



**CELSA**

# Anleitung Celsa DMC LoRa

Document Reference: 1490  
Version: 2.5  
Date: 19.04.2024

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>LoRa Schnittstelle</b>	<b>4</b>
	IT Umgebung . . . . .	4
	LoRa-Server . . . . .	4
	De- und Encoder und Payload-Generator . . . . .	4
	Montagehinweise . . . . .	4
	Hardware . . . . .	5
	Inbetriebnahme . . . . .	5
	Beispiel-Integration in The Things Network . . . . .	5
	Wartung . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Bedienung</b>	<b>7</b>
	LoRa DevEUI . . . . .	7
	LoRa DevEUI 1/4 . . . . .	7
	LoRa JoinStatus 2/4 . . . . .	8
	LoRa Status 3/4 . . . . .	8
	LoRa JoinMode 4/4 . . . . .	8
	LoRa AppKey (nur bei OTAA) . . . . .	8
	LoRa DevAddr (nur bei ABP) . . . . .	8
	LoRa NwksKey (nur bei ABP) . . . . .	8
	LoRa AppSKey (nur bei ABP) . . . . .	9
	LoRa JoinMode (OTAA oder ABP) . . . . .	9
	OTAA: Over the Air Activation . . . . .	9
	LoRa Join . . . . .	9
	LoRa Test . . . . .	10
	LoRa Antenne . . . . .	10
	LoRa Interface . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Join Request</b>	<b>11</b>
	Prüfung, ob das Kommunikationsmodul noch mit dem LoRa-Netzwerk verbunden ist . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Downlink Nachrichten</b>	<b>12</b>
	Konfiguration der zu sendenden Messwerte . . . . .	12
	Beschreibung Downlink-Nachricht . . . . .	12
	Beispiel für die Anpassung des Sende-Intervall auf 1 Minute . . . . .	13
	Beispiel für Übermittlung Energie-Register . . . . .	13
<b>5</b>	<b>Uplink Nachrichten</b>	<b>14</b>
	Join / Rejoin . . . . .	14
	DeviceTimeReq / Zeitsynchronisation . . . . .	14
	Senden von Messwerten . . . . .	14
<b>6</b>	<b>Aufbau der Uplink - Pakete</b>	<b>15</b>
	Erstes Telegramm nach dem Join mit einem LoRa-Server . . . . .	15
	Beispiel-Paket: . . . . .	15
	Default-Uplink . . . . .	16
	DeviceTimeReq / Zeitsynchronisation . . . . .	16
	Beispiel-Paket: . . . . .	16
<b>7</b>	<b>Messwert-Register</b>	<b>17</b>
	Status-Codes . . . . .	18
	CRC-8 Prüfsumme . . . . .	18

Version	Änderungsdatum	Kürzel	Änderungen
V1.0	30.11.2021	fbo, met	Ersterstellung Dokument
V1.1	22.02.2022	fbo	Korrektur Zeitintervall
V1.2	19.04.2022	met	Korrektur Einheit und Auflösung
V1.3	11.05.2022	met	Neuaufgleisung Doc.Ref Nummer. Gleiche Dokumente in verschiedenen Sprachen besitzen nun die gleiche Doc.Ref Nummer
V1.4	13.06.2022	met, sha	Diverse kleine Fehlerkorrekturen
V2.0	30.11.2022	met	Überarbeitung Dokumentstruktur
V2.1	30.03.2023	met	AppEUI ist neu DevEUI
V2.2	02.06.2023	met	SMA Anschluss klarifiziert
V2.3	19.06.2023	met	Erweiterung externe Antenne
V2.4	11.04.2024	fbo	Korrektur Optionen für Downlink
V2.5	19.04.2024	sha	Zeitsynchronisation Beispiel ergänzt
V2.6	30.07.2024	met	OBIS Codes hinzugefügt

# LoRa Schnittstelle

- Der Celsa DMC LoRa ist kompatibel zu LoRa  $\geq$  1.0.3 (Klasse C).
- Der Celsa DMC LoRa speichert die LoRa-Parameter / Konfigurationsparameter auf dem Kommunikationsboard permanent ab.
- Eine Umparametrierung der Konfigurationsdaten des Kommunikationsboards kann nur am Zähler selbst oder über LoRa per Downlink-Nachricht vorgenommen werden.
- Der Celsa DMC LoRa synchronisiert seine Uhr eigenständig mindestens 1x pro Tag über regelmäßige DeviceTimeReq.
- Der Celsa DMC LoRa optimiert und bestimmt seine Sende-Parameter (Datenrate, SF-Faktor usw.) selbständig (Adaptive Datenrate).
- Der Celsa DMC LoRa wird mit einer internen Antenne ausgeliefert. Optional kann das Model mit einer externen SMA-Buchse bestellt werden.



*Hinweis: Der Betrieb des Celsa DMC LoRa mit SMA-Buchse ist nur mit angeschraubter Antenne erlaubt!*



*Hinweis: Standardmässig ist der externe Antennenanschluss deaktiviert!*



*Gefahr: Bei unsachgemäss installierter Antenne besteht die Gefahr den Celsa DMC LoRa zu beschädigen!*

## IT Umgebung

Der Betrieb der LoRa-Netz-Infrastruktur (Gateway, Network- und Applikationsserver) obliegt komplett dem Endkunden. Celsa Messgeräte GmbH kann auf Anfrage bei der Installation der gewählten Lösung den Kunden unterstützen. Die LoRa Schnittstelle kann mit den üblichen Gateways wie Geräten von Kerlink und Laird verwendet werden.

## LoRa-Server

Zum Zeitpunkt der Drucklegung ist der Celsa DMC LoRa erfolgreich mit dem Netzwerk von TheThings-Network und Chirpstack getestet worden.

## De- und Encoder und Payload-Generator



*Hinweis: Für beide Plattformen stehen auf unten aufgeführtem Link entsprechende En- und Decoder, sowie eine generische Vorlage zur einfachen Erstellung von Downlink Paketen zur Verfügung. [https://github.com/emuag/professional\\_II\\_lora](https://github.com/emuag/professional_II_lora)*

## Montagehinweise

Die Montage der externen Antenne muss im spannungs- und stromlosen Zustand erfolgen!

Auf den korrekten Sitz des SMA-Steckers ist zu achten, das maximale Drehmoment der Überwurfmutter darf 1Nm nicht übersteigen.

Wenn Sie eine externe Antenne verwenden, muss die Option "extern" in der Einstellung "LoRa Antenne" gewählt werden. Ansonsten sendet der Zähler weiterhin mit der internen Antenne.



*Hinweis: Für weitergehende Dokumentation konsultieren Sie das Dokument "Handbuch Celsa DMC" Doc.Ref: 1451*

## Hardware

Die LoRa Schnittstelle des Celsa DMC LoRa basiert auf dem LoRa Funkstandard. Somit kann der Zähler aus grossen Entfernungen, in Gebieten ohne permanente Kommunikation oder als Roaming-Device zuverlässig Daten übermitteln. Um eine stabile und performante Verbindung zum LoRa-Gateway zu gewährleisten, adaptiert die LoRa Schnittstelle fortwährend die optimalen Sende- und Empfangsparameter. Für die erleichterte Integration des Zählers kann am Display jederzeit der Status der LoRa-Netzwerkverbindung eingesehen werden.

- Frequenzband: EU 863-870MHz
- Typ: Klasse C Gerät
  - Zwei-Wege-Kommunikation.
  - LoRa Schnittstelle ist zu jeder Zeit empfangsbereit (Klasse C).
  - Die Schnittstelle hat eine Signalstärke von 14dbm.
- Für den Anschluss einer externen Antenne an die SMA-Buchse benutzen Sie eine Antenne mit SMA-Stecker. Beachten Sie, dass beim Einsatz einer externen Antenne die Einstellung auf dem Zähler für die externe Antenne ebenfalls aktiviert werden muss.



*Hinweis: Der Einsatz einer RP-SMA Antenne (mit einem Adapter) ist nicht empfohlen.*



*Hinweis: Falls der Celsa DMC LoRa in einem LoRa-Netzwerk betrieben wird, welches keine Klasse-C Geräte unterstützt, so agiert der Zähler wie ein Klasse-A Gerät.*



*Hinweis: Der Celsa DMC LoRa wird mit adaptiver Datenrate betrieben, ein Einsatz als Roaming-Device sollte im Vorfeld abgeklärt werden.*

## Inbetriebnahme

Jeder Zähler wird ab Werk mit

- Join-Modus: OTAA
- DevEUI (beginnt mit 10 2C EF)
- AppKey
- JoinEUI (früher: AppEUI) (10 2C EF 00 00 00 00 00)

ausgeliefert.

Die DevEUI und der AppKey können am Display abgelesen werden, die JoinEUI (früher: AppEUI) ist bei allen Zählern 10 2C EF 00 00 00 00 00

- Stellen Sie sicher, dass der Zähler korrekt angeschlossen ist (Reihenfolge Phase/Leiter und Flussrichtung der Energie).
- Stellen Sie sicher, dass bei Wandlerzählern das korrekte Verhältnis der Strom- und Spannungswandler hinterlegt ist.
- Es ist auch nach der Installation der Zähler noch möglich den LoRa Gateway zu repositionieren. Solange die vorgegebenen Distanzen eingehalten werden, kann der Celsa DMC LoRa weiter mit dem Server kommunizieren (Adaptive Datenrate).
- Der Betrieb des Celsa DMC LoRa mit SMA-Buchse ist nur mit angeschraubter Antenne erlaubt.

## Beispiel-Integration in The Things Network

Bei der Integration in "The Things Network" kann der Celsa DMC LoRa aus der Liste der vordefinierten Zähler ausgewählt werden.

Die zu hinterlegende JoinEUI ist immer 10 2C EF 00 00 00 00 00, die DevEUI und der AppKey sind für jeden Zähler individuell.


## End device type

Input Method ⓘ

- Select the end device in the LoRaWAN Device Repository
- Enter end device specifics manually

End device brand ⓘ \* 1 Model ⓘ \* 2 Hardware Ver. ⓘ \* Firmware Ver. ⓘ \* Profile (Region) \*

EMU Electronic AG | v Model: EMU Professional II ... | v Hardware Ver.: 1.0 | v Firmware Ver.: 1.0 | v Profile (Region): EU\_863\_870 | v



### Celsa DMC LoRa

LoRaWAN Specification 1.0.3, RP001 Regional Parameters 1.0.3 revision A, Over the air activation (OTAA), Class C

3-phase energy meter with MID B+D approval for billing purpose. Connection: Direct (100A) or indirect (CT /5 and /1A). Internal clock. External or internal antenna.

[Product website](#) ↗

Frequency plan ⓘ \*

Europe 863-870 MHz (SF9 for RX2 - recommended) | v

## Provisioning information

JoinEUI ⓘ \*

10 2C EF 00 00 00 00 00 | Reset

This end device can be registered on the network

DevEUI ⓘ \*

10 2C EF FF FE 01 03 69 | Generate 0/50 used

AppKey ⓘ \*

C4 06 4C 38 3D EE A4 8F 32 03 67 9C D0 97 F2 86 | Generate

End device ID ⓘ \*

eui-102ceffffe010369

This value is automatically prefilled using the DevEUI

DevEUI ist für alle Zähler identisch

weltweit eindeutig. Beginnt mit 10 2C EF

AppKey kann am Zähler neu generiert werden

## Wartung

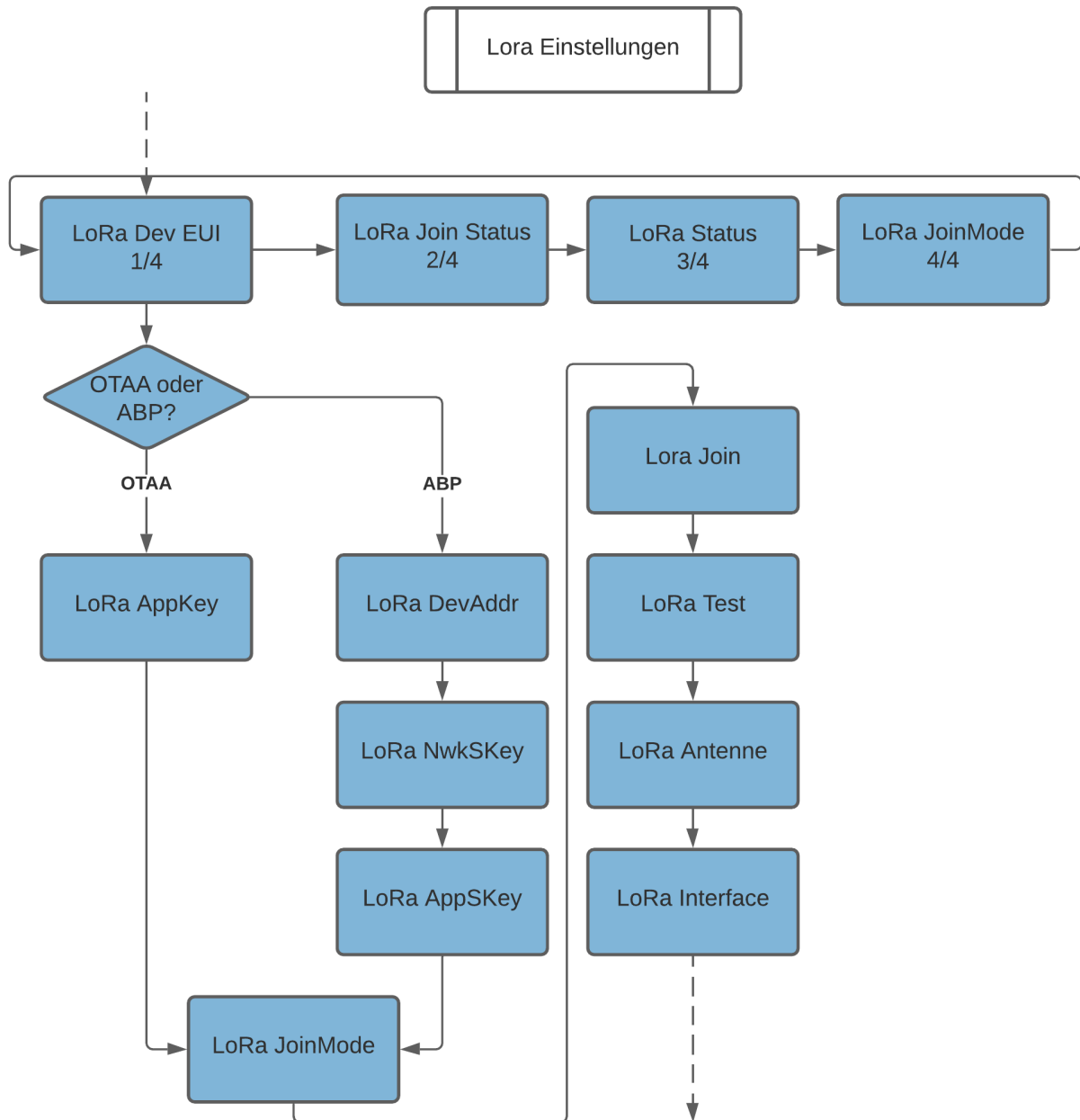
Die LoRa Schnittstelle ist so aufgebaut, dass der Zähler selbst überwacht, ob er noch in einem LoRa-Netzwerk registriert ist. Bei fehlender Verbindung zum Netzwerk führt der Zähler automatisch einen Re-Join aus. Diese Überwachung geschieht mindestens einmal alle 24h. Somit ist eine automatische Migration zu einem neuen LoRa-Netzwerk problemlos möglich. Bei Bedarf kann das Kommando für den sog. Re-Join auch per Downlink übermittelt werden.

# Bedienung

Im Folgenden werden die Untermenü-Punkte, welche in Bezug zu LoRa-Themen stehen erklärt.



*Hinweis: Für weitergehende Dokumentation konsultieren Sie das Dokument "Handbuch Celsa DMC" Doc.-Ref: 1451*



## LoRa DevEUI

Durch langes Bestätigen der "Pfeil Runter" Taste wird die nächste Unterseite angezeigt:

### LoRa DevEUI 1/4

Zeigt die DevEUI des LoRa-Moduls (64bit, hex-kodiert) an.

## LoRa JoinStatus 2/4

Joined: Wenn der Zähler mit einem LoRa-Netzwerk verbunden ist

Ltz. Uplink: ACK/NACK (mit oder ohne Bestätigung)

Zeitstempel des Uplinks

## LoRa Status 3/4

RSSI: Empfangsfeldstärke

SNR: Signal-Rauschverhältnis

SPF: Spreading-Faktor BW: Bandbreite

## LoRa JoinMode 4/4

OTAA oder ABP

Ltz. Downlink ACK/NACK (mit oder ohne Bestätigung)

Zeitstempel des Downlinks

## LoRa AppKey (nur bei OTAA)

Mit einem kurzen Druck auf den "SRVC" Taster wird der aktuelle AppKey angezeigt.

Anschliessend kann mit der "Pfeil Rechts" Taste selektiert werden, ob ein neuer AppKey generiert werden soll.

Mit einem erneuten kurzen Druck auf den "SRVC" Taster (<2s) wird der Editiermodus **ohne Änderung** des AppKey wieder verlassen.

Mit einem langen Druck auf den "SRVC" Taster (>2s) wird der neue AppKey erzeugt und der Editiermodus automatisch verlassen. Das Erzeugen wird mit einem Blinken der Hintergrundbeleuchtung des Displays quittiert.

Der neu erstellte AppKey kann mit einem kurzen Druck auf den "SRVC" Taster erneut angezeigt werden.

## LoRa DevAddr (nur bei ABP)

Mit einem kurzen Druck auf den "SRVC" Taster wird die aktuelle DevAddr angezeigt.

Anschliessend kann mit der "Pfeil Rechts" Taste selektiert werden, ob eine neue DevAddr generiert werden soll.

Mit einem erneuten kurzen Druck auf den "SRVC" Taster (<2s) wird der Editiermodus **ohne Änderung** der DevAddr wieder verlassen.

Mit einem langen Druck auf den "SRVC" Taster (>2s) wird eine neue DevAddr erzeugt und der Editiermodus automatisch verlassen. Das Erzeugen wird mit einem Blinken der Hintergrundbeleuchtung des Displays quittiert.

Die neu erstellte DevAddr kann mit einem kurzen Druck auf den "SRVC" Taster angezeigt werden.

## LoRa NwkSKey (nur bei ABP)

Mit einem kurzen Druck auf den "SRVC" Taster wird der aktuelle NwkSKey angezeigt.

Anschliessend kann mit der "Pfeil Rechts" Taste selektiert werden, ob ein neuer NwkSKey generiert werden soll.

Mit einem erneuten kurzen Druck auf den "SRVC" Taster (<2s) wird der Editiermodus **ohne Änderung** des NwkSKey wieder verlassen.

Mit einem langen Druck auf den "SRVC" Taster (>2s) wird der neue NwkSKey erzeugt und der Editiermodus automatisch verlassen. Das Erzeugen wird mit einem Blinken der Hintergrundbeleuchtung des Displays quittiert.

Der neu erstellte NwkSKey kann mit einem kurzen Druck auf den "SRVC" Taster angezeigt werden.

## LoRa AppSKey (nur bei ABP)

Mit einem kurzen Druck auf den "SRVC" Taster wird der aktuelle AppSKey angezeigt.

Anschliessend kann mit der "Pfeil Rechts" Taste selektiert werden, ob ein neuer AppSKey generiert werden soll.

Mit einem erneuten kurzen Druck auf den "SRVC" Taster (<2s) wird der Editiermodus **ohne Änderung** des AppSKey wieder verlassen.

Mit einem langen Druck auf den "SRVC" Taster (>2s) wird der neue AppSKey erzeugt und der Editiermodus automatisch verlassen. Das Erzeugen wird mit einem Blinken der Hintergrundbeleuchtung des Displays quittiert.

Der neu erstellte AppSKey kann mit einem kurzen Druck auf den "SRVC" Taster angezeigt werden.

## LoRa JoinMode (OTAA oder ABP)

Mit einem kurzen Druck auf den "SRVC" Taster kann der Parameter editiert werden. Anschliessend kann mit der Betätigung der "Pfeil Rechts" Taste der gewünschte JoinMode selektiert werden.

Mit einem erneuten kurzen Druck auf den "SRVC" Taster (<2s) wird der Editiermodus **ohne Änderung** des JoinMode wieder verlassen.

Mit einem langen Druck auf den "SRVC" Taster (>2s) wird der selektierte JoinMode übernommen und der Editiermodus automatisch verlassen. Das erfolgreiche Speichern wird mit einem Blinken der Hintergrundbeleuchtung des Displays quittiert.



*Hinweis: Nach der Umstellung des JoinMode müssen die neuen Parameter auch auf dem LoRa-Server hinterlegt werden.*

## OTAA: Over the Air Activation

Die LoRa Schnittstelle des Celsa DMC hat die Möglichkeit OTAA zu nutzen. Das Kommunikationsmodul handelt mit dem LoRa-Netzwerk-Server eine eigene Verschlüsselung aus und tritt diesem Netzwerk bei. Es kann immer nur eine 1:1 Verbindung von Kommunikationsmodul und LoRa-Netzwerk geben. Dieser Modus bietet eine erhöhte Sicherheit gegenüber Dritten, da die Verschlüsselung zufällig gewählt ist.

## LoRa Join

Ausführen eines (Re-)Join

Mit einem kurzen Druck auf den "SRVC" Taster kann der Parameter editiert werden. Anschliessend kann mit der Betätigung der "Pfeil Rechts" Taste der Neustart selektiert werden.

Mit einem erneuten kurzen Druck auf den "SRVC" Taster (<2s) wird der Editiermodus **ohne Änderung** wieder verlassen.

Mit einem langen Druck auf den "SRVC" Taster (>2s) wird der (Re-)Join gestartet und der Editiermodus automatisch verlassen. Das Speichern wird mit einem Blinken der Hintergrundbeleuchtung des Displays quittiert.

## LoRa Test

Sendet sofort einen Uplink mit der Konfiguration des Slots 1 an das LoRa-Netzwerk.

Mit einem kurzen Druck auf den "SRVC" Taster kann der Parameter editiert werden. Anschliessend kann mit der Betätigung der "Pfeil Rechts" Taste der Uplink initiiert werden.

Mit einem erneuten kurzen Druck auf den "SRVC" Taster (<2s) wird der Editiermodus **ohne Änderung** wieder verlassen.

Mit einem langen Druck auf den "SRVC" Taster (>2s) wird der Uplink gestartet und der Editiermodus automatisch verlassen. Das Senden wird mit einem Blinken der Hintergrundbeleuchtung des Displays quittiert.



*Hinweis: Der Uplink kann nur gesendet werden, wenn Slot 1 als "aktiv" gekennzeichnet ist.*



*Hinweis: Der Uplink kann nur gesendet werden, wenn keine Duty-Cycle-Restriction vorliegt.*

## LoRa Antenne

Erlaubt das Umschalten zwischen interner und externer Antenne.

Mit einem kurzen Druck auf den "SRVC" Taster kann der Parameter editiert werden. Anschliessend kann mit der Betätigung der "Pfeil Rechts" Taste die entsprechende Antenne selektiert werden.

Mit einem erneuten kurzen Druck auf den "SRVC" Taster (<2s) wird der Editiermodus **ohne Änderung** der Antennen-Konfiguration wieder verlassen.

Mit einem langen Druck auf den "SRVC" Taster (>2s) wird die Selektion gespeichert und der Editiermodus automatisch verlassen. Das erfolgreiche Speichern wird mit einem Blinken der Hintergrundbeleuchtung des Displays quittiert.



**GEFAHR:** Die Montage der externen Antenne muss im spannungslosen Zustand erfolgen. Das Gerät kann durch Nichtbeachtung der Montagehinweise beschädigt oder zerstört werden. Halten Sie sich unbedingt an die Montagehinweise.



**GEFAHR:** Die Umschaltung auf die externe Antenne darf erst nach Montage dieser erfolgen!

## LoRa Interface

Erlaubt den Neustart (Soft-Reset) des LoRa-Moduls oder das Zurücksetzen der Einstellungen auf Werkseinstellungen (Werkseinst. RESET). Im Falle einer Fehlbedienung kann damit die LoRa-Konfiguration des Celsa DMC LoRa zurückgesetzt werden.

Mit einem kurzen Druck auf den "SRVC" Taster kann der Parameter editiert werden. Anschliessend kann mit der Betätigung der "Pfeil Rechts" Taste die entsprechende Auswahl selektiert werden.

Mit einem erneuten kurzen Druck auf den "SRVC" Taster (<2s) wird der Editiermodus **ohne Änderung** wieder verlassen.

Mit einem langen Druck auf den "SRVC" Taster (>2s) wird der Reset ausgeführt und der Editiermodus automatisch verlassen. Der Reset wird mit einem Blinken der Hintergrundbeleuchtung des Displays quittiert.



*Hinweis: Ein Reset des LoRa-Kommunikationsmoduls verändert in keinem Falle Zählerstände, Messwerte, die aktuelle Messung oder andere messtechnisch relevante Vorgänge des Celsa DMC LoRa*

# Join Request

Solange kein Join-Request erfolgreich durchgeführt werden konnte, versucht sich der Celsa DMC LoRa regelmässig zu verbinden. Diese Join-Requests erfolgen in einem  $\pm 10$  min Zufallsfenster, um bei mehreren Zählern im Netzwerk einem Kommunikationsengpass entgegenzuwirken.



*Hinweis: Der Up- und Downlink-Counter wird nach dem Neustart des Celsa DMC LoRa mit 0 initialisiert.*

## Prüfung, ob das Kommunikationsmodul noch mit dem LoRa-Netzwerk verbunden ist

Der Celsa DMC LoRa prüft mindestens einmal täglich, ob die Verbindung zum LoRa-Netzwerk weiterhin vorhanden ist. Bei der Konfiguration der Datenpakete kann bestimmt werden, ob jede übermittelte Uplink-Nachricht einen ACK-Request (Acknowledge) anfordern soll.

Wenn der Celsa DMC LoRa

- keine ACK-Bestätigung beim Uplink innerhalb von 24 Stunden erhält,
- oder die Prüfung der Verbindung zum LoRa-Netzwerk innerhalb von 24 Stunden fehlschlägt

startet der Zähler automatisch einen neuen (Re-)Join-Prozess.

Die Prüfung, ob ein Zähler noch mit dem Netzwerk verbunden ist, kann auch über die Zeit-Synchronisation (DeviceTimeReq) oder eine Uplink-Nachricht auf einen dedizierten fPort mit ACK-Anforderung erfolgen.

# Downlink Nachrichten

Jede empfangene Downlink Nachricht kann vom Celsa DMC LoRa mit einem Acknowledge bestätigt werden.

## Konfiguration der zu sendenden Messwerte

- Per Downlink-Nachricht kann dem Kommunikationsmodul mitgeteilt werden welche Messwerte in welchem Intervall regelmässig übertragen werden sollen.
- Es stehen nur Messwerte aus dem Lastgangspeicher zur Verfügung.
- Es stehen 10 "Slots" für die Konfiguration zur Verfügung, diese werden durch die fPorts 1-10 dargestellt.
- Pro Slot können maximal 10 Messwerte gespeichert werden
- Tiefere Slots (fPort-Nummern) haben eine höhere Priorität gegenüber den anderen Slots.
- Als Standard-Einstellung werden folgende Messwerte übertragen:
  - siehe Default-Uplink
- Sendeintervall: Das minimale Intervall ist 1 Minute, das maximale 67'500 Minuten (45 Tage). Beachten Sie das für Sende-Intervalle kleiner als 15 Minuten entsprechend das Intervall des Lastgang-Speichers angepasst wird. (siehe "Handbuch Celsa DMC" Doc.Ref: 1451)
- Soll für jede UpLink-Nachricht eine Ack-Response vom LoRa-Netzwerk gesendet werden: Ja/Nein?
  - Falls Ja: Wenn keine Acknowledge vom Netzwerk empfangen wird, versucht das Kommunikationsmodul das Paket erneut zu übermitteln.
- Profil aktiv: ja oder nein.



*Hinweis: Auf [https://github.com/emuag/professional\\_II\\_lora](https://github.com/emuag/professional_II_lora) kann eine generische Vorlage für die einfache Erstellung der Downlink Nachricht heruntergeladen werden.*



*Hinweis: Wenn nur das Sendeintervall angepasst werden soll, wird in der Downlink Nachricht nur das Sendeintervall (2 Bytes) und die Flags für ACK und Aktiv ohne weitere Register-Daten übermittelt.*



*Hinweis: Übersteigt die zu übermittelnde Paketgrösse die maximal zur Verfügung stehende Airtime wird die Uplink-Nachricht nur teilweise oder gar nicht übertragen.*

## Beschreibung Downlink-Nachricht

Die Bit-Order ist LSB, die Byte-Order ist Little-Endian.

Konfiguration der zu sendenden Register

Länge in Bytes: 4 Bytes - 13 Bytes fPort: 1-10

Byte	Beschreibung	Beispiel
0-1	Zeitintervall in Minuten	0x01 0x00 - 0xFF 0xFF
2	Konfigurations-Flags	
3-12	IDs der zu sendenden Register CRC-8	0x03... siehe Definition

### Konfigurations-Flag Byte

Byte	Bit	Beschreibung
00000000	1	Bisherige Einstellungen bleiben unverändert
00000000	2	Es wird keine Bestätigungs-Meldung nach dem Uplink erwartet
00000010	2	Es wird für jede Uplink-Nachricht eine Bestätigungs-Meldung erwartet

Byte	Bit	Beschreibung
00000100	3	(Re-)Join nach ca. 60 Minuten in ein vorhandenes/neues Netzwerk durchführen
00000000	3	nicht definiert
00000000	4	Port deaktiviert
00001000	4	Port aktiviert
00010000	5	nicht definiert
00000000	5	nicht definiert
00100000	6	nicht definiert
00000000	6	nicht definiert
01000000	7	nicht definiert
00000000	7	nicht definiert

Liste der möglichen IDs siehe Messwert-Register



*Hinweis: Wird nur Byte 0 + 1 + Konfig-Byte + CRC-8 gesendet wird das Sende-Intervall und die Konfigurations-Flags entsprechend angepasst, die selektierten Messwert-Register werden nicht mutiert.*

## Beispiel für die Anpassung des Sende-Intervall auf 1 Minute

```
var data =[0x01, 0x00, 0x08, 0x53];
```

```
0x01 0x00 -> 1 Minuten Intervall,
0x08      -> Keine Bestätigungs-Meldung, kein Re-Join, Port ist aktiviert
0x53      -> CRC-8 Prüfsumme
```

## Beispiel für Übermittlung Energie-Register

Dieses Beispiel zeigt die nötige Downlink Nachricht um eine Uplink Nachricht mit den Energiewerten 0x03 - 0x0A (Wirk- und Blindenergie, Import und Export, Tarife 1 und 2) jede Minute zu erhalten.

```
var data = [0x01, 0x00, 0x0A, 0x01, 0x03, 0x04, 0x05, 0x06, 0x07, 0x08, 0x09, 0x0A, 0x83]
```

```
0x01 0x00 -> 1 Minute
0x0A      -> Bestätigungs-Meldung, kein Re-Join, Port ist aktiviert
0x01      -> Zeitstempel
0x03 - 0x0A -> Register welche übermittelt werden sollen
0x83      -> CRC-8 Prüfsumme
```

# Uplink Nachrichten

Die folgenden Nachrichten können vom Celsa DMC LoRa versendet werden:

- Join / Rejoin Anfrage
- DeviceTimeReq / Zeitsynchronisation
- Netzwerk-Zugehörigkeit prüfen
- Versand von Messdaten

## Join / Rejoin

Der Celsa DMC LoRa führt einen Join / Rejoin mit einem LoRa-Netzwerk durch.

## DeviceTimeReq / Zeitsynchronisation

Im Regelbetrieb versucht das Kommunikationsmodul regelmässig (nach einem Spannungsunterbruch, min. alle 24h, max. jede Stunde) über das LoRa-Netz die Uhrzeit zu empfangen. Der Celsa DMC LoRa stellt seine interne Uhr nach folgenden Kriterien um:

- Wenn zwischen der neu erhaltenen Zeit und der bisherigen Gerätezeit weniger als 2 Sekunden Unterschied bestehen, so stellt das Modul die Uhr des Zählers im Zuge der Zeitsynchronisierung auf die neu erhaltene Zeit.
- Wenn mehr als 2 Sekunden Unterschied zwischen der neuen und alten Zeit bestehen, so klärt das Modul mit mindestens 3 weiteren Zeitanfragen ab, ob die neu erhaltene Zeit korrekt ist.

Nach dem Spannungsunterbruch oder wenn die Gangreserve der internen Uhr des Kommunikationsboards aufgebraucht ist, verifiziert der Celsa DMC LoRa die neue Zeit mit mindestens 3 Zeitabfragen beim LoRa Netzwerk. Diese 3 Zeitabfragen geschehen innerhalb eines Zeitraumes von ca. 3 Minuten.



*Hinweis: Für den Betrieb des Celsa DMC LoRa muss der Betreiber der Infrastruktur dafür sorgen, dass die Uhrzeit der Zähler regelmässig synchronisiert wird.*

## Senden von Messwerten

- Der Celsa DMC LoRa sendet alle gewünschten Messwerte über ein LoRa Netzwerk direkt aus dem Datenlogger des Zählers.
- Die zu sendenden Daten werden jeweils zum Stichpunkt aus dem Datenlogger des Zählers ausgelesen.
- Der Versand der Daten muss deshalb vor dem Ablauf des nächsten Sendeintervalls erfolgen.

Beispiel bei einem Sende-Intervall von 15 Minuten:

- 09:00:02 Uhr: Kommunikationsmodul erfragt vom Zähler den aktuellen (letzten) Eintrag aus dem Datenlogger, die dort gespeicherten Werte sind von 09:00:00 Uhr
- 09:00:03 - 09:14:59 Uhr: Der Zähler versucht die Messwerte über das LoRa Netzwerk zu versenden.
- 09:15:02 Uhr: Der Zähler startet die Übertragung der aktuellen Werte. Diese sind nun von 09:15:00 Uhr.



*Hinweis: Beachten Sie, dass es u.U. eine grössere Anzahl von Zählern ebenfalls Messwerte in diesem Zeitraum übermitteln wollen und es zu Kollisionen im Frequenzband kommen kann.*



*Hinweis: Wenn die LoRa Pakete aufgrund der Gegebenheiten (SF zu hoch, Datenrate zu tief usw.) des LoRa Netzwerkes nicht komplett übermittelt werden können, so werden nur die Daten übermittelt, welche in einer Übertragung Platz finden. Alle weiteren Messwerte werden nicht nachträglich übermittelt. Stellen Sie sicher, dass Sie nur notwendige Daten übermitteln und optimieren Sie ggf. Ihre LoRa-Infrastruktur.*

# Aufbau der Uplink - Pakete

Die Bit-Order ist LSB, die Byte-Order ist Little-Endian. Die ersten 4 Byte sind immer der Zeitstempel aus dem Datenlogger.

## Erstes Telegramm nach dem Join mit einem LoRa-Server

fPort: 100 Länge: 29

Aufbau:

Byte	Beschreibung
0-3	Zeitstempel
4	Typ 0xF1
5-8	Seriennummer
9	Typ 0xF7
10	Zähler-Typ
11	Typ 0xF3
12-13	Strom-Wandler primär
14	Typ 0xF4
15-16	Strom-Wandler sekundär
17	Typ 0xF5
18-19	Spannungs-Wandler primär
20	Typ 0xF6
21-22	Spannungs-Wandler sekundär
23	Typ 0xF8
24-27	MID-Zulassungsjahr
28	CRC 8-bit

### Beispiel-Paket:

```
#Systemzeit
#Seriennummer 22150405
#Zähler-Typ Wandler -> 2
#Strom-Wandler-Verhältnis 5:5
#Spannungs-Wandler-Verhältnis 100:100
#Mid Zulassungsjahr 2022
#CRC sollte 0x65 sein

var data = [0x68, 0x9b, 0xa8, 0x62,           // Systemzeit 0x62A89B68
                                                    // -> 1655217000
                                                    //->Dienstag, 14. Juni 2022
                                                    // 16:30:00 GMT+02:00 DST
          0xf1, 0x05, 0x04, 0x15, 0x22,     // Seriennummer 0x22150405
                                                    //-> 22150405
          0xf7, 0x02,                         // Zähler-Typ 0x02 -> 2
          0xf3, 0x05, 0x00,                 // Strom-Wandler Primär 0x0005
                                                    //-> 5
          0xf4, 0x05, 0x00,                 // Strom-Wandler Sekundär 0x0005
                                                    //-> 5
          0xf5, 0x64, 0x00,                 // Spannungs-Wandler Primär 0x0064
                                                    //-> 100
          0xf6, 0x64, 0x00,                 // Spannungs-Wandler Sekundär 0x0064
                                                    //-> 100
          0xf8, 0x02, 0x00, 0x02, 0x02,     // MID-Jahr, BCD -> 2022
          0x65]                             // CRC-8 Prüfsumme
```

## Default-Uplink

Bei der ersten Inbetriebnahme oder nach dem Zurücksetzen auf die Werkseinstellungen wird das folgende Telegramm gesendet:

fPort: 1 Länge: 27 Intervall: Alle 15 Minuten den aktuellen Eintrag aus dem Datenlogger des Zählers

Aufbau:

Byte	Beschreibung
0-3	Zeitstempel
4	Typ 0x03
5-8	Wirkenergie Import L123 T1
9	Typ 0x04
10-13	Wirkenergie Import L123 T2
14	Typ 0x05
15-18	Wirkenergie Export L123 T1
19	Typ 0x06
20-23	Wirkenergie Export L123 T2
24	Typ 0xFF
25	Fehlercode
26	CRC 8-bit

Die fPorts 1-10 können individuell geändert werden, siehe Downlink Nachrichten

## DeviceTimeReq / Zeitsynchronisation

Dieser Uplink beinhaltet keine Payload und wird nur für die Zeitsynchronisation verwendet.

fPort: 100 Länge: 2

Aufbau:

Byte	Beschreibung
0-3	DeviceTimeReq

### Beispiel-Paket:

```
#Zeitsynchronisation
```

```
var data = [0x00, 0x00] // DeviceTimeReq
```

# Messwert-Register

Die Messwerte und technischen Informationen werden aus dem Datenlogger des Celsa DMC LoRa ausgelesen. Diese Werte werden jeweils am Ende der Durchlaufzeit einer Messperiode (15 Minuten) im Datenlogger gespeichert.

Die OBIS-Codes werden in der vereinfachten Version angezeigt.



*Hinweis: Anpassungen an der Konfiguration des Celsa DMC LoRa wie z.B. Faktor des Stromwandlers werden erst am Ende des Durchlaufs einer Messperiode im Datenlogger aktualisiert.*

ID	Typ	Bezeichnung	Einheit	Auflösung	OBIS-Code
0x00	uint32	Index	Index		
0x01	uint32	Zeitstempel	Zeitpunkt	Epoch	
0x02	uint32	Ursprünglicher Zeitstempel des Eintrags	Zeitpunkt	Epoch	
0x03	uint32	Wirkenergie Import L123 T1	Wh	1 Wh	1.8.1
0x04	uint32	Wirkenergie Import L123 T2	Wh	1 Wh	1.8.2
0x05	uint32	Wirkenergie Export L123 T1	Wh	1 Wh	2.8.1
0x06	uint32	Wirkenergie Export L123 T2	Wh	1 Wh	2.8.2
0x07	uint32	Blindenergie Import L123 T1	varh	1 varh	3.8.1
0x08	uint32	Blindenergie Import L123 T2	varh	1 varh	3.8.2
0x09	uint32	Blindenergie Export L123 T1	varh	1 varh	4.8.1
0x0A	uint32	Blindenergie Export L123 T2	varh	1 varh	4.8.2
0x0B	int32	Wirkleistung L123	W	1 W	1.7.0
0x0C	int32	Wirkleistung L1	W	1 W	1.7.1
0x0D	int32	Wirkleistung L2	W	1 W	1.7.2
0x0E	int32	Wirkleistung L3	W	1 W	1.7.3
0x0F	int32	Strom L123	mA	1 mA	11.7.0
0x10	int32	Strom L1	mA	1 mA	31.7.0
0x11	int32	Strom L2	mA	1 mA	51.7.0
0x12	int32	Strom L3	mA	1 mA	71.7.0
0x13	int32	Reserviert für zukünftige Anwendungen			
0x14	int32	Spannung L1-N	V	100 mV	32.7.0
0x15	int32	Spannung L2-N	V	100 mV	52.7.0
0x16	int32	Spannung L3-N	V	100 mV	72.7.0
0x17	int8	Leistungsfaktor L1	-1..1	0.01	33.7.0
0x18	int8	Leistungsfaktor L2	-1..1	0.01	53.7.0
0x19	int8	Leistungsfaktor L3	-1..1	0.01	73.7.0
0x1A	int16	Frequenz	Hz	0.1 Hz	14.7.0
0x1B	int32	Leistungsmittelwert (reserviert für zukünftige Version)	W	1 W	
0x1C	uint32	Wirkenergie Import L123 T1	kWh	1 kWh	1.8.1
0x1D	uint32	Wirkenergie Import L123 T2	kWh	1 kWh	1.8.2
0x1E	uint32	Wirkenergie Export L123 T1	kWh	1 kWh	2.8.1
0x1F	uint32	Wirkenergie Export L123 T2	kWh	1 kWh	2.8.2
0x20	uint32	Blindenergie Import L123 T1	kvarh	1 kvarh	3.8.1
0x21	uint32	Blindenergie Import L123 T2	kvarh	1 kvarh	3.8.2
0x22	uint32	Blindenergie Export L123 T1	kvarh	1 kvarh	4.8.1
0x23	uint32	Blindenergie Export L123 T2	kvarh	1 kvarh	4.8.2
0x24	uint64	Wirkenergie Import L123 T1	Wh	1 Wh	
0x25	uint64	Wirkenergie Import L123 T2	Wh	1 Wh	
0x26	uint64	Wirkenergie Export L123 T1	Wh	1 Wh	
0x27	uint64	Wirkenergie Export L123 T2	Wh	1 Wh	
0x28	uint64	Blindenergie Import L123 T1	varh	1 varh	
0x29	uint64	Blindenergie Import L123 T2	varh	1 varh	
0x2A	uint64	Blindenergie Export L123 T1	varh	1 varh	
0x2B	uint64	Blindenergie Export L123 T2	varh	1 varh	
0xF0	uint8	ErrorCode	Status-Codes		
0xF1	uint32 Hex	Seriennummer			

ID	Typ	Bezeichnung	Einheit	Auflösung	OBIS-Code
0xF2	ulnt32 Hex	Werksnummer			
0xF3	ulnt16	Strom-Wandler primär			
0xF4	ulnt16	Strom-Wandler sekundär			
0xF5	ulnt16	Spannungs-Wandler primär			
0xF6	ulnt16	Spannungs-Wandler sekundär			
0xF7	ulnt8	Zähler-Typ			
0xF8	ulnt32	MID-Zulassungsjahr		BCD	
0xF9	ulnt32	Baujahr		BCD	
0xFA	ulnt32	Firmware Version		ASCII	
0xFB	ulnt32	MID Mess-Version		ASCII	
0xFC	ulnt32	Hersteller		ASCII	
0xFD	ulnt32	Hardware-Index		ASCII	
0xFE	ulnt32	Momentane Systemzeit	Zeitpunkt	Epoch	

Für mögliche Werte des Status-Code-Byte siehe Status-Codes

## Status-Codes

Bit Folge	Beschreibung
0	Zeit gestellt
1	Stromwandler-Faktor verändert
2	Spannungswandler-Faktor verändert
3	Impuls-Breite geändert
4	Impuls-Verhältnis geändert
5	Spannungsunterbruch
6	Zeit ungültig oder nicht synchronisiert
7	Logbuch voll

## CRC-8 Prüfsumme

Die Prüfsumme basiert auf dem Polynom  $x^8 + x^2 + x^1 + x^0$  (CRC-8-CCITT)

Beispiel Implementation in Javascript:

```
function crc8_encode(data) {
    var xorOut = 0x0000;
    var table = [
        0x00, 0x07, 0x0E, 0x09, 0x1C, 0x1B,
        0x12, 0x15, 0x38, 0x3F, 0x36, 0x31,
        0x24, 0x23, 0x2A, 0x2D, 0x70, 0x77,
        0x7E, 0x79, 0x6C, 0x6B, 0x62, 0x65,
        0x48, 0x4F, 0x46, 0x41, 0x54, 0x53,
        0x5A, 0x5D, 0xE0, 0xE7, 0xEE, 0xE9,
        0xFC, 0xFB, 0xF2, 0xF5, 0xD8, 0xDF,
        0xD6, 0xD1, 0xC4, 0xC3, 0xCA, 0xCD,
        0x90, 0x97, 0x9E, 0x99, 0x8C, 0x8B,
        0x82, 0x85, 0xA8, 0xAF, 0xA6, 0xA1,
        0xB4, 0xB3, 0xBA, 0xBD, 0xC7, 0xC0,
        0xC9, 0xCE, 0xDB, 0xDC, 0xD5, 0xD2,
        0xFF, 0xF8, 0xF1, 0xF6, 0xE3, 0xE4,
        0xED, 0xEA, 0xB7, 0xB0, 0xB9, 0xBE,
        0xAB, 0xAC, 0xA5, 0xA2, 0x8F, 0x88,
        0x81, 0x86, 0x93, 0x94, 0x9D, 0x9A,
        0x27, 0x20, 0x29, 0x2E, 0x3B, 0x3C,
```

```

0x35, 0x32, 0x1F, 0x18, 0x11, 0x16,
0x03, 0x04, 0x0D, 0x0A, 0x57, 0x50,
0x59, 0x5E, 0x4B, 0x4C, 0x45, 0x42,
0x6F, 0x68, 0x61, 0x66, 0x73, 0x74,
0x7D, 0x7A, 0x89, 0x8E, 0x87, 0x80,
0x95, 0x92, 0x9B, 0x9C, 0xB1, 0xB6,
0xBF, 0xB8, 0xAD, 0xAA, 0xA3, 0xA4,
0xF9, 0xFE, 0xF7, 0xF0, 0xE5, 0xE2,
0xEB, 0xEC, 0xC1, 0xC6, 0xCF, 0xC8,
0xDD, 0xDA, 0xD3, 0xD4, 0x69, 0x6E,
0x67, 0x60, 0x75, 0x72, 0x7B, 0x7C,
0x51, 0x56, 0x5F, 0x58, 0x4D, 0x4A,
0x43, 0x44, 0x19, 0x1E, 0x17, 0x10,
0x05, 0x02, 0x0B, 0x0C, 0x21, 0x26,
0x2F, 0x28, 0x3D, 0x3A, 0x33, 0x34,
0x4E, 0x49, 0x40, 0x47, 0x52, 0x55,
0x5C, 0x5B, 0x76, 0x71, 0x78, 0x7F,
0x6A, 0x6D, 0x64, 0x63, 0x3E, 0x39,
0x30, 0x37, 0x22, 0x25, 0x2C, 0x2B,
0x06, 0x01, 0x08, 0x0F, 0x1A, 0x1D,
0x14, 0x13, 0xAE, 0xA9, 0xA0, 0xA7,
0xB2, 0xB5, 0xBC, 0xBB, 0x96, 0x91,
0x98, 0x9F, 0x8A, 0x8D, 0x84, 0x83,
0xDE, 0xD9, 0xD0, 0xD7, 0xC2, 0xC5,
0xCC, 0xCB, 0xE6, 0xE1, 0xE8, 0xEF,
0xFA, 0xFD, 0xF4, 0xF3

```

```

};
var crc = 0x0000;
for (var j = 0; j < data.length; j++) {
  crc = table[crc ^ data[j]];
}
return (crc ^ xorOut) & 0xFFFF;
}

```