

# IoT- LoRaWAN Interface

DE



**Montage- &  
Betriebsanleitung  
V 1.2**

# Zu diesem Dokument

© Copyright by mCloud Systems GmbH

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt.

Der Inhalt dieses Dokuments ist Eigentum der mCloud Systems GmbH und darf weder ganz noch teilweise ohne vorherige Genehmigung des Rechtsinhabers vervielfältigt und reproduziert werden.

## Warnhinweise



### Gefahr

Dieses allgemeine Warnsymbol macht Sie auf mögliche Verletzungsgefahren aufmerksam. Beachten Sie alle zu diesem Symbol aufgeführten Hinweise, um mögliche Verletzungen oder sogar Todesfälle zu vermeiden.



### Warnung

Dieses allgemeine Warnsymbol weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, welche zu schweren Verletzungen oder Tod führen kann.



### Vorsicht

Dieser Warnhinweis kennzeichnet eine möglicherweise gefährliche Situation, die zu leichten Verletzungen oder Sachschäden führen kann.



### Achtung

Dieser Warnhinweis weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die bei Nichtbeachtung zu Sachschäden oder Umweltschäden führen kann.

## Allgemeine Hinweise



### Hinweis

Dieses Informationssymbol kennzeichnet weitere nützliche Informationen zu einem bestimmten Thema.

# 1 Inhaltsverzeichnis

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2     | Allgemeines .....                                     | 5  |
| 2.1   | Haftungsausschluss .....                              | 5  |
| 2.2   | Technische Änderungen .....                           | 5  |
| 2.3   | Kontaktdaten .....                                    | 5  |
| 3     | Sicherheit.....                                       | 6  |
| 3.1   | Bestimmungsgemäße Verwendung .....                    | 6  |
| 3.2   | Zielgruppen.....                                      | 6  |
| 3.3   | Vorhersehbare Fehlanwendungen.....                    | 7  |
| 4     | Restrisiken .....                                     | 9  |
| 4.1   | Gefahr durch Kondenswasser .....                      | 9  |
| 4.2   | Gefahr durch Wärmestau.....                           | 9  |
| 4.3   | Gefahr durch unsachgemäße Bedienung .....             | 9  |
| 5     | Installation.....                                     | 10 |
| 5.1   | Gerät auspacken.....                                  | 10 |
| 5.2   | Gerät montieren.....                                  | 10 |
| 5.2.1 | Schraubbefestigung.....                               | 11 |
| 5.2.2 | Befestigung via Montagesockel und Kabelbinder .....   | 11 |
| 5.2.3 | Hutschienenadapter .....                              | 12 |
| 5.3   | Gerät installieren.....                               | 13 |
| 5.3.1 | Anschluss der Versorgungsspannung.....                | 15 |
| 5.3.2 | Anschluss der Busleitung.....                         | 16 |
| 6     | Inbetriebnahme.....                                   | 18 |
| 6.1   | Ein- und Ausschalten des Gerätes.....                 | 18 |
| 6.2   | Aktivieren/Deaktivieren des Konfigurationsmodus ..... | 19 |
| 6.3   | Reassociation-Modus (Pairing).....                    | 20 |
| 6.4   | Factory-Reset (Werkseinstellung) .....                | 21 |
| 7     | Firmware .....  | 22 |
| 7.1   | Basic Cluster .....                                   | 23 |
| 7.1.1 | Firmware Version .....                                | 23 |
| 7.1.2 | Kernel Version .....                                  | 24 |
| 7.1.3 | Typnummer .....                                       | 24 |
| 7.1.4 | Herstellungsdatum .....                               | 24 |
| 7.1.5 | Applikationsname.....                                 | 24 |
| 7.2   | Configuration Cluster .....                           | 25 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 7.2.1 | Power Konfiguration.....                   | 25 |
| 7.2.2 | Power Konfiguration Single Report .....    | 26 |
| 7.2.3 | Cluster Befehle .....                      | 28 |
| 7.3   | LoRaWAN Cluster .....                      | 28 |
| 7.3.1 | Nachrichtentyp.....                        | 28 |
| 7.3.2 | Anzahl der Wiederholungen.....             | 29 |
| 7.3.3 | Erneuter Verbindungsaufbau .....           | 29 |
| 7.3.4 | Datenrate.....                             | 30 |
| 7.3.5 | ABP Device Adresse .....                   | 30 |
| 7.3.6 | OTAA AppEUI.....                           | 30 |
| 7.4   | Serial Interface Cluster .....             | 31 |
| 7.4.1 | Baudrate .....                             | 31 |
| 7.4.2 | Anzahl der Datenbits .....                 | 32 |
| 7.4.3 | Parität .....                              | 32 |
| 7.4.4 | Anzahl Stoppbits.....                      | 32 |
| 7.5   | Single Report Cluster .....                | 33 |
| 7.5.1 | Direkter Modbus Datenaustausch.....        | 33 |
| 7.5.2 | Festlegen von Requests.....                | 35 |
| 7.5.3 | Initialisieren eines Single- Reports ..... | 35 |
| 7.6   | Multi Report Cluster .....                 | 37 |
| 7.6.1 | Konfiguration des Headers.....             | 38 |
| 7.6.2 | Initialisieren eines Multi-Reports .....   | 38 |
| 8     | Reinigung.....                             | 43 |
| 8.1   | Trockene Reinigung.....                    | 43 |
| 8.2   | Feuchte Reinigung.....                     | 43 |
| 9     | Instandhaltung.....                        | 44 |
| 10    | Außerbetriebnahme .....                    | 45 |
| 11    | Lagerung und Entsorgung.....               | 46 |
| 11.1  | Gerät lagern.....                          | 46 |
| 11.2  | Gerät entsorgen .....                      | 46 |
| 12    | Technische Daten .....                     | 47 |
| 12.1  | Typenschild.....                           | 47 |
| 12.2  | Umgebungsbedingungen .....                 | 47 |

## 2 Allgemeines

Alle Angaben in dieser Montage- und Betriebsanleitung gelten ausschließlich für die Geräte, die in dieser Anleitung beschrieben sind.

Je nach Ausführung/Variante des Gerätes kann es zu optischen Abweichungen bezüglich der Darstellung in dieser Anleitung kommen. Werden gerätespezifische Informationen benötigt, wird an der entsprechenden Stelle in dieser Anleitung darauf hingewiesen.

Im Lieferumfang des Gerätes können neben dieser Montage- und Betriebsanleitung weitere Anleitungen von Gerätekomponenten enthalten sein, die ebenfalls vollständig zu beachten sind.

Neben dieser Anleitung sind die nationalen, gesetzlichen Regelungen und Bestimmungen, wie beispielsweise Unfallverhütungs- und Arbeitsschutzvorschriften, sowie Umweltvorschriften des jeweiligen Verwenderlandes zu beachten.

### 2.1 Haftungsausschluss

Die Beachtung der Informationen in dieser Anleitung sowie den Informationen der in diesem Produkt verwendeten Bauteilen ist Voraussetzung für den sicheren Betrieb und um die angegebenen Leistungsmerkmale und Produkteigenschaften zu erreichen. Für Personen-, Sach- oder Vermögensschäden, die durch Nichtbeachtung dieser Informationsprodukte entstehen übernimmt die mCloud Systems GmbH keine Haftung.

Sorgen Sie stets dafür, dass die Informationsprodukte leserlich zugänglich sind.

### 2.2 Technische Änderungen

Technische Änderungen vorbehalten:

- Achten Sie darauf, dass das Gerät mit der Montage- und Betriebsanleitung übereinstimmt.
- Lesen Sie vor der Montage- und Inbetriebnahme des Gerätes die produktbegleitenden Dokumente durch und beachten Sie diese zu jeder Zeit vollständig.
- Halten Sie die produktbegleitenden Dokumente während der Lebensdauer des Gerätes verfügbar und geben Sie diese an nachfolgende Betreiber/Anwender weiter.
- Bitte informieren Sie sich über Geräte-Revisionen und den damit verbundenen Anpassungen der produktbegleitenden Dokumente auf [www.mcloud-systems.com](http://www.mcloud-systems.com).

### 2.3 Kontaktdaten

**mCloud Systems GmbH**  
Automatisierungstechnik,  
Industrieelektronik,  
Industrial IoT

Konnersreuther Straße 6g  
D-95652 Waldsassen

Tel.: +49 (0) 9632 / 921-734  
Fax.: +49 (0) 9632 / 921-710  
E-Mail: [info@mcloud-systems.com](mailto:info@mcloud-systems.com)  
Internet: [www.mcloud-systems.com](http://www.mcloud-systems.com)

## 3 Sicherheit

### 3.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das IoT-Interface dient als Schnittstelle zwischen dem Feldbussystem RS-485 und einem LoRaWAN Netzwerkservers. Dadurch ist es möglich, Messwerte von einem feldbusbasierten Gerät zu erfassen und diese Daten via LoRaWAN zu übertragen. Mit Hilfe der zusätzlich erhältlichen IIoT-Boxen kann schnell eine industrielle IoT-Applikation realisiert werden.

Das IoT-Interface ist für unterschiedliche Montagemöglichkeiten vorbereitet und kann innerhalb oder außerhalb von Schaltschränken/ Verteilungen montiert werden. Beachten Sie hierzu die Anschluss- und Umgebungsbedingungen in Kapitel 12.

Sämtliche Tätigkeiten am Gerät, wie Installations- oder Wartungsarbeiten, dürfen ausschließlich durch eine qualifizierte Elektrofachkraft durchgeführt werden. Es gelten die in Kapitel 2 bereits genannten Sicherheitsaspekte.



#### Warnung

##### **Verletzungsgefahr durch Nichtbeachtung der Betriebsanleitung**

Wird die Betriebsanleitung nicht beachtet oder werden Arbeitsschritte abweichend von den Angaben der Betriebsanleitung durchgeführt, besteht die Gefahr von Verletzungen oder das Gerät kann beschädigt werden:

- Beachten Sie die Betriebsanleitung in allen Punkten.
- Führen Sie ausschließlich nur die in der Betriebsanleitung beschriebenen Arbeitsschritte durch.

### 3.2 Zielgruppen

#### **Qualifizierte Elektrofachkraft**

Die Montage, Demontage, Installation, Inbetriebnahme und Instandhaltung des Gerätes darf ausschließlich durch eine qualifizierte Elektrofachkraft erfolgen!

Die Elektrofachkraft muss folgende Anforderungen erfüllen und beachten:

- Beachtung und Einhaltung der Montage- und Bedienungsanleitung in allen Punkten.
- Kenntnis und Anwendung der einschlägigen, elektrotechnischen Vorschriften, entsprechend der länderspezifischen Bestimmungen.
- Kenntnis und Anwendung der allgemeinen und speziellen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften.
- Fähigkeiten, um Risiken zu erkennen und um mögliche Gefährdungen zu vermeiden.
- Bestimmungsgemäße Verwendung des Gerätes gewährleisten und den Anwender/Betreiber unterrichten.
- Übergabe der Montage- und Bedienungsanleitung an den Betreiber/Anwender des Gerätes.

#### **Anwender / Betreiber**

Die Bedienung des Gerätes darf durch eine qualifizierte Elektrofachkraft oder durch eine elektrotechnisch unterwiesene Elektrofachkraft erfolgen. Die Bedienung durch einen elektrotechnischen Laien ist untersagt!

Der Betreiber/Anwender hat für eine bestimmungsgemäße Verwendung des Gerätes Sorge zu tragen und muss folgende Anforderungen erfüllen und beachten:

- Beachtung und Einhaltung der Montage- und Betriebsanleitung in allen Punkten.
- Bestimmungsgemäße Verwendung des Gerätes sicherstellen.
- Risiken erkennen und mögliche Gefährdungen vermeiden.
- Gewährleistung, dass ausschließlich qualifizierte Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesene Personen direkten Zugang zum Inneren des Gerätes haben.
- Hinzuziehen einer qualifizierten Elektrofachkraft bei Fehlern oder Störungen.
- Dauerhafte Aufbewahrung der Montage- und Betriebsanleitung zum Nachschlagen.

### **3.3 Vorhersehbare Fehlanwendungen**

Um die sichere Verwendung des Gerätes zu gewährleisten und um Fehlanwendungen zu vermeiden, müssen folgende Punkte beachtet werden:

#### **Fehlanwendung: Nichtbeachtung der Montage- und Betriebsanleitung**

- Bei allen Arbeiten ist stets die vollständige Montage- und Betriebsanleitung zu beachten.
- Führen Sie ausschließlich Arbeiten durch, welche in dieser Anleitung beschrieben sind.
- Halten Sie die Reihenfolge und Vorgehensweise der beschriebenen Arbeitsschritte genau ein.

#### **Fehlanwendung: Betrieb eines unvollständigen, beschädigten oder fehlerhaft angeschlossenen Gerätes**

- Das Gerät darf ausschließlich von qualifizierten Elektrofachkräften angeschlossen, in Betrieb genommen und instandgehalten werden.
- Der Betrieb des Gerätes ist nur zulässig, wenn das Gerät unbeschädigt ist und eine ordnungsgemäße Installation und Inbetriebnahme durch eine Elektrofachkraft durchgeführt worden ist.

#### **Fehlanwendung: Manipulation des Gerätes**

- Das Entfernen von Bestandteilen des Gerätes ist untersagt.
- Nehmen Sie keine Veränderungen oder Umbauten am Gerät vor.

#### **Fehlanwendung: Arbeiten am Gerät bei aktivem Anschluss an einer Maschine/Anlage/Verbraucher (Elektrofachkraft!)**

- Trennen Sie das Gerät von der Versorgungsspannung, bevor Sie mit Arbeiten am Gerät beginnen. Spannungsfreiheit überprüfen!
- Stellen Sie sicher, dass der RS-485 Feldbus nicht von anderen Bussteilnehmern benötigt wird, um mögliche Komplikationen/ Störungen zu vermeiden.

#### **Fehlanwendung: Verwendung von nicht zugelassenen Ersatz- und Zubehörteilen**

- Verwenden Sie ausschließlich Originalteile, die von mCloud Systems hergestellt und/oder freigegeben sind.

**Fehlanwendung: Betrieb des Gerätes bei ungeeigneten Umgebungsbedingungen**

- Betreiben Sie das Gerät ausschließlich für die zugelassenen und geeigneten Umgebungsbedingungen. Beachten Sie hierzu die Ausführungen in Kapitel 12.2.

**Fehlanwendung: Steigen, sitzen auf dem Gerät oder Gerät als Ablage verwenden**

- Steigen oder setzen Sie sich nicht auf das Gerät.
- Decken Sie das Gerät nicht durch Gegenstände ab.
- Legen Sie keine Gegenstände auf dem Gerät ab.

**Fehlanwendung: Unsachgemäßer Betrieb des Gerätes**

- Das IoT-Interface darf ausschließlich mit Messgeräten verbunden werden, welche das gleiche Feldbussystem besitzen und zudem das identische Protokoll verwenden.
- Beachten Sie die maximal zulässige Versorgungsspannung des Gerätes.

**Fehlanwendung: Unsachgemäßes in Betrieb und außer Betrieb nehmen**

Das Gerät darf ausschließlich durch eine qualifizierte Elektrofachkraft in Betrieb und außer Betrieb genommen werden. Beachten Sie die Ausführungen in den nachfolgenden Kapiteln.

## 4 Restrisiken

### 4.1 Gefahr durch Kondenswasser

Das IoT-Interface besitzt die hohe Schutzart IP 55, wodurch es bei Temperaturschwankungen, wechselnder Luftfeuchtigkeit oder starker Sonneneinstrahlung zur Kondenswasserbildung innerhalb des Gerätes kommen kann.



#### Achtung

##### Sachschaden durch Kondenswasser

Bei ungünstigen Umgebungsbedingungen (Temperaturschwankungen, Änderungen der Luftfeuchtigkeit oder starker Sonneneinstrahlung) kann es im Innenraum des Gehäuses zur Kondenswasserbildung kommen, wodurch Schäden am Gerät entstehen können.

- Setzen Sie das Gerät ausschließlich den in dieser Anleitung beschriebenen Umgebungsbedingungen aus.

### 4.2 Gefahr durch Wärmestau

Bei unsachgemäßer Installation des IoT-Interfaces in Umgebungen außerhalb des zulässigen Temperaturbereichs kann es zu einem Wärmestau innerhalb des Gerätes kommen. Montieren Sie deshalb das Gerät entsprechend den Anweisungen in dieser Anleitung. Bei Missachtung kann die interne Luftzirkulation beeinträchtigt und somit die gleichmäßige Wärmeverteilung nicht mehr gewährleistet werden. Dadurch kann ein Defekt des IoT-Devices nicht ausgeschlossen werden. Bei Geräten mit interner Batterie sind die Umgebungsbedingungen besonders zu beachten!



#### Achtung

##### Sachschaden durch Wärmestau

Wird das Gerät unsachgemäß installiert und in nicht zulässigen Umgebungsbedingungen verwendet, kann es im Innenraum des Gehäuses zu einem Wärmestau kommen.

- Installieren Sie das Gerät entsprechend der Montage- und Betriebsanleitung.
- Setzen Sie das Gerät nur den in dieser Anleitung festgelegten Umweltbedingungen aus.
- Legen Sie keine Gegenstände auf dem Gerät ab.

### 4.3 Gefahr durch unsachgemäße Bedienung



#### Achtung

##### Sachschaden durch unsachgemäße Verwendung / Bedienung

Wird das Gerät unsachgemäß verwendet oder bedient, kann das Gerät beschädigt werden, wodurch es zu Verletzungen kommen kann.

- Ziehen Sie nicht an Leitungen, welche das Gerät mit der externen Peripherie (Versorgungsspannung, Feldbussystem) verbindet.
- Achten Sie darauf, dass aus dem Gerät geführte Leitungen nicht geknickt, geklemmt oder überfahren werden und nicht mit fremden Wärmequellen in Berührung kommen.

## 5 Installation



### Hinweis

Die in diesem Kapitel beschriebenen Installations- und Montagetätigkeiten dürfen ausschließlich von qualifizierten Elektrofachkräften ausgeführt werden.



### Gefahr

#### Verletzungsgefahr durch Stromschlag

Bei unsachgemäßen Umgang mit elektrotechnischen Geräten und Einrichtungen besteht die Gefahr schwerer Verletzungen, welche zum Tod führen können.

Die nachfolgenden Arbeiten dürfen deshalb ausschließlich von einer qualifizierten Elektrofachkraft durchgeführt werden.

- Führen Sie die nachfolgend beschriebenen Arbeiten nur aus, wenn Sie eine qualifizierte Elektrofachkraft sind und über die entsprechenden Fähigkeiten und Kenntnisse verfügen.



### Achtung

#### Sachschaden durch unsachgemäße Installation des Gerätes

Bei Verwendung ungeeigneter Netzteile und Leitungen für die Versorgungsspannung, sowie beim Einsatz ungeeigneter Leitungen zur Feldbus-Kommunikation kann das Gerät beschädigt werden.

- Verwenden Sie als Spannungsquelle des Gerätes ein geregeltes, potentialfreies DC-Netzteil mit geringer Restwelligkeit.
- Verwenden Sie für die Versorgung des Gerätes eine geeignete Vorsicherung und eine Zuleitung mit geeignetem Leitungsquerschnitt.
- Verwenden Sie geeignete, in dieser Anleitung beschriebene Leitungen zur Feldbus-Kommunikation.

### 5.1 Gerät auspacken

- Entnehmen Sie das Gerät aus der Verpackung.
- Verwenden Sie zum Öffnen der Verpackung keine scharfen oder spitzen Gegenstände, um das Gerät nicht zu beschädigen.
- Bewahren Sie die Verpackung auf oder entsorgen Sie diese gemäß den gültigen, länderspezifischen Vorschriften.
- Überprüfen Sie das Gerät auf Transportschäden.
- Verwenden Sie das Gerät nicht, wenn dies Beschädigungen aufweist.
- Wenden Sie sich gegebenenfalls an Ihren zuständigen Händler.

### 5.2 Gerät montieren

Für die Montage des Gerätes stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung:

- Befestigung durch Schrauben
- Befestigung durch selbstklebende Montagesockel und Kabelbinder
- Optionale Hutschieneadapter

#### Befestigungsbohrungen

Verwenden Sie für die Montage des Gerätes Schrauben, dann müssen entsprechende Bohrungen an der zu montierenden Oberfläche vorgenommen werden. Beachten Sie hierzu die Ausführungen im nachfolgenden Abschnitt 5.2.1.

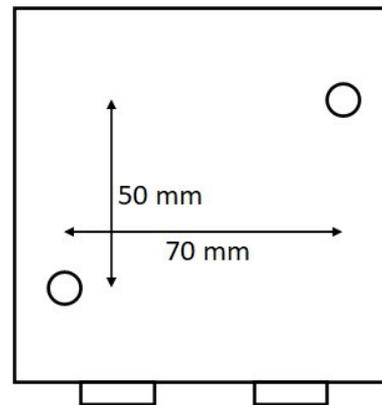
### 5.2.1 Schraubbefestigung

Für die Schraubbefestigung des Gerätes stehen zwei Befestigungsbohrungen (Durchmesser ca. 3 mm) im Gehäuse des IoT-Interfaces zur Verfügung, wodurch das Gerät an ebenen Flächen montiert werden kann. Die Bohrmaße können Sie der nachfolgenden Abbildung entnehmen.

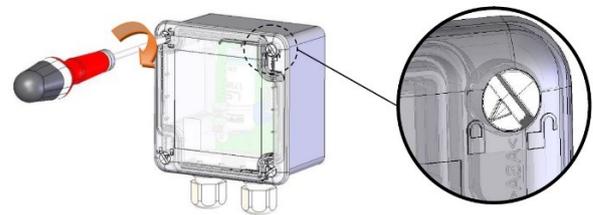
Zur Montage des Gerätes muss zunächst der Gehäusedeckel durch einen Schlitzschraubendreher (max. 1,2 x 6,5 mm) geöffnet und entfernt werden. Hierfür müssen an allen vier Ecken des Gehäusedeckels die unverlierbaren Kunststoffschrauben um 90 Grad gedreht werden. Das Verschlussystem ist durch entsprechende Symbole auf dem Gehäusedeckel gekennzeichnet (geöffnetes und geschlossenes Vorhängeschloss). Die nachfolgende Abbildung stellt das Verschlussystem des Gehäuses grafisch dar.

Für die Befestigung können Schrauben mit einem Durchmesser von maximal 3 mm eingesetzt werden. Der Schraubenkopf darf einen Durchmesser von maximal 5,5 mm haben. Passende Schrauben und Dübel sind im Lieferumfang des Gerätes enthalten. Gehen Sie für die Montage wie folgt vor:

- Richten Sie das Gerät mit entsprechenden Hilfsmitteln aus.
- Zeichnen Sie die Befestigungspunkte an.
- Bohren Sie die Löcher und setzen Sie ggf. geeignete Dübel ein.
- Drehen Sie die Schrauben mit Hilfe eines Schraubendrehers (Klingenlänge mindestens 60 mm) durch die Schraubenkanäle ein.



Bohrlöcher des IoT-Interfaces



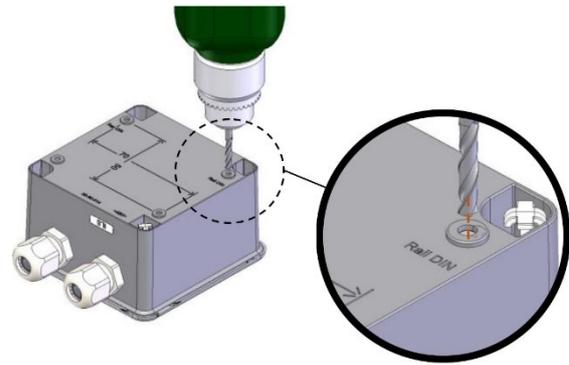
Öffnen und Schließen des Gehäusedeckels

### 5.2.2 Befestigung via Montagesockel und Kabelbinder

Diese Befestigungsart ermöglicht die schnelle Montage des Gerätes an verschiedenen Oberflächen. Im Lieferumfang enthalten sind zwei selbstklebende Montagesockel sowie zwei passende Kabelbinder. Gehen Sie bei der Montage wie folgt vor:

- Ziehen Sie die Schutzfolie der selbstklebenden Montagesockel ab.
- Bringen Sie die beiden Montagesockel am Gehäuseboden des Gerätes an. Achten Sie darauf, dass die beiden Montagesockel eben an der Gehäuseoberfläche aufliegen und möglichst weit auseinander stehen, um eine gleichmäßige Kraftverteilung zu gewährleisten.

- Drücken Sie die beiden Montagesockel für einige Sekunden auf das Gerät, um die Klebewirkung der Sockel zu gewährleisten.
- Fädeln Sie die beiden beiliegenden Kabelbinder durch die Montagesockel hindurch und ziehen Sie die Kabelbinder an der Montagevorrichtung fest.

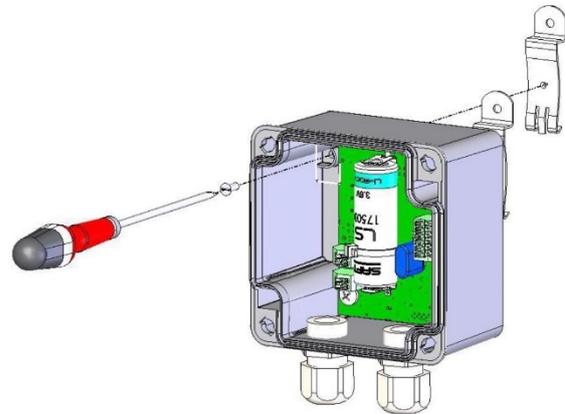


Bohren der Bohrflöcher zur Befestigung der Hutschieneadapter

### 5.2.3 Hutschieneadapter

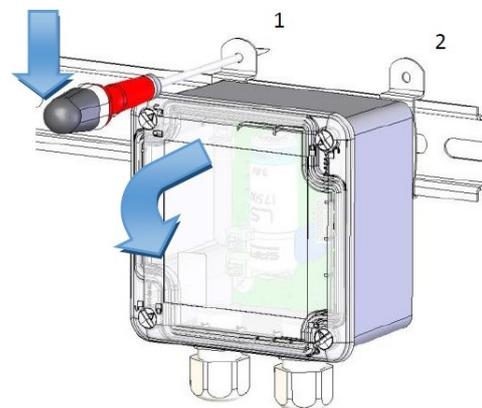
Optional zum IoT-Interface können Hutschieneadapter bestellt werden, welche es ermöglichen, das Gerät auf einer DIN-Hutschiene zu montieren. Gehen Sie bei der Montage wie folgt vor:

- Bohren Sie mit Hilfe einer Bohrmaschine die beiden, auf der Rückseite des Gerätes befindlichen, Bohrflöcher mit einem Bohrer mit  $\text{\O} 3,5 \text{ mm}$  auf (siehe nachfolgende Abbildung). Die beiden Bohrungen befinden sich auf der gegenüberliegenden Seite der im Gehäuse befindlichen Kabelverschraubungen und sind am Gehäuseboden mit Rail DIN gekennzeichnet.
- Öffnen und entfernen Sie den Gehäusedeckel.
- Stecken Sie die im Lieferumfang der Hutschieneadapter befindlichen Schrauben durch das Gehäuse und schrauben Sie die beiden Hutschieneadapter fest (siehe nachfolgende Abbildung).
- Die Richtung der Hutschieneadapter ist dadurch gekennzeichnet, dass die Laschen nach außen zeigen.
- Achten Sie auf ein maximales Drehmoment der Schrauben, um das Gehäuse nicht zu beschädigen.



Befestigung der Hutschieneadapter am Gehäuse durch die mitgelieferten Schrauben

Nach den beschriebenen Vorarbeiten kann das LoRaWAN Interface auf einer DIN-Hutschiene befestigt werden. Zur Demontage verwenden Sie einen Schraubendreher, gemäß der nachfolgenden Abbildung.



Demontage des Gerätes bei Hutschiene-montage mit Hilfe eines Schraubendrehers

Neben den verschiedenen Befestigungsmöglichkeiten muss stets die Funkwellenausbreitung zwischen Gateway und IoT-Interface berücksichtigt werden. Montieren Sie deshalb das Gerät nur an Stellen, an denen nicht mit einer übermäßigen Dämpfung der Funkwellen zu rechnen ist. Eine möglichst große Montagehöhe begünstigt eine gute Wellenausbreitung mit geringer Dämpfung.



Kabelverschraubungen des IoT-Interfaces

### 5.3 Gerät installieren



#### Gefahr

##### Verletzungsgefahr durch Stromschlag

Bei Arbeiten an stromführenden Bauteilen besteht die Gefahr schwerer Verletzungen oder des Todes. Beachten Sie deshalb:

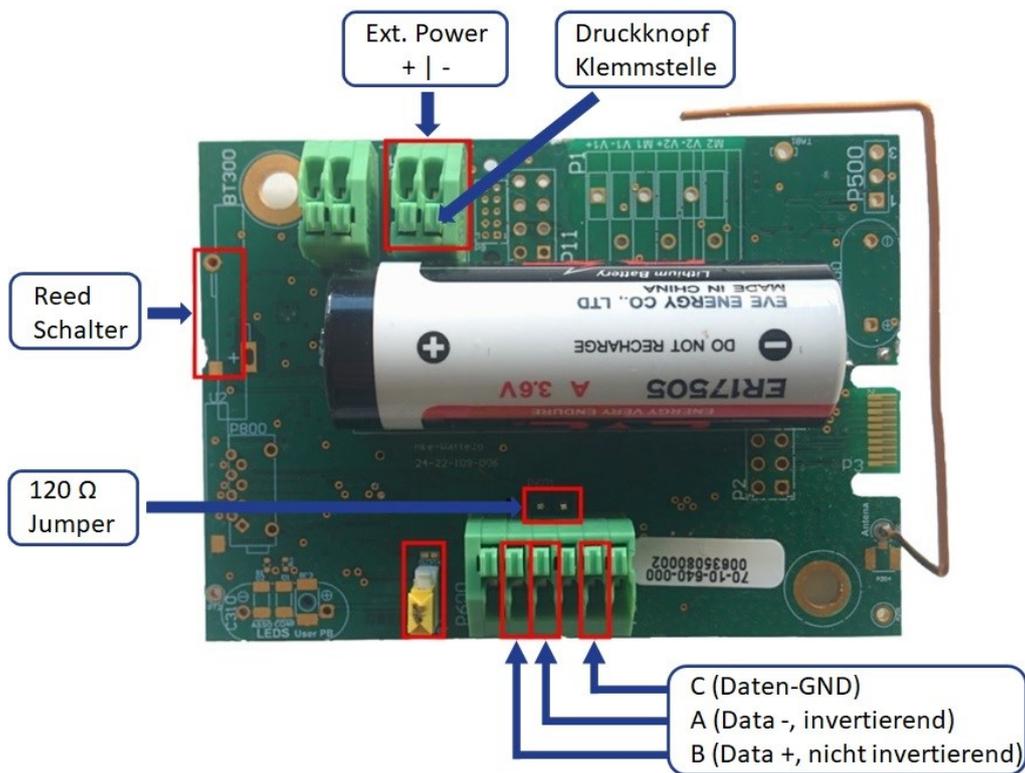
- Schalten Sie das Gerät, an der das IoT-Interface angeschlossen ist, spannungsfrei. Dies gilt für sämtliche Installations- und Montagearbeiten.
- Sichern Sie die ausgeschaltete Versorgungsspannung gegen unbeabsichtigtes Wiedereinschalten durch andere Personen.
- Prüfen Sie die Spannungsfreiheit der Zuleitungen, bevor Sie mit den Installations- und Montagearbeiten beginnen.

Die elektrische Installation des Gerätes erfordert den Anschluss folgender Zuleitungen, die durch die Kabelverschraubungen auf der Unterseite des Gerätes eingeführt werden:

- Versorgungsspannung 9 – 24 V DC, 100 mW (1)
- Kommunikationsschnittstelle (Feldbussystem) (2)

Für den elektrischen Anschluss der externen Zuleitungen stehen Durchgangsklemmen auf der Platine des IoT-Interfaces zur Verfügung. Dabei sind die Anschlussklemmen eindeutig gekennzeichnet. Die Einzeladern der externen Zuleitungen können mit Hilfe eines kleinen Schlitzschraubendrehers mit den Klemmstellen der Anschlussklemmen wie folgt verbunden werden:

- Öffnen Sie den Gehäusedeckel und führen Sie das entsprechende Kabel durch die Kabelverschraubung.
- Verwenden Sie für den Anschluss ausschließlich Kupferleitungen.
- Bei feinadrigen Kupferleitungen verwenden Sie entsprechende, dem Querschnitt angepasste Aderendhülsen.
- Drücken Sie mit Hilfe eines kleinen Schlitzschraubendrehers auf den in unmittelbarer Nähe zur Klemmstelle befindlichen Druckknopf.



Platine des IoT-Interfaces mit Beschriftung der Klemmstellen und der Peripherie. Die Abbildung zeigt ein Modell mit interner Batterie und Antenne (Klasse A Gerät)

- Führen Sie die jeweilige Ader der Zuleitung in die entsprechende Klemmstelle bis zum Anschlag ein und entfernen Sie anschließend den Schraubendreher.
- Überprüfen Sie den korrekten Sitz der Ader in der Klemme durch eine Zugprobe.
- Schrauben Sie die Kabelverschraubung fest und überprüfen Sie die Zugentlastung der Leitung.

Leitungsimpedanz der Feldbuschnittstelle (120  $\Omega$ ). Deutlich zu erkennen sind auch die Druckknöpfe an den betreffenden Klemmstellen der Anschlussklemmen.

Weitere technische Details werden in den nachfolgenden Abschnitten erläutert.

Die Abbildung zeigt die im IoT-Interface enthaltene Platine und dessen zugehörige Klemmstellen. Neben den Anschlussmöglichkeiten der Versorgungsspannung und des Feldbussystems enthält die Platine einen Reed-Schalter zum Ein- bzw. Ausschalten des Gerätes. Weiterhin enthalten ist eine Steckmöglichkeit für einen Jumper, zur optionalen Anpassung der

### 5.3.1 Anschluss der Versorgungsspannung



#### Hinweis

Je nach Modellvariante kann das Gerät über eine interne Batterie verfügen (Klasse A Gerät). Unabhängig vom gewählten Modell besitzen jedoch alle Geräte einen Anschluss für eine externe Spannungsquelle. Für einen dauerhaften Einsatz des IoT-Interfaces wird der Anschluss einer externen Spannungsquelle empfohlen!

Das IoT-Interface wird mit einer Spannung von 9 V – 24 V DC betrieben und hat eine maximale Stromaufnahme von 100 mW. Dabei muss das eingesetzte Netzteil eine geringe Restwelligkeit aufweisen. In Kombination mit den IIoT-Boxen kann das IoT-Interface direkt mit dem innerhalb der Box enthaltenen Industriernetzteil betrieben werden.

Verwenden Sie für den Anschluss der Versorgungsspannung eine zweiadrig Zuleitung. Je nach Leitungslänge und örtlichen Gegebenheiten ist ein Aderquerschnitt zwischen 0,5 bis 1 mm<sup>2</sup> erforderlich.

Führen Sie das Kabel durch die in unmittelbarer Nähe zur Klemme befindlichen Kabelverschraubung (Nr. 1 in Abbildung Kapitel 5.3) des Gerätes. Schließen Sie die beiden Adern –entsprechend der Abbildung– an den gekennzeichneten Anschlüssen an. Achten Sie auf die richtige Polarität sowie auf einen korrekten Sitz der Adern in den betreffenden Klemmstellen. Ziehen Sie die Kabelverschraubung fest und überprüfen Sie die Zugentlastung des Kabels.

Um einen ordnungsgemäßen Betrieb des Gerätes zu gewährleisten, über-

prüfen Sie die Spannung mit Hilfe eines Messgerätes direkt an den Einspeiseklemmen der Platine des IoT-Interfaces.

#### Batteriebetrieb

IoT-Interfaces mit interner Batterie werden nur dann mit der Batterie betrieben, wenn keine externe Spannungsversorgung zur Verfügung steht. Hierzu überprüft die Firmware des Gerätes während des Bootvorgangs, ob eine externe Spannungsquelle zur Verfügung steht. Liegt an den Klemmen eine Spannung an, dann erfolgt die Versorgung über die externe Spannungsquelle. Ist keine externe Spannung vorhanden, dann wird das IoT-Interface mit der internen Batterie betrieben.

Die Lebensdauer der Batterie hängt von einigen Parametern ab, wie beispielsweise der Sendeleistung, der Übertragungsperiode, der Anzahl an zu übertragenden Messwerten pro Datenpaket und dem Spreizfaktor (Spreading Factor, SF) des Modulationsverfahrens. Als Richtwert können folgende Batterielebenszeiten angegeben werden (SF 12):

| Übertragungsintervall | Anzahl Messwerte | Batteriehaltbarkeit |
|-----------------------|------------------|---------------------|
| 10 min                | 2 – 3            | 2 Jahre             |
| 30 min                | 2 – 3            | 7 Jahre             |
| 1 Std.                | 2 – 3            | > 10 Jahre          |
| 2 Std.                | 2 – 3            | > 15 Jahre          |

Durchschnittliche Lebensdauer der internen Batterie des IoT-Interfaces bei einem Spreizfaktor (SF) 12



## Gefahr

### Explosions- und Verletzungsgefahr

Bei unsachgemäßen Umgang mit der internen Batterie des IoT-Interfaces besteht die Gefahr schwerer Verletzungen. Beachten Sie deshalb folgende Hinweise bei IoT-Interfaces mit interner Batterie:

- Die interne Batterie kann nicht aufgeladen werden. Es handelt sich nicht um Akkus, sondern um nicht aufladbare Batterien!
- Halten Sie den in den technischen Datenblättern angegebenen Temperaturbereich des Gerätes ein!
- Achten Sie darauf, dass es während den Installationsarbeiten zu keinen Kurzschlüssen an der internen Batterie kommt.
- Der Austausch der internen Batterie darf nur von qualifizierten Elektrofachkräften vorgenommen werden.
- Achten Sie beim Austausch der internen Batterie auf die richtige Polarität sowie auf die Entsorgungshinweise des Batterieherstellers.

### 5.3.2 Anschluss der Busleitung

Das IoT-Interface besitzt eine serielle, asynchrone Schnittstelle (Feldbussystem), um eine Kommunikation mit einem externen Messgerät oder einer IIoT-Box herzustellen.

Dabei arbeitet das Feldbussystem nach dem Master-Slave Prinzip, wobei ein externes Gerät ein Slave und das in dieser Anleitung beschriebene IoT-Interface ein Master ist. Obwohl das Bussystem in der Lage wäre, mehrere Slave Devices an einen Master zu koppeln, ist das IoT-Gerät primär für den Datenaustausch mit einem Slave-Device konzipiert. Aus diesem Grund sollte nur ein Messgerät mit dem IoT-Interface gekoppelt werden.

Das RS-485 Bussystem benötigt zum Datenaustausch drei Anschlüsse, welche mit A (Data -), B (Data +) und C bezeichnet werden. Dabei dient der Anschluss C als Bezugsmasse (Daten-GND) der Signale A(-) und B(+) und sollte aus Gründen der Störfestigkeit mit angeschlossen werden.

**Hinweis:** Da die Bezeichnung der Kommunikationsanschlüsse A und B vieler Hersteller nicht einheitlich ist, orientieren Sie sich bitte an den Bezeichnungen Data + und Data - mit folgender Zuordnung:

- Data +: RS-485 nicht invertiertes Signal
- Data -: RS-485 invertiertes Signal

Die Anschlüsse des Bussystems befinden sich auf der gegenüberliegenden Seite der Klemmen zum Anschluss der Versorgungsspannung, wie in der Abbildung in Kapitel 5.3 dargestellt.

Um die Störfestigkeit der Buskommunikation zu erhöhen, dürfen ausschließlich geschirmte Busleitungen zwischen dem IoT-Interface und dem externen Feldgerät verwendet werden. Dabei wird der Leitungsschirm nur einseitig aufgelegt. Innerhalb des IoT-Interfaces ist keine Möglichkeit zur Schirmauflage vorgesehen!

Einzelne Twisted-Pair Leitungen sind für das Bussystem ebenso ungeeignet, wie konventionelle Netzkabel (CAT-Kabel). Aus diesem Grund werden folgende Kabeltypen empfohlen:

- Unitronic Bus LD 2x2x0,22 (Lapp Kabel)
- Unitronic Li2YCY(TP) 2x2x0,22 (Lapp Kabel)

Für die Kabelkonfektion der Busleitung gehen Sie bitte wie folgt vor:

- Abisolieren des Mantels der Busleitung (ca. 3 – 4 cm).
- Offenliegendes Schirmgeflecht des Kabels entfernen und eventuell überstehende Teile des abgetrennten Mantels mit Hilfe eines Schrumpfschlauchs isolieren.
- Abisolieren der Einzeladern der Busleitung.
- Anbringen von Aderendhülsen auf den Einzeladern, wobei zwei Leitungen (gelb und grün der empfohlenen Kabeltypen) gemeinsam mit einer Aderendhülse versehen werden (Anschluss C, Daten-GND).

Führen Sie anschließend die Busleitung durch die Kabelverschraubung Nr. 2 (Abbildung in Kapitel 5.3) und schließen Sie die Adern weiß, braun, grün und gelb (des empfohlenen Kabeltyps) an die Anschlüsse A(-), B(+), C der Klemme an. Achten Sie auf einen korrekten Sitz der Adern in den betreffenden Klemmstellen.

Ziehen Sie im letzten Schritt die Kabelverschraubung fest und überprüfen Sie die Zugentlastung der Busleitung.

Um die Leitungsimpedanz der Feldbusteilnehmer anpassen zu können, verfügt das IoT-Interface über einen Jumper, welcher oberhalb der Busanschlussklemme auf der Leiterplatte angeordnet ist (siehe Abbildung in Kapitel 5.3). Im Auslieferungszustand des IoT-Interfaces ist der Jumper in der Stiftleiste eingesetzt, so dass ein  $120\ \Omega$  Abschlusswiderstand auf der Datenleitung aktiv ist. Wird keine Leitungsimpedanzanpassung des IoT-Interfaces gewünscht, dann

muss der Jumper auf der Steckleiste entfernt werden.



#### Hinweis

Für jedes Segment des Feldbussystems muss am Anfang und am Ende ein Terminierungswiderstand (Abschlusswiderstand) eingesetzt werden, um die Leitungsimpedanz anpassen zu können. Beachten Sie hierzu die Empfehlungen der Gerätehersteller der Feldbusteilnehmer.



#### Warnung

##### Übertragungsfehler und Verletzungsgefahr durch elektrische Störung

Durch atmosphärische und elektrostatische Entladungen können Fehler in der Übertragung und gefährliche Spannungen am Gerät entstehen. Beachten Sie deshalb folgende Punkte:

- Verwenden Sie ausschließlich geschirmte Busleitungen.
- Legen Sie den Schirm der Busleitung einseitig auf Funktionserde.
- Vermeiden Sie lange Busleitungen: Empfohlene Kabellänge  $< 100\text{ m}$
- Verlegen Sie die Busleitung räumlich getrennt oder zusätzlich isoliert zu netzspannungsführenden Anlagenteilen.
- Treffen Sie geeignete Schutzmaßnahmen bezüglich elektrostatischer Entladung (ESD-Schutz) bei sämtlichen Montage-, Demontage- oder Wartungsarbeiten am Bussystem.

## 6 Inbetriebnahme

Nachdem die Installationsarbeiten abgeschlossen sind, kann das IoT-Interface in Betrieb genommen werden. Hierzu muss zunächst das IoT-Interface eingeschaltet und anschließend konfiguriert werden. Beachten Sie hierzu die in diesem Kapitel beschriebenen Anweisungen.

Zur Interaktion mit dem Anwender dient ein auf der Leitplatte des Gerätes befindlicher Reed-Schalter, welcher über einen Magneten von außen gesteuert werden kann (siehe nachfolgende Abbildung). Die Position des Reed-Schalters ist auf dem Gehäuse durch einen Aufkleber mit der Bezeichnung „ILS“ gekennzeichnet. Zusammen mit einem internen, akustischen Signalgeber ist es möglich, diverse Funktionen auszuführen, ohne den Deckel des IoT-Interfaces öffnen zu müssen.

Das IoT-Interface ist in zwei Ausführungen erhältlich, welche sich hinsichtlich des Übertragungsmodus (LoRaWAN Klasse A oder C) unterscheiden. In Abhängigkeit vom Übertragungsmodus bietet der Reed-Schalter des IoT-Devices folgende Funktionen:

- Ein- und Ausschalten des Gerätes
- Aktivieren/Deaktivieren des Konfigurationsmodus
- Reassociation-Modus (Pairing Modus)
- Factory-Reset (Werkseinstellung)

Durch den internen Signalgeber erhält der Anwender zudem ein akustisches Feedback bezüglich der ausgewählten Funktion.



Steuerung des IoT-Interfaces mit Hilfe eines Magneten

### 6.1 Ein- und Ausschalten des Gerätes

Ein Klasse A IoT-Interface wird im Zustand „Speichermodus“ (Storage-Mode) ausgeliefert. Um das Gerät einzuschalten, muss ein Magnet auf die mit „ILS“ gekennzeichnete Stelle des Gehäuses für ca. 1 Sekunde gehalten werden. Dadurch wird der Speichermodus verlassen und das Gerät wechselt in den Betriebsmodus. Umgekehrt gelangt das Gerät vom Betriebs- in den Speichermodus, indem ein Magnet für ca. 5 Sekunden in die Nähe des internen Reed-Schalters gehalten wird.

| Aktion                                | Magnet |
|---------------------------------------|--------|
| Einschalten<br>(Disable Storage Mode) | 1 s    |
| Ausschalten<br>(Enable Storage Mode)  | 5 s    |

Wechsel zwischen Speicher- und Betriebsmodus mit Hilfe eines externen Magneten

Ein Klasse C IoT-Interface verfügt über keine interne Batterie und kann nur mit Hilfe einer externen Versorgungsspannung (siehe Kapitel 5.3.1) betrieben werden. **Für eine Erstinbetriebnahme muss ein Klasse C Gerät mit einem externen Magneten einmalig eingeschaltet werden. Dabei ist die Vorgehensweise identisch wie beim Klasse A Gerät (siehe Beschreibung oben). Nachdem ein Klasse C Gerät einmalig eingeschaltet und an einem LoRaWAN Netzwerkservers erfolgreich registriert wurde, ist keine erneute Aktivierung über einen Magneten erforderlich, wenn die Betriebsspannung unterbrochen wurde.**

Sobald sich das Gerät im Betriebsmodus befindet, versucht es eine Verbindung zu einem LoRaWAN Netzwerk aufzubauen. Hierzu muss das IoT-Interface dem Netzwerkservers im Vorfeld bekannt gemacht werden. Während dieser Verbindungsphase piepst der interne akustische Signalgeber des IoT-Interfaces periodisch alle 2 Sekunden. Dieser Vorgang kann, in Abhängigkeit von der Netzabdeckung, mehrere Minuten Zeit in Anspruch nehmen! Sobald die Verbindungsphase abgeschlossen ist, piepst der interne Signalgeber in kurzen Zeitabständen viermal und hört anschließend auf zu piepsen. Dieser Zusammenhang ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

| Aktion                         | Magnet | Akustischer Signalgeber |
|--------------------------------|--------|-------------------------|
| Verbindungsmodus               | -      | periodisch alle 2 s     |
| Verbindungsmodus abgeschlossen | -      | viermal kurz            |

Verhalten des IoT-Interfaces während der Verbindungsphase zu einem LoRaWAN Netzwerkservers



### Hinweis

Bevor das IoT-Interface eingeschaltet wird, muss es dem Netzwerkservers bekannt gemacht werden. Hierfür liegen dem Gerät entsprechende Authentifizierungsschlüssel für die folgenden Betriebsarten bei:

- Activation by Personalization (ABP)
- Over-The-Air Activation (OTAA)

## 6.2 Aktivieren/Deaktivieren des Konfigurationsmodus

Die Konfiguration des IoT-Interfaces erfolgt ausschließlich über LoRaWAN Downlink Pakete. Um auch bei Klasse A Geräten eine schnelle Konfiguration zu ermöglichen, gibt es den sogenannten Konfigurationsmodus. In diesem Modus werden im Zeitabstand von einer Minute periodisch „Void Frames“ übertragen. Sobald diese leeren Datenpakete beim Netzwerkservers eintreffen, sendet dieser – via LoRaWAN-Downlink Pakete – entsprechende Befehle zur Konfiguration des IoT-Gerätes.

Der Konfigurationsmodus wird deshalb nur bei Klasse A Geräten unterstützt und lässt sich mit Hilfe eines externen Magneten wie folgt steuern:

- Eine kurze Passage des Magneten in der Nähe des Reed-Schalters aktiviert den Konfigurationsmodus.
- Eine weitere kurze Passage des Magneten in der Nähe des Reed-Schalters deaktiviert den Konfigurationsmodus.

Während des Konfigurationsmodus piepst der interne akustische Signalgeber periodisch in kurzen Zeitab-

ständen zweimal. Nach Ablauf einer Zeit von 10 Minuten wechselt das IoT-Interface automatisch vom Konfigurations- in den Betriebsmodus.

Bitte beachten Sie, dass der Konfigurationsmodus nur aktiviert werden kann, wenn sich das IoT-Interface im Betriebsmodus befindet, d.h. das Gerät eingeschaltet und mit dem Netzwerkserverserver verbunden ist.

Alle vom Anwender vorgenommenen Einstellungen/Konfigurationen werden in einem nichtflüchtigen Speicher des Gerätes abgelegt und bleiben auch nach einem Neustart erhalten. Nur durch überschreiben der bisherigen Konfigurationseinstellungen oder nach einem Factory Reset (Werkseinstellung) werden die zuvor vorgenommenen Einstellungen überschrieben.



#### Hinweis

Es besteht selbstverständlich die Möglichkeit, während des laufenden Betriebs des IoT-Interfaces (Betriebsmodus) – via LoRaWAN Downlink-Pakete – Einstellungen/Konfigurationen vorzunehmen. Der Konfigurationsmodus soll lediglich die Erstinbetriebnahme bei LoRaWAN Klasse A Geräten beschleunigen.

### 6.3 Reassociation-Modus (Pairing)

Dieser Modus dient dazu, sowohl Klasse A als auch Klasse C IoT-Geräte erneut mit dem LoRaWAN Netzwerkserverserver zu verbinden. Dabei kann dieser sogenannte Reassociation-Modus extern mit Hilfe eines Magneten oder automatisiert in der Firmware gestartet werden. In beiden Fällen muss sich das IoT-Gerät im Betriebsmodus befinden.

Wird der Reassociation-Modus gestartet, dann behält der Sensor seine Authentifizierungsschlüssel (AppEUI, DevAddr, ...), den Übertragungsmodus (confirmed/unconfirmed) und alle applikationsspezifischen Parameter.

Das IoT-Gerät ist in der Werkseinstellung bereits so konfiguriert, dass eine Verbindung erneut aufgebaut wird, wenn während einer vorgegebenen Zeit keine Downlink-Pakete empfangen werden, oder falls eine vorgegebene Anzahl an Bestätigungen (confirmed frames) ausbleibt. Im Auslieferungszustand des IoT-Gerätes sind diesbezüglich folgende Werte voreingestellt:

- Keine Downlink-Pakete innerhalb von vier Tagen
- Keine Bestätigungen innerhalb der letzten 100 „confirmed frames“

Weiterhin besteht die Möglichkeit, einen speziellen Downlink-Frame an das IoT-Gerät zu senden, sodass sich das IoT-Device erneut mit dem LoRaWAN Netzwerkserverserver verbindet.

Zuletzt ist es mit Hilfe eines externen Magneten möglich, den Reassociation-Modus manuell zu starten:

- Drei kurze Passagen des Magneten in der Nähe des Reed-Schalters aktiviert den Reassociation-Modus.

Während der Verbindungsphase zum LoRaWAN-Netzwerkserverserver piepst der akustische Signalgeber periodisch alle 2 Sekunden. Sobald eine Verbindung erfolgreich aufgebaut wurde, piepst der interne Signalgeber in kurzen Zeitabständen viermal und hört anschließend auf zu piepsen. Dieses

Verhalten ist bei allen beschriebenen Möglichkeiten, den Reassociation Modus zu starten, identisch.

Der Zusammenhang zwischen der Aktion und der akustischen Signalausgabe ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

| Aktion                         | Magnet | Akustischer Signalgeber |
|--------------------------------|--------|-------------------------|
| Verbindungsmodus               | -      | periodisch alle 2 s     |
| Verbindungsmodus abgeschlossen | -      | viermal kurz            |

Verhalten des IoT-Interfaces während der erneuten Verbindungsphase (Reassociation) zu einem LoRaWAN Netzwerkservers

 **Hinweis**

Bevor der Reassociation-Modus gestartet werden kann, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Das IoT-Gerät ist eingeschaltet und befindet sich im Betriebsmodus.
- Das IoT-Gerät wurde dem Netzwerkservers im Vorfeld bekannt gemacht.

Dem IoT-Gerät liegen entsprechende Authentifizierungsschlüssel für die folgenden Betriebsarten bei:

- Activation by Personalization (ABP)
- Over-The-Air Activation (OTAA)

## 6.4 Factory-Reset (Werkseinstellung)

Dieser Modus dient dazu, sowohl Klasse A als auch Klasse C IoT-Geräte auf die Werkseinstellung zurückzusetzen. Dabei werden alle vorgenommenen Einstellungen aus dem internen Flash-Speicher des Gerätes gelöscht. Dies betrifft die LoRaWAN-Einstellungen (Kanal, Datenrate, Spreizfaktor, ...) und die ap-

plikationsspezifischen Parameter (periodische Reports, Event-handling, etc.) gleichermaßen. Für einen Factory-Reset muss sich das IoT-Gerät im Betriebsmodus befinden.

Der Factory-Reset kann manuell mit Hilfe eines externen Magneten wie folgt gestartet werden:

- Zwei kurze und eine sehr lange Passage (> 7 Sekunden) eines Magneten in der Nähe des Reed-Schalters des Gerätes.

Ist die lange Passage des Magneten abgeschlossen, dann gibt der interne, akustische Signalgeber dreimal hintereinander eine kurze Melodie aus. Diese Melodie signalisiert das erfolgreiche Durchführen eines Factory-Resets. Unmittelbar nach dem zurücksetzen auf Werkseinstellung verbindet sich das Gerät erneut mit dem LoRaWAN-Netzwerkservers (Reassociation)

 **Hinweis**

Einzelne Reports oder applikationsspezifische Einstellungen können auch ohne Factory-Reset mit Hilfe von LoRaWAN-Downlink Paketen während des laufenden Betriebs geändert oder gelöscht werden. Das zurücksetzen auf Werkseinstellung ist deshalb in den meisten Anwendungsfällen nicht erforderlich!

## 7 Firmware

Die Grundfunktion des IoT-Gerätes besteht darin, Messwerte periodisch oder ereignisgesteuert von einem via RS-485 angeschlossenen Messgerät auszulesen und diese Werte mit Hilfe von LoRaWAN dem Netzwerkservers zu übertragen. Dabei ist eine Kommunikation auch in umgekehrter Richtung möglich, sodass auch Daten vom LoRaWAN Netzwerkservers auf das angeschlossene Messgerät übertragen werden können. Letzteres bietet beispielsweise die Möglichkeit, Einstellungen am Messgerät im laufenden Betrieb vorzunehmen.

Die Kommunikation zwischen dem IoT-Device und dem angeschlossenen Messgerät erfolgt über einen seriellen, asynchronen Feldbus RS-485. Das auf dem Feldbussystem RS-485 aufbauende Protokoll ist Modbus RTU und der Datenaustausch zwischen IoT-Gerät und Messgerät ist über Register organisiert.

Damit das IoT-Interface dedizierte Messwerte auslesen und via LoRaWAN übertragen kann, müssen entsprechende Voreinstellungen vorgenommen werden. Da die IoT-Geräte über keine Konfigurationsschnittstelle (z.B. USB) verfügen, erfolgt das parametrieren und konfigurieren ausschließlich über LoRaWAN-Downlink Pakete, welche stets auf **Port 125** gesendet werden.

Wenn das IoT-Gerät konfiguriert ist, werden die Registerwerte mit Hilfe von sogenannten Reports zum LoRaWAN Netzwerkservers übertragen. Die Übertragung der Reports und der LoRaWAN Downlink Pakete ist dabei

in speziellen Datenformaten organisiert, welche in den nachfolgenden Kapiteln näher erläutert werden.

Um die soeben beschriebenen Reports zu initialisieren, enthält jedes IoT-Gerät bis zu zehn sogenannte Endpunkte (Endpoints) mit folgenden Funktionen:

- Jeder Endpoint kann individuell einem oder mehrere aufeinanderfolgende Register des angeschlossenen Messgerätes zugeordnet werden.
- Jeder Endpoint kann in einem einzelnen Report übertragen werden (Single Report).
- Mehrere Endpoints können zusammengefasst und in einem gemeinsamen Report übertragen werden (Multi Report).

Die zehn Endpunkte (0 – 9) sind durch eine eindeutige Frame Control (Fctrl) Nummer (Hexadezimaler Zahlenwert) innerhalb des Datenframes gekennzeichnet, wobei die Zuordnung wie folgt ist:

| Endpoint | Fctrl |
|----------|-------|
| 0        | 0x11  |
| 1        | 0x31  |
| 2        | 0x51  |
| 3        | 0x71  |
| 4        | 0x91  |
| 5        | 0xB1  |
| 6        | 0xD1  |
| 7        | 0xF1  |
| 8        | 0x13  |
| 9        | 0x33  |

Zuordnung der Endpunkte zu einer eindeutigen Frame Control (Fctrl) Nummer

Die Datenstruktur bzw. das Protokoll des IoT-Gerätes ist in sogenannten Clustern organisiert, wobei jedes Cluster eine eindeutige Nummer

(Hexadezimaler Zahlenwert) besitzt und eine spezifische Grundfunktion erfüllt:

| Cluster ID | Cluster-Name     |
|------------|------------------|
| 0x0000     | Basic            |
| 0x0050     | Configuration    |
| 0x8004     | LoRaWAN          |
| 0x8006     | Serial Interface |
| 0x8007     | Single Report    |
| 0x8009     | Multi Report     |

Zusammenhang zwischen Grundfunktion und Cluster innerhalb der Datenstruktur

Die Grundfunktionen der Cluster lassen sich wie folgt differenzieren:

- **Basic:** Unterschiedliche Basisfunktionen des IoT-Gerätes auslesen.
- **Configuration:** Lesen oder schreiben von Attributen oder unterschiedlichen Diensten des IoT-Gerätes.
- **LoRaWAN:** Lesen oder schreiben von LoRaWAN-Parametern.
- **Single Report:** Initialisierung einzelner Reports.
- **Multi Report:** Initialisierung eines gemeinsamen Reports.

Im Folgenden werden die einzelnen Cluster mit den entsprechenden Datenframes erläutert. Um das IoT-Gerät schnell zu konfigurieren und um die Empfangsdaten in der eigenen Applikation dekodieren zu können, stehen auf der Homepage [www.mcloud-systems.com](http://www.mcloud-systems.com) ein Online-Konfigurator sowie eine C++ Softwarebibliothek zum Download zur Verfügung.

Falls nicht explizit erwähnt, sind alle nachfolgend beschriebenen Datenframes der jeweiligen Cluster als fortlaufende Hexadezimalzahlen ohne

Präfix (0x) dargestellt. Etwaige Leerzeichen zwischen den Hexadezimalzahlen dienen lediglich dazu, die Datenframes für den Leser verständlicher darzustellen.

## 7.1 Basic Cluster

Das Basic Cluster bietet die Möglichkeit, folgende Informationen vom IoT-Geräte abzufragen:

- Firmware Version
- Kernel Version
- Typnummer
- Herstellungsdatum
- Applikationsname

Die in der Tabelle angegebene Cluster ID (0x0000) ist in jedem Basic Cluster Frame enthalten.

### 7.1.1 Firmware Version

Die Firmware Version kann mit Hilfe eines Downlink Pakets wie folgt abgefragt werden:

```
11 00 00 00 00 02
```

Dabei antwortet das IoT-Gerät auf die Anfrage wie folgt:

```
11 01 00 00 00 02 00 0D MM mm rr
rc rc rc
```

Die in fett dargestellten Zahlenwerte repräsentieren die Firmware Version des Gerätes:

- MM: Major Version
- mm: Minor Version
- rr: Revision
- rc rc rc: RC Build

Im folgenden Beispiel:

```
11 01 00 00 00 02 00 0D 03 05 00 00
12 84
```

ergibt sich die Firmware Version 3.5.0.4740 (Dezimaldarstellung).

### 7.1.2 Kernel Version

Der Name des Kernels mit zugehöriger Versionsnummer kann mit Hilfe eines Downlink Pakets wie folgt abgefragt werden:

```
11 00 00 00 00 03
```

Dabei antwortet das IoT-Gerät auf die Anfrage wie folgt:

```
11 01 00 00 00 03 00 42 ss c ... c
```

Die in fett dargestellten Zahlenwerte stellen den Nutzdatenanteil dar:

- ss: Anzahl der folgenden Bytes
- c ... c: Name und Version des Kernels (bis zu 16 Byte)

Im folgenden Beispiel:

```
11 01 00 00 00 03 00 42 0B  
436F6E74696B6920322E35
```

umfasst der Nutzdatenanteil 11 Byte (0x0B) und die Kernel Version in ASCII-Darstellung lautet:

**Contiki 2.5**

### 7.1.3 Typnummer

Die Typnummer des IoT-Interface kann mit folgendem Downlink Paket abgefragt werden:

```
11 00 00 00 00 05
```

Dabei antwortet das IoT-Gerät auf die Anfrage wie folgt:

```
11 01 00 00 00 05 00 42 ss c ... c
```

Die in fett dargestellten Zahlenwerte stellen den Nutzdatenanteil dar:

- ss: Anzahl der folgenden Bytes

- c ... c: Typnummer des IoT-Interfaces (bis zu 16 Byte)

Im folgenden Beispiel:

```
11 01 00 00 00 05 00 42 0D  
37312D37302D3035342D303031
```

umfasst der Nutzdatenanteil 13 Byte (0x0D) und die Typnummer in ASCII-Darstellung lautet:

**71-70-054-001**

### 7.1.4 Herstellungsdatum

Das Herstellungsdatum des IoT-Gerätes kann mit folgendem Downlink Paket abgefragt werden:

```
11 00 00 00 00 06
```

Dabei antwortet das IoT-Gerät auf die Anfrage wie folgt:

```
11 01 00 00 00 06 00 42 08 DD MM  
YYYY
```

Die in fett dargestellten Zahlenwerte repräsentieren den Nutzdatenanteil:

- DD: Tag (Day)
- MM: Monat (Month)
- YYYY: Jahr (Year)

Im folgenden Beispiel:

```
11 01 00 00 00 06 00 42 08  
3136303132303230
```

lautet das Herstellungsdatum in ASCII-Darstellung:

**16012020 => 16.01.2020**

### 7.1.5 Applikationsname

Der Applikationsname des IoT-Interfaces kann mit folgendem Downlink Paket abgefragt werden:

```
11 00 00 00 80 01
```

Dabei antwortet das IoT-Gerät auf die Anfrage wie folgt:

11 01 **00 00** 80 01 00 42 **ss c ... c**

Die in fett dargestellten Zahlenwerte stellen den Nutzdatenanteil dar:

- **ss**: Anzahl der folgenden Bytes
- **c ... c**: Applikationsname (bis zu 16 Byte)

Im folgenden Beispiel:

11 01 **00 00** 80 01 00 42 **20**  
**332E352E302E343734302E6970732**  
**D6D6F646275732D73656E736F722E**  
**62736D**

umfasst der Nutzdatenanteil 32 Byte (0x20) und der Applikationsname in ASCII-Darstellung lautet:

**3.5.0.4740.ips-modbus-sensor.bsm**

## 7.2 Configuration Cluster

Das Konfigurations-Cluster ermöglicht das Lesen und Schreiben von Attributen oder unterschiedlichen Diensten des IoT-Gerätes:

- Power Konfiguration
- Power Konfiguration Single Report
- Cluster Befehle

Die in der Tabelle in Kapitel 7 angegebene Cluster ID (0x**0050**) ist in jedem Configuration Cluster Frame enthalten.

### 7.2.1 Power Konfiguration

Innerhalb des Configuration Clusters besteht die Möglichkeit, den Energiemodus und die Eigenschaften der Versorgungsspannung des IoT-Gerätes auszulesen. Hierfür ist folgendes LoRaWAN Downlink Paket erforderlich:

11 00 **00 50** 00 06

Dabei antwortet das IoT-Gerät auf die Anfrage wie folgt:

11 01 **00 50** 00 06 00 41 **ss mm rr**  
**[vvvv] ... cc**

Die in fett dargestellten Zahlenwerte repräsentieren die Power Konfiguration des Gerätes:

- **ss**: Anzahl der folgenden Bytes
- **mm**: Aktueller Power Modus
- **rr**: Aktuell verfügbare Spannungsquellen
- **vvvv**: Spannungswert in mV für jede der in **rr** definierten Spannungsquellen
- **cc**: Aktuell genutzte Spannungsquelle

Folgende Power Modi stehen in der aktuellen Firmware des IoT-Interfaces zur Verfügung:

| Power Modus | Beschreibung  |
|-------------|---|
| 0x00        | Gerät eingeschaltet und im Leerlauf (Standby-Betrieb)                     |
| 0x01        | Gerät wird periodisch eingeschaltet                                       |
| 0x02        | Gerät wird bei User-Event eingeschaltet (Button oder spezielles Kommando) |
| Andere      | Reserviert  |

Die innerhalb der Firmware des IoT-Gerätes unterstützten Power Modi

Da Klasse A IoT-Geräte, aufgrund des möglichen Batteriebetriebes, auf eine hohe Energieeffizienz getrimmt sind, steht im Betriebsmodus nur der Power Mode 0x01 zur Verfügung.

Die IoT-Geräte können mit internen oder externen Spannungsquellen betrieben werden, was durch ein Byte innerhalb des Power Configuration Frames gekennzeichnet ist:

| Power Source | Beschreibung              |
|--------------|---------------------------|
| 0x01         | Externe Spannungsquelle   |
| 0x02         | Aufladbarer Akku          |
| 0x04         | Nicht aufladbare Batterie |
| 0x08         | Solar Panel               |
| 0x10         | TIC Harvesting            |
| 0x00         | Undefiniert               |
| Andere       | Reserviert                |

Von der Firmware des IoT-Gerätes unterstützte Spannungsquellen

In der aktuellen Hardware-Version des Gerätes werden nur die Spannungsquellen 0x01 (externe Spannungsquelle) und 0x04 (interne, nicht aufladbare Batterie) unterstützt.

Im folgenden Beispiel eines Klasse A Gerätes:

```
11 01 00 50 00 06 00 41 07 01 05
5BA2 0E54 01
```

befinden sich die Nutzdaten in den nachfolgenden 7 Byte (0x07). Daraus lässt sich folgende Power Konfiguration bestimmen:

- **0x01:** Power Modus: Gerät wird periodisch eingeschaltet
- **0x05** ⇔ **101(binär):** Zur Verfügung stehende Spannungsquellen:
  - Externe Spannungsquelle (0x01)
  - Nicht aufladbare Batterie (0x04)
- **0x5BA2:** Spannungswert der externen Spannungsquelle in mV: 23458 mV ⇔ 23,458 V
- **0E54:** Spannungswert der internen, nicht aufladbaren Batterie in mV: 3668 mV ⇔ 3,668 V
- **0x01:** Aktuell verwendete Spannungsquelle: Externe Spannungsquelle (0x01)

## 7.2.2 Power Konfiguration Single Report

Um die Power Konfiguration kontinuierlich abfragen zu können, besteht die Möglichkeit, einen Single Report zu initialisieren. Dieser Report gibt dann in periodischen Zeitabständen die aktuell vorliegende Power Konfiguration einer ausgewählten Spannungsquelle des IoT-Gerätes aus. Weiterhin kann der Report dahingehend initialisiert werden, dass ein Report auch bei unterschreiten eines gewissen Spannungswertes gesendet wird.

Mit folgendem Downlink-Paket kann ein Report initialisiert werden:

```
11 06 00 50 00 00 06 41 mmmm
MMMM ss 00 rr [vvvv] cc
```

Die in fett dargestellten Variablen haben folgende Bedeutung:

- **mmmm:** Minimum Reporting Intervall
- **MMMM:** Maximum Reporting Intervall
- **ss:** Anzahl der folgenden Bytes
- **rr:** Spannungsquellen, auf die sich der Report beziehen soll.
- **vvvv:** Spannungsunterschied ( $\Delta U$ ) der in rr ausgewählten Spannungsquellen in mV.
- **cc:** Flag (0x00 oder 0x01), welches angibt, ob ein Report bei Änderung der Spannungsquelle gesendet werden soll.

In diesem Zusammenhang gibt das Minimum Reporting Intervall die Zeitdauer an, bei der eine periodische Spannungsmessung durchgeführt werden soll, wohingegen das Maximum Reporting Intervall die Periodi-

zität spezifiziert, bei der ein Report gesendet wird.

Für alle möglichen Reports des IoT-Gerätes werden das Minimum und Maximum Reporting Intervall jeweils in einer 16 Bit (2 Byte) großen Hexadezimalzahl gespeichert. Dabei gibt das höchstwertige Bit an der Bitstelle 15 (MSB) an, ob sich die weiterfolgenden Bits auf die Zeiteinheit Minute (MSB = 1) oder Sekunde (MSB = 0) beziehen. Die beiden folgenden Beispiele geben mögliche Zeitintervalle an:

800A(hex)  $\Leftrightarrow$  1000000000001010(bin):  
→ MSB = 1, Wert = 1010(bin)  
→ Zeitdauer entspricht 10 Minuten

85A0(hex)  $\Leftrightarrow$  1000010110100000(bin):  
→ MSB = 1, Wert = 10110100000(bin)  
→ Zeitdauer entspricht 1440 Minuten

Das folgende LoRaWAN-Downlink Paket:

```
11 06 00 50 00 00 06 41 800A 85A0  
05 00 04 00C8 00
```

spezifiziert beispielsweise einen Single Report, bezogen auf die Power Konfiguration der internen, nicht aufladbaren Batterie (0x04). Dabei wird die Batteriespannung alle 10 Minuten (0x800A) erfasst und ein Report nur dann gesendet, wenn:

- die Batteriespannung um  $\Delta U = 200$  mV (0x00C8) abgenommen hat
- oder
- eine Zeitdauer von 24 Std. (1440 min.) (0x85A0) überschritten wird.

Das letzte Byte (0x00) des Beispiel-Frames gibt an, dass kein Report gesendet wird, wenn beispielsweise eine

externe Spannungsquelle zugeschaltet wird.

Nachdem eine Power Konfiguration per Downlink Paket gesendet wurde, antwortet das IoT-Gerät wie folgt:

```
11 07 00 50 pp 00 00 06
```

Das in fett dargestellte Byte (0xpp) gibt den Status des soeben gesendeten Befehls an. Besitzt das Byte den Wert 0x00, dann wurde die Konfiguration erfolgreich im IoT-Gerät gespeichert, wohingegen ein Wert ungleich 0x00 einen Fehler kennzeichnet. Im Fehlerfall muss der gewünschte Befehl erneut via LoRaWAN-Downlink Paket gesendet werden.

Umgekehrt ist es mit dem folgenden Befehl möglich, eine bereits im IoT-Gerät gespeicherte Power Report Konfiguration abzufragen:

```
11 08 00 50 00 00 06
```

Auf diese Anfrage antwortet das Gerät wie folgt:

```
11 09 00 50 pp 00 00 06 41 mmmm  
MMMM ss 00 rr [vvvv] cc
```

Das Byte 0xpp gibt den Status der Anfrage an (siehe Erklärung oben), während die anderen, in fett dargestellten Variablen in gleicher Weise interpretiert werden können, wie beim Initialisieren des Power Configuration Reports.

Sobald ein Report abgespeichert und vom IoT-Gerät akzeptiert wurde, werden die gewünschten Spannungswerte periodisch und/oder event-basierend (Spannungsunterschied  $\Delta U$ ) übertragen:

```
11 0A 00 50 00 06 41 ss mm rr [vvvv]  
cc
```

Die in fett dargestellten Variablen haben folgende Bedeutung:

- **ss**: Anzahl der folgenden Bytes
- **mm**: Aktueller Power Modus
- **rr**: Aktuell verfügbare Spannungsquellen.
- **vvvv**: Spannungswert aller in **rr** angegebenen Spannungsquellen in mV.
- **cc**: Aktuell genutzte Spannungsquelle (Power Source)

Im nachfolgenden Beispiel ist ein periodischer Report einer Power-Konfiguration eines IoT-Devices angegeben:

```
11 0A 00 50 00 06 41 07 01 05 5BA2  
0E54 01
```

Im ersten Byte des Nutzdatenfeldes (0x07) ist die Information enthalten, dass in den darauffolgenden 7 Byte die aktuelle Power Konfiguration des Gerätes enthalten ist: Das IoT-Interface wird periodisch eingeschaltet (Power Modus 0x01) und besitzt aktuell zwei verfügbare Spannungsquellen (Power Sources: 0x01 + 0x04 = 0x05 ⇔ externe Spannungsquelle + interne Batterie) mit folgenden Spannungswerten:

- Externe Spannungsquelle:  
0x5BA2 ⇔ 23458 mV
- Interne Batterie:  
0x0E54 ⇔ 3668 mV

Dabei wird das Gerät aktuell mit der externen Spannungsquelle (0x01) betrieben.

### 7.2.3 Cluster Befehle

Innerhalb des Configuration Clusters besteht die Möglichkeit, das Gerät per Downlink Paket neu zu booten. Hier-

für ist folgendes LoRaWAN Downlink Paket erforderlich:

```
11 50 00 50 00
```

Weiterhin ist es möglich, sämtliche, im IoT-Gerät gespeicherte Reports zu löschen. Dies betrifft nicht nur den in diesem Kapitel beschriebenen Power Konfigurations Report, sondern auch alle weiteren, im folgenden beschriebenen Reports.

```
11 50 00 50 02 03
```

Sowohl der Reboot- als auch der Remove-Report-Befehl generiert keine Antwort vom IoT-Gerät.

## 7.3 LoRaWAN Cluster

Im LoRaWAN Cluster können folgende Parameter der LoRaWAN Funkschnittstelle gelesen oder geschrieben werden:

- Nachrichtentyp
- Anzahl der Wiederholungen
- Erneuter Verbindungsaufbau
- Datenrate
- ABP Device Adresse
- OTAA AppEUI Adresse

Die in der Tabelle in Kapitel 7 angegebene Cluster ID (0x8004) ist in jedem LoRaWAN Cluster Frame enthalten.

### 7.3.1 Nachrichtentyp

Der Nachrichtentyp gibt an, ob Mitteilungen, welche vom IoT-Gerät an den LoRaWAN Netzwerkserver gesendet werden, eine Bestätigung benötigen oder nicht. Eine bestätigte Nachricht (confirmed Message) ermöglicht ein erneutes Senden eines Pakets, falls dieses nicht vom Netzwerkserver empfangen wurde.

Die bestätigte Übertragung von LoRaWAN Paketen reduziert die Paketverlustrate der Funkverbindung. Umgekehrt kann dadurch der Traffic auf der Luftschnittstelle ansteigen.

Mit folgendem Downlink Paket kann der aktuell eingestellte Nachrichtentyp (confirmed/ unconfirmed) vom IoT- Gerät ausgelesen werden:

```
11 00 80 04 00 00
```

Dabei antwortet das Device wie folgt:

```
11 01 80 04 00 00 00 08 vv
```

Das in fett dargestellt Byte (0xvv) gibt an, ob alle gesendeten Frames unbestätigt (unconfirmed, 0x00) oder bestätigt (confirmed, 0x01) werden. In der Werkseinstellung des Gerätes, sind alle Frames unbestätigt (0x00).

Umgekehrt kann mit folgendem Befehl der Nachrichtentyp festgelegt werden:

```
11 05 80 04 00 00 08 vv
```

Wie beim Lesen des Nachrichtentyps, gibt das Byte (0xvv) an, ob alle Frames bestätigt oder unbestätigt werden sollen:

- 0x00: Unbestätigt (Unconfirmed)
- 0x01: Bestätigt (Confirmed)

### 7.3.2 Anzahl der Wiederholungen

Für den Fall, dass die Pakete vom LoRaWAN Netzwerkservers bestätigt werden müssen (confirmed Messages), muss festgelegt werden, wie viele Übertragungsversuche das IoT-Gerät maximal vornehmen soll. Mit folgendem Befehl kann die im IoT-Gerät gespeicherte Anzahl an Übertragungsversuchen ausgelesen werden:

```
11 00 80 04 00 01
```

Anschließend antwortet das Gerät:

```
11 01 80 04 00 01 00 20 xv
```

Das in fett dargestellte Byte (0xxv) gibt die Anzahl an Wiederholungsversuchen einer bestätigten Übertragung an. In der Werkseinstellung beträgt dieser Wert 0x07, d.h. maximal sieben Übertragungsversuche.

Umgekehrt kann die Anzahl an Sendewiederholung im IoT-Gerät wie folgt eingestellt werden:

```
11 05 80 04 00 01 20 xv
```

### 7.3.3 Erneuter Verbindungsaufbau

Um zu gewährleisten, dass stets eine Funkverbindung zwischen dem IoT-Gerät und dem LoRaWAN Netzwerkservers besteht, gibt es die Möglichkeit eines erneuten Verbindungsaufbaus (Reassociation), wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Überschreiten einer Zeitdauer in der keine LoRaWAN Pakete vom IoT-Gerät empfangen wurden.
- Überschreiten einer Anzahl von aufeinanderfolgenden, nicht bestätigten Nachrichten (im Confirmed Modus).

Mit dem folgenden LoRaWAN Downlink Paket können die Parameter eines erneuten Verbindungsaufbaus abgefragt werden:

```
11 00 80 04 00 02
```

Darauf antwortet das IoT-Interface:

```
11 01 80 04 00 02 00 41 04 tttt eeee
```

Die in fett dargestellten Nutzdaten sind wie folgt zu interpretieren:

- tttt: Zeitdauer in Minuten, in der keine LoRaWAN Pakete empfan-

gen wurden (Werkseinstellung: 4 Tage).

- eeee: Anzahl von aufeinanderfolgenden, nicht bestätigten Nachrichten (Werkseinstellung: 100 Pakete).

Umgekehrt können mit folgendem Downlink Paket die soeben erwähnten Parameter eines erneuten Verbindungsaufbaus eingestellt werden:

```
11 05 80 04 00 02 41 04 tttt eeee
```

### 7.3.4 Datenrate

Wie bei vielen anderen Funkübertragungssystemen kann auch bei LoRaWAN die Datenrate voreingestellt werden. In Abhängigkeit von den Netzwerksereinstellungen wird bei LoRaWAN die Datenrate gewöhnlicherweise adaptiv geregelt (Adaptive Data Rate), d.h. es wird mit einer geringeren Datenrate gestartet und – je nach Qualität der Funkverbindung – die Datenrate sukzessive erhöht. Da die Datenrate auch den Spreizfaktor des Modulationsverfahrens beeinflusst, kann eine optimal an die Kanalbedingungen angepasste Übertragung erfolgen. Um diesen Prozess der optimalen Datenrate zu beschleunigen, kann die Datenrate, mit der das IoT-Gerät beim ersten Verbindungsaufbau starten soll, voreingestellt werden.

Der nachfolgende Befehl ermöglicht die Abfrage der Datenrate, mit der begonnen wird:

```
11 00 80 04 00 03
```

Daraufhin antwortet das IoT-Gerät:

```
11 01 80 04 00 03 00 41 02 00 ss
```

Das in fett dargestellte Byte (**0xss**) gibt in diesem Zusammenhang die Datenrate an, mit der das Gerät startet. Mögliche Werte für das EU-Frequenzband sind 0 – 5, wobei der Minimalwert mit 0xfe und der Maximalwert mit 0xff angegeben werden kann. In der Werkseinstellung startet das Device mit dem Maximalwert (0xff).

Umgekehrt kann die Start-Datenrate wie folgt festgelegt werden:

```
11 05 80 04 00 03 41 02 00 ss
```

### 7.3.5 ABP Device Adresse

Die Activation by Personalization (ABP) Adresse ist eine eindeutige ID zur Registrierung des Gerätes beim Netzwerkserver. Mit folgendem Befehl kann die ABP Device Adresse vom Gerät ausgelesen werden:

```
11 00 80 04 00 04
```

Dabei antwortet das Gerät mit der ABP Device Adresse 0xdddddddd:

```
11 01 80 04 00 04 00 41 04 dddddddd
```

Umgekehrt kann die ABP Device Adresse wie folgt eingestellt werden:

```
11 05 80 04 00 04 00 04 41 04 dddddddd
```

Bitte beachten Sie, dass etwaige Einstellungen der ABP Device Adresse erst nach einem erneuten Verbindungsaufbau (Reassociation) des IoT-Gerätes gültig sind!

### 7.3.6 OTAA AppEUI

Ähnlich zu den Ausführungen im vorherigen Abschnitt 7.3.5 kann sich das IoT-Gerät auch direkt via Over-The-Air-Activation (OTAA) mit dem

Netzwerkserver verbinden. Hierzu muss das Device dem Netzwerkserver über die sogenannten Application-EUI (AppEUI) bekannt gemacht werden. Mit folgendem Befehl kann die AppEUI vom Gerät abgefragt werden:

```
11 00 80 04 00 05
```

Daraufhin liefert das Device die AppEUI (0xdddddddddddddddd):

```
11 01 80 04 00 05 00 41 08
dddddddddddddddd
```

Umgekehrt kann die AppEUI für den nächsten Verbindungsaufbau voreingestellt werden:

```
11 05 80 04 00 05 41 08
dddddddddddddddd
```

## 7.4 Serial Interface Cluster

Im Serial Interface Cluster können folgende Parameter der RS-485 Feldbusschnittstelle gelesen oder gesetzt werden:

- Baudrate
- Anzahl der Datenbits
- Parität
- Anzahl Stopbits

Die in der Tabelle in Kapitel 7 angegebene Cluster ID (0x8006) ist in jedem Serial Interface Cluster Frame enthalten.

### 7.4.1 Baudrate

Für die serielle, asynchrone Feldbusschnittstelle muss die Datenübertragungsrate (Baudrate) festgelegt werden. Diese muss mit dem direkt verbundenen Messgerät (IIoT-Box) übereinstimmen. Das IoT-Gerät unterstützt dabei folgende Übertragungsraten:

- 1200 bit/s
- 2400 bit/s
- 4800 bit/s
- 9600 bit/s
- 19200 bit/s
- 38400 bit/s
- 57600 bit/s
- 115200 bit/s

Der folgende Befehl ermittelt die eingestellte Baudrate der seriellen Feldbusschnittstelle des IoT-Gerätes:

```
11 00 80 06 00 00
```

Daraufhin gibt das IoT-Device die Baudrate (0xssssss) aus:

```
11 01 80 06 00 00 00 22 ssssss
```

Bitte beachten Sie, dass die Baudrate als Hexadezimal ausgegeben wird, wodurch sich folgende Werte ergeben können:

| 0xssssss | Datenrate (dezimal) |
|----------|---------------------|
| 0x0004B0 | 1200 bit/s          |
| 0x000960 | 2400 bit/s          |
| 0x0012C0 | 4800 bit/s          |
| 0x002580 | 9600 bit/s          |
| 0x004B00 | 19200 bit/s         |
| 0x009600 | 38400 bit/s         |
| 0x00E100 | 57600 bit/s         |
| 0x01C200 | 115200 bit/s        |

Von der Firmware unterstützte Datenraten der seriellen Feldbusschnittstelle

In der Werkseinstellung ist die Baudrate auf 9600 bit/s (0x002580) voreingestellt. Andere als in der Tabelle angegebene Übertragungsraten werden vom System nicht unterstützt, bzw. nicht akzeptiert.

Die Datenübertragungsrate lässt sich selbstverständlich auch an die Bedürfnisse des angeschlossenen Messgerätes anpassen. Dies ist über fol-

gendes LoRaWAN Downlink Paket möglich:

```
11 05 80 06 00 00 22 ssssss
```

#### 7.4.2 Anzahl der Datenbits

Die Spezifikation einer seriellen Kommunikationsschnittstelle umfasst neben der Baudrate noch weitere Parameter. Dazu gehört unter anderem die Anzahl an Datenbits der Übertragung, welche mit folgendem Befehl vom Gerät ausgelesen werden kann:

```
11 00 80 06 00 01
```

Daraufhin gibt das IoT-Device die Anzahl an Datenbits (0xdd) der seriellen Schnittstelle aus:

```
11 01 80 06 00 01 00 20 dd
```

Mit nachfolgendem Downlink Paket kann die Anzahl an Datenbits auch eingestellt werden:

```
11 05 80 06 00 01 20 dd
```

Berücksichtigen Sie hierbei, dass nur zwei mögliche Werte vom System unterstützt werden:

- 7 Datenbits
- 8 Datenbits (Werkseinstellung)

#### 7.4.3 Parität

Neben der Baudrate und der Anzahl an Datenbits muss die Parität der seriellen Schnittstelle festgelegt werden. Der folgende Befehl liest die im IoT-Gerät gespeicherte Information bzgl. einer Paritätsbits aus:

```
11 00 80 06 00 02
```

Die Antwort des IoT-Devices enthält das Byte (0xpp), welches die Parität beinhaltet:

```
11 01 80 06 00 02 00 20 pp
```

Folgende Werte werden vom System unterstützt:

- 0x00: Keine Parität (Werkseinstellung)
- 0x01: Ungerade Parität
- 0x02: Gerade Parität

Umgekehrt kann mit folgendem LoRaWAN Downlink Paket die Parität eingestellt werden:

```
11 05 80 06 00 02 20 pp
```

#### 7.4.4 Anzahl Stoppbits

Ein weiterer wichtiger Parameter für eine serielle Datenkommunikation stellt die Anzahl an Stoppbits dar. Dieser Wert kann mit folgendem Befehl ausgelesen werden:

```
11 00 80 06 00 03
```

Auf diese Anfrage antwortet das IoT-Device wie folgt:

```
11 01 80 06 00 03 00 20 ss
```

Das in fett dargestellt Byte (0xss) enthält die Anzahl an möglichen Stoppbits:

- 1 Bit (Werkseinstellung)
- 2 Bit

Umgekehrt kann die Anzahl der Stoppbits mit folgendem Befehl eingestellt werden:

```
11 05 80 06 00 03 20 ss
```

Beachten Sie, dass keine anderen als die oben genannten Werte (bezüglich der Anzahl an Stoppbits) vom System akzeptiert werden!

## 7.5 Single Report Cluster

Der Datenaustausch zwischen dem IoT-Gerät und einem damit verbundenen Messgerät basiert auf dem Modbus RTU Protokoll. Der direkte Datentransfer ist dabei über Register möglich, welche gelesen oder geschrieben werden können. Um den Datenaustausch automatisiert vom IoT-Gerät durchführen zu lassen, müssen sogenannte Anfragen (Requests) angelegt werden, welche anschließend periodisch oder event-basierend die ausgewählten Register bedienen. Die Requests werden dann, in Abhängigkeit von den Einstellungen, periodisch oder event-basierend in Form von sogenannten Reports übertragen. Dabei werden zwei Arten von Reports unterschieden:

- Single Reports
- Multi Reports

Single Reports enthalten die gewünschten Messwerte von einzelnen oder mehreren, direkt aufeinanderfolgenden Registern, welche einem Endpunkt (Endpoint) zugeordnet sind. Demgegenüber stehen sogenannte Multi-Reports, welche die Anfragen (Requests) von mehreren, unterschiedlichen Endpunkten enthalten können. Unabhängig von der Art des Reports müssen zunächst die Anfragen (Requests) den jeweilig gewünschten Endpunkten zugeordnet werden. Anschließend kann der Anwender entscheiden, ob die Requests in Form von einzelnen Reports (Single Report) oder die Messwerte aller Endpunkte in einem Report (Multi-Report) zusammengefasst übertragen werden sollen.

Im Folgenden werden zunächst die Möglichkeiten des Single Report Clusters erläutert, bevor im nächsten Abschnitt auf die Multi Reports näher eingegangen wird. Auf eine detaillierte Erläuterung des Modbus RTU Protokolls wird aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet und stattdessen auf die Fachliteratur verwiesen.

Das Single Report Cluster bietet dem Anwender folgende Möglichkeiten:

- Direkter Modbus Datenaustausch
- Festlegen von Requests
- Initialisieren eines Single Reports

Die in der Tabelle in Kapitel 7 angegebene Cluster ID (0x**8007**) ist in jedem Single Report Cluster Frame enthalten.

### 7.5.1 Direkter Modbus Datenaustausch

Bevor ein Request initialisiert und letztlich einem Endpunkt zugeordnet wird, kann eine direkte Modbus Anfrage über die RS-485 Schnittstelle durchgeführt werden. Dadurch ist es bereits im Vorfeld möglich, Tests mit dem angeschlossenen Messgerät durchzuführen, ohne dass die einzelnen Modbus Befehle in Form von Requests im Gerät gespeichert werden.

Mit Eingabe des Befehls

**ep 50 80 07 00 ss pp ... pp**

wird die Anfrage gestartet. Dabei haben die in fett dargestellten Variablen folgende Bedeutung:

- ep: Fctrl der Endpoint Nummer
- ss: Anzahl der folgenden Bytes
- pp...pp: Modbus Befehl ohne Prüfsumme (CRC)

Das erste Byte (0x**ep**) spezifiziert das dem gewünschten Endpoint zugeordnete Frame Control (Fctrl) Feld, welches zu Beginn von Kapitel 7 in Form einer Tabelle dargestellt wurde. Demzufolge muss, je nach Endpunkt-Nummer (0 – 9), der entsprechende Hexadezimalwert (Fctrl) eingetragen werden.

Auf diese Anfrage liefert das IoT-Interface den Inhalt des gewünschten Registers:

**ep** 01 **80 07** 00 01 00 41 **ss pp ... pp**

Bitte beachten Sie, dass die Modbus-Kommandos stets ohne Prüfsumme (CRC) ein- bzw. ausgegeben werden! Das IoT-Gerät fügt die notwendige Prüfsumme eigenständig und automatisiert den jeweiligen Datenpaketen intern zu.

Für den Fall, dass der angewendete Modbus Befehl fehlerhaft ist oder der Modbus-Teilnehmer (externes Messgerät) nicht antwortet, werden automatisiert Fehlercodes in der Antwort der Modbus Anfrage ausgegeben. Die entsprechenden Fehlercodes können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

| Fehlercode | Beschreibung                 |
|------------|------------------------------|
| 0x80       | Teilnehmer beschäftigt       |
| 0x81       | Keine Antwort vom Teilnehmer |
| 0x82       | Modbus Befehl zu kurz        |
| 0x83       | Modbus Befehl zu lang        |

Fehlercodes bezüglich des direkten Modbus Datenaustausches

Im nachfolgenden Beispiel werden drei aufeinanderfolgende Register, beginnend mit der Startadresse 19000 (dezimal), bezogen auf den Endpunkt 0 (Fctrl = 0x11) ausgelesen:

11 50 **80 07** 00 **06 01 03** **4A38 0006**

Das in fett und schwarz dargestellte Byte (0x**06**) gibt die Größe des nachfolgenden Modbus-Befehls an. Im vorliegenden Beispiel enthält diese Byte-Sequenz folgende Information:

**01**: Modbus Slave Adresse: Eindeutige ID des angeschlossenen Messgerätes

**03**: Modbus Funktion: Read Holding Registers (0x03)

**4A38**: Modbus Startadresse: 0x4A38 ⇔ 19000 (dezimal)

**0006**: Gesamtanzahl an auszulesenden Registern, beginnend bei der Startadresse: 3 aufeinanderfolgende Register mit jeweils 2 Register-Slots

Bezogen auf dieses Beispiel gibt das IoT-Device folgende Antwort zurück:

11 01 **80 07** 00 01 00 41 **0F 01 03 0C**  
**436C3C4C 42EF5A84 42EEBA9F**

Dabei kennzeichnet das Byte (0x**0F**) die Größe der nachfolgenden Modbus Antwort (15 Byte), wohingegen 0x**0C** nur die Anzahl von Bytes darstellt, welche in der eigentlichen Nutzinformation enthalten ist.

Für die Dekodierung der Nutzdaten ist es erforderlich, den Datentyp der ausgelesenen Register zu kennen. In der Praxis übliche Datentypen für Register sind:

- INT-16: Integer 16 Bit
- INT-32: Integer 32 Bit
- INT-64: Integer 64 Bit
- FLOAT-32: Float 32 Bit

Im vorliegenden Beispiel handelt es sich um Gleitkommazahlen (FLOAT-32), die nach der Norm IEEE-754 dekodiert werden müssen:

- 436C3C4C ⇔ 236,235534668
- 42EF5A84 ⇔ 119,67678833
- 42EEBA9F ⇔ 119,364494324

Achten Sie bei der Dekodierung stets auf die Anweisungen des Messgeräteherstellers, welches mit dem IoT-Device verbunden ist.

### 7.5.2 Festlegen von Requests

Nachdem ein Test in Form eines direkten Modbus Datenaustausches durchgeführt wurde und die gewünschten Registerinhalte vorliegen, kann die jeweilige Modbus Anfrage einem Endpoint zugewiesen und direkt im IoT-Gerät als Request abgespeichert werden. Verwenden Sie hierzu folgenden Befehl:

**ep 05 80 07 00 00 41 ss pp ... pp**

Das erste Byte (0xep) spezifiziert das dem gewünschten Endpoint zugeordnete Frame Control (Fctrl) Feld. Soll das im vorherigen Abschnitt 7.5.1 präsentierte Beispiel einer Modbus Anfrage für den Endpoint 5 verwendet werden, dann ergibt sich folgender Befehl:

**B1 05 80 07 00 00 41 06 01 03 4A38 0006**

Mit diesem LoRaWAN Downlink Paket ist ein Request dem Endpoint 5 zugeordnet und im nichtflüchtigen Speicher des IoT-Gerätes hinterlegt. Ein automatisierter Report wird dabei noch nicht erstellt, da mit einem weiteren Befehl festgelegt werden muss, ob es sich um einen Single- oder um einen Multi-Report handeln soll.

In gleicher Weise können insgesamt bis zu 10 Requests den jeweiligen Endpunkten (0 – 9) zugewiesen werden. Wie in diesem Beispiel bereits er-

sichtlich, kann ein Request auch mehrere, direkt aufeinanderfolgende Registerwerte beinhalten. Damit ist die Zuordnung eines Registers pro Endpoint/Request nur gegeben, wenn die gewünschten Register nicht direkt aufeinander folgen.

Sind bereits mehrere Requests im Gerät gespeichert und möchte der Anwender die hinterlegten Anfragen auslesen, dann kann folgender Befehl verwendet werden:

**ep 00 80 07 00 00**

Auf diese Anfrage liefert das IoT-Gerät den im Endpoint (0xep) gespeicherten Request:

**ep 01 80 07 00 00 00 41 ss pp ... pp**

Bezogen auf das Beispiel möchte der Anwender den im Endpunkt 5 (0xB1) gespeicherten Request auslesen. Hierzu ist folgendes LoRaWAN Downlink Paket erforderlich:

**B1 00 80 07 00 00**

Auf diese Anfrage gibt das IoT-Gerät den im Endpoint 5 gespeicherten Request zurück:

**B1 01 80 07 00 00 00 41 06 01 03 4A38 0006**

### 7.5.3 Initialisieren eines Single-Reports

Nachdem diverse Requests vom Anwender festgelegt worden sind, kann ein Single Report auf einzelne Endpunkte/Requests angewendet werden:

**ep 06 80 07 00 00 01 41 mmmm MMMM 01 cc**

Die in fett dargestellten Variablen haben folgende Bedeutung:

- ep: Fctrl der Endpoint Nummer
- mmmm: Minimum Reporting Intervall
- MMMM: Maximum Reporting Intervall
- cc: Report Flag, welches angibt, ob ein Single Report auch bei Änderung der im Request hinterlegten Registerwerte gesendet werden soll

Das Minimum und Maximum Reporting Intervall gibt in diesem Zusammenhang die minimale und maximale Zeitdauer an, in der ein Single Report gesendet werden soll. Das Format dieser beiden Zeitvariablen ist identisch zu dem bereits in Kapitel 7.2.2 dargestellten Power Configuration Report.

Das Report Flag existiert nur beim Single Report und kann nur einen der folgenden Werte annehmen:

- 0x00: Report wird nur nach Ablauf des Zeitintervalls (0xMMMM) gesendet.
- 0x01: Report wird nach Ablauf des Zeitintervalls gesendet. Zusätzlich wird ein Report übertragen, wenn sich zwischen zwei Abfragen die Messwerte ändern.

Mit Hilfe des Flags (0xcc) ist es daher möglich, neben einer periodischen Übertragung (0x00) auch eine Art event-basierendes Datenhandling (0x01) umzusetzen. Zu diesem Zweck muss das Flag gesetzt und zusätzlich das Minimum Reporting Intervall auf den kleinsten möglichen Wert (1 Minute) angepasst werden. In diesem Fall wird dann jede Minute überprüft, ob sich die im Request hinterlegten Register (Messwerte) geändert haben. Liegt eine Änderung vor, dann wird – unabhängig vom Maximum Reporting

Intervall (0xMMMM) – sofort ein Report an den LoRaWAN Netzwerkserver gesendet.

Nachdem ein Single Report gespeichert wird, antwortet das IoT-Gerät mit dem bereits in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen Status (0xss) wie folgt:

ep 07 80 07 ss 00 00 01

Bezogen auf das Beispiel im vorherigen Abschnitt 7.5.2 wird dem zuvor gespeicherten Request des Endpoints 5 (0xB1) ein Single Report zugewiesen, welcher event-basierend ist (0x01) und zusätzlich eine Periodizität von 24 Stunden (0x85A0) aufweist:

B1 06 80 07 00 00 01 41 8001 85A0 01 01

Wird das Downlink Paket akzeptiert, antwortet das IoT-Gerät mit dem Status (0x00):

B1 07 80 07 00 00 00 01

In diesem Beispiel werden von nun an drei aufeinanderfolgende Register (Startadresse: 0x4A38) periodisch alle 24 Stunden ausgelesen und übertragen. Zusätzlich wird sofort ein Single Report gesendet, wenn sich innerhalb einer Minute einer der drei Registerinhalte (Messwerte) ändert.

Sind bereits mehrere Single Reports im Gerät gespeichert und möchte der Anwender die hinterlegten Single Reports auslesen, dann kann folgender Befehl verwendet werden:

ep 08 80 07 00 00 01

Auf diese Anfrage liefert das IoT-Gerät den im Endpoint (0xep) gespeicherten Single Report in der gleichen

Notation, wie beim Initialisieren des Reports:

ep 09 **80 07** ss 00 00 01 41 **mmmm**  
**MMMM** 01 cc

Bezogen auf dieses Beispiel ergibt sich durch die Anfrage

**B1** 08 **80 07** 00 00 01

der im Endpoint 5 (0xB1) gespeicherte Single Report:

**B1** 09 **80 07** 00 00 00 01 41 **8001 85A0**  
01 01

### Übertragung eines Single Reports

Sobald ein Single Report abgespeichert und vom IoT-Gerät akzeptiert wurde, werden die gewünschten Registerinhalte (Messwerte), entsprechend den Einstellungen, in folgender Form übertragen:

ep 0A **80 07** 00 01 41 **ss pp ... pp**

Die in fett dargestellten Nutzinformationen des Single Reports haben folgende Bedeutung:

- ss: Anzahl der nachfolgenden Bytes
- pp ... pp: Antwort des Modbus Befehls ohne Prüfsumme (CRC)

Bezogen auf das Beispiel in diesem Abschnitt wird folgender Single Report (bei Auftreten eines Events oder alle 24 Stunden) übertragen:

**B1** 0A **80 07** 00 01 41 **0F 01 03 0C**  
**4369C8C6 42E89EFD 42E827AB**

Dieser Frame ist eine Momentaufnahme des Single Reports von Endpoint 5 (0xB1) und enthält innerhalb der Modbus Antwort folgende Nutzdaten:

- 4369C8C6 ⇔ 233,78427124

- 42E89EFD ⇔ 116,310523987
- 42E827AB ⇔ 116,077476501

## 7.6 Multi Report Cluster

Wie bereits in Kapitel 7.5 erläutert, existiert neben dem Single Report ein weiterer, sogenannter Multi-Report. Beiden Reports gemeinsam ist das vorherige Festlegen von Requests, sowie die entsprechende Zuordnung zu den gewünschten Endpunkten. Dieser Vorgang ist bei Multi-Reports identisch wie zu den Ausführungen in Kapitel 7.5.2. Unterschiedlich ist jedoch die Eigenschaft, dass bei Multi-Reports alle vorhandenen Requests innerhalb **eines** Reports übertragen werden, wohingegen bei Single Reports jeder Request eines Endpoints einzeln übertragen wird. Diese Vorgehensweise reduziert bei Multi-Reports das Datenaufkommen auf der Luftschnittstelle und ist für manche Anwendungen zur Einhaltung des LoRaWAN Duty Cycles notwendig. Weiterhin kann es für manche Anwendungen erforderlich sein, dass mehrere Messwerte auf einmal übertragen werden müssen, sodass sich alle Messwerte auf den gleichen Zeitpunkt beziehen.

Wird eine LoRaWAN Paketgröße von 51 Byte überschritten, dann wird der Multi-Report automatisch auf mehrere, nacheinander folgende LoRaWAN Pakete aufgeteilt, welche durch den enthaltenen Payload vom Decoder unterschieden werden können.

Das Multi-Report Cluster bietet dem Anwender folgende Möglichkeiten:

- Konfiguration des Headers
- Initialisieren eines Multi-Reports

Die in der Tabelle in Kapitel 7 angegebene Cluster ID (0x8009) ist in jedem Multi-Report Cluster Frame enthalten.

### 7.6.1 Konfiguration des Headers

Bevor ein Multi-Report initialisiert wird, sollte zunächst die Header-Option mit Hilfe des folgenden Befehls eingestellt werden:

```
11 05 80 09 00 01 10 hh
```

Das in fett dargestellte Byte (0xhh) stellt eine von zwei möglichen Header Optionen des Multi-Reports dar:

- 0x00: Alle enthaltenen Requests werden ohne Header übertragen
- 0x01: Alle enthaltenen Requests werden vollständig mit Header übertragen (Werkseinstellung)

Da innerhalb eines Multi-Reports die Antworten aller gespeicherten Anfragen (Requests) auf einmal übertragen werden, kann durch die Header-Option die Paketgröße beeinflusst werden: Durch deaktivieren des erweiterten Headers (0xhh = 0x00) werden nur noch die Messwerte innerhalb des Multi-Reports übertragen, ohne das die vollständigen Modbus-Antworten aller beteiligter Requests enthalten sind. Aus diesem Grund empfehlen wir bei der Nutzung von Multi-Reports stets den erweiterten Header auszuschalten (0x00):

```
11 05 80 09 00 01 10 00
```

Möchte der Anwender die aktuelle Header-Option vom IoT-Gerät auslesen, dann ist folgender Befehl einzugeben:

```
11 00 80 09 00 01
```

Daraufhin gibt das IoT-Device die Einstellungen des Multi-Report Headers zurück:

```
11 01 80 09 00 01 00 10 hh
```

### 7.6.2 Initialisieren eines Multi-Reports

In analoger Weise wie bei den Single-Reports wird ein Multi-Report wie folgt initialisiert:

```
11 06 80 09 00 00 00 41 mmmm  
MMMM 01 00
```

Da sich alle zuvor festgelegten Requests (siehe Kapitel 7.5.2) auf den Multi-Report beziehen, wird keine Aufteilung oder Unterscheidung bzgl. eines Endpoints vorgenommen. Deshalb beginnt der Befehl zur Initialisierung eines Multi-Reports stets mit (0x11). Weiterhin besteht keine Möglichkeit eines event-handlings, weshalb das letzte Byte des Befehls stets den Wert 0x00 besitzt. Damit kann ein Multi-Report nur für eine periodische Datenübertragung verwendet werden.

Die im Befehl enthaltenen Bytessequenzen 0xmmm und 0xMMMM stellen, in gleicher Weise wie bei Single-Reports, das Minimum und Maximum Reporting Intervall dar.

Nachdem ein Multi-Report initialisiert wurde, antwortet das IoT-Device mit dem bereits erwähnten Status-Byte (0xss):

```
11 07 80 09 ss 00 00 00
```

Im folgenden Beispiel wird ein Multi-Report initialisiert, welcher stündlich übertragen werden soll:

```
11 06 80 09 00 00 00 41 803C 803C 01  
00
```

Daraufhin antwortet das IoT-Gerät mit dem Status (0x00):

```
11 07 80 09 00 00 00 00
```

In diesem Beispiel werden nun alle im Gerät gespeicherten Requests innerhalb eines Multi-Reports einmal pro Stunde übertragen.

Möchte der Anwender die Einstellungen eines Multi-Reports auslesen, dann kann folgender Befehl verwendet werden:

```
11 08 80 09 00 00 00
```

Auf diese Anfrage liefert das IoT-Gerät den gespeicherten Multi-Report in der gleichen Notation, wie beim Initialisieren des Reports. Dabei kennzeichnet das Byte 0xss den Status der Anfrage:

```
11 09 80 09 ss 00 00 00 41 mmmm  
MMMM 01 00
```

Bezogen auf dieses Beispiel ergibt sich durch die Anfrage

```
11 08 80 09 00 00 00
```

der im Gerät gespeicherte Multi-Report:

```
11 09 80 09 00 00 00 00 41 803C 803C  
01 00
```

### Übertragung eines Multi-Reports

Sobald ein Multi-Report abgespeichert und vom IoT-Gerät akzeptiert wurde, werden die gewünschten Registerinhalte (Messwerte) aller im System hinterlegten Requests periodisch in folgender Form übertragen:

```
11 0A 80 09 00 00 41 ss ddddd aa ...  
aa
```

Die in fett dargestellten Nutzinformationen des Single Reports haben folgende Bedeutung:

- **ss**: Anzahl der nachfolgenden Bytes
- **dddddd**: Payload des Multi-Reports
- **aa ... aa**: Antwort aller im System gespeicherten Requests (mit oder ohne Modbus Header, entsprechend den Header-Einstellungen in Kapitel 7.6.1)

Wie bereits zu Beginn von Kapitel 7.6 dargestellt, kann ein Multi-Report auf mehrere, aufeinanderfolgende LoRaWAN Pakete aufgeteilt werden, wenn eine Frame-Größe von 51 Byte überschritten wird. Aus diesem Grund spielt das drei Byte große Payload Feld (0xdddddd) eine entscheidende Rolle zur Dekodierung der LoRaWAN Pakete. Um den Payload auszuwerten, muss zunächst die Hexadezimalzahl in das binäre Zahlensystem konvertiert werden:

```
0xdddddd = ssssssss nnn ttt  
pppppppppp
```

Dabei haben die einzelnen, farbig hervorgehobenen Bitsequenzen folgende Bedeutung:

- **ssssssss** (1 Byte): Nummer der gesendeten Frame Serie als zyklischer Zähler von 0 bis 255
- **nnn** (3 Bit): Nummer des aktuellen Frames
- **ttt** (3 Bit): Nummer des letzten zu sendenden Frames mit der Seriennummer **ssssssss** ⇔ Wert entspricht der Gesamtanzahl an Frames, welche für diesen Report gesendet werden sollen Minus 1

- **pppppppppp** (10 Bit): Gibt an der jeweiligen Bitposition an, ob der Endpoint, respektive Request, innerhalb des Multi-Reports verwendet wird (Bitposition = 1) oder nicht (Bitposition = 0)

Folgendes Beispiel stellt einen möglichen Payload eines Multi-Reports dar:

**0xdddddd = 0x0727C0**

Daraus lassen sich folgende Informationen extrahieren:

- **0000111** (1 Byte): Aktuelle Frame Seriennummer: 7 (dezimal)
- **001** (3 Bit): Nummer des aktuellen Frames: 1 (dezimal)
- **001** (3 Bit): Nummer des letzten zu sendenden Frames mit der Seriennummer **0000111**: 1 (dezimal)
- **111100000** (10 Bit): Verwendete Endpoints innerhalb des Frames: 6, 7, 8, 9

In diesem Beispiel wird ein Report mit der Frame Nummer 7 (**0000111**) spezifiziert, dem bereits ein LoRaWAN Paket zuvor gesendet wurde (**001**) und welcher die Nutzdaten der Endpunkte 6, 7, 8, 9 (**111100000**) beinhaltet. Dieses Beispiel zeigt bereits, dass ein Multi-Report (aufgrund seiner Datengröße) auf zwei oder mehr LoRaWAN Pakete aufgeteilt werden musste.

Weiterhin im Multi-Report enthalten ist das eigentliche Nutzdatenfeld **0xaa ... 0xaa**, welches die Messwerte der Requests beinhaltet. Wird davon ausgegangen, dass die in Kapitel 7.6.1 mögliche Header-Option deaktiviert ist, dann werden die Nutzdaten entsprechend der Endpoint Nummer fortlaufend als Hexadezimalzahlen

dargestellt. Bezogen auf das Payload Beispiel wären die Nutzdaten wie folgt angeordnet:

**0xaa ... 0xaa:**

Wert Endpoint 6 | Wert Endpoint 7 |  
Wert Endpoint 8 | Wert Endpoint 9

**Hinweis:** Die hier verwendeten Trennungsstriche ( | ) zwischen den Nutzdaten der Endpoints dienen nur zur Veranschaulichung und sind selbstverständlich nicht im realen Multi-Report enthalten.

Ein abschließendes Beispiel soll einen Multi-Report darstellen, der die folgenden Endpunkte (innerhalb zuvor definierter Requests) beinhaltet:

- Endpoint 0: 3x FLOAT-32 Wert, beginnend bei Startadresse 0x4A38
- Endpoint 1: 3x FLOAT-32 Wert, beginnend bei Startadresse 0x4838
- Endpoint 2: 3x FLOAT-32 Wert, beginnend bei Startadresse 0x4638
- Endpoint 3: 1x INT-16 Wert bei Startadresse 0x9000
- Endpoint 6: 1x FLOAT-32 Wert bei Startadresse 0x4A6A
- Endpoint 7: 1x INT-32 Wert bei Startadresse 0x0802
- Endpoint 8: 1x INT-16 Wert bei Startadresse 0x9304
- Endpoint 9: 3x FLOAT-32 Wert, beginnend bei Startadresse 0x4644

Wird der erweiterte Header (Kapitel 7.6.1) deaktiviert, dann ergibt sich folgender Multi-Report, der aufgrund seiner Dateigröße automatisch auf zwei LoRaWAN Pakete übertragen wird:

LoRaWAN Paket 1:

```
11 0A 80 09 00 00 41 29 07040F
436C18C8 42EAF616 42EA7E48
436B868B 42EA662A 42E9EB4A
436CC06B 42EB9E59 42EB24F3
0001
```

LoRaWAN Paket 2:

```
11 0A 80 09 00 00 41 19 0727C0
42480763 00002580 FE00 00000000
00000000 00000000
```

Das erste LoRaWAN Paket umfasst 41 Byte (0x29) Nutzdaten und enthält den Payload 0x07040F eines Multi-Reports (0x8009). Als erstes muss der Payload dekodiert werden, um auf Seiten des Netzwerkservers feststellen zu können, ob weitere LoRaWAN Pakete innerhalb des Multi-Reports vorhanden sind:

0x07040F:

- 0000111 (1 Byte): Aktuelle Frame Seriennummer: 7 (dezimal)
- 000 (3 Bit): Nummer des aktuellen Frames: 0 (dezimal)
- 001 (3 Bit): Nummer des letzten zu sendenden Frames mit der Seriennummer 0000111: 1 (dezimal)
- 000001111 (10 Bit): Verwendete Endpoints innerhalb des Frames: 0, 1, 2, 3

Im vorliegenden Fall handelt es sich um einen Report mit der Frame Nummer 7 (0000111), der die Endpunkte 0, 1, 2, 3 (000001111) enthält und bei dem noch kein Paket zuvor gesendet wurde (000).

Im Anschluss daran können die Nutzdaten, den Endpunkten zugeordnet werden:

- Endpoint 0: 436C18C8 42EAF616 42EA7E48

- Endpoint 1: 436B868B 42EA662A 42E9EB4A
- Endpoint 2: 436CC06B 42EB9E59 42EB24F3
- Endpoint 3: 0001

Die Endpunkte 0 – 2 enthalten jeweils drei FLOAT-32 Werte, die entsprechend der Norm IEEE-754 zu dekodieren sind, wohingegen der Endpunkt 3 eine gewöhnliche Integer (INT-16) Zahl ist:

- Endpoint 0: 236.096801758 117.480636597 117.246643066
- Endpoint 1: 235.525558472 117.199539185 116.95954895
- Endpoint 2: 236.75163269 117.809272766 117.572166443
- Endpoint 3: 1

Das zweite LoRaWAN Paket umfasst 25 Byte (0x19) Nutzdaten und enthält den Payload 0x0727C0 eines Multi-Reports (0x8009). Der Payload wurde bereits im vorhergehenden Beispiel beschrieben und enthält folgende Informationen:

0x0727C0:

- 0000111 (1 Byte): Aktuelle Frame Seriennummer: 7 (dezimal)
- 001 (3 Bit): Nummer des aktuellen Frames: 1 (dezimal)
- 001 (3 Bit): Nummer des letzten zu sendenden Frames mit der Seriennummer 0000111: 1 (dezimal)
- 111100000 (10 Bit): Verwendete Endpoints innerhalb des Frames: 6, 7, 8, 9

An diesem Payload ist bereits erkennbar, dass es sich um das nächste LoRaWAN Paket (001) der gleichen Frame-Serie (0000111) eines Multi-Reports handelt, welches jedoch die

Endpunkt 6, 7, 8, 9 (**1111000000**) beinhaltet.

Die Nutzinformationen der Endpunkte 6 und 9 liegen als FLOAT-32 Zahlen vor, wohingegen die anderen beiden Endpunkte als Integer Zahlen dargestellt werden:

- Endpoint 6: 42480763
- Endpoint 7: 00002580
- Endpoint 8: FE00
- Endpoint 9: 00000000 00000000  
00000000

Nach der Konvertierung ergeben sich folgende Zahlenwerte im Dezimalzahlensystem:

- Endpoint 6: 50.0072135925
- Endpoint 7: 9600
- Endpoint 8: 65024
- Endpoint 9: 0.0 0.0 0.0

An diesem abschließenden Beispiel konnte gezeigt werden, dass ein Multi-Report, aufgrund seiner Datengröße, auf zwei aufeinanderfolgende LoRaWAN Pakete aufgeteilt wurde, die durch den Payload voneinander unterschieden werden können. Im Decoder ist es deshalb erforderlich, neben dem Payload auch den Datentyp der den Endpunkten zugeordneten Messwerten (Float, Integer, ...) zu kennen. Welche Datentypen zum Einsatz kommen hängt vom jeweiligen Messgerät ab und kann der technischen Spezifikation des Messgeräteherstellers entnommen werden. Für die IoT-Boxen stehen entsprechende Datenblätter und Betriebsanleitungen zur Verfügung.

Nutzen Sie auch unseren Online-Konfigurator, um das IoT-Device auf die gewünschten Parameter der IoT-Box anzupassen.

# 8 Reinigung

Das IoT-Gerät kann, je nach Einsatzbedingungen und Verschmutzungsgrad, trocken oder feucht gereinigt werden. Es empfiehlt sich jedoch die trockene Reinigung vorzuziehen, da für die feuchte Reinigung das Gerät zuvor durch eine qualifizierte Elektrofachkraft spannungsfrei geschaltet werden muss.

## 8.1 Trockene Reinigung

Für die Reinigung empfiehlt sich ein sauberes, trockenes Reinigungstuch. Reinigen Sie das Gerät ausschließlich von außen und halten Sie den Deckel des Gerätes geschlossen.

## 8.2 Feuchte Reinigung

Ist aufgrund starker Verschmutzung eine feuchte Reinigung erforderlich, darf das Gerät ausschließlich im spannungsfreien Zustand gereinigt werden. Schalten Sie hierzu das Gerät spannungsfrei, bevor Sie mit der Reinigung beginnen. Dies betrifft vor allem Geräte, die mit einer externen Versorgungsspannung (Netzteil) betrieben werden.

Verwenden Sie zur Reinigung sauberes Wasser oder reinigen Sie das Gerät mit einem sauberen, angefeuchteten Reinigungstuch.



### Achtung

#### Sachschäden durch falsche Reinigung:

Bei der feuchten Reinigung kann Wasser die interne Elektronik beschädigen.

- Lassen Sie das Gerät für die feuchte Reinigung durch eine qualifizierte Elektrofachkraft spannungsfrei schalten. Dies betrifft vor allem Geräte, die von einer externen Spannungsquelle (Netzteil) betrieben werden.



### Achtung

#### Sachschäden durch falsche Reinigung:

Ungeeignete Reinigungsmittel, Reinigungsgeräte und übermäßiger Gebrauch von Wasser, können Schäden am Gerät verursachen. Beachten Sie deshalb folgende Punkte:

- Reinigungsmittel müssen zuvor durch mCloud Systems freigegeben werden, bevor Sie verwendet werden können.
- Reinigen Sie das Gerät ausschließlich von außen.
- Öffnen Sie das Gerät nicht während des Reinigungsvorgangs.
- Vermeiden Sie fließendes Wasser.
- Achten Sie darauf, dass kein Wasser an spannungsführende Teile gelangt.
- Verwenden Sie keine Hochdruckreinigungsgeräte.

## 9 Instandhaltung



### Hinweis

Die in diesem Kapitel beschriebenen Tätigkeiten dürfen ausschließlich von qualifizierten Elektrofachkräften durchgeführt werden.

Der Betreiber oder Anwender des IoT-Devices muss das Gerät in regelmäßigen Abschnitten durch eine qualifizierte Elektrofachkraft auf ordnungsgemäßen Zustand überprüfen lassen. Dies betrifft vor allem Geräte, welche über eine interne Batterie verfügen. Leere Batterien dürfen nur von qualifizierten Elektrofachkräften ausgetauscht werden!

Sollten während der Verwendung Schäden am Gerät auftreten, sind diese unverzüglich zu beseitigen. Gegebenenfalls ist das Gerät durch eine Elektrofachkraft außer Betrieb zu nehmen. Beachten Sie hierzu auch die Ausführungen in Kapitel 10.



### Gefahr

#### **Verletzungsgefahr durch beschädigtes Gerät:**

Bei Beschädigungen am Gerät besteht die Gefahr schwerer Verletzungen.

- Benutzen Sie das Gerät nicht, wenn es äußere Schäden aufweist.
- Kennzeichnen Sie das ggf. beschädigte Gerät und lassen Sie die Schäden unverzüglich durch eine qualifizierte Elektrofachkraft beseitigen.
- Lassen Sie das Gerät ggf. durch eine Elektrofachkraft außer Betrieb nehmen.

# 10 Außerbetriebnahme



## Hinweis

Die in diesem Kapitel beschriebenen Tätigkeiten dürfen ausschließlich von qualifizierten Elektrofachkräften durchgeführt werden.



## Gefahr

### Verletzungsgefahr durch Stromschlag:

Bei Unsachgemäßen Umgang mit elektrotechnischen Geräten und Einrichtungen besteht die Gefahr schwerer Verletzungen oder des Todes.

Die nachfolgenden Arbeiten dürfen deshalb ausschließlich von qualifizierten Elektrofachkräften durchgeführt werden.

- Führen Sie die nachfolgenden Arbeiten nur aus, wenn Sie eine qualifizierte Elektrofachkraft sind und über die entsprechenden Fähigkeiten und Kenntnisse verfügen.



## Gefahr

### Verletzungsgefahr durch Stromschlag

Bei Arbeiten an stromführenden Bauteilen besteht die Gefahr schwerer Verletzungen oder des Todes. Beachten Sie deshalb folgende Anweisungen:

- Schalten Sie das Messgerät und das Netzteil mit der das IoT-Gerät verbunden ist, spannungsfrei. Dies gilt für sämtliche Demontearbeiten.
- Sichern Sie die ausgeschaltete Versorgungsspannung gegen unbeabsichtigtes Wiedereinschalten durch andere Personen.
- Prüfen Sie die Spannungsfreiheit der Zuleitungen, bevor Sie mit den Demontearbeiten beginnen.

Für die Außerbetriebnahme muss das Gerät spannungsfrei geschaltet werden, bevor die Kommunikationsleitung (Feldbussystem) entfernt wird. Gehen Sie hierzu wie folgt vor:

- Schalten Sie das Gerät gemäß Kapitel 6.1 aus.
- Schalten Sie das mit dem IoT-Interface verbundene Messgerät und Netzteil spannungsfrei.
- Sichern Sie die spannungsführenden Zuleitungen des Gerätes vor Wiedereinschalten und prüfen Sie die Spannungsfreiheit.
- Öffnen Sie den Gehäusedeckel des IoT-Gerätes.
- Klemmen Sie die Leitungen zur Spannungsversorgung und Kommunikation beidseitig ab und entfernen Sie die beiden Leitungen vollständig.
- Demontieren Sie das IoT-Interface und entfernen Sie dieses vom Installationsort.

# 11 Lagerung und Entsorgung

## 11.1 Gerät lagern

Für die ordnungsgemäße Lagerung und um einen späteren, störungsfreien Betrieb des Gerätes zu ermöglichen, sind die nachfolgenden Punkte zu beachten:

- Geräte mit interner Batterie müssen ausgeschaltet werden, um eine lange Lebensdauer der Batterie zu gewährleisten.
- Reinigen Sie das Gerät vor dem Lagern, gemäß den Anweisungen in Kapitel 8.
- Packen Sie das Gerät in die Originalverpackung oder nutzen Sie einen anderen, geeigneten Karton.
- Lagern Sie das Gerät in einem trockenen und temperierten Raum bei einer Lagertemperatur zwischen  $-10\text{ °C}$  und  $+30\text{ °C}$ .

## 11.2 Gerät entsorgen

Das Gerät ist bei Gebrauchsende außer Betrieb zu nehmen, zu demontieren und ordnungsgemäß zu entsorgen. Beachten Sie dabei die länderspezifischen Bestimmungen!

Die Außerbetriebnahme und Demontage darf ausschließlich durch eine Elektrofachkraft erfolgen.

Entsorgen Sie gegebenenfalls einzelne Teile, je nach Beschaffenheit und existierenden länderspezifischen Vorschriften, oder beauftragen Sie einen zertifizierten Entsorgungsbetrieb mit der Verschrottung.

# 12 Technische Daten

## 12.1 Typenschild

Die technischen Daten können dem Datenblatt des IoT-Gerätes entnommen werden. Diese umfassen die gerätespezifischen Anschlusswerte sowie folgende Parameter:

- Eigenschaften des RF-Transceivers
- LoRaWAN Eigenschaften
- LoRaWAN Schnittstelle
- Feldbusschnittstelle
- Versorgungsspannung
- Umgebungsbedingungen
- Mechanische Daten
- Transport und Lagerung
- Normen und Zulassungen

## 12.2 Umgebungsbedingungen

Für einen sicheren und störungsfreien Betrieb des Gerätes müssen die nachfolgend beschriebenen Umgebungsbedingungen eingehalten werden. Weitere technische Details können dem technischen Datenblatt entnommen werden.



### Achtung

#### Sachschäden durch ungeeignete Umgebungsbedingungen:

Bei der Montage des Gerätes sind die örtlichen Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen. Bei Nichtbeachtung können Schäden am Gerät hervorgerufen werden:

- Beachten Sie die Umgebungsbedingungen bei der Montage und für den sicheren Betrieb des Gerätes.

Achten Sie bei der Montage und während des Betriebs des Gerätes auf folgende Punkte:

- Montieren Sie das Gerät wettergeschützt und ortsfest.
- Schützen Sie das Gerät vor direkter UV-Strahlung oder senkrechtem Wassereinfluss.
- Installieren Sie das Gerät nicht in explosionsgefährdenden Bereichen und vermeiden Sie explosive oder leicht entzündliche Stoffe in unmittelbarer Nähe des Gerätes.
- Verwenden Sie für die elektrische Installation des Gerätes ausschließlich Kupferleitungen.
- Achten Sie auf einen ausreichenden Schutz vor elektrostatischer Entladung (ESD-Schutz), beim Öffnen des Gerätes oder bei sämtlichen Wartungsarbeiten, um das Gerät nicht zu beschädigen.
- Halten Sie den zulässigen Spannungsbereich für die externe Versorgung des IoT-Devices ein.

Halten Sie folgende Umgebungsbedingungen während des Betriebs des Gerätes ein:

- Der Bemessungstemperaturbereich beträgt  $-20\text{ °C} \dots +50\text{ °C}$ , wobei die durchschnittliche Temperatur in 24 Stunden  $+40\text{ °C}$  nicht überschreiten darf.
- Die maximale Betriebshöhe des Gerätes beträgt 2000 m über N.N.
- Der IP-Schutzgrad beträgt IP 55.

**mCloud Systems GmbH**

Automatisierungstechnik,  
Industrieelektronik,  
Industrial IoT

Konnorsreuther Straße 6g  
D-95652 Waldsassen

Tel.: +49 (0) 9632 / 921-734  
Fax.: +49 (0) 9632 / 921-710  
E-Mail: [info@mcloud-systems.com](mailto:info@mcloud-systems.com)  
Internet: [www.mcloud-systems.com](http://www.mcloud-systems.com)

