehmen.

– 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 LPMB, 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 LPMB

– 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 LPMB von der Versorgung trennen (den Gehäusedeckel öffnen (vier Schrauben) und eine Batterie herausnehmen), 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 Einstellungen und Kalibrierung des Schäkels

Der LPMB meldet sich im Toolkit als Sendemodul für DMS-Brücken und teilt alle Konfigurationseinstellungen und Funktionen mit diesen Modulen. Das T24 Toolkit starten und mit dem Schäkel pairen (Kapitel 7); mit den folgenden Seiten werden Sendung, Kalibrierung und erweiterte Einstellungen festgelegt.

Wichtig Die Schäkel sind werkskalibriert. Außer bei einer Nachkalibrierung die Kalibriereinstellungen nicht verändern.

8.1 Datenraten und Qualität

Diese Seite legt die Rate fest, mit der Daten gesendet werden, und die Qualität. Ist der Stromsparbetrieb gewählt und sind einige weitere Angaben eingetragen, schätzt das Toolkit auch die erreichbare Batterielaufzeit.

Eintrag	Funktion
Transmit Interval	Sendeintervall in Millisekunden; Voreinstellung 1000, eine Sendung je Sekunde. Für eine längere Batterielaufzeit verlangsamen
Sample Time	Zeit in Millisekunden, in der der Eingang vor dem Senden des Werts abgetastet wird; soll bei 5 ms bleiben
Low Power Mode	soll auf Yes stehen
Battery Type	keine Moduleinstellung – Angabe für den Batterielaufzeit-Rechner: eine vorgegebene Batterie oder benutzerdefiniert mit eigener Kapazität. Bietet an, den **Low Battery Level** zu ändern, wenn der für die gewählte Batterie passende Pegel nicht eingestellt ist
Usable Capacity	keine Moduleinstellung – Kapazität in Ah für den Batterielaufzeit-Rechner, aus dem Datenblatt der Batterie bis 2,1 V gerechnet (1,05 V je Zelle bei zwei AA-Zellen); meist geringer als die angegebene Kapazität
Sensor Resistance	soll auf 1000 Ω stehen
Usage Per 24 Hour Period	Stunden je 24 Stunden, in denen ein Handgerät eingeschaltet ist und mit dem Schäkel 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 5). Temperatur und Innenwiderstand der Batterie werden nicht berücksichtigt.

8.2 Kalibrierung

Hier kann der Schäkel kalibriert und eine Systemnull gesetzt werden. Halbautomatische Kalibrierung mit bekannten Eingangsgrößen, einschließlich Linearisierung, die automatisch angewendet wird:

- Anzahl der Kalibrierpunkte festlegen: 2 für eine lineare Kalibrierung, 3 … 9 für eine Kalibrierung mit Linearisierung.
- Festlegen, welche Lasten an den einzelnen Punkten in aufsteigender Reihenfolge aufgebracht werden.
- Für jeden Punkt den Wert (in den gewünschten Einheiten) eingeben, den der Schäkel anzeigen 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 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: aufbringen und auf die Schaltfläche klicken. Die Systemnull wird nichtflüchtig im Schäkel gespeichert und kann mit **Advanced** bearbeitet werden.

8.3 Kalibrierung nach Kalibrierschein

Mit **By Cert.** wird die Kalibrierung aus einer Kalibriertabelle oder einem Kalibrierschein eingegeben, ohne Lasten aufzubringen: 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. 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 ihre Wirkung 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 Schäkel in den Tiefschlaf zurückkehrt, wenn von keinem Empfänger eine Wachhalte-Nachricht eintrifft; Voreinstellung 60 s
Data Tag	kennzeichnet die gesendeten Daten; Voreinstellung die letzten 4 Ziffern der Seriennummer. Nur ändern, wenn zwei Sender auf demselben Kanal dieselben letzten 4 Zeichen in ihrer ID haben, und die Einstellungen des Empfängers anpassen
Startup Time	soll auf 0 stehen
LED Mirror to Digital Output	soll auf Yes stehen
Transmit Power	0 … 100 %, Voreinstellung 100 %

Diese Einstellungen müssen normalerweise nicht geändert werden.

9 Antenne und Funkreichweite

Die Antenne ist im Gehäuse eingebaut; besondere Montageanforderungen gibt es deshalb nicht. Reichweite des LPMB: bis 800 m (technische Daten, Abschnitt 3.3). Die erreichte Reichweite hängt stark von der Umgebung ab.

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.

10 Prüfung, Wartung und Nachkalibrierung

10.1 Vor und nach jedem Einsatz

- Wie jedes Anschlagmittel den Schäkel vor und nach jedem Einsatz prüfen: Alle Teile müssen vorhanden und richtig sein (Bügel, Bolzen, Hülse, Mutter und R-Clip), und die IDs müssen übereinstimmen.
- Alle tragenden Teile müssen frei von Schnitten, Kerben, Rissen, Riefen sowie übermäßigem Verschleiß und Verformung sein.
- Beschädigte Schäkel oder Teile aus dem Betrieb nehmen und an octogon senden, um Instandsetzung oder Verschrottung zu veranlassen. Wer tragende Teile selbst ersetzt oder tauscht, macht die Kalibrierung des Geräts ungültig.
- Vor jedem Einsatz prüfen, ob alle Einstellungen wie erwartet sind, vor allem Systemnull und Einheiten.

10.2 Nullpunkt und Messwerte prüfen

- Bevor der Nullpunkt verschoben oder Messwerte geprüft werden, sicherstellen, dass sich die Temperatur des Schäkels ausgeglichen hat (bis zu einer Stunde nach einem Temperaturwechsel).
- Schäden am Schäkel oder an seiner Kalibrierung können jederzeit entstehen. Muss der Nullpunkt deutlich verschoben werden, ist eine weitere Untersuchung nötig, zum Beispiel eine gründliche Prüfung und eine Kalibrierkontrolle mit einer bekannten Last.
- Über jede Kalibrierkontrolle Aufzeichnungen führen, damit Veränderungen über die Zeit erkennbar sind.

– Weichen die Messwerte um mehr als 1 % oder 25 kg ab oder müssen mehr als 50 kg genullt werden, den Schäkel zur Nachkalibrierung an octogon senden. Für den genauesten Messwert muss die Hülse mittig und der Bolzen senkrecht zur Last stehen.

10.3 Gründliche Prüfung und Nachkalibrierung

– Diese Maßnahmen zusammen mit der eigenen gründlichen Prüfung anwenden, in denselben Abständen wie für gewöhnliche Schäkel. Die Abstände hängen von den örtlichen Vorschriften ab, sind aber kaum länger als 6 Monate. Über alle gründlichen Prüfungen Aufzeichnungen führen.

– Entsprechend der Empfehlung der Lifting Equipment Engineers Association (LEEA) wird empfohlen, den Schäkel alle zwölf Monate zur Nachkalibrierung ins Werk zu senden. Der Ausgang kann zusätzlich öfter mit einer bekannten Last geprüft werden.

10.4 Wartung

– Es gibt nur sehr wenige Wartungsanforderungen. Schäkel und Batteriegehäuse sauber halten, die Gewinde frei von Schmutz und vor Korrosion geschützt.

– Die Deckelschrauben beim Batteriewechsel nicht zu fest anziehen (Kapitel 5).

– Wird der Schäkel längere Zeit gelagert, die Batterien herausnehmen.

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 weichen um mehr als 1 % oder 25 kg ab, oder mehr als 50 kg müssen genullt werden	Den Schäkel zur Nachkalibrierung an octogon senden (Kapitel 10).
Messwerte wandern, nachdem der Schäkel umgesetzt wurde	Warten, bis sich die Temperatur des Schäkels ausgeglichen hat – bis zu einer Stunde –, bevor der Nullpunkt gesetzt oder Messwerte geprüft werden (Kapitel 10).
Messwerte ungenauer als erwartet	Prüfen, ob Bolzen und Bügel ein zusammengehöriges Paar in der kalibrierten Ausrichtung sind, ob die Original-Hülse eingesetzt ist und ob die Last senkrecht zum Bolzen und mittig auf der Hülse wirkt (Kapitel 4).

12 Konformität

CE. Die T24-Produktreihe erfüllt die EMV-Richtlinie 2014/30/EU und die Funkanlagenrichtlinie 2014/53/EU (Europäische Gemeinschaft, Schweiz, Norwegen, Island und Liechtenstein). 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.