

# LPN TSM

## TRAFO-Stationsmonitor

### Bedienungsanleitung



## Inhalt

1	Dokument Historie .....	5
2	Kontakte .....	5
2.1	Hersteller .....	5
2.2	Vertrieb .....	5
2.3	Technische Unterstützung .....	5
3	Allgemeine Hinweise .....	6
3.1	Gültigkeit .....	6
3.2	Urheberschutz .....	6
3.3	Symbole .....	6
4	Bestimmungsgemässer Gebrauch .....	6
5	Sicherheitshinweise .....	7
6	Entsorgung .....	8
6.1	Geräteentsorgung .....	8
6.2	Batterieentsorgung .....	8
7	Verwendete Abkürzungen .....	8
8	Technische Spezifikation .....	10
8.1	Technische Daten .....	10
8.2	Richtlinien und Normen .....	13
8.3	Abmessungen .....	15
8.3.1	Gehäuse .....	15
8.3.2	Befestigungsbohrungen .....	16
8.4	QR-Code .....	16
8.5	Innenansicht und Anschlüsse .....	17
8.5.1	Lage der Anschlüsse .....	17
8.5.2	Anschlussbezeichnungen und Funktion .....	18
9	Funktion .....	20
9.1	Funktionsblockdiagramm .....	20
9.2	Überblick .....	20
9.3	Spannungsversorgung .....	22
9.4	Netzspannungsmessung .....	22
9.4.1	Grenzwertüberwachung für die Netzspannung .....	22
9.4.2	Minimal- und Maximal-Werte der Netzspannung .....	24
9.4.3	Erfassung der Effektivspannungswerte .....	24
9.5	Strommessung .....	25
9.5.1	Strommessung über Analogeingänge (Isense) .....	25
9.5.2	Strommessung über Modbus-RTU Schnittstelle (Roco2065/Roco2110) .....	26
9.5.3	Grenzwertüberwachung für die Leiterströme .....	27
9.6	Digitale Eingänge/Meldungen .....	27
9.6.1	Kurz- / Erdschlussmeldungen .....	28
9.6.2	Lasttrennschalter/Trafosicherungsmeldung LTS .....	28
9.6.3	Präsenzmelder .....	28
9.7	Digitaleingänge, allgemein .....	29
9.8	Temperaturmessung .....	29
9.8.1	Grenzwertüberwachung für die Temperaturen .....	29
9.9	Spannungsversorgungs- und Schaltausgänge .....	29
9.9.1	Übersicht Funktion Spannungsversorgungs- und Schaltausgänge .....	30
9.10	Zeit und Zeitsynchronisation .....	30
9.11	Batteriespannung und Low-Battery-Flag .....	31

9.12	Betriebsarten .....	32
9.12.1	Normalbetrieb .....	32
9.12.2	Batterie/Backup-Betrieb .....	33
9.12.2.1	Messwertanforderung per Downlink-Telegramm .....	34
9.13	Events .....	34
9.14	RS485 Modbus-RTU Schnittstelle .....	35
9.15	LED-Anzeigen .....	36
9.16	Schalter .....	36
9.17	USB-Schnittstelle.....	36
9.18	Konfiguration .....	37
9.18.1	Aufbau der Konfigurationsdatei .....	38
9.18.2	Konfigurationsparameter .....	40
9.18.3	Konfigurationsdatei auf Werkseinstellung zurücksetzen .....	43
9.19	LoRaWAN-Kommunikation /Payload-Beschreibung.....	43
9.19.1	Übersicht LoRaWan-Telegramme.....	44
9.20	UPLINK Telegramme .....	45
9.20.1	Uplink Telegramm-Header .....	45
9.20.2	APP UPLINK Telegramm (Port 3) .....	46
9.20.2.1	Beispieltelegramm:.....	49
9.20.3	CONFIG UPLINK Telegramm (Port 100) .....	51
9.20.3.1	Beispieltelegramm .....	53
9.20.4	DEVICE INFO UPLINK Telegramm (Port 105) .....	55
9.20.4.1	Beispieltelegramm .....	56
9.21	DownLink-Telegramme.....	56
9.21.1	Konfigurationstelegramm (Port 100).....	57
9.21.1.1	Beispieltelegramm .....	57
9.21.2	APP DOWNLINK Steuertelegamm (Port 3).....	58
9.21.2.1	Beispieltelegramm .....	58
9.21.3	APP DOWNLINK Messwertanforderung (Port 3).....	58
9.21.3.1	Beispieltelegramm .....	59
9.21.4	Device Info Anforderungs-Telegramm (Port 105) .....	59
9.21.4.1	Beispieltelegramm .....	59
10	Zubehör.....	59
10.1	Isense Stromsensoren.....	59
10.2	Modbus- Stromsensoren Roco2065AN / RoCo2110AN .....	60
10.3	Temperaturfühler .....	62
10.4	Präsenmelder .....	62
10.5	Antenne .....	63
10.6	Anschlusszubehör .....	64
10.6.1	Abgriff für Leiterspannungen .....	64
10.6.2	Abgriff für Neutralleiter .....	64
10.7	Backup-Batterie .....	64
11	Anschlusspläne.....	65
11.1	Netzspannungsanschluss.....	65
11.2	4..20mA-Stromsensoren Isens3.....	66
11.3	Roco20xx Modbus-Stromsensor .....	66
11.4	Volt1000 &Roco20xx Modulares Messsystem .....	67
11.5	Anschluss Digitaleingänge allgemein .....	68
11.6	Anschluss PT100-Temperaturfühler .....	68
11.6.1	Anschluss PT100-Vierdraht-Temperaturfühler.....	69

11.6.2	Anschluss PT100-Zweidraht-Temperaturfühler .....	70
11.7	Anschluss Präsenzmelder PM24/24V/5 .....	70
12	Firmwareupdate .....	71
12.1	Updatemodus initiieren .....	71
12.2	Neue Firmware aufspielen.....	72
12.3	Updatemodus Beenden .....	73
12.4	Payload Decoder/Encoder .....	73
12.4.1	Payload Decoder.....	74
12.4.1.1	Decodier-Funktionsaufruf und Argumente.....	74
12.4.1.2	Decodier-Funktion Fehlermeldungen .....	75
12.4.1.3	Decodier-Funktion Rückgabe: Decodierte Uplink-Payloads .....	75
12.4.1.3.1	Decodierte Uplink-Payload Port 3 - Daten.....	75
12.4.1.3.2	Decodierte Uplink-Payload Port 100 – Konfiguration.....	78
12.4.1.4	Decodier-Funktion Wrapper .....	80
12.4.2	Encodier-Funktion .....	81
12.4.2.1	Encodierung Downlink-Payload Port 3 – Ausgänge setzen.....	81
12.4.2.2	Encodierung Downlink-Payload Port 3 – Messungen initiieren.....	82
12.4.2.3	Encodierung Downlink-Payload Port 100 – Konfiguration .....	83
12.4.2.4	Encodierung Downlink-Payload Port 105 – Device Info .....	84
12.4.2.5	Encodier-Funktion Wrapper .....	85
13	Verweise .....	85

## 1 Dokument Historie

Version	Datum	Bemerkung /Änderungen
3.1	15.06.2022	1. Release überarbeitet Ausgabe
3.2	17.0.6.2022	Grenzwert Überwachung für Netzspannung mit Events detaillierter, Anschlussbild für 2-Draht-Temperaturfühler

## 2 Kontakte

### 2.1 Hersteller

**comtac AG**

Allenwindenstrasse 1  
CH-8247 Flurlingen  
T +41 52 647 30 30  
[info@comtac.ch](mailto:info@comtac.ch)

### 2.2 Vertrieb

**Acal Bfi Germany GmbH**

Oppelner Straße 5  
D- 82194 Gröbenzell  
Tel: +49 8142 6520 0  
[Sales-de@acalbfi.de](mailto:Sales-de@acalbfi.de)

**EPS ENERGY GmbH**

Stuttgarter Straße 41  
D-75179 Pforzheim  
+49 7231 569 2925  
[info@eps-energy.com](mailto:info@eps-energy.com)

**comtac AG**

Allenwindenstrasse 1  
CH-8247 Flurlingen  
T +41 52 647 30 30  
[info@comtac.ch](mailto:info@comtac.ch)

Ihr Vertriebs- und Ansprechpartner:

### 2.3 Technische Unterstützung

**comtac AG**

Allenwindenstrasse 1  
CH-8247 Flurlingen  
T +41 52 647 30 30  
[support@comtac.ch](mailto:support@comtac.ch)

### 3 Allgemeine Hinweise

Diese Dokumentation ist Bestandteil des Produkts und soll während der gesamten Nutzungsdauer aufbewahrt und Folgeutzern des Produktes weitergeben werden.

Diese Dokumentation wurde mit grosser Sorgfalt erstellt. Dennoch lassen sich Fehler nie vollständig vermeiden. Wir freuen uns über Hinweise auf Fehler und über Anregungen. → [support@comtac.ch](mailto:support@comtac.ch)

#### 3.1 Gültigkeit

Die vorliegende Dokumentation gilt für das folgend Produkt und Produktzubehör






Bezeichnung	Version
LPN- TSM	Hardwareversion: 3.0
Firmwareversion	V00.01.0001
Payload-Version	3
Payload-Decoder Version	3.02 («TSM payload_decoder.3.02.js»)

#### 3.2 Urheberrecht

Diese Dokumentation ist urheberrechtlich geschützt. Die von den urheberrechtlichen Bestimmungen abweichende Verwendung, auch von Auszügen und Abbildungen, ist ohne ausdrückliche Genehmigung der comtac AG nicht gestattet.

#### 3.3 Symbole

In dieser Anleitung werden folgende Symbole zur Kennzeichnung von Informationen verwendet, die sich auf eine ordnungsgemässe und sichere Nutzung des Gerätes beziehen.

 WARNUNG	Nichteinhalten der Anweisung kann zum Tod oder schweren Verletzungen führen.
 ACHTUNG	Nichteinhalten der Anweisung kann zu Verletzungen oder Sachschäden führen.
 HINWEIS	Nichteinhalten der Anweisung birgt das Risiko der Beschädigung des Gerätes.
 TIPP	Dieses Symbol gekennzeichneten Hinweise für einen optimalen Betrieb, optimale Einstellungen, einfachere Handhabung und Vermeidung von Fehlern.
 REFERENZ VERWEIS	Dieses Symbol kennzeichnet Verweise zu weiterführenden oder ergänzenden Informationen.

### 4 Bestimmungsgemässer Gebrauch

Diese Produkte ist für die Verwendung in Automatisierungsanlagen, Schaltanlagen, elektrischen Anlagen oder als Einzelgerät zur Erfassung von digitalen und analogen Signalen, zur Ausgabe von digitalen Signalen vorgesehen, die über Funkverbindung an übergeordnete Systeme angekoppelt sind. Es ist insbesondere für den Einsatz in Mittelspannungsstationen und ähnlichen Einrichtungen vorgesehen.












Installation, Inbetriebnahme und Wartung darf nur durch einschlägig ausgebildetes und geschultes Fachpersonal und nach Lesen und Verstehen diese Bedienungsanleitung erfolgen.


Das Produkt darf nur an Betriebsorten verwendet werden, für die die in den technischen Daten angegebene Schutzart ausreichend ist und die angegebenen Betriebsumgebungsbedingungen gewährleistet sind. Der Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen ist nicht gestattet. Die Realisierung von Sicherheits- und Schutzüberwachungsfunktionen (wie z.B. Not-AUS) ist kein bestimmungsgemäßer Gebrauch des Produkts. Insbesondere bei Funktechnologien sind die gesetzlichen Richtlinien in Ländern unterschiedlich geregelt. Das Produkt darf nur in Regionen, mit Einstellungen und mit Antennen betrieben werden, für die die Einhaltung der Richtlinien sichergestellt ist.

Für die Einhaltung der Richtlinien ist der Betreiber verantwortlich.

## 5 Sicherheitshinweise

Die folgenden Hinweise sind zu beachten:

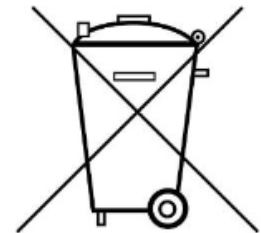
	Das Gerät verfügt nicht über eine eingebaute Sicherung/Trennvorrichtung. Für die Netzspannungsanschlüsse VS_UL1, VS_UL2, VS_L3 sind geeignete Absicherungen der Zuleitungen vorzusehen. Beachten Sie für die Auslegung der Sicherung die in den Technischen Daten angegebenen Stromaufnahmen des TSM und auch die Querschnitte und Längen der verwendeten Anschlussleitungen
	Vor Öffnen des Gehäuses sind die Netzspannungsanschlüsse spannungsfrei zu schalten Öffnen des Gehäuses mit Vorsicht: Achten Sie beim Öffnen des Gehäuses darauf, dass keine Flüssigkeit/Feuchte (Regen) oder Schmutz in das Gehäuse kommt. Berühren Sie keine elektronischen Teile.
	Für die Antenne müssen gegebenenfalls Blitzschutz- und Erdungsmassnahmen getroffen werden, um gefährliche Überspannungen und Ableitströme zu verhindern, die das Gerät selbst und angeschlossene Geräte schädigen können.
	Verwendenden Sie nur geeignetes Zubehör. An die Anschlüsse (alle ausser Netzspannungsanschlüsse VS_UL1, VS_UL2, VS_UL3) dürfen nur Komponenten angeschlossen werden, die einen SELV/PELV – Isolation sicherstellen. Insbesondere die für die Strommessung.
	Betrieben Sie das Gerät nie ohne angeschlossene und nur mit geeigneter Antenne, um eine Schädigung des Gerätes zu vermeiden und die Einhaltung der einschlägigen Richtlinien sicherzustellen.
	Verwenden Sie zur Reinigung des Gehäuses, von Kontakten, Leiterkarte Propanol. Zur Reinigung externe Versorgungsspannung abschalten und interne Batterie entfernen. Kein Kontaktspray verwenden!
	Tauschen Sie defekte oder beschädigte Geräte aus.
	Elektrostatischen Entladung vermeiden! Im Gerät werden elektronische Komponenten eingesetzt, die bei Berühren durch elektrostatische Entladung geschädigt oder zerstört werden können Achten Sie beim Anschliessen, beim Öffnen des Gerätes und insbesondere beim Batterietausch auf Sicherheitsmassnahmen gegen elektrostatische Entladung.
	Verpolung und zu hohen Spannungen vermeiden. Überprüfen Sie vor Inbetriebsetzung die korrekte Verdrahtung der Anschlüsse und korrekte Positionierung der Stecker. Schliessen Sie keine spannungsführenden Leitungen an den Antennenanschluss an.
	Batterieaustausch: Verwenden Sie nur Batterien des gleichen Typs wie die mitgelieferte Batterie (siehe auch technische Daten). Achten Sie auf richtige Polung.
	Der TSM enthält Lithiumhaltige Primärbatterien. Sie dürfen nicht (wieder-)aufgeladen werden. Lithiumhaltige (Li-) Batterien sind bei ordnungsgemäsem Umgang sicher.

	Bei unsachgemäßer Benutzung und Lagerung können lithiumhaltige Batterien Brände verursachen. Verwenden Sie keine defekten, beschädigten, verformten oder aufgeblähten Batterien. Batterien (auch beschädigte) gehören nicht in den Hausmüll. Entsorgen Sie Altbatterien entsprechend ordnungsgemäss!
	Verwendet Sie nur geeignetes Zubehör. Bevorzugt das von uns gelieferte und empfohlene. Anderes Zubehör kann die Gerätesicherheit und die ordnungsgemässe Funktion beeinträchtigen.

## 6 Entsorgung

### 6.1 Geräteentsorgung

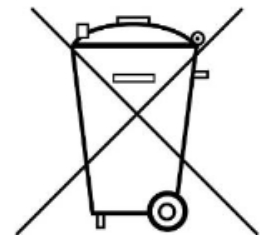
Geräte mit elektrischen Komponenten dürfen nicht zusammen mit dem Hausmüll entsorgt werden. Sie müssen separat mit elektrischem und elektronischem Abfall gemäss den lokalen Bestimmungen und den gerade gültigen Gesetzen gesammelt werden.



### 6.2 Batterieentsorgung

Im Zusammenhang mit dem Vertrieb von Batterien oder mit der Lieferung von Geräten, die Batterien enthalten, sind wir verpflichtet, Sie auf Folgendes hinzuweisen:

Batterien dürfen nicht über den Hausmüll entsorgt werden Sie können Altbatterien an einer kommunalen Sammelstelle oder im Handel vor Ort abgeben. Auch wir sind als Vertreiber/Hersteller Geräten mit Batterien zur Rücknahme von Altbatterien verpflichtet, wobei sich unsere Rücknahmeverpflichtung auf Altbatterien der Art beschränkt, die wir als Neubatterien in unserem Sortiment führen oder geführt haben. Altbatterien vorgenannter Art können Sie daher entweder ausreichend frankiert an Ihren Vertriebspartner oder den Hersteller zurückschicken.



Bitte beachten Sie die vorstehenden Hinweise.

## 7 Verwendete Abkürzungen

RMS	RouteMeanSquare , bezeichnet Effektivwert des so gekennzeichneten Wertes
AC	Wechselspannung
DC	Gleichspannung
SMA	Sub-Miniature-A , Hochfrequenzstecker/Buchse
LiMnO <sup>2</sup>	Lithium Mangan Sauerstoff, Batterie Type
USB	Universal Serial Bus, serielle Schnittstelle
LVD	Low Voltage Directive
EMC	Elektromagnetic Compatibility
RED	Radio Equipment Directive
RoHS	Restriction of (the use of certain) Hazardous Substances in electrical and electronic Equipment
LTS	Lasttrennschalter
UTC	Universal Time Code, Zeitformat











GPS	Global Positioning System
ADR	Adaptive Data Rate, LoRaWan-Netzwerk Funktion entsprechen LoRaWan Spezifikation
OTAA	Over The Air Activation, Anmeldeverfahren für LoRaWan- Endgeräte am LoRaWan-Netz
ABP	Activation By Personalization, Anmeldeverfahren für LoRaWan- Knoten
EUI	Extended Unique Identifier, weltweit eindeutiger Identifier
DevEUI	Device Extended Unique Identifier, eindeutigeer Identifier für LoRaWan Endgeräte
MSB	Most Significante Byte
LSB	Least Significante Byte
MSB	Most Significante Byte z.B. Bit07 bis Bit00 eines 16Bit-Worts
LSB	Least Significante Byte . z.B. Bit07 bis Bit00 eines 16Bit-Worts
MSW	Most Significante Word z.B Bit32 bis Bit16 eines 32Bit-Worts
LSW	Least Significante Word z.B. Bit15 bis Bit00 eines 16Bit-Worts


## 8 Technische Spezifikation

### 8.1 Technische Daten

Parameter	Werte	Hinweise
Netzspannungsanschluss		Spannungsversorgung Netzspannungsmessung Netzspannungsanschluss
Nennspannung	230VAC <sub>RMS</sub> / 50 Hz	VS_UL1, VS_UL2, VS_UL3, IEC 60038
Betriebsspannungsbereich	150VAC <sub>RMS</sub> ...275VAC <sub>RMS</sub>	VS_UL1
Maximale Netzspannung	300VAC <sub>RMS</sub>	VS_UL1, VS_UL2, VS_UL3 @25°C
Stromaufnahme	20mA	VS_UL1 @230VAC <sub>RMS</sub> /50Hz
	300uA	VS_UL2, VS_UL3
Einschaltstrom	<100mA	VS_UL1
Absicherung		extern für VS_UL1, VS_UL2, VS_UL3 sicherzustellen
Isolationsschutzklasse	Schutzklasse II	VDE 0100 Teil 410, 412.1
Bemessungsstossspannung	6kV	IEC 60664-1
Verschmutzungsgrad	2	
Überspannungskategorie	IV	
Netzspannungsmessung		Netzspannungsmessung
Messbereich	0...323V <sub>RMS</sub>	VS_UL1, VS_UL2, VS_UL3
Messabweichung	<2% bezogen auf Messbereich	des Messbereichs
Auflösung	<1V	Für die LoRa-Übertragung wird die Auflösung reduziert
Berechnungsintervall	200ms = 10 Perioden @50Hz	
Abtastrate	15kSamples/s	
Messintervall	5...60s	In der Konfigurationsdatei einstellbar («VS_Rate») Konfiguration
Messkategorie	CAT IV	IEC61010-1
Batterie		Batterie-/Backup-Betrieb
Interne Batterie	3V LiMnO <sub>2</sub> Primärbatterie, C-Zelle Type: CR26500 3.0V	Betriebsdauer im Batteriebetrieb abhängig von Konfiguration. Typisch >4 Stunden.
Digitaleingänge		Digitaleingänge
Typ	Eingänge sind für potentialfreie Schaltkontakte ausgelegt	Alle Digitaleingänge
Schaltswelle	low >1.5V high > 1.5V	DP_I, LTS_I, DA_I, RI_I, SC1_I, SC2_I, SCE1_I, SCE2_I
Eingangswiderstand	100kOhm	
Kontaktstrom	30uA	

Schaltspannungsausgänge	3V	DP_O, LTS_O, DA_O, RI_O, SC1_O, SC2_O, SCE1_O SCE2_O
max. externe Spannung	3V	Alle Digitaleingänge
Entprellzeit	0...10s	in 100ms Schritten
Schaltausgänge, externe Spannungsversorgungsausgänge, Ausgänge für Stromsensormessung		Ausgänge
Ausgangstyp	high side switch Kurzschlussfest Überlast geschützt	Alle Ausgänge: PM_VCC, PP_VCC, PR_VCC SCR1_1, SCR2_1, SCER1_1, SCER2_1
Anzahl	6 + 5	CS1_IL1_1, CS2_IL2_1, CS1_IL1_1, CS3_IL3_1, CS4_IN_1
Ausgangsspannung	22VDC...24VDC	
Ausgangsstrom max. je Ausgang	300mA @25°C 200mA @60°C	
maximaler Summenstrom	300mA @25°C 200mA @60°C	PP_VCC, PM_VCC, SCR1_1, SCR2_1, SCER1_1, SCER2_1
	300mA @25°C 200mA @60°C	PR_VCC, CS1_IL1_1, CS2_IL2_1, CS1_IL1_1, CS3_IL3_1, CS4_IN_1
empfohlener max. Ausgangsstrom für Schaltausgänge	20mA	SCR1_1, SCER1_1, SCR2_1, SCER2_1
empfohlener max. Ausgangsstrom für Sensorspeisung	25mA	CS1_IL1_1, CS2_IL2_1, CS1_IL1_1, CS3_IL3_1, CS4_IN_1
empfohlener max. Ausgangsstrom für Spannungsversorgungsausgänge	100mA	PM_VCC, PP_VCC
	200mA	PR_VCC
Analogeingänge für Strommessung		Strommessung
Type	0/4...20 mA Stromeingang	CS1_IL1_2, CS2_IL2_2, CS3_IL3_2, CS4_IN_2
Messbereich	0...22mA	
Messabweichung	< 0.6% bezogen auf 20mA	
Auflösung	< 10uA	
Bürde	200 Ohm	
Max. zulässige Eingangsspannung	30V	
Drahtbruchererkennung	<2mA	
Sensorfehlererkennung	>22mA	
Anzahl	4 Eingänge	
Stromsensor Typ /Stromsensormessbereich	Sensortyp	
	0	1500A <sub>RMS</sub>
	1	1000A <sub>RMS</sub>
	2	1500A <sub>RMS</sub>
	3	<del>3200A<sub>RMS</sub></del> derzeit nicht unterstützt
4	Modbus-Stromsensor	
Messintervall	5...60s	In der Konfigurationsdatei einstellbar («CS_Rate»)

		 <a href="#">Konfiguration</a>
Temperaturmesseingänge		 Temperaturmessung
Type	für PT100 mit Vierleiteranschluss	DIN EN 60751
Anzahl	4 Eingänge	
Messbereich	-50°C...+150°C	
Drahtbruchererkennung	ja	
Abweichung	0.5°C	
Auflösung	0.1°C	Gilt für die Messung, für die LoRa-Datenübertragung wird die Auflösung verringert
Messintervall	5...60s	In der Konfigurationsdatei einstellbar («TS_Rate»)  <a href="#">Konfiguration</a>
Anzeige		
LED	1 * grün 1 * blau	Zur Signalisierung von Betriebszuständen und Ereignissen  <a href="#">Leds</a>
Schalter	Ein/Aus	 Schalter trennt nicht die Netzspannung
RS485 Schnittstelle		 <a href="#">Modbus RTU- Schnittstelle</a>
Baudraten	600,1200,2400,4800,9600, 19200,38400, 115200 Baud	Default: 9600Baud
Parität	none, odd, even	Default: none
Start- / Stoppbit	jeweils 1	
Datenbits	8	zuzüglich 1 Paritätsbit, wenn eingestellt
Protokoll	Modbus RTU Master	 <a href="#">Modbus Spezifikation</a>
Treiberleistung	max. 32 Busteilnehmer	max. 16 adressierbar
Abschlusswiderstand	integriert, schaltbar	Jumper «TER_ON»
Anschlüsse		
Antenne	50 Ohm, SMA	
Netzspannungsanschluss	Typ: PushIn Cage Clamp Leiterquerschnitte: eindrätig 0.08mm <sup>2</sup> ...2.5mm <sup>2</sup> feindrätig 0.08mm <sup>2</sup> ...2.5mm <sup>2</sup> mit 0.25mm <sup>2</sup> ...2.5mm <sup>2</sup> Aderendhülse Abisolierlänge 7 mm	
übrige Anschlüsse	Typ: PushIn Cage Clamp Leiterquerschnitte: eindrätig 0.2mm <sup>2</sup> ...1.5mm <sup>2</sup> feindrätig 0.2mm <sup>2</sup> ...1.5mm <sup>2</sup> mit 0.25mm <sup>2</sup> ...1mm <sup>2</sup> Aderendhülse Abisolierlänge 7 mm	
Konfiguration	Micro USB Buchse	
Funk Schnittstelle		
Technologie	LoRaWan <sup>®</sup>	 <a href="#">LoRaWan Spezifikation</a>
MAC Version	1.0.3	

Betriebsart	Class C	
Anmeldeverfahren	OTAA APB	
Frequenzband / Region	EU868 A	
Max. Sendeleistung	+14dbm	
Empfindlichkeit	-135dbm	
<b>Gehäuse</b>		
Montage	Wandmontage	Halterung im Lieferumfang
Material	Polycarbonat (Deckel), ABS (Unterteil)	
Schutzart	IP65	EN60529
Brennbarkeitsklasse	UL94V-0	
Gehäusemasse	Kasten: 252 mm(B) x 162 mm(H) x 90 mm(T) Über alles: 258 mm(B) x 200 mm(H) x 105 mm(T) Mit Wandmontagehalterungen: ..	 Abmessungen
Gewicht	1250g	Incl. Batterie
<b>Umgebungsbedingungen</b>		
Der TSM ist für den wettergeschützten, ortsfesten Einsatz vorgesehen		Schutzklasse II nach IEC 60536
Betriebstemperaturbereich	-20°C ... +60°C	
Rel. Luftfeuchte	2% ... 95% (nicht kondensierend)	
Betriebshöhe	0...2000m über Normal Null	

## 8.2 Richtlinien und Normen

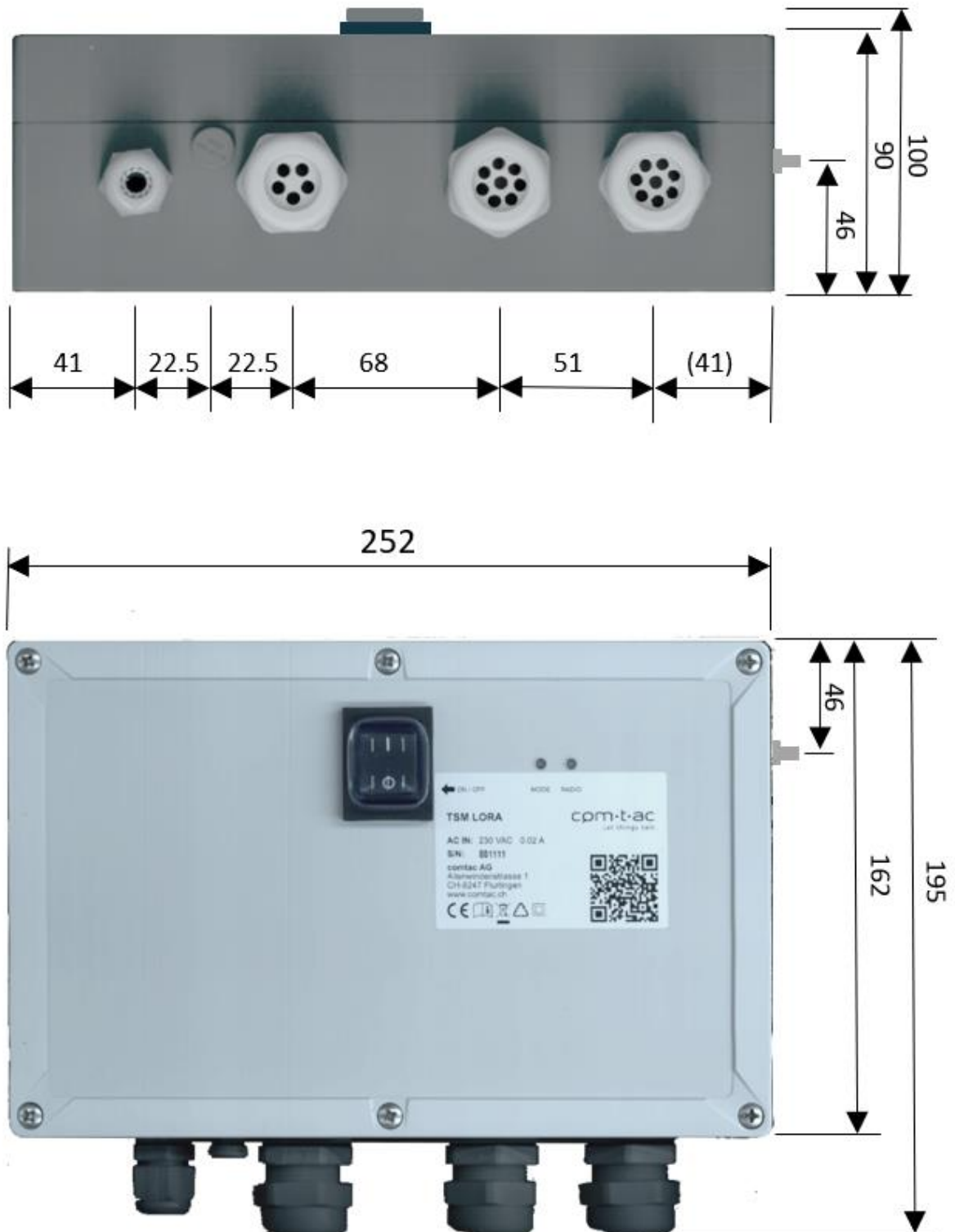
Der TSM ist CE konform. Zur Konformitätsbewertung wurden die folgenden Richtlinien und Norm angewandt

Richtlinie	Normen	Verweis
LVD 2014/35/EU	EN 61010-1:2010 / A1:2019 IEC 61010-1:2010 / A1:2016 (Edition 3.0)	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
	EN 61010-2-030:2010 IEC 61010-2-030:2017 (Edition 2.0)	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte -Teil 2-030: Besondere Bestimmungen für Prüf- und Messstromkreise
EMC 2014/30/EU	IEC 61000-6-2:2016 EN IEC 61000-6-2:2019	Störfestigkeit für Industriebereiche
	IEC 61000-6-3:2020 EN IEC 61000-6-3:2021	Störaussendung für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe
	EN 301 489-3 V2.1.1 (2019-03)	Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM) - Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) für Funkeinrichtungen und -dienste - Teil 3: Spezifische Bedingungen für Funkgeräte geringer Reichweite (SRD) für den Einsatz auf Frequenzen zwischen 9 kHz und 246 GHz
RED 2014/53/EU	EN 300 220-2 3.2.1 (2018-06)	Funkanlagen mit geringer Reichweite (SRD), die im Frequenzbereich 25 MHz bis 1 000 MHz arbeiten

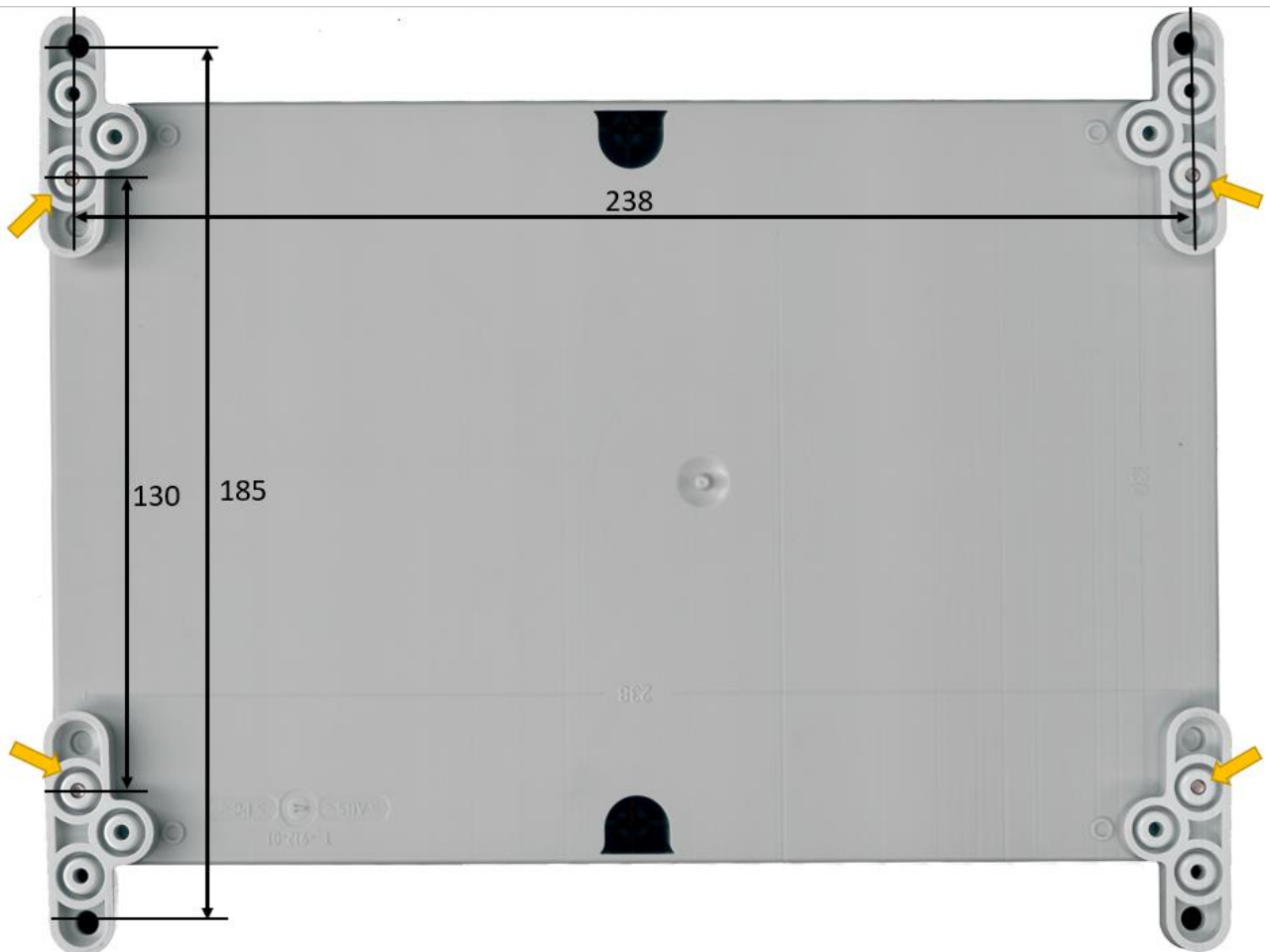
	EN 301 489-3 V2.1.1 (2016-11)	Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM) - Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) für Funkeinrichtungen und -dienste - Teil 3: Spezifische Bedingungen für Funkgeräte geringer Reichweite (SRD) für den Einsatz auf Frequenzen zwischen 9 kHz und 246 GHz
	EN 62479: 2010	Beurteilung der Übereinstimmung von elektronischen und elektrischen Geräten kleiner Leistung mit den Basisgrenzwerten für die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern (10 MHz bis 300 GHz)
RoHS 2011/65/EU	EN 50581:2012	Technische Dokumentation zur Beurteilung von Elektro- und Elektronikgeräten hinsichtlich der Beschränkung gefährlicher Stoffe

### 8.3 Abmessungen

#### 8.3.1 Gehäuse



### 8.3.2 Befestigungsbohrungen



Pfeile: Befestigungslöcher bei Montage ohne Befestigungslaschen.

### 8.4 QR-Code

Auf dem TSM ist ein QR Code angebracht. Dieser kann für die einfache Integration des Gerätes in ein LoRa-Netzwerk verwendet werden. QR-Code ist entsprechend der technischen Empfehlung der LoRa-Alliance ausgeführt ist und enthält die folgenden Angaben:

LW:DO: <JOIN-/APPEUI>:<DEVEUI>:<ProfileID>



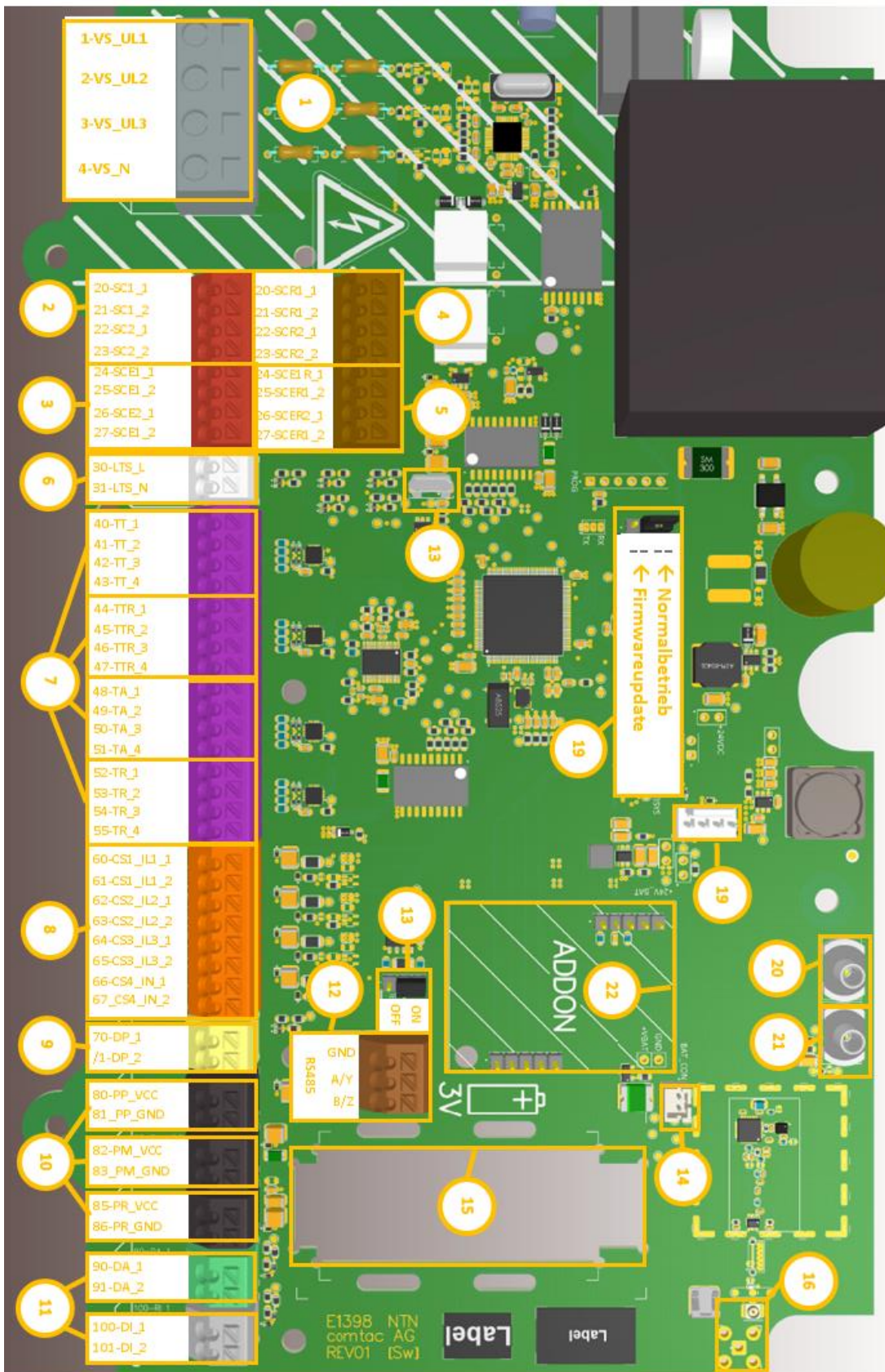
[LoRaWan Spezifikation](#)





## 8.5 Innenansicht und Anschlüsse

### 8.5.1 Lage der Anschlüsse



### 8.5.2 Anschlussbezeichnungen und Funktion

Referenz Nummer	Anschlussleiste (Farbe), Stecker	Anschluss	Bezeichnung	Funktion
<b>Netzspannungsanschluss</b>				
<b>1</b>	VS (grau)	1	VS_UL1	Niederspannung Leiter L1
		2	VS_UL2	Niederspannung Leiter L2
		3	VS_UL3	Niederspannung Leiter L3
		4	VS_N	Niederspannung Leiter N
<b>Digitaleingänge Kurzschlussmeldungen</b>				
<b>2</b>	SC (braun)	10	SC1_1	Digitaleingang
		11	SC1_2	Ausgang Schaltpotential
		12	SC2_1	Digitaleingang
		13	SC2_2	Ausgang Schaltpotential
<b>Digitaleingänge Erdschlussmeldungen</b>				
<b>3</b>	SCE (braun)	14	SCE1_1	Digitaleingang
		15	SCE1_2	Ausgang Schaltpotential
		16	SCE2_1	Digitaleingang
		17	SCE2_2	Ausgang Schaltpotential
<b>Schaltausgänge Rücksetzen Kurzschlussmeldungen</b>				
<b>4</b>	SCR (rot)	20	SCR1_1	Schaltausgang +24V
		21	SCR1_2	GND
		22	SCR2_1	Schaltausgang +24V
		23	SCR2_2	GND
<b>Schaltausgänge Rücksetzen Erdschlussmeldungen</b>				
<b>5</b>	SCER (rot)	24	SCRE1_1	Schaltausgang +24V
		25	SCRE1_2	GND
		26	SCER2_1	Schaltausgang +24V
		27	SCER2_2	GND
<b>Digitaleingänge Lasttrennschalter/Sicherung</b>				
<b>6</b>	LTS (weiss)	30	LTS_L	Digitaleingang Lasttrennschalter/Sicherung Status
		31	LTS_N	Ausgang Schaltpotential
<b>Temperaturfühler Anschlüsse</b>				
<b>7</b>	TT (violett)	40	TT_1	PT100 (rot) Fühlerstrom +
		41	TT_2	PT100 (rot) Fühlerspannung +
		42	TT_3	PT100 (weiss) Fühlerspannung -
		43	TT_4	PT100 (weiss) Fühlerstrom -
	TTR (violett)	44	TTR_1	PT100 (rot) Fühlerstrom +
		45	TTR_2	PT100 (rot) Fühlerspannung +
		46	TTR_3	PT100 (weiss) Fühlerspannung -
		47	TTR_4	PT100 (weiss) Fühlerstrom -
	TA (violett)	48	TA_1	PT100 (rot) Fühlerstrom +
		49	TA_2	PT100 (rot) Fühlerspannung +
		50	TA_3	PT100 (weiss) Fühlerspannung -
		51	TA_4	PT100 (weiss) Fühlerstrom -
	TR (violett)	52	TR_1	PT100 (rot) Fühlerstrom +
		53	TR_2	PT100 (rot) Fühlerspannung +
		54	TR_3	PT100 (weiss) Fühlerspannung -
		55	TR_4	PT100 (weiss) Fühlerstrom -

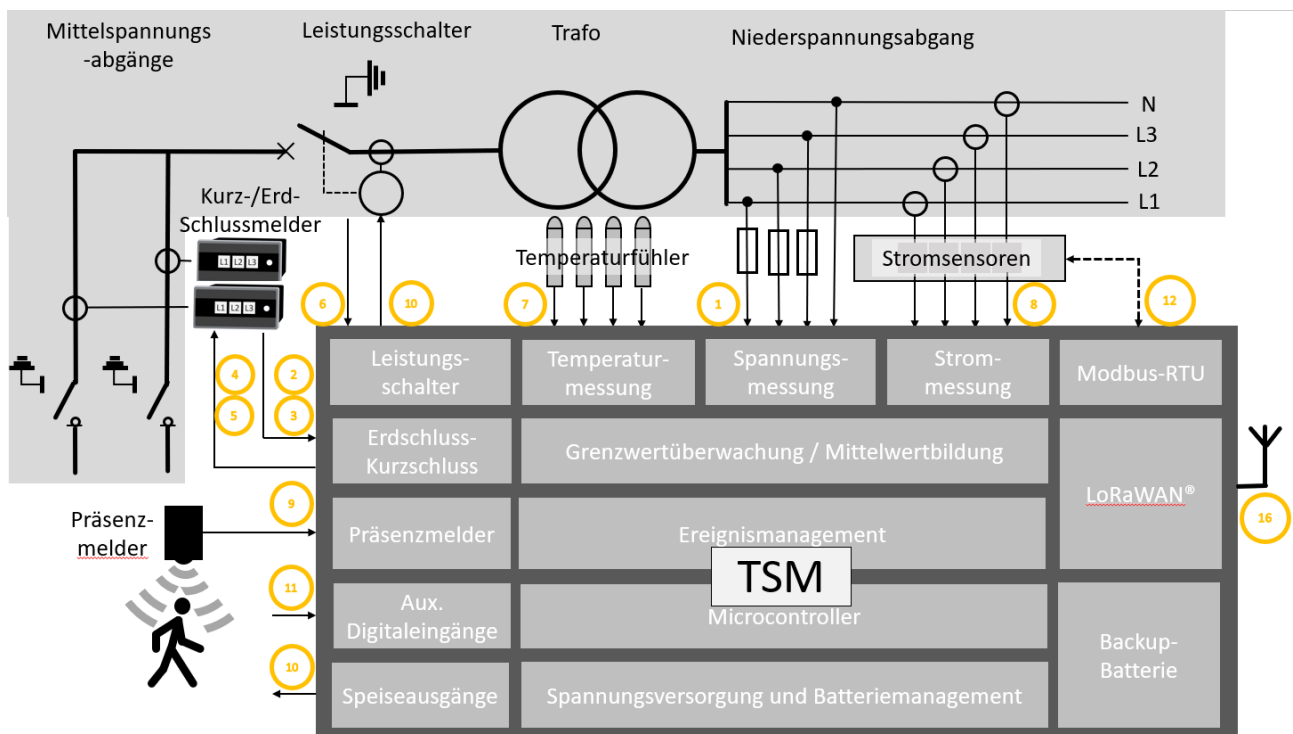
Analogeingänge Strommessung				
8	CS (orange)	60	CS1_IL1_1	Ausgang Sensorspeisung
		61	CS1_IL1_2	Eingang Sensorstrom -
	CS (orange)	62	CS2_IL2_1	Ausgang Sensorspeisung
		63	CS2_IL2_2	Eingang Sensorstrom -
	CS (orange)	64	CS3_IL3_1	Ausgang Sensorspeisung
		65	CS3_IL3_2	Eingang Sensorstrom -
	CS (orange)	66	CS4_IN_1	Ausgang Sensorspeisung
		67	CS4_IN_2	Eingang Sensorstrom -
Digitaleingang Präsenzmelder				
9	DP (gelb)	70	DP_1	Eingang Präsenzmeldung
		71	DP_2	Ausgang Schaltpotential
Versorgungsspannungsausgänge				
10	PP (schwarz)	80	PP_VCC	Ausgang +24V
		81	PP_GND	GND
	PM (schwarz)	82	PM_VCC	Ausgang +24V
		83	PN_GND	GND
	PR (schwarz)	84	PR_VCC	Ausgang +24V
		85	PR_GND	GND
Digitale Eingänge				
11	DA (grün)	90	DA_1	Digitaleingang
		91	DA_2	Ausgang Schaltpotential
	DI (grau)	100	DI_1	Digitaleingang
		101	DI_2	Ausgang Schaltpotential
RS485 Modbus RTU Schnittstelle				
12	RS485	110		GND
		111	A/Y	nichtinvertierte Modbus-Signalleitung A+
		112	B/Z	invertierte Modbus-Signalleitung B-
RS485 Busabschluss Jumper				
13	TER_ON	1		Jumper: Abschlusswiderstand aktiv/nicht aktiv
		2		
		3		
Batterie Anschluss Buchse				
14	BAT_CON	1		Batterie + (rot)
		2		Batterie – (schwarz)
Batterie				
15				Batteriehalterung
Antennenanschluss				
16	ANT			
Mirco USB-Buchse Konfiguration				
17	USB			USB-Konfigurationsschnittstelle
Ein-/Aus-Schalter Anschluss				
18	SCHALTER			Buchse für Verbindungskabel zum Schalter
Firmware Update Jumper				
19	UPDATE	1		Stellung
		2		Normalbetrieb
				Stellung Update

		3			Jumper Betrieb/Firmew areupdate
LED Lichtwellenleiter Anschluss					
20	LED1		MODE	blau	
21	LED2		RADIO	grüne	
Erweiterungssteckplatz					
22	ADDON			derzeit nicht verwendet	

## 9 Funktion

### 9.1 Funktionsblockdiagramm

TSM Funktionsblockdiagramm mit Signalen/Messungen zur/von der Trafostation



Die Referenz-Nummerierungen beziehen sich auf die oben genannten Anschlussbezeichnungen

### 9.2 Überblick

Der TSM ist für die Überwachung von Mittelspannungsstationen oder ähnlichen Einrichtungen vorgesehen. Durch den TSM werden für die Fehlerlokalisierung und für die Beurteilung des Betriebszustands der Anlage geeignete Parameter erfasst.

Die Erfassung gliedert sich in 3 Bereiche einer Trafostation, die Mittelspannungs- und die Niederspannungsseite und Anlagenparameter.

Auf der Mittelspannungsseite können über 5 Digitaleingänge die Meldungen von Kurz- und Erdschussanzeigern für zwei Mittelspannungsabgänge, sowie der Zustand der Trafosicherung bzw. des Lasttrennschalters erfasst und über

LoRaWan® übertragen werden. Für das Zurücksetzen der Kurz- und Erdschlussmeldungen stehen 4 digitale Steuerausgänge zur Verfügung.

Ebenso steht ein Ausgang für die Ansteuerung eines Rückstellmotors (für eine motorgetriebene Trafoschutzschalter) zur Verfügung, um diesen nach einer Auslösung wieder zu schliessen. Diese Ausgänge können von Ferne über die LoRA-Funkverbindung geschaltet werden, allerdings nur dann, wenn dies bei der Konfiguration des TSM entsprechend freigegeben worden ist.

Auf der Niederspannungsseite werden durch den TSM die Leiterspannungen UL1, UL2, UL3 kontinuierlich gemessen, zusätzlich die verketteten Leiterspannungen UL12, UL23, UL31 berechnet. Die Spannungen werden jeweils auf oberen und unteren Grenzwert überwacht. Die innerhalb eines LoRa-Übertragungsintervall aufgetretenen Minimal- und Maximalwerte aller Spannungen werden registriert und übertragen.

Die Spannungsversorgung des TSM erfolgt aus der Phase L1. Bei Ausfall bzw. soweit Absinken, dass eine Versorgung des TSM darüber nicht mehr möglich ist, versorgt sich der TSM aus der eingebauten Batterie und läuft dann nicht mehr im Normal- sondern im Batterie-Backup-Betrieb. Nach Wiederkehr der Spannung (UL1) schaltet der TSM wieder zurück in den Normalbetrieb.

Die Ausgangsströme des Transformators I1, I2, I3, IN können über angeschlossene Stromsensoren erfasst werden. Es werden zwei Ausführungen von Stromsensoren unterstützt:

1. Sensoren mit 4...20mA analog Ausgang (Isense). Diese können an die 4 Analogeingänge des TSM angeschlossen werden und werden dabei auch von TSM über die Stromschleife spannungsversorgt.
2. Sensoren mit Modbus-Schnittstelle (Roco2000). Hier werden die gemessenen Stromwerte über die Modbus-Schnittstelle des TSM aus dem Sensor ausgelesen.

Die erfassten Ströme I1, I2, I3 und IN werden auf Überschreitung eines einstellbaren Maximalwertes überwacht. Die aktuell erfassten Stromwerte werden per LoRa übertragen.

Der TSM verfügt über 4 Temperaturmesseingänge. Diese sind für PT100-Vierdraht-Messfühler ausgelegt. Es kann damit zum Beispiel die Trafo-, die Raum- und Umgebungstemperatur oder Temperatur der Belüftung gemessen werden, um die Betriebsbedingungen und Belastung der Trafos oder Fehler zu erkennen. Die Temperaturwerte werden jeweils auf oberen und unteren Grenzwert überwacht. Die gemessenen Werte werden über LoRa übertragen.

Der TSM verfügt über weitere 3 Digitaleingänge, von denen einer speziell für den Anschluss eines Präsenzmelders vorgesehen ist. Die beiden übrigen Eingänge können für andere Statusmeldungen, wie z.B. Türkontakt verwendet werden.

Zur Spannungsversorgung eines angeschlossenen Präsenzmelders oder z.B. auch der Modbus-Stromsensoren stehen steuerbare 24V-Spannungsversorgungsausgänge zur Verfügung.

Bei LoRa-Datenübertragung werden in Uplink-Richtung (also vom TSM zum übergeordneten System) verschiedene

Telegramme auf unterschiedlichen LoRa Ports übertragen: Daten-, Konfigurations-, und Info-Telegramme. 

Datentelegramme, die die erfassten Messwerte und Zustände enthalten, werden ereignisgesteuert gesendet. Neben dem zyklisch in einstellbaren Intervallen ausgelösten periodischen Ereignis (Timer-Event), lösen Änderungen an den Digitaleingängen und Grenzwertverletzungen die Übertragung eines Datentelegramms aus.


Datentelegramme enthalten:

- Betriebsmodus des Gerätes
- Batteriespannung und Status
- auslösendes Ereignis und aktive Ereignisse
- Zeitpunkt des auslösenden Ereignisses
- Netzspannungsminimal- und Maximalwerte
- LeiterstromMittelwerte
- Temperaturmesswerte
- Zustand der Digitaleingänge (Kurzschluss-, Erdschlussmeldungen, Lastschalter/Sicherungszustand,...

## Zustand der Digitalausgänge

Ein Konfigurationstelegramm wird nach dem Einschalten des TSM oder auf Anforderung per downlink-Telegramm (vom übergeordneten System zum TSM) gesendet.

Zusätzlich kann ein Device-Info-Telegramm per downlink-Telegramm angefordert werden.

Der TSM kann auch Telegramm vom übergeordneten System empfangen. 


Per Downlink-Telegramm können zum dem die Ausgänge gesteuert und Parameter in der TSM -Konfiguration geändert werden.

Für die Zeitstempelung der aufgetretenen Ergebnisse verfügt der TSM über ein Echtzeituhr, die über die LoRa-Schnittstelle synchronisiert wird.

Der TSM verfügt über eine Modbus-RTU-Schnittschnittstelle, die zur Stromwerterfassung über an den Modbus angeschlossenen Stromsensoren verwendet werden kann.


### 9.3 Spannungsversorgung

De TSM wird über den Netzsspannungsanschluss VS\_UL1 aus der Niederspannung versorgt. Ist diese nicht vorhanden


oder zu niedrig, erfolgt die Versorgung aus der internen Backup-Batterie. 

Trennen von der Netzsspannung schaltet den TSM also nicht aus. Ausgeschaltet werden kann der TSM nur über den Schalter.

### 9.4 Netzspannungsmessung

Über die Netzspannungsanschlüsse VS\_UL1, VL\_UL2, VS\_UL3 erfolgt die Erfassung der Leiterspannungen als effektiv (RMS-) Werte. 


Die Erfassung dieser aktuellen Effektiv-Spannungswerte  $UL1_{RMS}$ ,  $UL2_{RMS}$ ,  $UL3_{RMS}$ , sowie  $UL12_{RMS}$ ,  $UL23_{RMS}$ ,  $UL31_{RMS}$  wird periodischen in konfigurierbaren Zeitabständen durchgeführt. Der Zeitstand der Messungen wird durch den

Parameter «VS\_Rate» in der TSM-Konfiguration festgelegt. 

Auf Basis der Effektivwerte werden Maximal-, Minimal- Wert gebildet und die Grenzwerte erfasst.

In den LoRa-Daten-Telegrammen werden bei der zyklischen Übertragung (ausgelöst durch den zyklischen Timer\_Event) die Minimal- und Maximal-Werte der Effektivspannungswerte des vergangenen Übertragungsintervalls gesendet.

Bei Datenübertragung ausserhalb des regulären Zyklus, also ausgelöst durch einen anderen Event als den

Timer\_Event, sind Minimal- und Maximal-Werte durch die aktuell erfassten Effektivwerte ersetzt.  Events

Die zyklische Messung der Netzspannung erfolgt nur um Normabtrieb, nicht im Batterie/Backup-Betrieb.


Im Batterie/Backup-Betrieb kann eine einzelnen Messung und Datenübertragung der Messwerte durch ein

entsprechendes Downlink-Telegramm angefordert werden. 

#### 9.4.1 Grenzwertüberwachung für die Netzspannung

Durch den TSM werden die 3 Leiterspannungen gegen N und auch die verketteten Spannungen auf Grenzwerte überwacht.

Der Spannungsbereich wird in 4 Bereiche unterteilt, nämlich den Über-, Nominal-, Unterspannungsbereich und Spannungsausfall eingeteilt.


Die Grenzwert-Parameter «VS\_Mean\_LN\_Voltage» und «VS\_LN\_Tolerance» in der TSM-Konfigurationsdatei bestimmen die Grenzen des Nominalbereichs zum Über- und Unterspannungsspannungsbereich. 

Überschreitet eine Leiterspannung UL<sub>x</sub> den Wert

$$VS\_Mean\_LN\_Voltage * (1 + VS\_LN\_Tolerance / 100)$$

oder unterschreitet den Wert

$$VS\_Mean\_LN\_Voltage * (1 - VS\_LN\_Tolerance / 100)$$


wird ein AI\_Event mit Eventnummer eines VS\_LN\_Events ausgelöst .

Als Spannungsausfall werden Leiterspannungswerte unterhalb der nicht einstellbaren Grenze von 150V<sub>RMS</sub> betrachtet.

Überschreitet ein aktueller Leiterspannungswert UL1N<sub>RMS</sub>, UL2N<sub>RMS</sub>, UL3N<sub>RMS</sub> eine dieser Grenzen, das heisst verlässt den bisherigen Bereich, wird ein VS\_LN\_Event ausgelöst. Der Zeitpunkt der Eventauslösung wird gespeichert und ggf. als First-Event-Zeitstempel im übermittleit.

Die aktuellen Werte der verketteten Leiterspannungen UL12<sub>RMS</sub>, UL23<sub>RMS</sub>, UL31<sub>RMS</sub> werden ebenfalls auf Grenzen, allerdings nur auf Maximal- und Minimalgrenzwert-Verletzung überwacht.

Die Grenzen werden durch die beiden Parameter «VS\_Mean\_LL\_Voltage» und «VS\_LL\_Tolerance», in der TSM-

Konfiguration festgelegt .

Überschreitet eine verkettete Spannung den Wert

$$VS\_Mean\_LL\_Voltage * (1 + VS\_LL\_Tolerance / 100)$$

oder unterschreitet den Wert

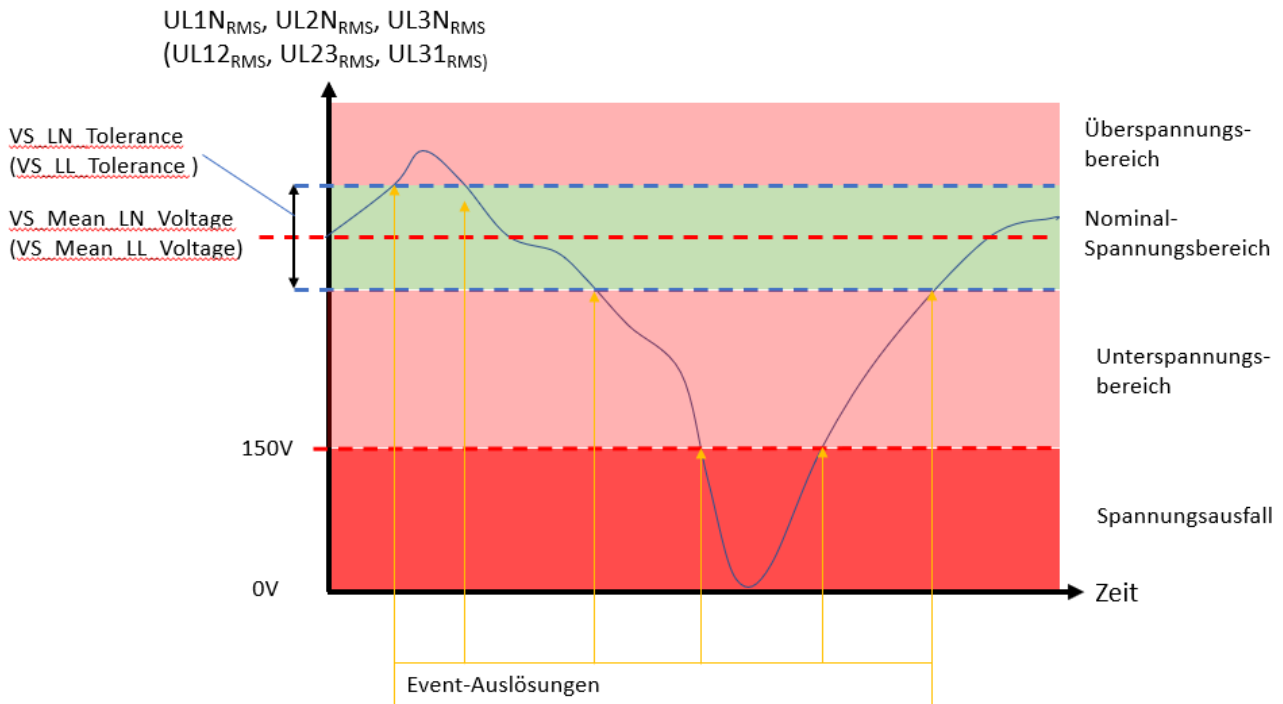
$$VS\_Mean\_LL\_Voltage * (1 - VS\_LL\_Tolerance / 100)$$

wird ein AI\_Event mit Eventnummer eines VS\_LL\_Events ausgelöst. .

Eine Grenzwertverletzung muss für die durch den Parameter «VS\_CS\_THDelay» eingestellte Verzögerungszeit bestehen belieben, bevor ein Datentelegramm versendet wird.

In diesen Event getriggerten Telegrammen sind die aktuellen Spannungswerte, statt der Minimal- und Maximalspannungswerte enthalten.

Im folgenden Bild sind die Spannungsbereiche und die zugehörigen Grenzwerte dargestellt:



Im Bereich Spannungsausfall arbeitet der TSM weiter im Normalbetrieb, solange die Spannung zur Versorgung des TSM noch ausreichend ist, er wechselt also bei unterschreiten der 150V-Grenze nicht unmittelbar in den Batterie-/Backup-Betrieb.

#### 9.4.2 Minimal- und Maximal-Werte der Netzspannung

Die innerhalb eines Übertragungsintervalls aufgetretenen Minimal- und Maximal-Werte der Effektivspannungen, werden gespeichert und am Ende des Intervalls versendeten Datentelegramm übertragen. Nach Versenden wird die Minimal- und Maximalwertbildung für den nächsten kommenden Intervalls neu gestartet.

Wird innerhalb eines laufenden Übertragungsintervalls, durch Auftreten eines Events, eine zusätzliche Datenübertragung ausgelöst, wird die Minimal-/Maximalwertbildung dadurch nicht beeinflusst, sondern bis zum Ende des Intervalls fortgeführt und dann auch das reguläre Datentelegramm verschickt. Im dem im laufenden Intervall verschickten Datentelegramm sind, statt Minimal- und Maximalwerte durch den aktuellen Effektivspannungswert

ersetzt. 

#### 9.4.3 Erfassung der Effektivspannungswerte

Für die Erfassung der einzelnen Effektivspannungswerte werden die momentanen Leiterspannungen an den Anschlüssen VS\_UL1, VL\_UL2, VS\_UL3 mit hoher Abtastrate und grosser Genauigkeit gemessen. Aus den gemessenen momentanen Leiterspannungen UL1N, UL2N, UL3N werden jeweils die momentanen verketteten Leiterspannungen UL12, UL23, UL31 berechnet.

Die aufeinanderfolgenden Momentanspannungswerte werden 200ms lang (das heisst über 10 Perioden der Netzspannung bei einer Netzfrequenz von 50Hz) gemessen bzw. berechnet und gespeichert.

Auf Basis dieser über 200ms erfassten einzelnen Momentanwerte wird dann der aktuelle Effektivwert (RMS) für alle 6 Spannungen, also UL1<sub>RMS</sub>, UL2<sub>RMS</sub>, UL3<sub>RMS</sub> und UL12<sub>RMS</sub>, UL23<sub>RMS</sub>, UL31<sub>RMS</sub> berechnet und die dann für die weitere Verarbeitung, d.h. Datenübertragung, Max.- /Min-Wertbildung und Grenzwertüberwachung, verwendet werden.

Die Berechnung der Effektivspannungswerte erfolgt wie folgend:



$$UL_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} UL(n)^2 * T/N}$$


Dabei ist  $UL_{RMS}$  der über das Messintervall T (200ms) auf Basis der während des Messintervall gespeicherter Momentanwerte  $UL(n)$  errechnete Effektivwert der jeweiligen Spannung.

N ist die Anzahl der während des Messintervalls T gespeicherten Momentanwerte.

## 9.5 Strommessung

Die Erfassung der Leiterstromwerte  $IL1_{RMS}$ ,  $IL2_{RMS}$ ,  $IL3_{RMS}$ ,  $IN_{RMS}$  erfolgt beim TSM über externe Stromsensoren. Das Einlesen der von diesen gemessenen Werten wird, abhängig vom eingesetzten Sensortyp, entweder über die 4 Analogeingänge als 4...20mA Signal oder digital über die Modbus-RTU Schnittstelle erfolgen.


In der TSM -Konfiguration wird der Stromsensortyp festgelegt und damit auch die Schnittstelle, über die die

Stromwerte erfasst werden. Hierfür wird der Parameter «CS\_Type» verwendet. 

Das zyklische Einlesen der Strommesswerte erfolgt mit dem durch den Parameter «CS\_Rate» festgelegten zeitlichen

Abstand. 

Die von den Stromsensoren gelieferten Werte, werden als Effektivwerte betrachtet, so dass hier keine weitere Berechnung durch den TSM erfolgt.

Geeignete Sensoren sind als Zubehör erhältlich. 

In den LoRa-Daten-Telegrammen werden bei der zyklischen Übertragung (ausgelöst durch den zyklischen Timer\_Event) der Mittelwert der im vergangenen Übertragungsintervalls erfassten Stromwerte  $IL1$ ,  $IL2$ ,  $IL3$ ,  $ILN$  übertragen.

Für die Mittelwertbildung wird nur der Betrag des Stromes verwendet, um einen der Belastung des Trafos entsprechenden Wert verfügbar zu haben.

Die Erfassung der Stromwerte erfolgt nur im Normalbetrieb, jedoch nicht im Batterie-/Backup-Betrieb.

### 9.5.1 Strommessung über Analogeingänge (Isense)

Die Analogeingänge des TSM als aktive 0/4...20mA.Schnittstelle ausgeführt und für die Erfassung der durch entsprechende externe Stromsensoren gemessenen Leiterströme vorgesehen.

Aktiv bedeutet, dass der Analogeingang die Versorgungsspannung für den am Eingang angeschlossenen Sensor zur Verfügung stellt. Diese Versorgungsspannung wird jeweils über einen der beiden Analogeingangsanschlüsse, nämlich  $CS1_{IL1\_2}$ ,  $CS2_{IL2\_2}$ ,  $CS3_{IL3\_2}$ ,  $CS4_{IN\_2}$  zur Verfügung gestellt.




Die Analogeingänge sind untereinander und gegenüber den anderen Signalen, ausser natürlich den Netzspannungsanschlüssen, nicht galvanisch getrennt. Einschleifen von zusätzlichen Messgeräten in die Messtromschleife ist daher nicht zu empfehlen.

Der Sensor liefert die Messgröße als Strom zwischen 4 und 20mA an den Analogeingang, der über der jeweils über die Eingänge  $CS1_{IL1\_2}$ ,  $CS2_{IL2\_2}$ ,  $CS3_{IL3\_2}$ ,  $CS4_{IN\_2}$ , gemessen wird.

Dabei bedeutet 4mA = 0A Leiterstrom. 20mA entspricht dem Messbereichsendwert des Stromsensors (z.B. 1500A). Ein Eingangsstrom <4mA wird durch den TSM als nicht oder nicht ordnungsgemäss angeschlossener Stromsensor

interpretiert. Der Strommesswert wird dann im zugehörigen Status-Bit als nicht gültig gekennzeichnet. 

Ein Eingangsstrom > 22mA wird durch den TSM als Sensorfehler interpretiert. Auch in diesem Fall wird das Statusbit des Stromwertes auf ungültig gesetzt.

Durch die passende Auswahl des Sensortyps mit dem Parameter «CS\_Type»  «weiss» der TSM auch den für die Umrechnung des 4...20mA-Stromwerte in tatsächlichen Leiterstrom erforderlichen Faktor.

Zum Anschluss an der TSM sind die folgenden Stromsensoren vorgesehen:

Stromsensor Typ («CS_Type»)	Bezeichnung und Messbereich	Umrechnung 20mA =
Typ 0	iSens3C1500 (Strombereich bis 1500Arms)	1500A
Typ 1	iSens3C1000 (Strombereich bis 1000Arms)	1000A
Typ 2	iSens2X1500 (Strombereich bis 1500Arms)	1500A
Typ 3*	iSens2C3200 (Strombereich bis 3200Arms)	3200A
Typ 4	→ Stromerfassung über Modbus RTU Schnittstelle	

\*Der Sensortyp 3 wird nicht mehr unterstützt.

Diese Stromsensoren arbeiten nach dem Rogowski-Prinzip und sind daher einfach zu montieren.

Wird als Sensortyp Type=4 ausgewählt, werden die Stromwerte über die Modbus-Schnittstelle erfasst und dann auch die Statusbit entsprechend dem Status der Modbus-Schnittstellenerfassung gesteuert.

Zum Anschluss von Stromsensoren an die Analogeingänge siehe bei Anschlussbeschreibungen .

### 9.5.2 Strommessung über Modbus-RTU Schnittstelle (Roco2065/Roco2110)

Werden Stromsensoren mit Modbus-Schnittstelle – wie Roco2065/Roco2110 – für die Strommessung eingesetzt, kann der TSM die Messwerte über seine integrierte Modbus-RTU-Schnittstelle auslesen.

Hierfür muss der Parameter «CS\_Type» auf den Sensortyp 4 eingestellt werden. Zudem ist es erforderlich die Modbus-Schnittstelle des TSM passend zu den Einstellungen des Sensors zu konfigurieren. Dies betrifft die Schnittstelleneinstellung (Baudrate, Parität, ...) mit dem Parameter «MBCfg» und die Register-Konfiguration mittels

des Parameters «DP\_CS» .

Für die Roco2000 sind die Parameter in der TSM-Konfiguration wie folgend einzustellen (sofern der Roco2000 in der Werkseinstellung belassen wurde)

```

.....
Modbus Parameters:
  Baudrate (00600..115200)
  |      Parity (0:None 1:Odd 2:Even)
  |      | Retries (0..2)
  |      | | Timeout [ms] (100..999)
MBCfg=009600;0;1;500

Datapoints DP:
  DevAddr 0..254 255:not used
  |      Read-FC (3..4)
  |      | Cnt (max 20 for Reg.)
  |      | | Addr (max. 49999)
DP_CS=002;3;08;20504
.....

```



### Konfiguration

Wenn die Strommesswerte aus dem Sensor nicht ausgelesen werden, weil zum Beispiel die Schnittstelleneinstellungen nicht stimmen oder die Modbus-Verbindung richtig verdrahtet ist, werden die Statusbits der Stromwerte im TSM auf ungültig gesetzt.



Zur Verdrahtung der Modbus-Schnittstelle siehe bei Anschlussbeschreibungen .



### 9.5.3 Grenzwertüberwachung für die Leiterströme


Die aktuellen Strommesswerte  $IL1_{RMS}$ ,  $IL2_{RMS}$ ,  $IL3_{RMS}$ ,  $IN_{RMS}$  werden auf Grenzwertverletzung überprüft, dabei wird jeweils der Betrag der Stromwerte, also ohne Berücksichtigung der Stromrichtung, zugrundegelegt.

Der Grenzwert für  $IL1_{RMS}$ ,  $IL2_{RMS}$ ,  $IL3_{RMS}$  ist für alle gleich und ergibt sich zu

$$\text{Grenzwert IL} = \text{CS\_Mean\_IL\_Current} * (1 + \text{CS\_IL\_Tolerance}/100)$$

Für den Neutralleiterstrom wird der Grenzwert  $IN_{RMS}$  durch den Parameter «CS\_IN\_Max» festgelegt:

$$\text{Grenzwert IN} = \text{CS\_IN\_Max}$$

Beim ersten Überschreiten des Grenzwertes wird ein  $AI\_Event$  (CS\_Event)) mit Eventnummer  des entsprechend des auslösenden Leiters ausgelöst und der Zeitpunkt gespeichert.

Wenn die Grenzwertüberschreitung länger als die mit «VS\_CS\_THDelay» eingestellte Verzögerungszeit besteht, wird ein LoRa-Datentelegramm gesendet. In diesem Datentelegramm sind die aktuell gemessenen Stromwerte mit Vorzeichen und die aktuellen Spannungswerte, statt der gemittelten Werte, die sonst beim zyklischen Senden enthalten sind, und der Eventzeitpunkt eingetragen.

## 9.6 Digitale Eingänge/Meldungen

Der TSM verfügt über 8 digitale Eingänge, die für den Anschluss von potentialfreien Kontakten ausgelegt sind.

Für jeden der Eingänge kann konfiguriert werden, ob bei jeder Änderung des Kontaktzustands, nur beim Schliessen oder Öffnen oder nie ein Event für den Datentelegrammversand auslöst wird. Das Verhalten der Eingänge wird mit den Parametern «xx\_EventMode» eingestellt.

Ein von einem Digitaleingang ausgelöster Event ist ein DI-Event und wird mit event-Nummer entsprechend dem auslösenden Signal im Datentelegramm gekennzeichnet. 


Prinzipiell haben alle Digitaleingänge dieselbe Funktionalität. Jedoch sind sie zur Vereinfachung für bestimmte Signale durch die Bezeichnung empfohlen und werden z.T. auch mit einem gemeinsamen Parameter konfiguriert.

Die Eingänge sind entprellt. Die Entprellzeit kann den Parametern «xx\_DebounceTime» konfiguriert werden.


Zur Beschaltung der Digitaleingänge siehe Anschlussbeschreibungen 

### 9.6.1 Kurz- / Erdschlussmeldungen

Die Digitaleingänge sind für die Erfassung von Kurzschlussmeldungen, die Eingänge ... für Erdschlussmeldungen vorgehen, wie sie typischerweise von entsprechenden Kurz- und Erdschlussanzeigern als potentialfrei Kontakte zur Verfügung gestellt werden.


Die Entprellzeit wird durch den Parameter «SC\_DebounceTime» gemeinsam für 4 Eingänge eingestellt. Der Auslösemodus kann jeweils paarweise für «SC\_EventMode» und SCE\_EventMode mit den beiden Parametern eingestellt werden. 

Kurzschluss/Anzeiger geben die Meldungen entweder mit als Selbst-Rückstellende Meldung /Wischerimpuls aus. Es ist hierbei zu beachten, dass die Dauer der Meldung länger ist, als die für die Eingänge eingestellte Entprellzeit, damit die Meldung sicher erkannt und entsprechend übertragen werden kann.

Für Kurz-/Erdschlussmeldungen, die anstehen, bis die sie aktiv zurückgesetzt werden, sind die Ausgänge SCR, SCER des TSM zum Rücksetzen verwendet werden. Diese können per downlink-Telegramm angesteuert werden. 

### 9.6.2 Lasttrennschalter/Trafosicherungsmeldung LTS

Für die Erfassung der Stellung des primärseitigen Lasttrennschalters ist der Eingang LTS vorgesehen.

Für das ferngesteuerte Wiedereinschalten eines ausgelösten Trenners/Sicherung kann der Ausgang «PM» verwendet werden. Er kann per downlink-Telegramm angesteuert werden. 


Dieser Ausgang ist als Wischerausgang ausgeführt. Bei Ansteuerung wird ein Wischimpuls von 1 Sekunde Dauer ausgegeben.

### 9.6.3 Präsenzmelder


Der Eingang «DP» ist für den Anschluss eines Präsenzmelders vorgesehen. Hier ist eine spezielle Verarbeitung implementiert, um zu verhindern, dass durch häufiges Ansprechen innerhalb eines kurzen Zeitraums, wie es z.B. bei Arbeiten in einer Station der Fall ist, ständig LoRa-Datentelegramme zur Übertragung ausgelöst werden.

Der Präsenzmeldereingang ist mit einer Hold-Off-Zeit versehen. Diese bewirkt, dass nach Auslösen des Bewegungsmelders weitere Meldungen, erst wieder dann ausgelöst werden können, wenn über 5 Minuten keine weitere Bewegung detektiert wurde.

Durch Einstellen des Parameters «DP\_EventMode» kann der Eingang für Öffner oder Schliesser angepasst, oder ganz deaktiviert werden.

Für die Spannungsversorgung eines angeschlossenen Präsenzmelders steht der Spannungsversorgungsausgang «PP» zu Verfügung. Dieser Ausgang kann per downlink-Telegramm geschaltet und Präsenzmelder ein- und ausgeschaltet werden. 

Die Präsenzmelder Erfassung erfolgt im Normalbetrieb immer (sofern der «DP\_EventMode» nicht 0 ist). Im Batterie-/Backup-Betriebsmodus ist der Eingang nur dann aktiv, wenn der Parameter «DP\_Active»=1 ist, andernfalls wird ist der Eingang inaktiv und Spannungsversorgungsausgang «PP» ausgeschaltet.

Zum Anschluss des im Zubehör aufgeführten Präsenzmelders siehe Anschlussbeschreibungen 

## 9.7 Digitaleingänge, allgemein

Die weiteren Digitaleingänge «DI», «RI» können für die Erfassung weiterer Digitalsignale, wie etwa Türkontakten, Schwimmerschaltern, Luftströmungswächter, Buchholz-Kontakt, ... verwendet werden.

## 9.8 Temperaturmessung


Der TSM verfügt über 4 Eingänge, TT, TTR, TA, TR zum Anschluss von PT100-Vierleiter-Temperaturfühlern. Dementsprechend stellt jeder Eingang jeweils 4 Anschlussklemmen zur Verfügung.

Der Temperaturerfassung erfolgt im durch den Parameter «TS\_Rate» eingestellten Zeitintervall. Eine Mittelwertbildung erfolgt hier nicht, da sich Temperaturen ohnehin nur vergleichsweise langsam ändern.

Im LoRa-Datentelegramm sind sowohl im zyklisch gesendeten als auch in den durch Events ausgelösten LoRa-

Datentelegrammen die zuletzt erfassten Temperaturen enthalten. 

Die Temperatureingänge werden dahingehend überprüft, ob die dort gemessenen Spannungen plausibel sind. Wenn nicht, deutet dies auf nicht oder nicht richtig angeschlossenen Temperaturfühler hin. In diesem Fall werden die zu den Temperaturwerten gehörenden Statusbits auf ungültig gesetzt.

Zum Anschluss der Temperaturfühler siehe Anschlussbeschreibungen 

### 9.8.1 Grenzwertüberwachung für die Temperaturen

Alle 4 aktuell erfassten Temperaturwerte werden auf Über- und Unterschreitung eines Maximal- bzw. Minimalwertes überprüft.


Die Grenzwerte werden durch die Parameter

«TTMax», «TTMin», «TTRMax», «TTRMin», «TAMax», «TAMin», «TRMax», «TRMin»

festgelegt.

Die Grenzwertüberwachung kann ausgeschaltet werden, indem der jeweilige Parameter auf 255 gesetzt wird.

Eine Grenzwertverletzung (Überschreiten des Max-Grenzwertes bzw. Unterschreitend es Min.-Grenzwertes) löst einen AI-Event mit Eventnummer entsprechend des Temperatureingangs bei dem die Grenzwertverletzung aufgetreten ist

und damit das Senden eines LoRa-Datentelegramm aus. 

## 9.9 Spannungsversorgungs- und Schaltausgänge


Der TSM verfügt über 11 digitale Ausgänge, die als 24V-Schaltausgänge (high-side-switches) ausgeführt sind.

Diese können als Schaltausgänge oder als Stromversorgungsausgänge für externe Komponenten verwendet werden können.



Entsprechend der Zielanwendung Trafostationsmonitoring sind Ausgänge für bestimmten Anwendungen empfohlen, können jedoch generisch verwendet werden.

Die Ausgänge sind alle gegen Überlastung und Kurzschluss gesichert. Zu beachten ist, dass Überlastung bzw. Kurzschluss an einem Ausgang auch zum Abschalten anderer Ausgänge führen kann.

Die Ausgänge können teilweise per downlink-Telegramm gesteuert werden. 

Die Fernsteuerungsmöglichkeit muss dafür allerdings in der TSM Konfiguration freigeschaltet werden 

### 9.9.1 Übersicht Funktion Spannungsversorgungs- und Schaltausgänge


Ausgänge	Vorgesehene Verwendung	Initialisierungszustand 1)	Normal-Betrieb	Batterie-Backup-Betrieb	steuerbar	Bemerkung
SCR1, SCR2	Rücksetzen Kurzschlussmeldungen	aus	wie gesteuert	Aus	ja	
SCER1, SCER1	Rücksetzen Erdschlussmeldungen	aus	wie gesteuert	Aus	ja	
PM	Ansteuerung Rückstellmotor	aus	wie gesteuert	Aus	wenn Parameter «PM_Available»=1 	Wischer, 1 Sekunde Einschalt Dauern
PP	Spannungsversorgung Präsenzmelder	ein	wie gesteuert	Wie im Normalbetrieb, wenn Parameter «DP_Active»=1, sonst aus	wenn Parameter «PP_Available»=1 	
CS1_IL1_1, CS1_IL1_2, CS1_IL1_3, CS1_IL1_4	Spannungsversorgung für Sensoren an Analogeingängen	ein	ein	aus	nein	
PR	Spannungsversorgung für externe Komponenten z.B. Modbus-Strommessung	ein	ein	ein	nein	

- 1) Initialisierungszustand ist nach Einschalten des TSM, d.h. auch wenn, der TSM nach leerer Batterie wieder Spannungsversorgt wird

### 9.10 Zeit und Zeitsynchronisation

Der TSM verfügt über eine interne Echtzeituhr. Die Uhrzeit wird intern im TSM als UTC-Zeit geführt. Beim Erfassen von Zeitstempeln, z.B. beim Auftreten eines Events, wird diese UTC-Zeit als Zeitstempel verwendet.

Die interne Uhrzeit kann über die LoraWan-Schnittstelle auf UTC-Zeit synchronisiert werden. Dazu wird der in der

LoRaWan-Spezifikation 1.0.3  beschriebene Mechanismus verwendet.

Die interne Uhr des TSM ist nicht separat batteriegepuffert, d.h. wenn der TSM per Schalter ausgeschaltet wird oder weder die Netzspannung und noch die Backup-Versorgung zur Verfügung steht, geht laufende Uhrzeit verloren.

Nach Neustart des TSM wird die Uhrzeit auf 0Uhr00:00 1.1.2021 gesetzt. Mit dem ersten nach dem Neustart vom TSM gesendeten LoRa-Wan-Telegramm wird aktuelle Zeit vom LoRaWan-Netzwerkserver angefordert und Empfang dieser, die interne Uhrzeit entsprechend gesetzt.

Die Uhrzeitanforderung wird vom TSM zyklisch mit dem durch den Parameter «SyncInterval» eingestellten zeitlichem Abstand wiederholt. Für die Anforderung wird kein separates Telegramm verschickt, sondern diese beim nächsten durch den TSM versandten zyklischen oder durch Event ausgesendeten Telegramms mit versendet.

Wird die Zeitanforderung durch den Netzwerkserver nicht beantwortet, wird diese auch mit den folgenden Uplink-Telegrammen so lange weiter verschickt, bis der TSM die Zeit vom Netzwerkserver erhält.



Die LoRaWan-Spezifikation der Zeitsynchronisation legt fest, dass die aktuelle Uhrzeit durch den Netzwerkserver im GPS-Zeitformat geliefert wird. Da diese die Schaltsekunden nicht berücksichtigt, weicht die GPS-Zeit und damit dann auch interne Zeit des TSM um die in der Vergangenheit aufgetretenen Schaltsekunden von UTC ab! Die Differenz sind derzeit 18 Sekunden (Stand 1.1.2022). Die TSM -Zeit eilt daher der tatsächlichen UTC um diesen Betrag voraus.


---

## 9.11 Batteriespannung und Low-Battery-Flag

Zur Beurteilung des Ladezustands der Batterie misst der TSM die Spannung der Batterie unter Belastung.

Die Messung findet im Normalbetrieb nur alle 12 Stunden statt, um die Batterie durch die Messungen selbst nicht wesentlich zu entladen.

Im Batterie-/Backup-Betrieb wird die Spannung im 60 Sekundenrhythmus gemessen.

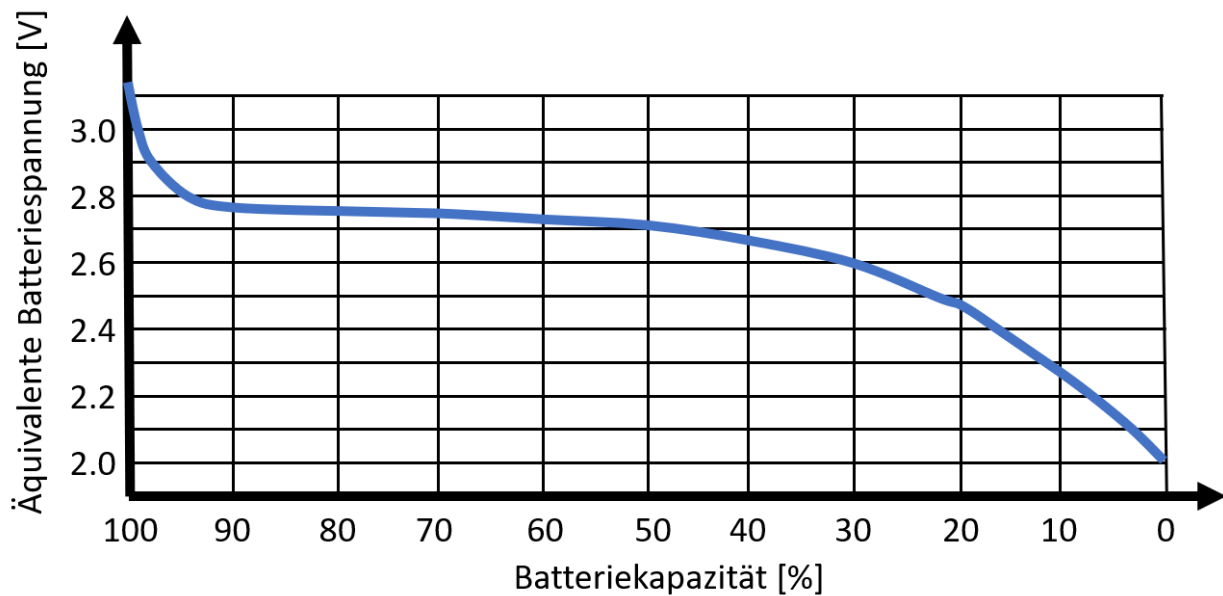
Unterschreitet die gemessene Batteriespannung den in der Konfigurationsdatei eingestellten  «VBAT\_LowTH» Grenzwert, wird das «Low-Backup-Battery-Voltage»-Flag gesetzt. Dieses Flag wird erst dann wieder zurückgesetzt, wenn die Spannungsmessung einen Wert >3V ergibt, d.h. eine volle Batterie eingesetzt ist.

Der Zustand des «Low-Backup-Battery-Voltage»-Flags wird nichtflüchtig gespeichert, bleibt Zustand bleibt also auch nach Ausschalten des TSM's erhalten.

Im Batterie-/Backup-Betrieb wird beim Unterschreiten des «VBAT\_LowTH»-Grenzwertes, also beim Setzen des «Low-Backup-Battery-Voltage»-Flags ein DEVICE INFO UPLINK-Uplink Telegramm versendet, das den Zustand des Flags im Header enthält.

Im Normbetrieb wird bei Änderung des «Low-Backup-Battery-Voltage»-Flags kein gesondertes Telegramm verschickt. Der geänderte Zustand ist dann Header des nächsten regulären zyklischen oder durch einen Event ausgelösten Telegramm einhalten.

Typischer Verlauf Zusammenhang zwischen Batteriekapazität und Batteriespannung unter Belastung durch den TSM:



Hinweis:

Auch wenn die Batterie stark entladen ist oder der TSM im Backup-Betrieb wegen entladener Batterie abgeschaltet hat, kann die sich die Batteriespannung im unbelasteten Zustand wieder auf nahezu 3V «erholen».

## 9.12 Betriebsarten

Der TSM kann in 2 Betriebsarten arbeiten.

Der Normalbetrieb wird ausgeführt solange die Netzspannung am Anschluss VS\_UL1 für die Spannungsversorgung des TSM ausreichend hoch ist. Dies ist in der Regel der Fall solange die VS\_UL1 >150V<sub>RMS</sub> ist.

Wenn die Versorgung aus der Netzspannung nicht mehr möglich ist, wechselt der TSM in den Batterie-/Backup-Betrieb. Dabei erfolgt die Versorgung des TSM aus der internen Batterie so lange bis die Batterie leer ist oder die Netzspannungsversorgung wieder zur Verfügung steht.

Batterie/Backup-Betrieb werden nur die wichtigsten Funktionen ausgeführt.

### 9.12.1 Normalbetrieb

Bei zur Verfügung stehender Netzspannungsversorgung wird der Normalbetrieb ausgeführt.


Im Normalbetrieb werden



- Netzspannungsmessungen,
- Strommessungen,
- Temperaturmessungen,
- Batteriespannungsmessung
- Modbus-Abfrage


sowie die zugehörigen Berechnungen und Grenzwertüberwachungen zyklisch -entsprechend der Konfiguration- durchgeführt.


Der Zustand aller digitalen Eingänge, sowie das Ergebnis der Grenzwertüberwachungen werden auf Änderungen überwacht und gegeben falls Events ausgelöst.



Nach dem Einschalten des TSM wird zunächst ein «DEVICE INFO UPLINK» , das die aktuelle Konfiguration des TSM enthält. Zusätzlich wird mit diesem Telegramm die aktuelle Zeit von Netzwerkservers für die Synchronisation der internen Uhr angefordert.

Danach werden zyklisch Daten-Telegramme «APP UPLINK»  mit aktuellem Status und Messwerten verschickt. Der zeitliche Abstand wird durch den Parameter «SendInterval»  bestimmt. Diese Telegramme werden als «unconfirmed» Telegramme versandt, d.h. bei Verlust des Telegramms kann es nicht wiederholt werden.

Tritt ein Event oder mehrere Events gleichzeitig auf, wird spontan, ausserhalb des Sendezyklus ein «APP UPLINK»  als «confirmed» versandt. Diese wird, wenn der Netzwerkservers den Empfang nicht bestätigt, wiederholt gesendet, so dass Ereignisse sicher an das übergeordnete System gemeldet werden.

Durch das Senden eines durch Events ausgelösten Telegramms wird das zyklische Sendeintervall neu gestartet. Im regulären Sendeintervall und durch Events ausgelöste Telegramme können durch die im Telegramm als «first event triggered»  eingetragene Nummer unterschieden werden.

Im Normalbetrieb wird die interne Versorgungsspannung des TSM geprüft. Wenn sie unter einen Minimalwert fällt, wird in den Batterie-/Backup-Betrieb gewechselt. Der Betriebsartwechsel erfolgt also nicht anhand der Höhe der Netzspannung!

Bei Rückkehr aus dem Batterie-/Backup-Betrieb wird das reguläre Sendeintervall neu gestartet. In der Regel ist die Rückkehr aus dem Batterie-/Backup-Betrieb mit dem Auftreten eines VS\_Events verbunden, da die Netzspannung den Bereich Spannungsausfall zu höheren Spannungen hin verlassen werden sollte.

---

### 9.12.2 Batterie/Backup-Betrieb

Im Batterie-/Backup-Betrieb werden, um eine möglichst lange Lebensdauer der Batterie zu erreichen, nur die wichtigsten Funktionen ausgeführt. Auch ein Teil der Spannungsversorgungs- und Schaltausgänge wird abgeschaltet.

Die 8 Digitaleingänge werden weiterhin auf Änderung überwacht und abhängig von der Konfiguration (Parameter «xx\_EventModeLTS\_EventMode») und bei Event ein «APP UPLINK» versendet.

Die zyklischen Netzspannungs-, Strom- (unabhängig davon ob, über Analogeingänge oder Modbus-Schnittstelle und Temperaturmessungen werden nicht mehr durchgeführt und dementsprechend auch Datentelegramme «APP UPLINK» mehr zyklisch verschickt.

Die Modbus-Schnittstelle wird nicht mehr betrieben und es erfolgt kein Telegrammversand über den LoRA-Modbus-Port.

Eine Zeitsynchronisationsanforderung wird im Batterie-/Backup-Betrieb nicht durchgeführt.

Nach Eintritt in den Batterie-/Backup-Betrieb wird nach einer Wartezeit von 3 Sekunden ein gegeben falls noch nicht gesendeter VS\_L1N-Event noch übertragen.

Alle 60 Sekunden wird der Batteriespannung gemessen, um bei Unterschreiten der minimalen Batteriespannung, bei der der TSM noch arbeiten kann, den TSM auszuschalten. Er kann dann erst wieder eingeschaltet werden, wenn ausreichenden Netzspannung zur Verfügung steht oder eine volle Batterie eingesetzt wird.

Aus dem Batterie-/Backup-Betrieb wird in den Normalbetrieb zurückgewechselt, wenn die interne Versorgungsspannung wieder einen ausreichend hohen Wert erreicht hat.

### 9.12.2.1 Messwertanforderung per Downlink-Telegramm

Im Batterie-/Backup-Betrieb kann mittels LoRaWan downlink-Telegramm ein Datentelegramm mit aktuellem Messwert für Netzspannung oder Temperaturwerte angefordert werden. Als Antwort wird ein «APP UPLINK». Als Event ist in diesem Telegramm «Downlink Command Event» eingetragen.

Im Normalbetrieb werden nach Empfang eines Anforderungstelegramms wie bei anderen Events, für die Spannungsmin- und maxwerte, - Strommittelwerte - und der Temperaturmesswerte die entsprechend den Messintervallen («VS\_Rate», «CS\_Rate», «TS\_Rate» ) zuletzt erfassten aktuellen Messwerte übertragen

Im Batteriebetrieb wird abhängig davon, welcher Messung angefordert wird, die entsprechende Messung - Netzspannung oder Temperaturen- durchgeführt ausgeführt. Diese aktuellen Messwerte werden dann zusammen mit den übrigen zuletzt erfassten Messwerten im «APP UPLINK» versandt. Die übrigen nicht aktualisierten Messwerte sind in diesem Fall i.R. die vor dem beim Eintritt in den Batterie-/Backup-Betrieb zuletzt erfassten Werte, es sei denn, es wurde danach noch eine aktualisierte Messung dafür angefordert.

Ein aktualisierte Strommessung im Batterie-/Backup-Betrieb nicht angefordert werden, da die Versorgung der Stromsensoren dann generell abgeschaltet ist.

## 9.13 Events

Die LoRa-Datenübertragung erfolgt eventgesteuert. Die folgenden Events können auftreten:

Bit	Event	Synchron	Asynchron	Auslösung
0	Timer Event	X		Zyklischer Event im Normabtrieb entsprechend der Parameter «SendInterval» Einstellung
1	Alarming DI Event		X	Event ausgelöst durch Änderung an einem der Digitaleingänge
2	Alarming AI Event		X	Event ausgelöst durch Änderung Grenzwertverletzung bei einem der Analogwerte: Netzspannung (VS_Event), Strom- (CS_Event) oder Temperatur (TS_Event) oder durch Anforderung einer Messung per downlink-Befehl
3	Downlink Command Event		X	Event wird nicht verwendet
4	Config Request Event		X	Event, ausgelöst durch downlink-Konfigurationsanforderungstelegramm
5	Dev Info Request Event		X	Event, ausgelöst durch downlink-Infoanforderungstelegramm
6	Sync Request Event	X		Event durch zyklische Zeitsynchronisationsanforderung entsprechend Parameter «SyncInterval»
7	-RESERVED-			

Unter Alarming Events für digitale Eingänge («Alarming DI Event»), und Grenzwerte der Analogwerte («Alarming AI Event») sind mehrere Events, die für einzelnen Digitaleingänge und die für die einzelnen Analogwerte, zusammengefasst.

Es können mehrere, auch verschiedene Events gleichzeitig auftreten. Es wird dann nur ein Telegramm versendet.

Der «Sync Request Event» kann nur zusammen mit entweder dem «Timer Event» synchron oder asynchron mit den anderen Events auftreten, er löst nicht selbst einen Telegrammversand aus, sondern wird im nächsten versandten Telegramm mit übertragen.

In den gesendeten Telegrammen sind im Status Byte 2 der Payload die Bits der auslösenden Events entsprechend der Tabelle gesetzt. Ist keines der Bits gesetzt, handelt es sich um ein Telegramm, dass es nach dem Neustart des TSM gesendet wurde.


Im Status Byte 1 des Telegramms ist die Nummer «first-event-triggered», entsprechend nachfolgender Tabelle, des individuellen Events eingetragen, der von allen angezeigten Events (im Status Byte 2) als erstes aufgetreten ist. Zudem wird der Zeitstempel diese First Events mit übertragen.

Event Nummer	Event Name	zugehöriger Datenpunkt im Telegramm: ID
0	-	-
1	SC1 Event	Payload ID 04 (SC)
2	SC2 Event	Payload ID 04 (SC)
3	SCE1 Event	Payload ID 04 (SC)
4	SCE2 Event	Payload ID 04 (SC)
5	LTS Event	Payload ID 05 (LTS)
6	DP Event	Payload ID 07 (DI)
7	DA Event	Payload ID 07 (DI)
8	RI Event	Payload ID 07 (DI)
9	IL1 Event	Payload ID 01 (CS)
10	IL2 Event	Payload ID 01 (CS)
11	IL3 Event	Payload ID 01 (CS)
12	IN Event	Payload ID 01 (CS)
13	UL1N Event	Payload ID 02 (VS)
14	UL2N Event	Payload ID 02 (VS)
15	UL3N Event	Payload ID 02 (VS)
16	UL12 Event	Payload ID 02 (VS)
17	UL23 Event	Payload ID 02 (VS)
18	UL31 Event	Payload ID 02 (VS)
19	TT Event	Payload ID 03 (TS)
20	TTR Event	Payload ID 03 (TS)
21	TA Event	Payload ID 03 (TS)
22	TR Event	Payload ID 03 (TS)

Die Eventnummer 0 gilt für die zyklischen gesendeten Telegramme, für das Konfigurationstelegramm und das nach dem Startup gesendet wird und angeforderte Telegramme.

## 9.14 RS485 Modbus-RTU Schnittstelle


Der TSM verfügt über eine serielle RS485-Schnittstelle, die als Modbus-RTU-Master betrieben wird und entsprechende

Modbus-Standard ausgeführt ist .

Ein Abschlusswiderstand für die RS485-Schnittstelle ist im TSM fest verdrahtet.

Die serielle Schnittstelle wird mit dem Parameter «MBCfg»  konfiguriert.

Über den Modbus-Master können Register aus bis zu 16 angeschlossenen Modbus-Slaves ausgelesen werden. Hierfür

können 16 Registerblöcke («DP\_CS», «DP\_01»,..., «DP15» ) konfiguriert werden, für die jeweils die Modbus-Slave-Adresse, die Adresse des ersten gelesenen Registers und die Anzahl der ab dieser Adresse ausgelesenen Register festgelegt werden kann. Als Funktionscode für's Auslesen werden FC=03 und FC=04 unterstützt.

Der erste Registerblock ist für das Auslesen der Strommesswerte (IL1..ILN) über Modbus reserviert und wird verwendet, für die Strommessung in der Konfigurationsdatei der Stromsensortyp Type=4 («CS\_Type=4») ausgewählt wurde.



Die RS485-Schnittstelle ist gegenüber den anderen Anschlüssen, ausser den Netzspannungsanschlüssen, nicht galvanisch getrennt.



Zum Anschluss der Stromsensoren siehe Anschlussbilder

## 9.15 LED-Anzeigen

Zur Anzeige des Betriebszustand und Diagnosezwecke ist der TSM mit zwei Led's ausgestattet. Die Bedeutung der Led-Anzeigen ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

blaue Led	grüne Led	Bedeutung	Bemerkung
Beide Leds blinken gemeinsam synchron im 1s Takt		Fehler beim Einlesen der Konfigurationsdatei CFG.TXT beim Startup/Einschalten	Einträge in der Konfigurationsdatei CFG.TXT prüfen. 
beide Leds blinken im Gegentakt synchron schnell (>>1Hz)		Update Modus	Gerät befindet sich im Updatemodus. Per USB kann eine neue Firmware aufgespielt werden 
Beide Leds blinken im Gegentakt synchron im 1s Takt 4mal		Initialisierung nach Startup/Einschalten des TSM erfolgreich	Übergang in normalen Betriebsmodus
aus	an	Normalbetrieb	
aus	Blinken im 1Hz Takt	Batterie/Backup Betrieb	
kurz an (~1s)	an	LoRa-Kommunikation (Senden)	
aus	kurz aus (~1s)	Event	Grenzwertverletzung bei Analogwerte oder Statusänderung bei Digitaleingang

## 9.16 Schalter

Der TSM verfügt über einen Schalter zum Ein- und Ausschalten des Gerätes. Der Schalter unterbricht die interne Versorgungsspannung und die Verbindung zur Batterie.




Durch Abklemmen/Trennen der Versorgungsspannung VS\_L1 wird der TSM nicht ausgeschaltet, er läuft dann im Batterie-/Backup-Betrieb weiter (ggf. bis die Batterie leer ist)! Ausschalten bzw. Neustarten des TSM kann nur über den Schalter erfolgen!



Es ist zu beachten, dass durch den Schalter das Gerät nicht von der Netzspannung freigeschaltet wird.


## 9.17 USB-Schnittstelle

Der TSM verfügt über eine USB-Schnittstelle, die als Micro-USB-Buchse ausgeführt ist.

Sie ist für den Zugriff auf die Konfigurationsdatei und für Firmwareupdate vorgesehen. Die Funktion wird durch die Stellung des Jumpers «UPDATE» bestimmt. 

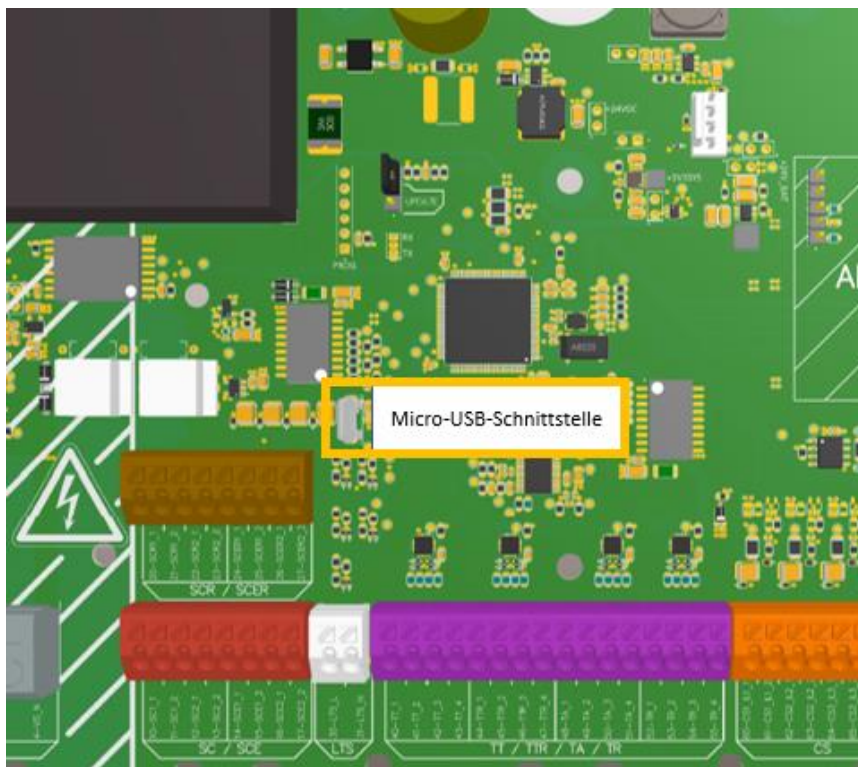
In der Stellung für «Betrieb», verhält sich der TSM, wenn die USB-Buchse mit einem Computer verbunden wird, wie ein USB-Laufwerk (USB-Stick) und erlaubt darüber den Zugriff auf die Konfigurationsdatei «CONFIG.TXT».

In der Stellung «Update» kann über die Schnittstelle eine neue Firmware aufgespielt werden. 


 Die USB-Schnittstelle ist nicht galvanisch getrennt von anderen Anschlüssen, ausser den Netzspannungsanschlüssen. Achten Sie vor dem Verbinden mit dem Computer auf die Erdungsverhältnisse (z.B. Antennenanschluss, Computer). Ausgleichströme können sowohl beim TSM als auch bei angeschlossenen Geräten zu Schäden führen.

## 9.18 Konfiguration

Die Konfiguration, das heisst Einstellen der verschiedenen Parameter des TSM, erfolgt über die Konfigurationsdatei «CONFIG.TXT» auf die über die USB-Schnittstelle zugegriffen werden kann. .



Die Datei kann mit einem Text-Editor geöffnet und geändert werden. Nach dem Speichern der führt der TSM einen Neustart, entsprechend dem Einschalten per Schalter, durch und liest die Parameter aus der aktualisierten CONFIG.TXT ein.

Falls beim Einlesen der Datei Fehler auftreten, wird dies durch gemeinsames synchrones Blinken der beiden Leds im 1s Takt.  Der TSM startet dann nicht.

Im Fehlerfall kann jedoch dennoch über die Schnittstelle auf die Datei zugegriffen werden und dies entsprechend korrigiert werden.

Wird die Konfigurationsdatei gelöscht, wird diese beim Neustart des TSM wieder durch den TSM selbst mit Werkseinstellungen der Parameter erstellt.



Es wird empfohlen, die Konfigurationsdatei zu sichern, um diese im Falle eines Gerätedefekts für ein Austauschgeräte oder als Rückfall auf eine funktionierende Konfiguration, oder zum Kopieren auf andere TSMs, die gleich konfiguriert werden sollen, verfügbar zu haben

---

### 9.18.1 Aufbau der Konfigurationsdatei

In der Konfigurationsdatei ist zeilenweise in Kommentar- und Parameterzeilen organisiert werden.

Kommentarzeilen enden mit einem Doppelpunkt oder beginnen mit Leer- oder Tabulatorzeichen.

Parameterzeilen beginnen mit einem Schlüsselwort, der Parameterzeichnung, das von einem Gleichheitszeichen gefolgt und den ggf. durch Semikolon getrennten Werten gefolgt wird. Dem Parameterwert oder den Parameterwerten kann in der selben Zeile ein Kommentar, der mit einer geöffneten Klammer «(« beginnen muss, folgen.



Missachten dieser Syntax kann zu Fehlern beim Einlesen der Datei und auch zu falsch gesetzten Parametern führen. Es sollten also nur die Parameterwerte geändert werden.

Im Folgenden ist der Parameterdatei mit werksseitigen Parameterwerten dargestellt:

```

App.vers.:01.01

LoRaWAN 1.0.3rA EU868 Params (LoRaMac version 444):

PublicNetwork=1 (0: Private Network, 1: Public Network)
ADR=1 (0: ADR OFF, 1: ADR ON)

OTAA (OverTheAirActivation):
DevEUI=70FFFFFFFFFFFFFF (READ ONLY)

Datarate (0..5; SF12..SF7):
DefDatarate=0
Rx2DefDatarate=0

Device Settings:
SendInterval=15 (0..50000 minutes, 0 for no interval)
SyncInterval=12 (0..240 hours, 0 for no interval)
VS_CS_THDelay=3000 (0..5000 ms)
VBAT_LowTH=2300 (2300..2800 mV)

DI Parameters:
SC_DebounceTime=0 (0..10 in 100 ms steps)
SC_EventMode=0 (0: OFF, 1: on-rising, 2: on-falling, 3: on-change)
SCE_EventMode=0 (0: OFF, 1: on-rising, 2: on-falling, 3: on-change)
LTS_DebounceTime=0 (0..10 in 100 ms steps)
LTS_EventMode=0 (0: OFF, 1: on-rising, 2: on-falling, 3: on-change)
DP_DebounceTime=0 (0..10 in 100 ms steps)
DP_EventMode=0 (0: OFF, 1: on-rising, 2: on-falling, 3: on-change)
DA_DebounceTime=0 (0..10 in 100 ms steps)
DA_EventMode=0 (0: OFF, 1: on-rising, 2: on-falling, 3: on-change)
RI_DebounceTime=0 (0..10 in 100 ms steps)
RI_EventMode=0 (0: OFF, 1: on-rising, 2: on-falling, 3: on-change)

BACKUP Parameters:
DP_Active=0 (1: Active in Backup mode, 0: Inactive in Backup mode)
PP_Available=0 (1: Downlink Control, 0: No Downlink Control)
PM_Available=0 (1: Downlink Control, 0: No Downlink Control)

CS Parameters:
CS_Rate=5 (5..60 seconds, 0 for no CS)
CS_Type=4 (0..3: Type of Rogowski coil; 4: Modbus RoCo (DP_CS))
CS_Mean_IL_Current=1100 (0..1500 A)
CS_IL_Tolerance=6 (0..100 in percent)
CS_IN_Max=80 (0..1500 A)

VS Parameters:
VS_Rate=5 (5..60 seconds, 0 for no VS)
VS_Mean_LN_Voltage=230 (0..250 V)
VS_LN_Tolerance=10 (0..100 in percent)
VS_Mean_LL_Voltage=400 (0..500 V)
VS_LL_Tolerance=6 (0..100 in percent)

TS Parameters:
TS_Rate=5 (5..60 seconds, 0 for no TS)
TTMax=80 (-40..200, 255 OFF)
TTMin=10 (-40..200, 255 OFF)
TTRMax=40 (-40..200, 255 OFF)
TTRMin=10 (-40..200, 255 OFF)
TAMax=45 (-40..200, 255 OFF)
TAMin=10 (-40..200, 255 OFF)
TRMax=255 (-40..200, 255 OFF)
TRMin=255 (-40..200, 255 OFF)

Modbus Parameters:
Baudrate (00600..115200)
| Parity (0:None 1:Odd 2:Even)
| Retries (0..2)
| | Timeout [ms] (100..999)
MBCfg=009600;0;1;500

Datapoints DP:
DevAddr 0..254 255:not used
| Read-FC (3..4)
| | Cnt (max 20 for Reg.)
| | | Addr (max. 49999)
DP_CS=001;3;08;20504
DP_01=255;3;01;00000
DP_02=255;3;01;00000
DP_03=255;3;01;00000
DP_04=255;3;01;00000
DP_05=255;3;01;00000
DP_06=255;3;01;00000
DP_07=255;3;01;00000
DP_08=255;3;01;00000
DP_09=255;3;01;00000
DP_10=255;3;01;00000
DP_11=255;3;01;00000
DP_12=255;3;01;00000
DP_13=255;3;01;00000
DP_14=255;3;01;00000
DP_15=255;3;01;00000

```

## 9.18.2 Konfigurationsparameter

Parameter / Bereich	nur lesen	Parameter-	Beschreibung
<b>INFO</b>			Geräte Information
App.vers.:01.01	x		Aktuell installierte Firmware Version
<b>LoRaWan-Parameter</b>			
LoRaWAN 1.0.3rA EU868 Params	x		LoRaWan Stack Version und regionale Parameter
PublicNetwork=<enable>			Auswahl des LoRaWan-Netzwerkes. Ändert die Präambel des LoRaTelegramms. LoRaTelegramme können nur bei passender Präambel empfangen werden.
		<enable>: 1	für öffentliche Netzwerke (empfohlen). TSM kann mit jedem Standard-LoRaWan-Netzwerk kommunizieren.
		<enable>: 0	für private Netzwerke. TSM kann nur mit LoRaWan-Netzwerken mit passender Präambeileinstellung kommunizieren.
ADR=<enable>			Unterstützung der LoRaWan ADR -Funktion
		<enable>: 1	ADR – Funktion ein (empfohlen)
		<enable>: 0	ADR – Funktion aus
OTAA (OverTheAirActivation):	x		TSM unterstützt OTAA, ABP wird nicht unterstützt
DevEUI=70FFFFFFFFFFFFFF	x		weltweit eindeutige LoRa-Endgeräte Kennung (werkseitig fest eingestellt)
DefDatarate=<datarate>			Default Datenrate, wird zur Anmeldung am LoRaWan-Netzwerk verwendet oder als Rückfall-Datenrate, bei erfolgloser Kommunikation. 0 = kleinste Datenrate (erzielt grösste Funkreichweite). Datenrate DR0...DR5 entspricht Spreizfaktor SF12...SF7.
		<datarate>: 0,1,...,5	0 empfohlen
Rx2DefDatarate=<datarate>			Datenraten für den zweiten downlink-Empfangszeitanschlit
		<datarate>:0,1,..., 5	0 empfohlen
<b>Übertragungseinstellungen</b>			
SendInterval=<intervall>			Einstellung des zyklischen Sendeintervall für Datentelegramm
		<intervall>: 0...50000	Intervall in Minuten. 0: Zyklisches Senden ist ausgeschaltet
SyncInterval=<intervall>			Einstellung des zyklischen Intervalls für Zeitsynchronisationsanforderung
		<intervall>: 0...240	Intervall in Stunden. 0: Zyklische Zeitsynchronisationsanforderung ausgeschaltet
VS_CS_THDelay=<delay>			Einstellen der Verzögerungszeit für VS- und VS-Events. Die Events müssen nach dem Auftreten für die hier eingestellte Verzögerungszeit anstehen bleiben, bevor eine Event-Datentelegramm verschickt wird
		<delay>: 0...5000	Verzögerungszeit in ms.
VBAT_LowTH=<threshold>			Grenzwert für die Spannung der internen Batterie. Bei Unterschreitung des Grenzwertes wird das lowBattery-Flag gesetzt
		=<threshold>: 2300...2800	Spannung in mV
<b>Einstellungen für die Digitaleingänge</b>			



Parameter / Bereich	nur lesen	Parameter-	Beschreibung
SC_DebounceTime=<span>			Einstellung der Entprellzeit <span> und Modus für die Eventauslösung der Digitaeingänge
SC_EventMode=<mode>		<span>: 0...10	Einprellzeit in 100ms (z.B. 10 entspricht 10*100ms=1s)
SCE_EventMode=<mode>		<mode>:0,1,2,3	0: keine Eventauslösung
LTS_DebounceTime=<span>			1: Eventauslösung bei Schliessen des Kontakts
LTS_EventMode=<mode>			2: Eventauslösung bei Öffnen des Kontakts
DP_DebounceTime=<span>			
DP_EventMode=<mode>			3: Eventauslösung bei Öffnen und Schliessen des Kontakts
DA_DebounceTime=<span>			
DA_EventMode=<mode>			
RI_DebounceTime=<span>			
RI_EventMode=<mode>			
DP_Active=<enable>			Einstellung bestimmt, ob der Digitaleingang DP (vorgesehen für den Anschluss eines Präsenzmelders) im Batterie/Backup-Betrieb aktiv oder nicht aktiv ist
		<enable>: 0	Eingang DP ist im Batterie/Backup-Betrieb inaktiv
		<enable>: 1	Eingang DP ist auch im Batterie/Backup-Betrieb aktiviert
<b>Einstellungen für Spannungsversorgungs- und Steuerungsausgänge</b>			
PP_Available=<enable>			Einstellung bestimmt, ob der Ausgang PP per downlink-Telegramm gesteuert werden kann oder nicht
		<enable>: 0	kann nicht gesteuert werden
		<enable>: 1	kann gesteuert werden
			Einstellung bestimmt, ob der Ausgang PM per downlink-Telegramm gesteuert werden kann oder nicht
PM_Available=<enable>		<enable>: 0	kann nicht gesteuert werden
		<enable>: 1	kann gesteuert werden
<b>Einstellungen für die Strommessung</b>			
CS_Rate=<intervall>			bestimmt den zeitlichen Abstand, das Intervall für die Erfassung der aktuellen Stromwerte
		<intervall>: 0, 5...60	Intervall in Sekunden. 0:= die Erfassung ist ausgeschaltet
CS_Type=<type>			Einstellung des TSM auf den verwendeten Stromsensor Typ
		<type>: 0,1,2,3,4	0: 4...20mA-Rogowski Stromsensor ISense3C1500
			1: 4...20mA-Rogowski Stromsensor ISense3C1000
			2: 4...20mA-Rogowski Stromsensor ISense2C1500
			3: 4...20mA-Rogowski Stromsensor ISense2C1500
			4: Modbus Rogowski Stromsensor Roco2000
CS_Mean_IL_Current=<threshold>			“CS_Mean_IL_Current” bestimmt zusammen mit «CS_IL_Tolerance» den Maximalwert für die aktuelle Ströme Leiterströme IL1,IL2,IL3 bei dessen Überschreitung ein entsprechender CS-Event ausgelöst wird
		<threshold>:0...1500	Stromgrenzwert in A
CS_IL_Tolerance=<tolerance>		<tolerance>:0...100	in Prozent

Parameter / Bereich	nur lesen	Parameter-	Beschreibung
CS_IN_Max=<threshold>		Bestimmt den Maximalwert für den aktuellen Neutralleiterstrom IN bei dessen Überschreitung ein entsprechender CS-Event ausgelöst wird	
		<threshold>: 0....1500	Stromgrenzwert in A
<b>Einstellungen für die Netzspannungsmessung</b>			
VS_Rate=<intervall>		bestimmt den zeitlichen Abstand, das Intervall, für die Erfassung der aktuellen Netzspannungswerte	
		<intervall>: 0, 5...60	in Sekunden. 0:=Messung ausgeschaltet
VS_Mean_LN_Voltage=<threshold>		“ VS_Mean_LN_Voltage ” bestimmt zusammen mit «VS_LN_Tolerance» den Maximalwert und Minimalwert für die aktuelle Leiterspannungen ULN1, ULN2, ULN3 bei deren Überschreitung ein entsprechender VS-Event ausgelöst wird	
		<threshold>: 0...250	Spannungswert in V
VS_LN_Tolerance=<tolerance>		<tolerance>: 0...100	In Prozent
		“ VS_Mean_LL_Voltage ” bestimmt zusammen mit «VS_LL_Tolerance» den Maximalwert und Minimalwert für die aktuellen verketteten Leiterspannungen UL12, UL23, UL31 bei deren Überschreitung ein entsprechender VS-Event ausgelöst wird	
VS_Mean_LL_Voltage=<threshold>		<threshold>:0...25 0	Spannungswert in V
VS_LL_Tolerance=<tolerance>		<tolerance>:0...10 0	In Prozent
<b>Einstellungen für die Temperaturmessungen</b>			
TS_Rate=<intervall>		bestimmt den zeitlichen Abstand, das Intervall, für die Erfassung der aktuellen Temperaturwerte	
		<intervall>:0, 5...60	in Sekunden. 0:=Messung ausgeschaltet
TTMax=<threshold>		«TxMax» und «TxMin» bestimmen den Maximal- und Minimalgrenzwert für die jeweiligen Temperaturwerte TT, TTR, TA, TR bei deren Überschreitung ein entsprechender TS-Event ausgelöst wird	
		<threshold>: - 40...200, 255	in °C. 255:= Grenzwertüberwachung ist inaktiv
TTMin=<threshold>			
TTRMax=<threshold>			
TTRMin=<threshold>			
TAMax=<threshold>			
TAMin=<threshold>			
TRMax=<threshold>			
TRMin=<threshold>			
<b>Einstellungen für die RS485-Modbus-RTU Schnittstelle</b>			
MBCfg=<baudrate>;<parity>;<retries>;<timeout>		Einstellungen der seriellen RS485-Schnittstelle. Baudrate<baudrate> , Paritätsbit<parity>;, sowie Anzahl Wiederholungen<retries> , wenn nach Ablauf des timeouts <timeout> kein Antwort empfangen wurde, können eingestellt werden.	
		<baudrate> :600, 1200,2400,4800,9 600,19200,38400, 115200	in Baud.


Parameter / Bereich	nur lesen	Parameter-	Beschreibung
		<parity>: 0,1,2	0: None
			1: Odd
			2: Even
		<retries> :0,1,2	
		<timeout> : 100...999	in ms.
<b>Modbus-Einstellungen</b>			
		Je Datenblock «DP_xx» kann festgelegt werden aus welchem Modbus-Slave mit welcher Adresse <Adr>, mit welchem Funktionscode >fc>, beginnend bei welcher Registeradresse <reg> , wieviele aufeinanderfolgende Register <count> ausgelesen werden. DP_CS kann für das Einlesen von Modbus-Stromsensoren Roco2000 verwendet werden.	
DP_CS=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>		<Adr>: 0...254, 255	Modbus-Adresse. 255:= Datenblock inaktive
DP_01=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>		<fc>: 3,4	für's Auslesen zu verwendeter Modbus-Funktionscode
DP_02=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>		<count>: 1...20	Anzahl der auszulesenden Register
DP_03=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>		<reg>:0...49999	Registeradresse
DP_04=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>			
DP_05=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>			
DP_06=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>			
DP_07=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>			
DP_08=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>			
DP_09=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>			
DP_10=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>			
DP_11=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>			
DP_12=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>			
DP_13=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>			
DP_14=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>			
DP_15=<Adr>;<fc>;<count>;<reg>			

### 9.18.3 Konfigurationsdatei auf Werkseinstellung zurücksetzen

Beim Zugriff über die USB-Schnittstelle kann die Konfigurationsdatei CFG.TXT gelöscht werden. Danach einen Neustart durchführen (Schalter). Dabei erstellt der TSM eine neu CFG.TXT- Datei in der die Konfigurationsparameter auf die Werkseinstellungen gesetzt sind.

## 9.19 LoRaWAN-Kommunikation /Payload-Beschreibung

Für den Datenaustausch mit einem übergeordneten Telegramm ist ein LoRaWan -Interface entsprechend Spezifikation

implementiert.  Das LoRaWan-Interface wird im Class C, sowohl im Normal- als auch Batterie-/Backup-Betrieb. Das bedeutet, dass der TSM jederzeit LoRa-Downlink-Telegramme empfangen kann.

Die LoRaWan Implementierung unterstützt OTAA Join-Verfahren und ADR (Adaptive Datenraten).

Das Übertragen der gemessenen Netzspannungs- Strom- und Temperaturwerte erfolgt zyklisch in einem konfigurierbaren Sendeintervall. In diesem sind neben, den Messwerte auch die aktuellen Zustände der Digitaleingänge und der Stromversorgungs- und Steuerausgänge, sowie der Geräte-Status des TSM.

Bei Auftreten von Events, das sind entweder Änderungen an Digitaleingängen, Grenzwertüberschreitungen bei Netzspannungs-, Strom oder Temperaturwerte oder Anforderungen von durch downlink-Telegramm, werden auch ausserhalb des regulären Sendezyklus uplink-Telegramme gesendet.

Zyklische Übertragung findet nur im Normalbetriebs statt. Im Backup/Batteriebetrieb werden nur durch Ereignis ausgelöste Telegramme versendet.

Es sind unterschiedliche Telegramme, mit entsprechend unterschiedlicher Funktion implementiert, die im Folgenden beschrieben sind. Verschiede Funktionalitäten, wie z.B. Übertragung von Messwerten, Konfiguration-Parametern und über Modbus-Schnittstelle eingelesene Daten, werden über unterschiedliche Ports des LoRaWan-Protokolls abgewickelt.

Alle Telegramme haben eine feste Länge, so dass sich die Codierung und Decodierung durch Payload-en/Decoder einfach realisieren lässt.

Bei der Datenübertragung, insbesondere der Messwerte, wurde darauf geachtet, dass die Daten möglichst wenig Bytes für die Übertragung beanspruchen, um den Anforderungen und Regulierungen (begrenzte Telegrammlänge, Duty-Cycle) denen die LoRAWan-Funktechnik unterliegt, gerecht zu werden und dennoch möglichst häufig Daten übertragen zu können.

Der TSM berücksichtigt die Duty-Cycle-Beschränkungen, es werden deshalb gegeben falls Telegramm verzögert oder auch gar nicht versandt, wenn das Duty-Cycle-Budget bereits ausgeschöpft ist.

Bei allen Uplink-Telegramm-Typen, ausser bei Modbus-Daten-Telegrammen, wird am Telegrammbeginn der gleiche Header (im folgenden TSM-Header genannt), der den aktuellen Gerätezustand wiedergibt, übertragen.

### 9.19.1 Übersicht LoRaWan-Telegramme

Die folgenden Telegrammtypen können von TSM gesendet bzw. empfangen werden:

Bezeichnung	Port	Richtung/TSM-Header	confirmed / unconfirmed	Verwendung / Inhalt
APP UPLINK	3	Uplink/ja	Confirmed, wenn durch Event ausgelöst, sonst unconfirmed	Zyklische und Event-gesteuerte Übertragung der erfassten, berechneten Messwerte Netzspannungen, Leiterströmen, Temperaturen und Stati der Digitaleingänge, sowie Informationen zu den aufgetretenen Events
APP DOWNLINK	3	Downlink/-	-	zum Steuern der Ausgänge und zum Anfordern von aktuellen Netzspannungs- und Temperaturmessungen
MODBUS UPLINK	5	Uplink/nein	-	Derzeit nicht verwendet, reserviert für zukünftige Verwendung
MODBUS DOWNLINK	5	Downlink/-	-	Derzeit nicht verwendet, reserviert für zukünftige Verwendung
MODBUS TRANSPARENT DOWNLINK	6	Downlink/-		Derzeit nicht verwendet, reserviert für zukünftige Verwendung
MODBUS TRANSPARENT UPLINK	6	Uplink/nein		Derzeit nicht verwendet, reserviert für zukünftige Verwendung
CONFIG UPLINK	100	Uplink/ja	confirmed	Enthält die aktuellen Konfigurationsparameter - Einstellungen. Wird vom TSM nach dem Startup einmal

				gesendet, sonst nur als Antwort auf ein CONFIG DOWNLINK Telegramm.
CONFIG DOWNLINK	100	Downlink/-	-	zum Ändern von Konfigurations-Parametern. Nach dem Empfang führt der TSM einen Startup aus, um die Daten zu übernehmen.
DEVICE INFO UPLINK	105	Uplink/ja	unconfirmed	enthält die aktuelle Firmware-Version und die aktuelle TSM interne Uhrzeit. Wird nur auf Anforderung durch ein DEVICE INFO DOWNLINK Telegramm oder bei Unterschreiten des Batteriespannungsgrenzwertes im Batterie-/Backup-Betrieb versendet
DEVCIIE INFO DOWNLINK	105	Downlink/-	-	Zur Anforderung eines DEVICE INFO UPLINK Telegramms

## 9.20 UPLINK Telegramme

Uplink-Telegramm werden von TSM gesendet und übertragen Informationen vom TSM zum übergeordneten System.

Die Payload aller Uplink-Telegramme des TSM beginnen mit einem Header, der im folgende beschrieben ist, ausgenommen davon sind Modbus-Daten-Telegrammen!

### 9.20.1 Uplink Telegramm-Header

Die Payload der TSM Uplink-Telegramme enthält am Anfang den folgenden 4 Byte langen Header



Byte Nr	Funktion /Inhalt		Werte	Bemerkung
0	Payload Version		0...255	
1	Status Byte 1	TSM Status		Info's zum TSM Status
		Bit 0:	<b>SUPPLY</b> 0: Netzspannungsversorgung 1: Batterieversorgung	Zeigt an, ob der TSM über Netzspannung (Normalbetrieb) oder Batterie (Batterie/Backup-Betrieb) versorgt wird
		Bit 1:	<b>Low-Backup-Battery-Voltage</b> 0: = überschritten 1: = unterschritten, d.h. Batteriespannung niedrig	
		Bit 2:	Reserve	
		Bit 3-7:	<b>First Event Triggered</b> 0...15	Enthält die Nummer des Events, das die Übertragung des Telegramms ausgelöst hat.
2	Status Byte 2	Event Mask		Aktuell anstehende Events
		Bit 0:	Timer Event 0: event nicht aktiv	zyklisches Telegramm
		Bit 1:	Alarming DI Event 1: event aufgetreten	Event durch Digitaleingang
		Bit 2:	Alarming AI Event	Event durch Grenzwertverletzung eines Analogwertes

		Bit 3:	Downlink Command or Button Event		Event ausgelöst durch ein APP DOWNLINK Telegramm oder durch Tastendruck
		Bit 4:	Config Request Event		Event ausgelöst durch ein CONFIG DOWNLINK Telegramm
		Bit 5:	Dev Info Request Event		Event ausgelöst durch ein DEVICE INFO DOWNLINK Telegramm
		Bit 6:	Sync Request Event		Gesetzt, wenn im Telegramm LoRAWan Zeitsynchronisations Anforderungen mitgesendet wird
		Bit 7:	Reserve		
3	VBAT	<b>Backup Battery Voltage</b>		<b>0...255:</b> Batteriespannung = $x \cdot 0.01V + 1.5V$ 0: → 1.5V 100: → 2.5V	Spannung der internen Batterie in 10mV über 1.5V

### 9.20.2 APP UPLINK Telegramm (Port 3)

Mit dem APP UPLINK Telegramm werden die durch den TSM erfassten und berechneten Messwerte, sowie der Status der Digitaleingänge und Ausgänge übertragen.

Im Normalbetrieb wird dieses Telegramm zyklisch im zeitlichen Abstand entsprechend der Einstellung des Parameters «Sendinterval» gesendet (Timer Event). Bei Auftreten eines Events, d.h. einer Grenzwertüberschreitung eines Analogwertes oder Änderungen eines Digitaleingangs. Ebenso wird ein durch den Empfang eines APP DOWNLINK Telegramms ausgelöst.

Byte Nr	Funktion /Inhalt		Werte	Bemerkung
0...3	Header			
4...7	First Event Timestamp		32 Bit UTC (MSB first)	Zeitstempel desden Versand des Telergamms auslösende Events (entsprechend Eintrag in status byte 1 des headers)  . Das ist nicht der Zeitstempel des Telergammversands
5	Payload ID CS		01	Kennung zeigt an, dass Stromwerte folgen
6	CS Status 1	Bit 0	IL1_VALID	0: IL1 ist ungültig 1: IL1 ist gültig
		Bit 1	IL2_VALID	0: IL2 ist ungültig 1: IL2 ist gültig

		Bit 2	IL3_VALID	0: IL3 ist ungültig 1: IL3 ist gültig	
		Bit 3	ILN_VALID	0: ILN ist ungültig 1: ILN ist gültig	
		Bit 4	I_SOURCE	0: Analogeingänge 1: Modbus	Interface, das zu Erfassung der Stromwerte genutzt wird
		Bit 5..7	Reserve		
7	CS Status 2	Reserve			
8	IL1			0...255	Strommittelwerte bei zyklischem Telegramm gemittelt über das Sendeintervall, aktuelle Stromwerte bei Event-Telegramm
9	IL2			Strom in 6A, I=x*6A	
10	IL3			0 → 0A	
11	ILN			255 → 6*255=1530A	
12	Payload ID VS			02	Kennung, dass Spannungswerte folgen
13	VS Status 1	Reserve			
14	VS Status 2	Reserve			
15	UL1N MAX			0...255	Min und Max Wert der Spannungen bei zyklischem Telegramm, bei Event-Telegramm statt Min und Max-Wert aktueller Messwert (d.h. an Position min und max steht der gleiche Wert)
16	UL1N MIN			0...50: in 2V Schritten → 0...100V	
17	UL2N MAX			51...255: in 1V Schritten → 101...305V	
18	UL2N MIN				
19	UL3N MAX				
20	UL3N MIN				
21	UL12 MAX			0...255	Min und Max Wert der Spannungen bei zyklischem Telegramm, bei Event-Telegramm statt Min und Max-Wert aktueller Messwert (d.h. an Position min und max steht der gleiche Wert)
22	UL12 MIN			0...144: in 2.5V Schritten → 0...360V	
23	UL23 MAX			145...255: in 1V Schritten → 361...440V	
24	UL23 MIN				
25	UL31 MAX				
26	UL31 MIN				
27	Payload ID TS			03	Kennung, dass Temperaturwerte folgen
28	TS Status	Bit 0	TT_VALID	0: TT ist ungültig 1: TT ist gültig	Status der Temperaturmessungen: Zeigt an, ob die Temperaturmessung gültig oder ungültig ist. Ungültig z.B. weil kein Sensor angeschlossen ist
		Bit 1	TTR_VALID	0: TTR ist ungültig 1: TTR ist gültig	
		Bit 2	TA_VALID	0: TA ist ungültig 1: TA ist gültig	
		Bit 3	TR_VALID	0: TR ist ungültig 1: TR ist gültig	
		Bit 4..7	Reserve		
29	TT			0...255 → -50°C...+205°C	Temperaturmesswerte
30	TTR			T= (x -50)°C	
31	TA				
32	TR				
33	Payload ID SC			04	Kennung, das Zustand der SC Ein- und Ausgänge folgt

34	Status SC Eingänge	Bit 0	SC1 Event	0: kein Event 1: Event an diesem Eingang				
		Bit 1	SC1 Status	0: Kontakt am Eingang aktuell offen 1: Kontakt am Eingang aktuell geschlossen				
		Bit 2	SC2 Event	0: kein Event 1: Event an diesem Eingang				
		Bit 3	SC2 Status	0: Kontakt am Eingang aktuell offen 1: Kontakt am Eingang aktuell geschlossen				
		Bit 4	SCE1 Event	0: kein Event 1: Event an diesem Eingang				
		Bit 5	SCE1 Status	0: Kontakt am Eingang aktuell offen 1: Kontakt am Eingang aktuell geschlossen				
		Bit 6	SCE2 Event	0: kein Event 1: Event an diesem Eingang				
		Bit 7	SCE2 Status	0: Kontakt am Eingang aktuell offen 1: Kontakt am Eingang aktuell geschlossen				
35	Status SC Ausgänge	Bit 0	SCR1 Status	0: Ausgang aus (offen) 1: Ausgang an (24V)				
		Bit 1	SCR2 Status	0: Ausgang aus (offen) 1: Ausgang an (24V)				
		Bit 2	SCRE1 Event	0: Ausgang aus (offen) 1: Ausgang an (24V)				
		Bit 3	SCRE2 Event	0: Ausgang aus (offen) 1: Ausgang an (24V)				
		Bit 4...7	Reserve					
		36				Payload ID LTS	05	Kennung, dass Zustand des LTS Eingangs folgt
		37	Status LTS Eingang	Bit 0		SC1 Event	0: kein Event 1: Event an diesem Eingang	
				Bit 1		SC1 Status	0: Kontakt am Eingang aktuell offen 1: Kontakt am Eingang aktuell geschlossen	
Bit 2...7	Reserve							
38				Payload ID DO	06	Kennung, dass Zustand der DO Ausgänge folgt		
39	Status DO Ausgänge	Bit 0	PP Status	0: Ausgang aus (offen) 1: Ausgang an (24V)	Zustand des Ausgangs			
		Bit 1	PP available	0: nicht verfügbar 1: verfügbar	Zeigt an, ob der Präsenzmeldereingang im Batterie-/Backup-Betrieb überwacht wird			
		Bit 2	PM Status	0: Ausgang aus (offen) 1: Ausgang an (24V)	Zustand des Ausgangs			
		Bit 3	PM available	0: nicht steuerbar 1: steuerbar	Steuerbarkeit des Ausgangs per downlink			
		Bit 4	PR Status	0: Ausgang aus (offen) 1: Ausgang an (24V)	Zustand des Ausgangs			
		Bit 5	PR available	0: nicht steuerbar 1: steuerbar	Steuerbarkeit des Ausgangs per downlink			
		Bit 6..7	Reserve Status					



40	Payload ID DI		07	Kennung, das Zustand der DI Eingänge folgt
41	Status DI Eingänge	<i>Bit 0</i>	<i>DP Event</i>	0: kein Event 1: Event an diesem Eingang
		<i>Bit 1</i>	<i>DP Status</i>	0: Kontakt am Eingang aktuell offen 1: Kontakt am Eingang aktuell geschlossen
		<i>Bit 2</i>	<i>DA Event</i>	0: kein Event 1: Event an diesem Eingang
		<i>Bit 3</i>	<i>DA Status</i>	0: Kontakt am Eingang aktuell offen 1: Kontakt am Eingang aktuell geschlossen
		<i>Bit 4</i>	<i>RI Event</i>	0: kein Event 1: Event an diesem Eingang
		<i>Bit 5</i>	<i>RI Status</i>	0: Kontakt am Eingang aktuell offen 1: Kontakt am Eingang aktuell geschlossen
		<i>Bit 6</i>	<i>Reserve</i>	0: Kontakt am Eingang aktuell offen 1: Kontakt am Eingang aktuell geschlossen
		<i>Bit 7</i>	<i>Reserve</i>	0: Kontakt am Eingang aktuell offen 1: Kontakt am Eingang aktuell geschlossen

### 9.20.2.1 Beispieltelegramm:

fPort:3

Payload:

Base64 kodiert:

AwoCOGKfQLgBHwAgBxMLAgAAtLQBAQEwAAfxcAwkyLCxNBAMABQAGCwcA

Hexadezimal kodiert:

03 02 38 62 EF BF BD 40 EF BF BD 01 1F 00 20 07 13 0B 02 00 00 EF BF BD EF BF BD 01 01 01 01 5C 5C 00 00  
5C 5C 03 09 32 2C 2C 4D 04 03 00 05 00 06 0B 07 00

#### Decodierte Daten:

```
DecoderVersion:"3.02"
batterySupplied:false
comtacDevice:"LPN TSM"
ISourceModbus:true
il1:192
il1Valid:true
il2:42
il2Valid:true
il3:114
il3Valid:true
ilnValid:true
in:66
```

```
actualState:false
isInterrupt:false
actualState:false
isInterrupt:false
```

```
actualState:false
isInterrupt:false
```

```
actualState:false
isAvailable:true
actualState:true
```

isAvailable:true

actualState:false  
isAvailable:false

alarmAi:false  
alarmDi:true  
buttonOrDownlink:false  
configRx:false  
devInfo:false  
init:false  
reserved:false  
syncReq:false  
timer:false  
firstEvent:1  
firstEventName:"SC1 Event"  
lowBattery:true  
actualState:false  
isInterrupt:false  
manufacturer:"comtac AG"  
payloadLength:45  
payloadVersion:3  
port:3  
portFunction:"Measurements"

actualState:true  
isInterrupt:true  
actualState:false  
isInterrupt:false  
actualState:false  
isInterrupt:false

actualState:false  
isInterrupt:false  
scer1:false  
scer2:false  
scr1:false  
scr2:false

timestampFirstEvent:1654603960  
timestampString:"Tue, 07 Jun 2022 13:12:40 BST"  
ta:-6  
taValid:false  
tr:27  
trValid:true  
tt:0  
ttValid:true  
ttr:-6  
ttrValid:false  
vBattery:2.06

ul12Max:230  
ul12Min:230  
ul1NMax:230  
ul1NMin:230  
ul23Max:0  
ul23Min:0

ul2NMax:2  
 ul2NMin:2  
 ul31Max:230  
 ul31Min:230  
 ul3NMax:2  
 ul3NMin:2

### 9.20.3 CONFIG UPLINK Telegramm (Port 100)

Mit diesem Telegramm werden die aktuellen Einstellungen der Konfigurationsparameter (entsprechend Konfigurationsdatei «cfg.txt») gesendet.

Das Telegramm wird nach einem Startup des TSM einmal gesendet, um die aktuellen Einstellungen an das übergeordnete System zu melden.

Byte Nr	Funktion /Parameter			Werte	Bemerkung
0...3	Header				
4...5	SendInterval			0...50000 Minuten	Intervall für zyklisches Senden des APP UPLINK Telegramm
6	SyncInterval			0...240 Stunden	Intervall für die Zeitsynchronisationsanforderung
7...8	VS_CS_Threshold_Delay			0...5000 ms	Verzögerung bei CS- und VS-Grenzwertüberschreitungen
9...10	VBAT_LOW_THRESHOLD			2300...2800 mV	Grenzwert für Batteriespannung
11	SC DI Parameters				Parameter für das Verhalten der SC Eingänge
		Bit 0...1	SC Event Mode	0: kein Event 1: event bei Schliessen 2: event bei Öffnen 3: Event bei Öffnen und Schliessen	
		Bit 2...3	SCE Event Mode	0...10: (in 100ms) → 0...1s	
12	LTS DI Parameters				Parameter für das Verhalten des LTS-Eingangs
		Bit 0...1	LTS Event Mode	0: kein Event 1: event bei Schliessen 2: event bei Öffnen 3: Event bei Öffnen und Schliessen	
		Bit 2...3	Reserve		
		Bit 4...7	LTS Entprellzeit	0...10: (in 100ms) → 0...1s	
13	DP DI Parameters				Parameter für das Verhalten des Präsenmelder-Eingangs DP

		Bit 0...1	DP Event Mode	0: kein Event 1: Event bei Schliessen 2: Event bei Öffnen 3: Event bei Öffnen und Schliessen	
		Bit 2...3	Reserve		
		Bit 4...7	DP Entprellzeit	0...10: (in 100ms) → 0...1s	
14	DA DI Parameters				Parameter für das Verhalten des digitalen DA-Eingangs
		Bit 0...1	DA Event Mode	0: kein Event 1: Event bei Schliessen 2: event bei Öffnen 3: Event bei Öffnen und Schliessen	
		Bit 2...3	Reserve		
		Bit 4...7	DA Entprellzeit	0...10: (in 100ms) → 0...1s	
15	RI DI Parameters				Parameter für das Verhalten des digitalen RI-Eingang
		Bit 0...1	RI Event Mode	0: kein Event 1: event bei Schliessen 2: Event bei Öffnen 3: Event bei Öffnen und Schliessen	
		Bit 2...3	Reserve		
		Bit 4...7	RI Entprellzeit	0...10: (in 100ms) → 0...1s	
16	BACKUP Parameters	Bit 0...1	DA Event Mode	0: kein Event 1: Event bei Schliessen 2: Event bei Öffnen 3: Event bei Öffnen und Schliessen	
		Bit 0	DP_Active	0: nicht aktiviert 1: aktiviert	Präsenzmelder in Batterie/Backup-Betrieb
		Bit 1	PP_Available	0: nicht steuerbar 1: steuerbar	Steuerbarkeit des Ausgangs per downlink Telegramm
		Bit 2	PM_Available	0: nicht steuerbar 1: steuerbar	Steuerbarkeit des Ausgangs per downlink Telegramm
		Bit 3...7	Reserve		
17	CS_Rate			5...60: in Sekunden	Strommessintervall

		0: keine zyklische Messung	
18	CS_Type	0...4	Typ des Stromsensors
19...20	CS_Mean_IL_Current	0...1500: in A	Bestimmen den Maximal-Grenzwert für die Leiterströme
21	CS_IL_Tolerance	0...100: in %	
22...23	CS_IN_Max	0...1500: in A	
24	VS_Rate	5...60: in Sekunden 0: keine zyklische Messung	Spannungsmessintervall
25	VS_Mean_LN_Voltage	0...250: in V	Bestimmen den Maximal- und Minimal-Grenzwerte für die Leiterspannungen
26	VS_LN_Tolerance	0...100: in %	
27...28	VS_Mean_LL_Voltage	0...500: in V	Bestimmen den Maximal- und Minimal-Grenzwerte für die verketteten Leiterspannungen
29	VS_LL_Tolerance	0...100: in %	
30	TS_Rate	5...60: in Sekunden 0: keine zyklische Messung	Temperaturmessintervall
31	TTRMax	0...255: 255: Messung ausgeschaltet 0...240: → -40°C...200°C	Maximal- und Minimal-Grenzwert für die Temperaturmessungen
32	TTRMin		
33	TTRMax		
34	TTRMin		
35	TAMax		
36	TAMin		
37	TRMax		
38	TRMin		

### 9.20.3.1 Beispieltelegramm

fPort:100

Payload:

Base64 kodiert:

A2oAOgAPGAu4CPyhEFEREQcFBARMBgBQBeYKAZAGBUE6QTpBOKe6

Hexadezimal kodiert:

03 6A 00 3A 00 0F 18 0B EF BF BD 08 EF BF BD EF BF BD 10 51 11 11 07 05 04 04 4C 06 00 50 05 EF BF BD 01 EF BF BD 06 05 41 3A 41 3A 41 3A 41 3A

**Decodierte Payload:**

DecoderVersion:"3.02"

dpAvailable:true

pmAvailable:true

ppAvailable:true

batterySupplied:false

comtacDevice:"LPN TSM"

csIIIMeanCurrent:1100

csIITolerance:6


csInMax:80  
 csRate:5  
 csType:4  
 debounceTime:100  
 eventMode:1  
 eventModeVerbal:"EVENT\_ON\_CLOSE"  
 debounceTime:500  
 eventMode:1  
 eventModeVerbal:"EVENT\_ON\_CLOSE"  
 alarmAi:false  
 alarmDi:false  
 buttonOrDownlink:false  
 configRx:false  
 devInfo:false  
 init:true  
 reserved:false  
 syncReq:false  
 timer:false  
 firstEvent:13  
 firstEventName:"UL1N Event"  
 lowBattery:true  
 debounceTime:100  
 eventMode:0  
 eventModeVerbal:"EVENT\_OFF"  
 manufacturer:"comtac AG"  
 payloadLength:39  
 payloadVersion:3  
 port:100  
 portFunction:"Configuration"  
 debounceTime:100  
 eventMode:1  
 eventModeVerbal:"EVENT\_ON\_CLOSE"

debounceTime:1000  
 scEventMode:1  
 scEventModeVerbal:"EVENT\_ON\_CLOSE"  
 sceEventMode:0  
 sceEventModeVerbal:"EVENT\_OFF"  
 syncInterval:24

taMax:25  
 taMaxOff:false  
 taMin:18  
 taMinOff:false  
 trMax:25  
 trMaxOff:false  
 trMin:18  
 trMinOff:false  
 tsRate:5  
 ttMax:25  
 ttMaxOff:false  
 ttMin:18  
 ttMinOff:false  
 ttrMax:25  
 ttrMaxOff:false  
 ttrMin:18  
 ttrMinOff:false  
 txInterval:15  
 vBattery:2.08  
 vbatLowThreshold:2300  
 vsCsThresholdDelay:3000  
 vsLIMeanVoltage:400  
 vsLITolerance:6  
 vsLnMeanVoltage:230  
 vsLnTolerance:10  
 vsRate:5

#### 9.2.0.4 DEVICE INFO UPLINK Telegramm (Port 105)

Dieses Telegramm wird auf Anforderung durch ein DEVCIE INFO DOWNLINK versendet und bei Unterschreiten des Batteriespannungsgrenzwertes im Batterie-/Backup-Modus.

Byte Nr	Funktion /Parameter	Werte	Bemerkung
0...3	Header		
4	Firmware Version (Major)	0..255	Firmwareversion des Gerätes
5	Firmware Version (Minor)	0..255	
6...	Unit-Zeitstempel	32bit Unix-Format (MSB first)	Aktuelle Zeit im TSM (Unix)

---

#### 9.20.4.1 Beispieltelegramm

fPort:105

**Payload:**

Base64 kodiert:

AwogOgEDYqB9nQ==

Hexadezimal kodiert:

01

**Decodierte Payload:**

DecoderVersion:"3.02"

actualTime:1654685085

appMainVersion:1

appMinorVersion:3

batterySupplied:false

comtacDevice:"LPN TSM"

alarmAi:false

alarmDi:false

buttonOrDownlink:false

configRx:false

devInfo:true

init:false

reserved:false

syncReq:false

timer:false

firstEvent:1

firstEventName:"SC1 Event"

lowBattery:true

manufacturer:"comtac AG"

payloadLength:10

payloadVersion:3

port:105

portFunction:"DeviceInfo"

timestampString:"Wed, 08 Jun 2022 11:44:45 BST"

vBattery:2.08

---

### 9.21 DownLink-Telegramme

Downlink-Telegramm werden vom übergeordneten System an den TSM gesendet. Dies sind gedacht, um Informationen zum Gerät oder zur Konfiguration des Gerätes, aber auch aktuelle Daten anzufordern.

Zudem können Konfigurationsparameter geändert und Ausgänge gesteuert werden.



### 9.21.1 Konfigurationstelegramm (Port 100)

Mit dem Konfigurationstelegramm können die aufgeführten Parameter im TSM über die LoRA-Verbindung entsprechend übertragenen Werten gesetzt werden. Es können dabei immer nur alle in der Payload vorgesehenen Parameter, nicht einzelne verändert werden. Die aufgeführten Parameternamen entsprechen den jeweiligen Parametern in der Konfigurationsdatei CFG.TXT.

Aus Sicherheitsüberlegungen kann nur eine Auswahl von Parametern per downlink Telegramm geändert werden.

Byte Nr	Funktion /Parameter		Werte	Bemerkung
0...1	CONFIG_TX_INTERVALL		0..50000 [min] (MSB zuerst)	Setzt die das Zyklische Sendeintervall in Minuten
2	CONFIG SYNC INTERVALL		0..240 [h]	Setzt das Zeitsynchronisationsintervall
3...4	CONFIG VS CS THRESHOLD DELAY		0..5000[ms] (MSB first)	Setzt die Verzögerungszeit für das Auslösen der Spannungs- und Stromgrenzwert Events
5	CONFIG SC DI PARAMS	Bit 7...4	0...10 [in 100ms]: => 0...1s	Entprellzeit für Digitaleingänge
		Bit 3...0	0	Event Ein/Aus
6	CONFIG LTS DI PARAMS	Bit 7...4	0...10 [in 100ms]: => 0...1s	Entprellzeit für Digitaleingänge
		Bit 3...0	0	Event Ein/Aus
7	CONFIG DP DI PARAMS	Bit 7...4	0...10 [in 100ms]: => 0...1s	Entprellzeit für Digitaleingänge
		Bit 3...0	0	Event Ein/Aus
8	CONFIG DA DI PARAMS	Bit 7...4	0...10 [in 100ms]: => 0...1s	Entprellzeit für Digitaleingänge
		Bit 3...0	0	Event Ein/Aus
9	CONFIG RI DI PARAMS	Bit 7...4	0...10 [in 100ms]: => 0...1s	Entprellzeit für Digitaleingänge
		Bit 3...0	0	Event Ein/Aus
10	CONFIG DO PARAMS	Bit 7...4	Not used → 0	Entprellzeit für Digitaleingänge Event Ein/Aus
		Bit 3	0	
		Bit 2		
		Bit 1		
		Bit 0		
11	CONFIG CS RATE		5..60 [s]	Messintervall für Leiterströme IL, IL2, IL3, IN
12	CONFIG VS RATE		5..60 [s]	Messintervall für Leiterspannungen
13	CONFIG TS RATE		5..60 [s]	Messintervall für Temperatureingänge

#### 9.21.1.1 Beispieltelegramm

**Port:** 100

**Payload:** Ausgänge PP, PM (Wischer) und SCR1 an, andere ausschalten

Base64 kodiert:

DwwINBkjMUIDBwUFCg==

Hexadezimal kodiert:

0x00 0x0f, 0x0c, 0x08, 0x34, 0x19, 0x23, 0x31, 0x42, 0x03, 0x07, 0x05, 0x05, 0x0a

### 9.21.2 APP DOWNLINK Steuertelegamm (Port 3)

Durch Senden dieses Telegramms können die Ausgänge PP, PM, SCR1/2, SCER1/2 gesteuert werden.

Die Bits des zweiten Bytes enthalten die Sollzustände, die die Ausgänge annehmen sollen. Es können immer nur alle Ausgänge gemeinsam, nicht einzelne Ausgänge angesprochen werden.

Die Steuerung der Ausgänge mit dem Steuertelegamm ist nur möglich, wenn es in der Konfiguration freigegeben wurde.

Siehe dazu Parameter:  PP\_Available, PM\_Available

Byte Nr	Funktion /Parameter	Werte	Bemerkung
0	Digital Ausgänge Steuern	0x02	
1	Sollzustände der Ausgänge	Bit 0: <b>PP Output SET</b> (1: ON, 0: OFF) Bit 1: <b>PM Output SET</b> (1: ON (only 1 sec), 0: OFF) Bit 2: <i>RESERVE</i> Bit 3: <i>RESERVE</i> Bit 4: <b>SCR1 Output SET</b> (1: ON, 0: OFF) Bit 5: <b>SCR2 Output SET</b> (1: ON, 0: OFF) Bit 6: <b>SCER1 Output SET</b> (1: ON, 0: OFF) Bit 7: <b>SCER2 Output SET</b> (1: ON, 0: OFF)	Ausgänge können nur dann geschaltet werden, wenn dies in der Konfiguration entsprechend freigegeben ist

#### 9.21.2.1 Beispieltelegramm

Port: 3

Payload: Ausgänge PP, PM (Wischer) und SCR1 an, andere ausschalten

Base64 kodiert:

ARM=


Hexadezimal kodiert:


01 13

### 9.21.3 APP DOWNLINK Messwertanforderung (Port 3)

Durch Senden dieses Telegramms an den TSM wird eine Messung der aktuellen Leiterspannungen und/oder Leiterströme und eine entsprechende Übertragung ausgelöst.

Mit Bit0 und Bit1 im zweiten Byte der Payload kann festgelegt werden, welche der Messungen ausgeführt wird. Das Telegramm ist insbesondere für die Anwendung im Backup-/Batteriebetrieb gedacht, da in diesem Betriebszustand keine zyklische Übertragung der Messwerte erfolgt.

Das Antworttelegramm entspricht dem Aufbau des  APP UPLINK Telegramms. «Im Telegramm sind für die Spannungs- und Stromwerte die aktuelle Werte, nicht die Spannungs-Min.- und Max.-Werte bzw. Strommittelwerte, sondern die aktuell gemessenen Werte enthalten.

Im Antworttelegramm ist als auslösender Event ist im Status Byte 2 Headers der  »AI Event« gesetzt.

Byte Nr	Funktion /Parameter	Werte	Bemerkung
0	Request Measurement	0x02	
1	Measurement	Bit0: =1: Spannungsmessung anfordern Bit1: =1: Temperaturmessung anfordern	

#### 9.21.3.1 Beispieltelegramm

Port: 3

Payload: Spannungsmessung anfordern

Base64 kodiert:

AgE=

Hexadezimal kodiert:

0x02 0x01

#### 9.21.4 Device Info Anforderungs-Telegramm (Port 105)

Mit diesem Telegramm kann ein DEVICE INFO UPLINK Telegramm  angefordert werden. Die Payload dieses Telegramms besteht aus einem Byte. Für eine gültige Anforderung muss der Wert dieses Bytes ungleich 0 sein.

Byte Nr	Funktion /Parameter	Werte	Bemerkung
0	Device Info Request	1..255	Wert muss >0 sein.

#### 9.21.4.1 Beispieltelegramm

Port:105

Payload:

Base64 kodiert:

AQ==

Hexadezimal kodiert:

0x01

## 10 Zubehör

Für den TSM ist diverses Zubehör erhältlich, das für die Verwendung mit dem TSM geeignet ist.

Für detaillierten technische Daten sei auf die entsprechenden Datenblätter verwiesen

### 10.1 Isense Stromsensoren

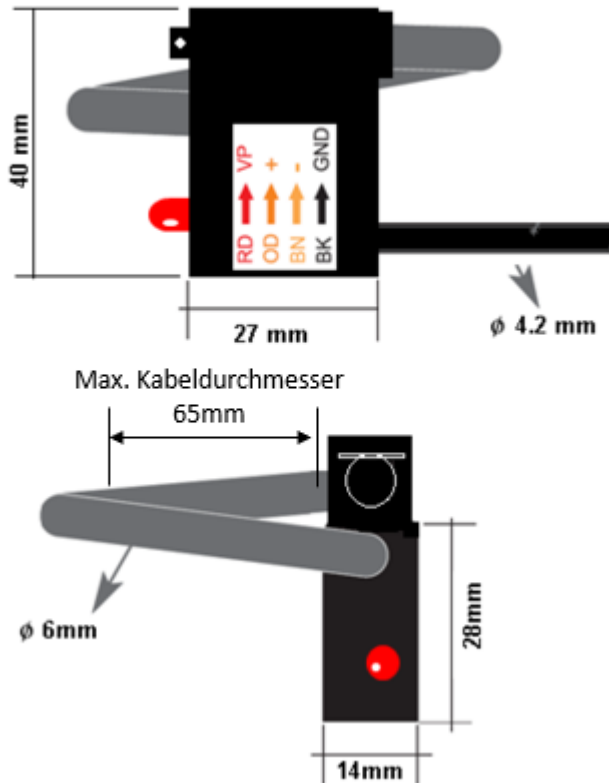
Bei den ISense Stromsensoren handelt es sich um Rogowski-Spulen mit 4...20mA-Schnittstelle. Diese können an die Analogeingänge des TSM für die Messung und Überwachung der Stromgrenzwerte angeschlossen werden. Die Spannungsversorgung kann durch den TSM erfolgen.

Es sind Sensoren mit unterschiedlichen Messbereichen erhältlich, die in der Konfigurationsdatei des TSM für passende Skalierung der Stromwerte ausgewählt werden können.

Je zu messender Phase ist ein Stromsensor erforderlich.



Strommessung über Analogeingänge (Isense)



Technische Daten: Isense3C1500

Bezeichnung	Wert
Messbereich	1500Arms /50Hz
Ausgangsstrom	4...20mA
Versorgungsspannung	6...30VDC
Stromaufnahme	4...20mA
Messabweichung	+/-1%
Max. Leiterdurchmesser	65mm
Spulnlänge	65mm

## 10.2 Modbus- Stromsensoren Roco2065AN / RoCo2110AN

Die Roco2xxx-Stromsensoren verfügen über 4 Rogowski-Spule für 4-Phasen-Messungen und stellen die Messwerte über Modbus-RTU-Schnittstelle zur Verfügung, die der TSM abfragen kann.

Die Roco -Stromsensoren sind mit einer Autoranging-Funktion ausgerüstet, die es erlaubt auch kleiner Ströme mit hoher Auflösung zu messen.

Dies Spannungsversorgung der Rocos kann über den TSM erfolgen.



Strommessung über Modbus-RTU Schnittstelle (Roco2065)



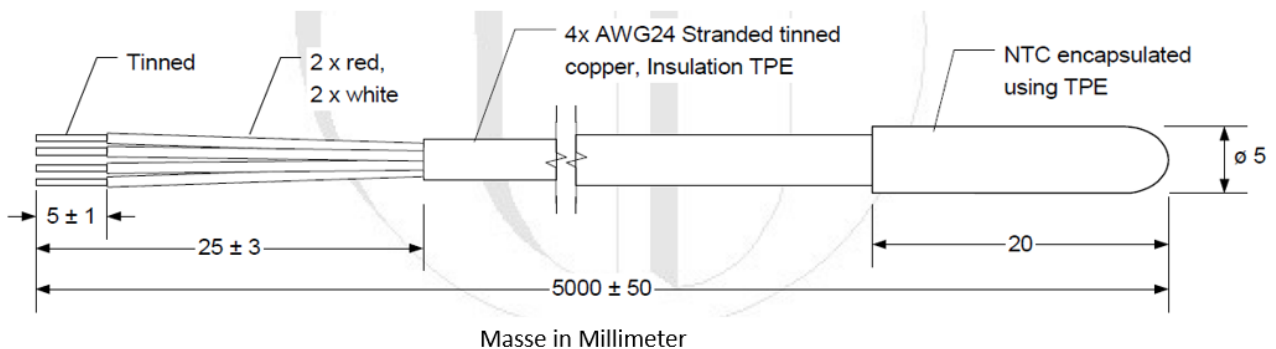
Technische Daten. Roco2065AN / Roco2110AN

Bezeichnung	Wert
Versorgungsspannung	15VDC...32VDC
Messbereich max.	2000Arms
Auto Ranging Messbereiche	32,63,100,160,250,400,630,2000 Arms
Gehäusemasse	95mm * 37mm * 28mm
Max. Leiterdurchmesser	. Roco2065AN 65mm / Roco2110AN :110mm
Sensorleitungslängen	L1, L2, L3: 265mm N: 770mm

Für detailliertere Informationen zu Strom- und Spannungssensoren und dem modularen Messsystem sei auf das entsprechende Datenblatt verwiesen.

### 10.3 Temperaturfühler

Zur Temperaturerfassung können 4-Leiter PT100 Temperaturfühler geliefert werden:



Technische Daten:

Bezeichnung	Wert
Sensorelement	PT100
Genauigkeitsklasse gemäss EN60751	B
Isolationsspannung	3750 VAC /doppelte Isolierung
Schutzklasse	IP68

### 10.4 Präsenzmelder

Als Präsenzmelder zum Anschluss an den Präsenzmeldereingang «PM» des TSM steht die Type PM/24V/5 zur Verfügung. Er kann in Standard-Deckenausschnitte montiert werden. Ein RJ12 Anschlusskabel ist im Lieferumfang



Technische Daten:

Bezeichnung	Wert
Frontdurchmesser	55mm
Deckausschnitt	45mm
Einbautiefe	80mm
Spannungsversorgung	24V DC
Nachlaufzeit	10 min
Relaiskontakt	normally open

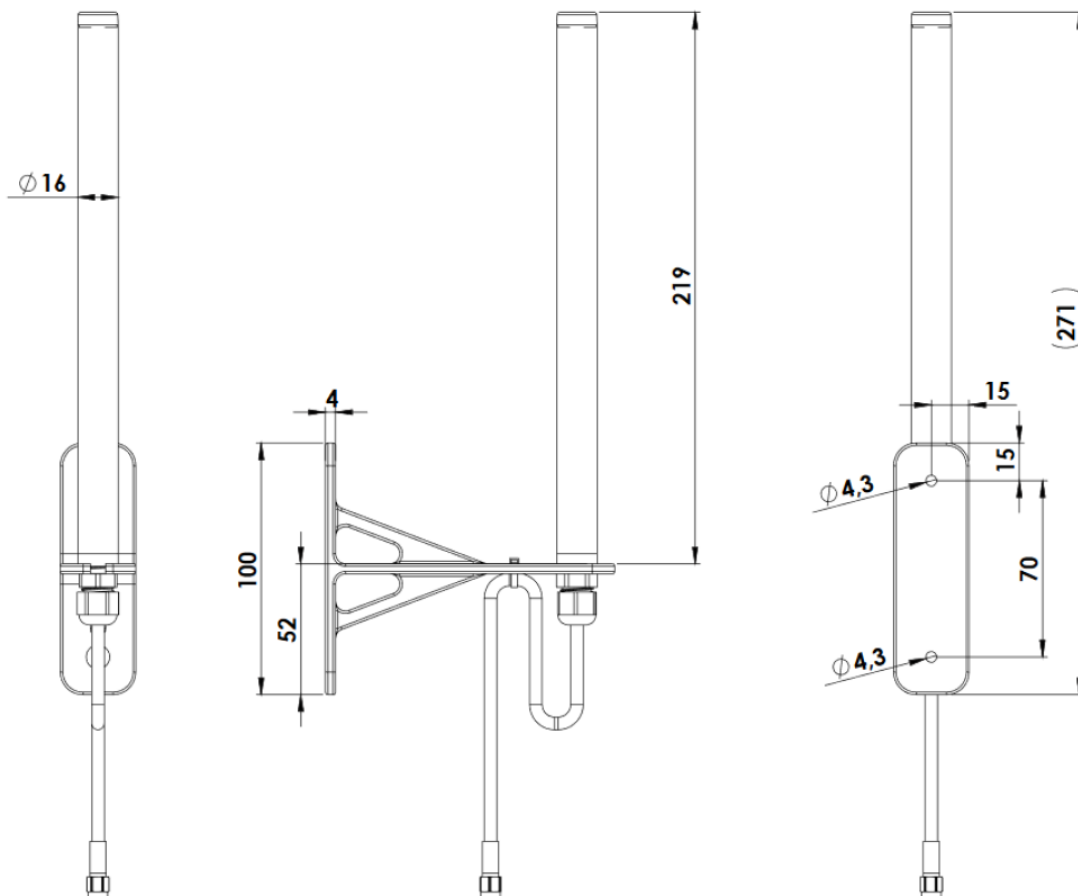
Relais Kontaktbelastbarkeit	24V/1A ...48V/0.5A
Überwachte Fläche	max. 7m*9m bei 5m Einbauhöhe
Länge Anschlusskabel	10m

## 10.5 Antenne

Die folgende Antenne für Wandmontage steht kann als Zubehör geliefert werden.

Technische Daten:

Bezeichnung	Wert
Frequenzbereich	ISM (868-875 MHz)
Impedanz	50 Ohm
Polarisation	Vertikal
Gewinn	2.2 dBi
Anschlusskabel Type	RG58
Anschlussstecker	SMA

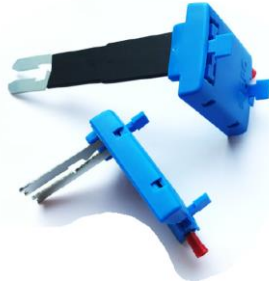


Masse in mm

## 10.6 Anschlusszubehör

### 10.6.1 Abgriff für Leiterspannungen

Für den Anschluss des TSM an die Niederspannungsleiter L1, L2, L3 eignen sich C12 Steckverbinder der Firma PPC. Sie ermöglichen den einfachen Anschluss des TSM über die NH-Sicherungshalterkontakte.



Die Anschlussleitungen für die Spannungsmessung zum TSM müssen abgesichert werden.

### 10.6.2 Abgriff für Neutralleiter

Für den Anschluss des TSM an den Neutralleiter N eignen sich die Stromschienen-Klemmen der Firma eleq



Bezeichnung	Wert
Stromschienenmasse	36mm * 15mm

## 10.7 Backup-Batterie

Für den Batterie-/Backup-Betrieb wird im TSM eine Li-MnO<sub>2</sub>Batterie verwendet, die für sichere Langzeitkontaktierung mit Anschlusskabel und Stecker versehen ist. Die werkseitig installierte Batterie ist mit lösbaren Kabelbindern befestigt, so dass diese einfach ausgetauscht werden kann und ggf. auch Batterien mit anderen Abmassen (grösserer Kapazität)

Bezeichnung	Wert
Batteriemodell	CR26500
Masse ohne Anschlussleitungen	Durchmesser: 26.2mm Länge: 50mm
Nominale Kapazität	5000mAh





Messe in mm

## 11 Anschlusspläne

Im Folgenden ist prinzipiell die Verdrahtung der Anschlüsse des TSM dargestellt. Sie sind als Hinweise zu verstehen und können je nach Einbauort verwendeten peripheren Geräten davon abweichen.

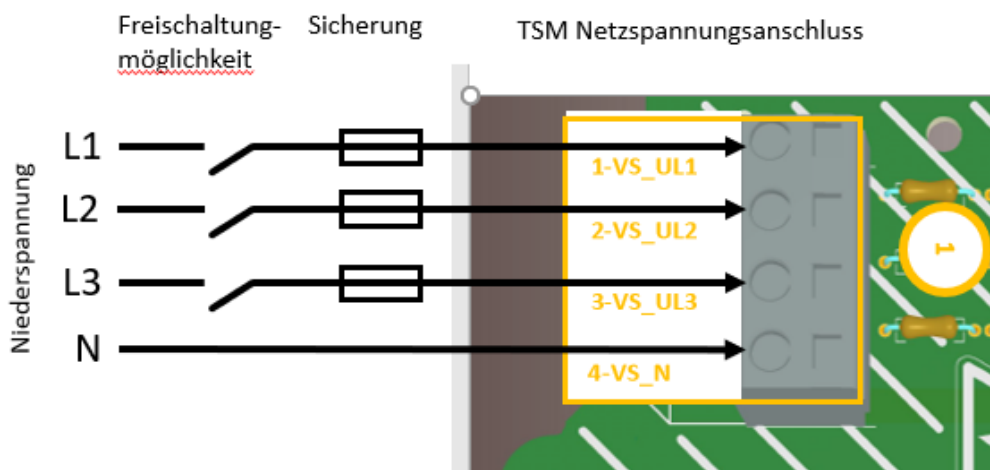


Verdrahtung, Anschluss und Inbetriebnahme durch nur die einschlägiges Fachpersonal unter Beachtung von Sicherheitsregeln erfolgen.

### 11.1 Netzspannungsanschluss



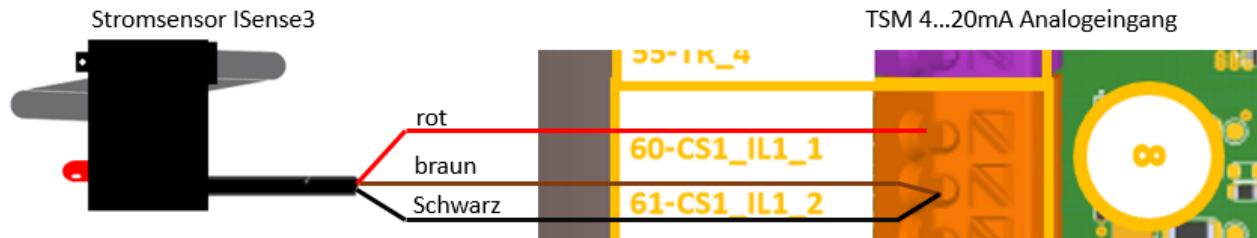
Die Anschlussleitungen VS\_UL1, VS\_UL2, VS\_UL3 für den Netzspannungsanschluss des TSM müssen abgesichert werden. Ebenso ist eine Trennvorrichtung vorzusehen.



### 11.2 4..20mA-Stromsensoren Isens3

Die 4...20mA Stromsensoren verfügen über 3 Anschlussleitungen, die an die Analogeingänge des TSM wie im folgenden Bild dargestellt angeschlossen werden. Es ist hier exemplarisch nur ein Sensor bzw. Analogeingang gezeigt.

Die weiteren werden sinngemäss entsprechend angeschlossen.



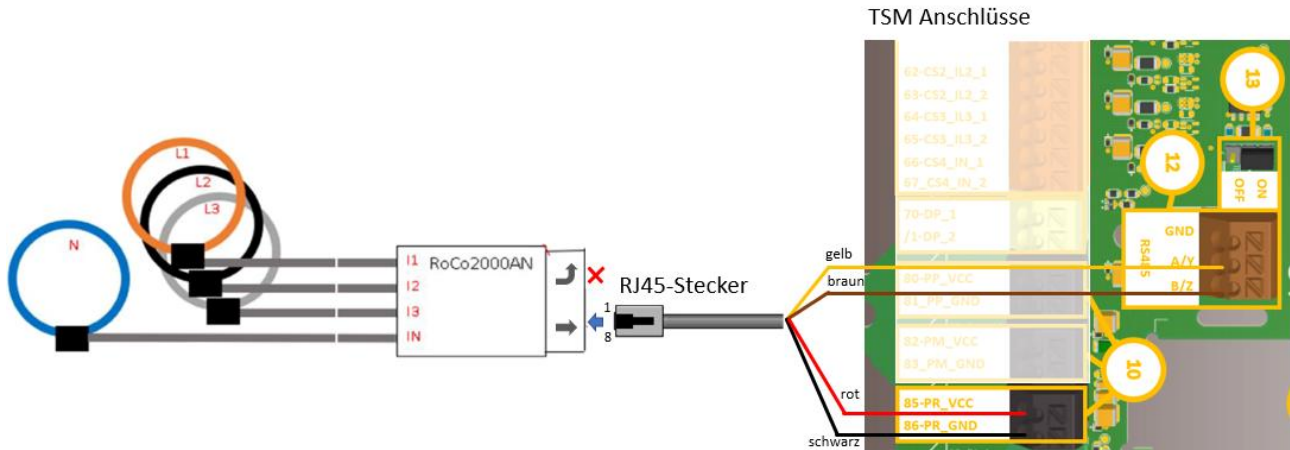
Stromsensor	Aderfarbe	Klemmenblock	TSM-Klemme
IL1	Rot	8	60-CS1_IL1_1
	Braun		61-CS1_IL1_2
	Schwarz		
IL2	Rot		62-CS2_IL1_1
	Braun		63-CS2_IL1_2
	Schwarz		
IL3	Rot		64-CS3_IL3_1
	Braun		65-CS3_IL3_2
	schwarz		
IN	Rot		66-CS4_IN_1
	Braun		67-CS4_IN_2
	Schwarz		

### 11.3 Roco20xx Modbus-Stromsensor

Die Roco20xx Stromsensoren liefern die Strommesswerte über Modbus-RTU-Schnittstelle, die an die Modbus-Schnittstelle des TSM angeschlossen wird. Zusätzlich erfolgt die Spannungsversorgung der Rocos durch den TSM.

Zu beachten ist, dass das Verbindungskabel in die RJ45-Buchse der Roco entsprechend der folgenden Zeichnung gesteckt wird.

Der Jumper (13) für den RS485- Abschlusswiderstand, sollte in Position «ON» stecken (wie in der Zeichnung).



Die gezeigten Kabelfarben gelten nur für das Anschlusskabel im Lieferumfang der RoCo20xx!

Verdrahtung zum TSM

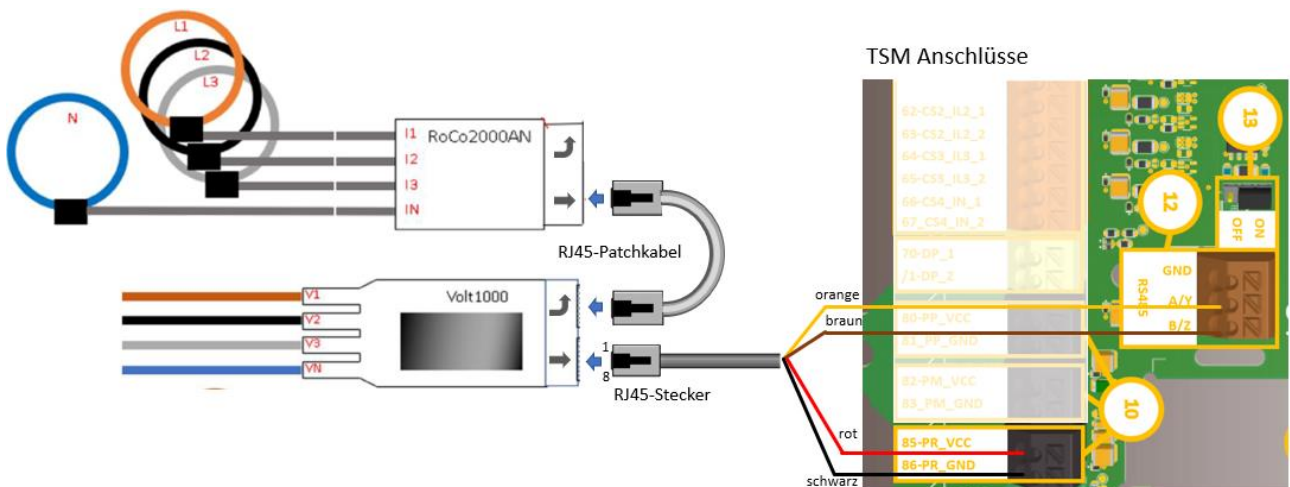
Signal	Anschluss Nr. RJ45-Stecker	TSM-Klemmenblock	TSM Anschluss
RS485-A	1	12	111-A/Y
RS485-B	2	12	112-B/Z
GND-0V	7	10	85-PR_GND
+24V	8	10	84-PR_VCC



Achtung: auf passendes Anschlusskabel (mit RJ45-Stecker) achten! Im Zubehör befindet sich auch ein RJ12-Anschlusskabel, das sich auch in die RJ45-Buchse der Rocos stecken lässt!

#### 11.4 Volt1000 & Roco20xx Modulares Messsystem

Wird statt eines Stromsensors Roco20xx eine Kaskade aus einem Volt1000 und einem oder mehreren Roco20xx als Modulares Messsystem für die Stromwerte-Erfassung verwendet, wird der Volt1000 Spannungssensor an den TSM angeschlossen.



Verdrahtung zum TSM

Signal	Anschluss Nr. RJ45-Stecker	TSM-Klemmenblock	TSM Anschluss
RS485-A	1	12	111-A/Y
RS485-B	2	12	112-B/Z
GND-0V	7	10	85-PR_GND
+24V	8	10	84-PR_VCC



Achtung: auf passendes Anschlusskabel (mit RJ45-Stecker) achten! Im Zubehör befindet sich ggf. auch ein RJ12-Anschlusskabel (für den Präsenz-Melder PM24), das sich auch in die RJ45-Buchse des Volt1000 stecken lässt!

### 11.5 Anschluss Digitaleingänge allgemein

Die Digitaleingänge der TSM sind für den Anschluss von potentialfreien Kontakten (Relais-Kontakten oder galvanisch getrennte Open-Collector-Ausgänge) ausgelegt.



Die Digitaleingänge sind mit der internen Versorgungsspannung und mit den anderen Eingängen (ausser Netzspannungsschlüsse), Ausgängen und der RS485-Schnittstelle galvanisch verbunden.

Anschlussbeispiel Relaiskontakt/Schalter:

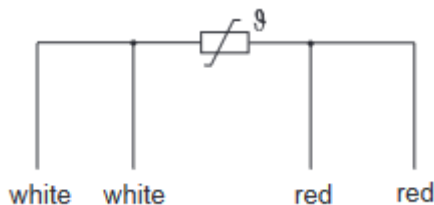


### 11.6 Anschluss PT100-Temperaturfühler

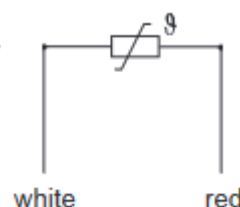
Die Temperaturmesseingänge des TSM sind für den Anschluss von Vierdraht- PT100-Temperaturfühlern ausgelegt.

Bei Temperaturfühlern gemäss EN 60751 sind die Anschlussadern auf einer Seite des Messwiderstands jeweils gleich rot und weiss gekennzeichnet und müssen entsprechend am TSM verdrahtet werden.

Vierdraht-Temperaturfühler:



Zweidraht Temperaturfühler:



### 11.6.1 Anschluss PT100-Vierdraht-Temperaturfühler

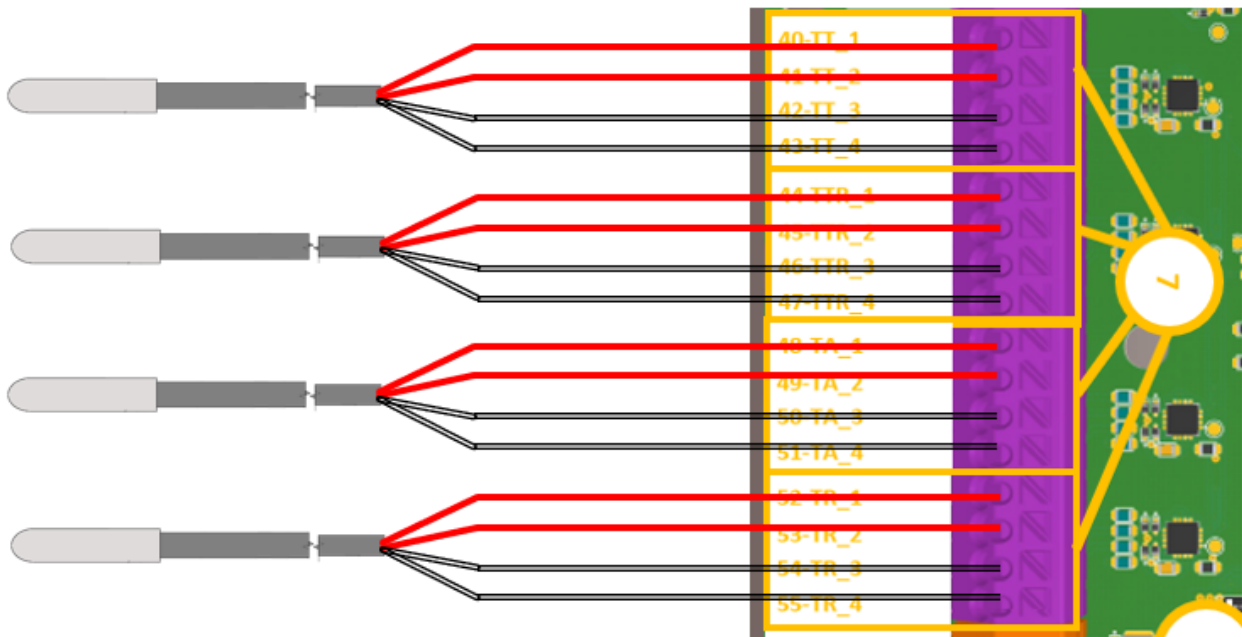
Der Anschluss von Vierdraht-Temperaturfühlern ist im folgenden Bild gezeigt.



Vertauschen der Anschlussleitungen führt zu Messfehlern.

PT100 Temperaturfühler

TSM Temperaturmesseingänge



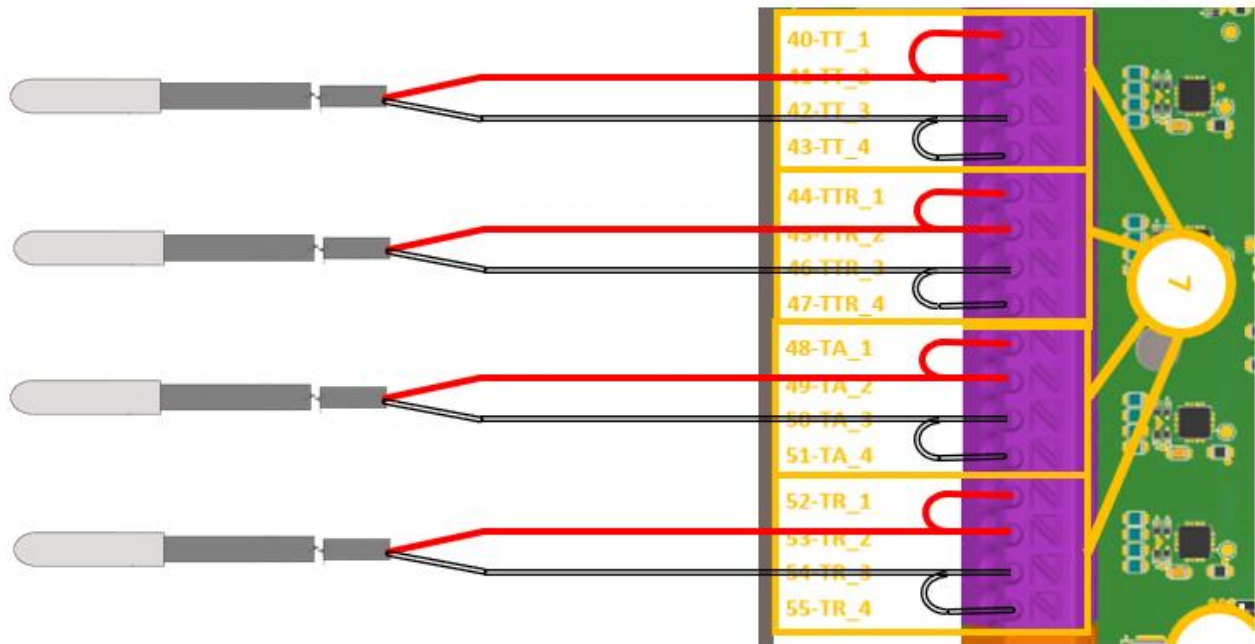
### 11.6.2 Anschluss PT100-Zweidraht-Temperaturfühler

Zweidraht-Temperaturfühler können ebenfalls an der TSM angeschlossen werden. Dies ist jedoch nur bei kurzen Fühlerleitungen empfehlenswert, da sich die Messgenauigkeit reduziert. Der Leitungswiderstand, der bei Zweidraht-Fühlern nicht kompensiert werden kann, bewirkt Messfehler.

Beim Anschluss von Zweileiterfühlern müssen die offenen Anschlussklemmen jeweils zu den Fühleradern gebrückt werden:

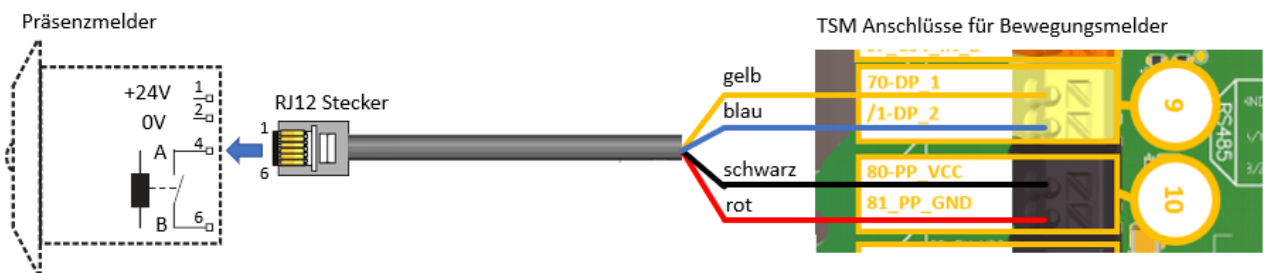
PT100 Zweileiter-Temperaturfühler

TSM Temperaturmesseingänge



### 11.7 Anschluss Präsenzmelder PM24/24V/5

Für den Anschluss eines Präsenzmelder sind am TSM ein Digitaleingang und ein Spannungsversorgungsausgang vorhanden. Für den Präsenzmelder PM24/24V/5 und zugehörigem RJ12-Anschlusskabel ist die Verdrahtung entsprechend nachfolgender Skizze.



Die gezeigten Kabelfarben gelten nur für das Anschlusskabel im Lieferumfang des PM24/24V/5

Verdrahtung

Signal	Anschluss Nr. RJ12-Stecker des Präsenzmelders	TSM-Klemmenblock	TSM Anschluss
+24V	1	10	80-PP_VCC

GND-0V	2		81-PP_GND
A	4	9	70-DP_1
B	6		71-DP_2


## 12 Firmwareupdate

Über das nachfolgend beschriebene Verfahren kann der TSM mit einer neuen Firmware versehen werden.

Beim Firmwareupdate bleibt die Konfiguration (CFG.TXT) erhalten. Es wird dennoch empfohlen die Konfigurationsdatei vor dem Update auszulesen und zu sichern.

Sind in der neuen Firmware weitere Konfigurationsparameter enthalten, werden diese nach dem Neustart des Gerätes auf die Werkseinstellungen gesetzt.

Für das Update wird der STM32CubeProgrammer (STM32CubeProg) benötigt.

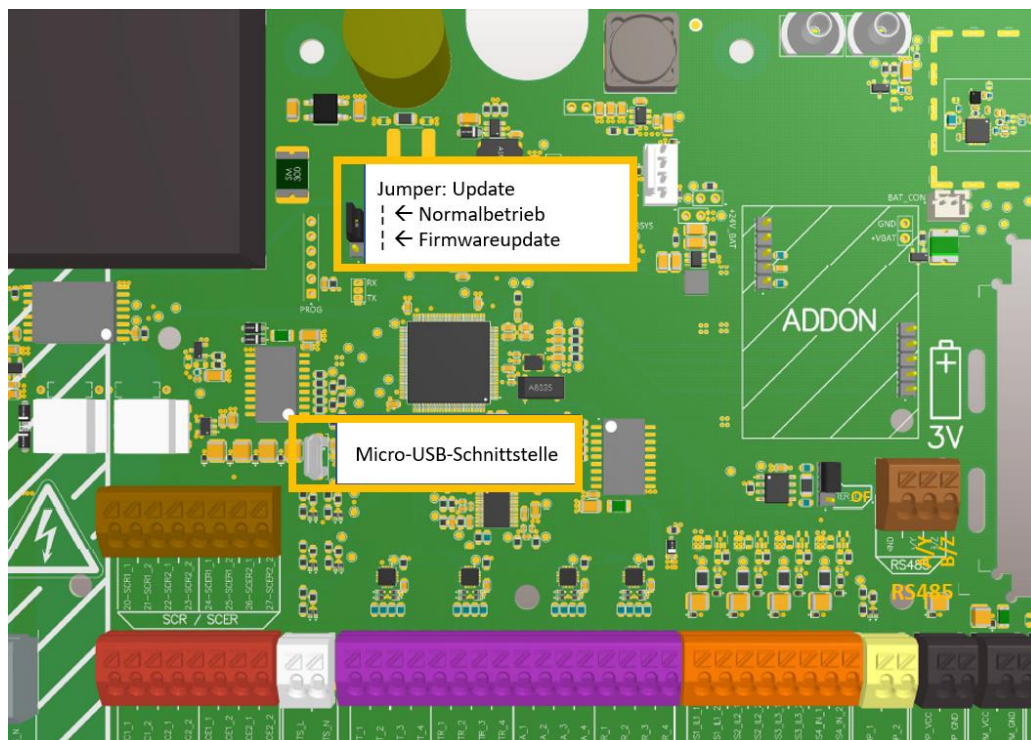
Diese Programmier-tool steht auf der ST-Microcontroller -Seite  zum Download verfügbar:

Dies entsprechend installieren.

### 12.1 Updatemodus initiieren

Im ausgeschalteten (mit Schalter) Zustand USB-Verbindungskabel in die Micro-USB-Schnittstelle einstecken, dann Geräte einschalten und den Jumper «Update» in die Stellung «FirmwareupDate stecken. Der TSM wechselt dann in den Update Modus

Im Updatemodus blinken blaue und grüne Led schnell abwechselnd.

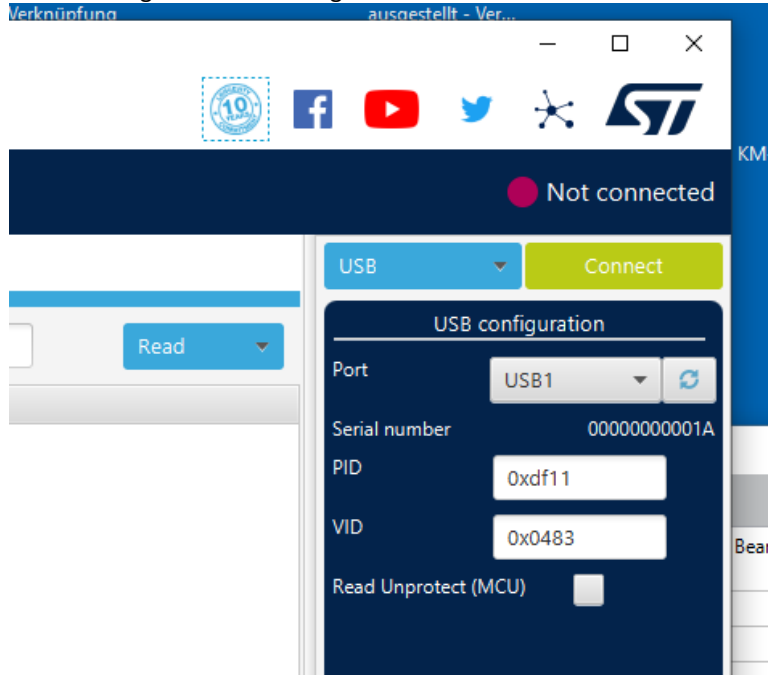


## 12.2 Neue Firmware aufspielen

1. Programmiertool starten:

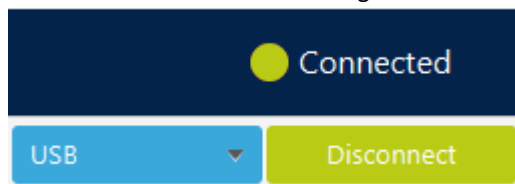


Das Programmfenster zeigt dann:

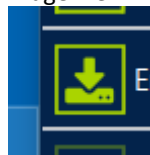


Rechts oben im blauen Feld USB auswählen

2. unter USB- Configuration : USB Port auswählen
3. Dann grünen Button «Connect» betätigen  
→ es sollte dann der rote Punkt zu grün «connected» wechseln

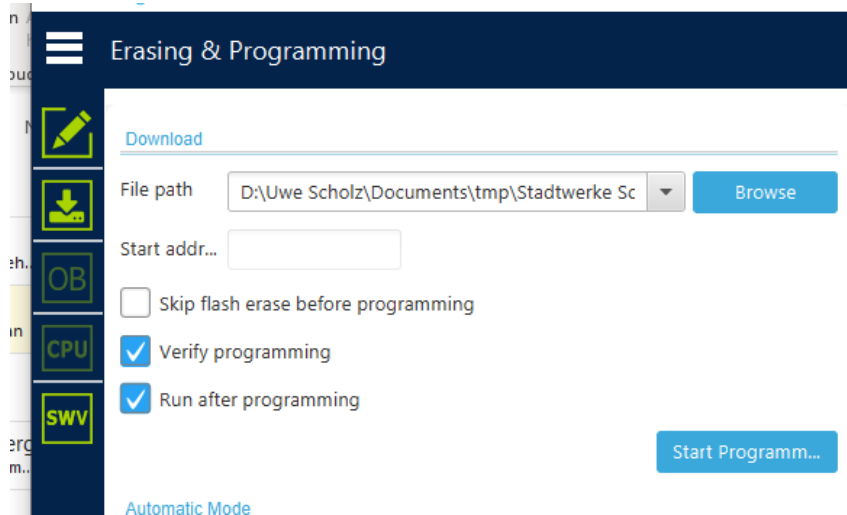


4. Dann Firmware-Image-Hex-File laden.



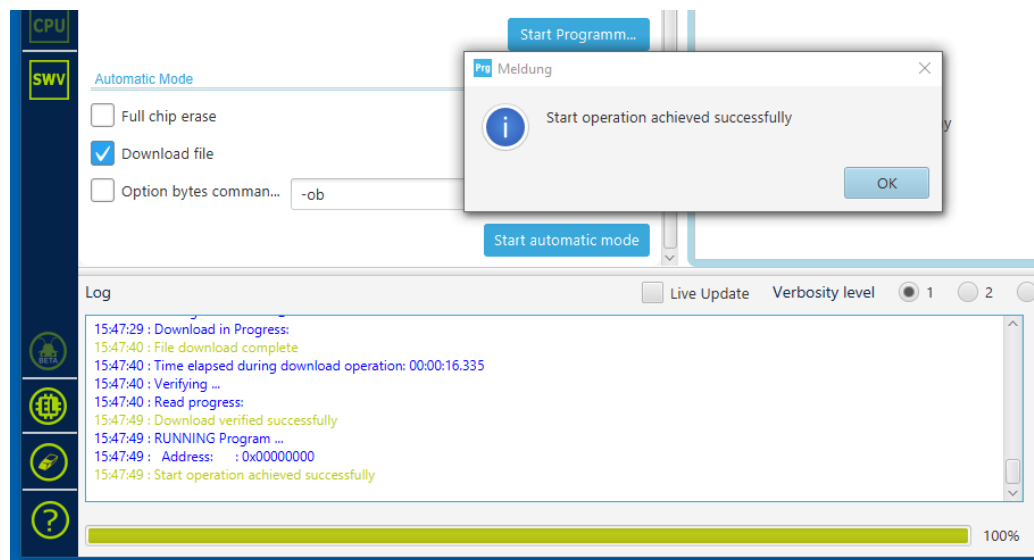
Dazu diese Feld klicken und über Browse-Button das Firmware-Image-hex-File auswählen und laden.





## 5. Programmieren

Dazu start Programm:  klicken



## 12.3 Updatemodus Beenden

Nach dem Aufspielen der Firmware, TSM mit Schalter ausschalten, 10 Sekunden warten und wieder einschalten.  
Dann den Jumper «Update» in die Stellung «Normalbetrieb» stecken.

## 12.4 Payload Decoder/Encoder

Zur Decodierung der vom TSM versandten Nachrichten und Encodieren der LoRaWan®- Nachrichten, die zu TSM gesendet werden sollen, steht ein Javascript geschriebener Payload Decoder auf Anfrage zur Verfügung.

Die Encodierung und Decodierung der Nachrichten findet in der Regel im LoRAWan® Application Server statt. Dazu muss dort gerätespezifische Funktionen hinterlegt werden, die zum Encodieren bzw. Decodieren mit Übergabeparametern aufgerufen werden und die konvertierten Daten zurückgeben.

Da die Schnittstellen, d.h. Namen der aufzurufenden Funktionen, Anzahl, Formate und Inhalte der Übergabe- und Rückwerte der Funktionen von Server zu Server und versionsabhängig unterschiedlich sind (und auch die Programmiersprachen nicht einheitlich sind), ist der zur Verfügung gestellte Payload-Decoder als eine beispielhafte

Programmierung zu verstehen (die auf verschiedenen Systemen getestet wurde), auf deren Basis ein für das verwendete LoRaWan®-System passender Decoder/Encoder erstellt werden kann.

Üblicherweise müssen Decoder-Funktion und Encoder-Funktion im LoraWan®-System an unterschiedlichen Stellen eingebunden werden. In der Comtac Payload-Decoder Datei sind beide Encoder- und Decoder-Funktion – zur besseren Pflege und Gewährleistung der Konsistenz- enthalten.

Für die Implementierung ins Zielsystem kann entweder der ganze Datei-Inhalt sowohl in den Encoder- als auch in der Decoder-Bereich kopiert werden (das Zielsystem ruft die jeweils passende Funktion auf) oder es wird nur der Encoder- bzw. Decoder-Teil aus der Comtac Payload-Decoder-Datei herauskopiert und in den jeweiligen Bereich beim Zielsystem kopiert.

Für die Anpassung an unterschiedliche Zielsystem können z.B. sogenannte Wrapper-Funktionen erstellt werden, die den für das Zielsystem passenden Funktionsnamen, Argumente und Rückgabewerte haben und diese so konvertieren, dass die Comtac-Funktionen aufgerufen werden können. Das erspart das Ändern des wesentlichen funktionalen Programmcodes des Decoders/Encoders.

Beispiele für Wrapper-Funktionen sind in der Comtac-Payload-Decoder-Datei enthalten.

Bei der Verwendung der Payload Decoder und Encoder sind darauf zu achten, dass die Version des Comtac Payload-Decoder-Datei mit der Payload-Version, die im verwendeten TSM implementiert ist, übereinstimmt.

Die Payload-Version ist in der Payload-Beschreibung in der Bedienungsanleitung angegeben und hängt von der Firmware-Version ab.



### 12.4.1 Payload Decoder

Der Decoder dient zur Konvertierung der in den vom TSM kommenden LoRaWan®- Telegrammen (Uplink) enthaltenen Nutzdaten (payload), in ein für die Anwendung für die Weiterverarbeitung geeignetes Format. Dabei werden aufeinanderfolgenden Bytes zu Anwender-Daten, Messwerten, Statusinformationen, ... zugeordnet und konvertiert.

Die Anordnungen und Bedeutung der Bytes in der uplink-Payload ist in der Payload-Beschreibung beschrieben.



Als Datenformat für die Weiterverarbeitung in der Anwendung wird in den meisten Fällen «json» verwendet. Die Anwendungsdaten werden darin als Schlüssel(=Bezeichner) / Werte-Paar dargestellt und als «json»-Objekte organisiert. Der Aufbau des vom Comtac-Payload-Decoder gelieferten json-Objekts ist im Folgenden beschrieben.

#### 12.4.1.1 Decodier-Funktionsaufruf und Argumente

Der Comtac-Payload-Decoder enthält für die Decodierung der uplink-Payload folgende Funktion:

**parseUplink(payloadBytes, port)**

Beim Aufruf der Funktion müssen die Argumente «payloadBytes» und «port» übergeben werden:

Argument	Type	Beschreibung
<b>payloadBytes</b>	Array von Bytes	Array das die zu decodierenden Payload-Bytes enthält. Die Grösse des Arrays muss der Länge der Payload d.h. Anzahl der Payload-Bytes entsprechen
<b>port</b>	Integer	enthält die LoRaWan® Port-Nummer über das die Payload empfangen wurde.  Der Decoder unterstützt die Decodierung von Payloads von Port: 3, 100, 105, 106

### 12.4.1.2 Decodier-Funktion Fehlermeldungen

Der Decoder kann die folgenden Fehlermeldungen ausgeben.

Fehlermeldung	Beschreibung/Ursache
'Payload Version (<version>) not supported! Decoderversion: <version>	Mögliche Ursache: Die Version der empfangen Payload wird vom Payload-Decoder nicht unterstützt. Ein zur Payload-Version passender Payload-Decoder muss installiert werden. Oder es handelt sich um die Payload eines anderen Geräte-Typs.
unknown payload id: <id>	Tritt auf bei der Bearbeitung von Port 3. Die Payload enthält unbekannte Daten. Ursache für diese Fehlermeldung sind falsche Argumente beim Aufruf der Decodier-Funktion. Mögliche Ursache: Argument <b>payloadBytes</b> enthält nicht die Payload-Bytes oder Array ist grösser als die Anzahl Payload-Bytes.  Oder es handelt sich um die Payload eines anderen Geräte-Typs
'Port (<port>) not supported	Es wurde beim Aufruf eine Port-Nummer übergeben, die vom Decoder nicht unterstützt wird. Argument <b>port</b> enthält nicht die Port Nummer oder es handelt sich um die Payload eines anderen Geräte-Typs
not enough bytes in payload	Die Länge der Payload ist kürzer als erwartet, d.h. die Payload ist unvollständig, <b>payloadBytes</b> nicht enthält alle Bytes der Payload oder nicht die Payload-Bytes.

### 12.4.1.3 Decodier-Funktion Rückgabe: Decodierte Uplink-Payloads

Der TSM versendet über verschiedenen LoRaWAN®-Ports Payloads mit verschiedenen Inhalten. Dementsprechend müssen die empfangenen payload-Bytes abhängig vom Port unterschiedlich interpretiert und ausgegeben werden.

Die Rückgabe des Decodierfunktion ist ein Json-Objekt, dessen Aufbau im Folgenden beschrieben ist.



(Verweis zu Payload-Beschreibung:)

#### 12.4.1.3.1 Decodierte Uplink-Payload Port 3 - Daten

JSON	Beschreibung	
{		
"manufacturer": "comtac AG",	Informationen für Diagnosezwecke. Werden vom Decoder, nicht vom TSM, erzeugt. Lediglich die "payloadVersion" wird aus der empfangenen Payload übernommen.	
"comtacDevice": "LPN TSM",		
"payloadVersion": 3,		
"DecoderVersion": "3.02",		
"port": 3,	Portnummer. Herkunft Argument « <b>port</b> » im Decodierer-Funktionsaufruf	
"portFunction": "Measurements",	Dateninhalt des Ports in Klartext	
"payloadLength": 45,	Länge des beim Aufruf übergebenen Payload-Byte-Arrays « <b>payloadBytes</b> »	
"batterySupplied": false,	Status: TSM im Backup-Betrieb (false/true)	
"lowBattery": false,	Status der Batterie:	
"firstEvent": 0,	Nummer des die Übertragung auslösenden events	

"firstEventName": "No event",	Auslösender Event (firstEvent) in Klartext	
"event": {	Typ des auslösenden events	
"init": false,	true: Übertragung nach TSM Neustart	
"timer": true,	true: zyklische Übertragung	
"alarmDi": false,	true: Übertragung aufgrund eine Digitaleingangsents	
"alarmAi": false,	true: Übertragung aufgrund einer Grenzwertverletzung eines Analogwertes	
"buttonOrDownlink": false,	true: Übertragung ausgelöst durch Tastendruck oder downlink-Telegramm	
"configRx": false,	true: Übertragung ausgelöst durch Empfang eines Konfigurations- downlink-Telegramms	
"devInfo": false,	true: Übertragung ausgelöst durch Empfang eines DeviceInfo-Anforderungs- downlink-Telegramms	
"syncReq": false,	nicht mehr verwendet, immer ffasle	
"reserved": false	Nicht verwendet	
},		
"vBattery": 3,	Spannung der Batterie in Volt	
"timestampFirstEvent": 1634299475,	Zeitstempel des die Übertragung auslösenden Events (UNIX-Format) in Sekunden	
"timestampString": "Fri Oct 15 2021 14:04:35 GMT+0200 (Mittleuropäische Sommerzeit)",	Zeitstempel in lesbarem Format	
"cs":	Strommesswerte IL1, IL2, IL3, ILN	
"iSourceModbus": true,	Quelle der Strommessung: true: über Modbus erfasst false: über Anloeingänge erfasst	
"il1Valid": true,	< Ilx> : Strommesswerte für in Ampere < ILxValid> : true : Messwert konnte eingelesen werden, der entsprechende Strommesswerte ist gültig false: Messwert konnte nicht eingelesen werden, der entsprechende Strommesswert ist ungültig, d.h falsch oder alt	
"il1": 0,		
"il2Valid": true,		
"il2": 0,		
"il3Valid": true,		
"il3": 0,		
"ilnValid": true,		
"in": 0		
},		
"vs": {	Spannungsmesswerte UL1N, UL2N, UL3N, UL12, UL23, UL31	
"ul1NMax": 231,	Spannungsmin- und max-Werte in Volt	
"ul1NMin": 231,		
"ul2NMax": 2,		
"ul2NMin": 2,		
"ul3NMax": 2,		
"ul3NMin": 2,		
"ul12Max": 230,		
"ul12Min": 230,		
"ul23Max": 0,		
"ul23Min": 0,		
"ul31Max": 230,		
"ul31Min": 230		
},		
"ts": {	Temperaturmesswerte	
"ttValid": true,	<t.>: Temperaturmesswert in °C	

"tt":26,	<t..Valid> True: Temperaturmesswert ist gültig False: Temperaturmesswert ist ungültig. Messwert ausserhalb Bereich oder Temperaturfühler nicht oder falsch angeschlossen	
"ttrValid":true,		
"ttr":25,		
"taValid":false,		
"ta":-6,		
"trValid":true,		
"tr":25		
},		
"sc":{	Digital-Ein-/Ausgänge Kurzschluss-/Erdschlussmelder	
"sc1":{	<isInterrupt>: true= event an diesem Eingang aufgetreten <actualState>; aktueller Zustand des Eingangs True: Kontakt am Eingang geschlossen False: kontakt am Eingang geöffnet	
"isInterrupt":false,		
"actualState":false		
},		
"sc2":{		
"isInterrupt":false,		
"actualState":false		
},		
"sce1":{		
"isInterrupt":false,		
"actualState":false		
},		
"sce2":{		
"isInterrupt":false,		
"actualState":false		
},		
"scr1":false,	aktueller Zustand der entsprechenden Digitalausgänge	
"scr2":false,		
"scer1":false,		
"scer2":false		
},		
"lts":{	Digitaleingang Sicherung/Lasttrennschalter	
"isInterrupt":false,	<isInterrupt>: true= event an diesem Eingang aufgetreten <actualState>; aktueller Zustand des Eingangs True : Kontakt am Eingang geschlossen False: Kontakt am Eingang geöffnet	
"actualState":false		
},		
"do":{	Versorgungsspannungsausgänge	
"pp":{	isAvailable": true: Ausgang kann über Funk gesteuert werden false: Ausgang kann über Funk nicht gesteuert werden  "actualState": aktueller Zustand des Ausgangs	
"isAvailable":true,		
"actualState":false		
},		
"pm":{		
"isAvailable":false,		
"actualState":false		
},		
"pr":{		

"isAvailable":false,		
"actualState":false		
}		
},		
"di":{	Weitere Digitaleingänge	
"dp":{	<isInterrupt>: true= event an diesem Eingang aufgetreten <actualState>; aktueller Zustand des Eingangs True : Kontakt am Eingang geschlossen False: kontakt am Eingang geöffnet	
"isInterrupt":false,		
"actualState":false		
},		
"da":{		
"isInterrupt":false,		
"actualState":false		
},		
"ri":{		
"isInterrupt":false,		
"actualState":false		
}		
}		
}		

Die vorstehend dargestellte JSON -Rückgabe basiert auf dem Aufruf der Decodierfunktion

**parseUplink(payloadBytes, port)**

mit den Argumenten

port = 3

payloadBytes (Array) mit den Werten (hexadezimal dargestellt):

0x03 0x00 0x01 0x96 0x61 0x69 0x6e 0x53 0x01 0x1f 0x00 0x00 0x00 0x00 0x02 0x00 0x00 0xb5 0xb5 0x01 0x01 0x01 0x01 0x5c 0x5c 0x00 0x00 0x5c 0x5c 0x03 0x0b 0x4c 0x4b 0x2c 0x4b 0x04 0x00 0x00 0x05 0x00 0x06 0x01 0x07 0x00

Anzahl der Bytes (payloadBytes.length) = 45

**12.4.1.3.2 Decodierte Uplink-Payload Port 100 – Konfiguration**

Das uplink -Konfigurationstelegramm enthält neben den aktuellen Statusinformationen des TSM, die aktuellen Einstellungen des TSM

JSON	Beschreibung	
{		
"manufacturer": "comtac AG",	Informationen für Diagnosezwecke. Werden vom Decoder, nicht vom TSM, erzeugt. Lediglich die "payloadVersion" wird aus der empfangenen Payload übernommen	
"comtacDevice": "LPN TSM",		
"payloadVersion": 3,		
"DecoderVersion": "3.02",		
"port": 100,	Portnummer. Herkunft Argument «port» im Decodierer-Funktionaufruf	
"portFunction": "Configuration",	Dateninhalt des Ports in Klartext	
"payloadLength": 39,	Länge des beim Aufruf übergebenen Payload-Byte-Arrays «payloadBytes»	
"batterySupplied": false,	Status: TSM im Backup-Betrieb (false/true)	

"lowBattery":false,	Status der Batterie:	
"firstEvent":13,	Nummer des die Übertragung auslösenden events	
"firstEventName":"UL1N Event",	Auslösender Event (firstEvent) in Klartext	
"event":{	Typ des auslösenden events	
"init":true,	true: Übertragung nach TSM Neustart	
"timer":false,	true: zyklische Übertragung	
"alarmDi":false,	true: Übertragung aufgrund eine Digitaleingangs-events	
"alarmAi":false,	true: Übertragung aufgrund einer Grenzwertverletzung eines Analogwertes	
"buttonOrDownlink":false,	true: Übertragung ausgelöst durch Tastendruck oder downlink-Telegramm	
"configRx":false,	true: Übertragung ausgelöst durch Empfang eines Konfigurations- downlink-Telegramms	
"devInfo":false,	true: Übertragung ausgelöst durch Empfang eines DeviceInfo-Anforderungs- downlink-Telegramms	
"syncReq":false,	nicht mehr verwendet, immer false	
"reserved":false	Nicht verwendet	
},		
"vBattery":2.99,	Spannung der Batterie in Volt	
"txInterval":1,	Zyklisches Sendeintervall in Minuten	
"syncInterval":12,	Intervall für die Zeitsynchronisation in Stunden	
"vsCsThresholdDelay":3000,	Verzögerungszeit für Grenzwertverletzungsevent in ms	
"vbatLowThreshold":2300,	Grenzwert für Batteriespannung	
"scDiParams":{		
"scEventMode":3,	Einstellungen für die Digitaleingänge: "..EventMode": Einstellung für Eventauslösung	
"scEventModeVerbal":"EVENT_ON_CHANGE",	0: EVENT_OFF, kein EVENT	
"sceEventMode":3,	1: EVENT_ON_CLOSE= beim Schliessen,	
"sceEventModeVerbal":"EVENT_ON_CHANGE",	2: EVENT_ON_OPEN= Event beim Öffnen,	
"debounceTime":100	3: EVENT_ON_CHANGE= Wechsel des Kontakts am Eingang	
},	"..EventModeVerbal": Klartextdarstellung des EventMode	
"ltsDiParams":{	"debounceTime": Entprellzeit des Eingangs in ms	
"eventMode":2,		
"eventModeVerbal":"EVENT_ON_OPEN",		
"debounceTime":1000		
},		
"dpDiParams":{		
"eventMode":1,		
"eventModeVerbal":"EVENT_ON_CLOSE",		
"debounceTime":1000		
},		
"daDiParams":{		
"eventMode":0,		
"eventModeVerbal":"EVENT_OFF",		
"debounceTime":1000		
},		
"riDiParams":{		

"eventMode":0,			
"eventModeVerbal":"EVENT_OFF",			
"debounceTime":1000			
},			
"backupParams":{	Verhalten der Ausgänge im Batterie-Backup-Betrieb		
"dpAvailable":false,	false: entsprechender Ausgang im Backup-Betrieb abgeschaltet		
"ppAvailable":false,	true: entsprechender Ausgang behält Zustand im Backup-Betrieb bei		
"pmAvailable":false			
},			
"csRate":5,	Strommessintervall in Sekunden		
"csType":4,	Auswahl der Strommessung		
"csIIMeanCurrent":1100,	Grenzwert für Strommessung in A		
"csIITolerance":6,	Hysterese für Grenzwert Strommessung in A		
"csInMax":80,	Max-Grenzwert für Strommessung in A		
"vsRate":5,	Spannungsmessintervall in V		
"vsLnMeanVoltage":230,	Grenzwert für UL-N Spannungsmessung in V		
"vsLnTolerance":10,	Hyterese für den grenzwerte UL-N in V		
"vsLIIMeanVoltage":400,	Grenzwert für UL-L Spannungsmessung in V		
"vsLITolerance":6,	Hyterese für den Grenzwerte UL-L in V		
"tsRate":5,	Temperaturmessintervall in Sekunden		
"ttMax":80,	Grenzwerte für die Temperaturmessung: "t..Max": Max.- Grenzwert in °C "t..Min": Min.- Grenzwert in °C  Ein Wert von 215 bedeutet, dass die Grenzwertüberwachung ausgeschaltet ist.		
"ttMin":10,			
"ttrMax":40,			
"ttrMin":10,			
"taMax":45,			
"taMin":10,			
"trMax":215,			
"trMin":215,			
"ttMaxOff":false,		Zustand der Temperatur Grenzwertüberwachung: "t....Off":	
"ttMinOff":false,		False: Grenzwertüberwachung ist eingeschaltet True: Grenzwertüberwachung ist ausgeschaltet	
"ttrMaxOff":false,	Dies Info wird durch den Payload-Decoder selbst aus den eingestellten Temperaturgrenzwert gebildet. 215 → true < > 215 → false		
"ttrMinOff":false,			
"taMaxOff":false,			
"taMinOff":false,			
"trMaxOff":true,			
"trMinOff":true			
}			

#### 12.4.1.4 Decodier-Funktion Wrapper

Wrapper Funktionen dienen dazu, die Decodier-Funktion des Comtac-Decoders von Systemen verschiedener Hersteller aufzurufen zu können.



Im Comtac-Payload-Decoder stehen folgend Wrapper-Funktionen beispielhaft zur Verfügung. Sie müssen ggf. an veränderte Schnittstellen/Versionen des Herstellers angepasst werden. Schnittstellenbeschreibungen sollten in den Dokumentationen des Systems der Hersteller zu finden sein.

The Things Network:

**decodeUplink(input)**

Chirpstack:

**Decode(fPort, bytes)**

## 12.4.2 Encodier-Funktion

Der Encoder dient zur Konvertierung der von der Anwendung kommenden Anwendungsdaten/Parameter/Kommandos, in aufeinanderfolgende Bytes, die als Payload in LoRaWan®-Telegramme gepackt und zum TSM gesendet werden sollen (downlink).

Die Anordnungen und Bedeutung der Bytes in der downlink-Payload ist in der Payload-Beschreibung beschrieben



Die Anwendungsdaten/Parameter/Kommandos müssen dem Encoder von der Anwendung als json-Objekt übergeben werden, in dem diese als Schlüssel (= Bezeichner) / Werte-Paare dargestellt sind. Der Aufbau der json-Objekte für die verschiedenen downlink Kommandos ist im Folgenden beschreiben.

Der Comtac-Payload-Decoder enthält für die Encodierung der Payload für den downlink die folgende Funktion

**function parseDownlink(jObj, port)**

Beim Aufruf der Funktion müssen die Argumente «jObj und «port» übergeben werden:

Argument	Type	Beschreibung
<b>jObj</b>	JSON Objekt	Enthält Kommando und zugehörige Daten als Schlüssel/Werte-Paar entsprechend folgender Beschreibung
<b>port</b>	Integer	enthält die LoRaWan® Port-Nummer über die die Payload zum TSM gesendet werden soll  Der Encoder unterstützt die Decodierung von Payloads für  Port 3 -Daten  Port 100 -Konfiguration  Port 105 – Device Info

Als Rückgabe liefert die Encoder-Funktion das folgende JSON-Objekt:

**{"port":<port>,"bytes":[<payloadBytes>]}**

Schlüssel	Type	Beschreibung
<b>bytes</b>	Array von Bytes	Enthält die payloadBytes als Array die per dowlink an den TSM gesendet werden
<b>port</b>	Integer	Port, über den die das Kommando an den TSm gesendet wird. Entspricht dem bei Aufruf als port übergebenem Wert

### 12.4.2.1 Encodierung Downlink-Payload Port 3 – Ausgänge setzen

Um Daten über Port 3 zur Steuerung der Ausgänge an den TSM zu senden, muss die Anwendung diese als JSON-Objekt mit dem folgenden Aufbau zu Verfügung stellen:

JSON	Beschreibung	
{		
"command":	Schlüssel für Kommando	
{		
"port": 3,	Port, für den die Daten bestimmt sind, hier immer 3	
"id": 1,	Kommando-ID, hier immer =1	
"setOutputs":	Schlüssel für die Werte für die Ausgangszustände	
{		
"PP":1,	Zustand in den der Ausgang PP geschaltet werden soll 0 oder false: aus 1 oder true :an	
"PM": 1,	Zustand in den der Ausgang PM geschaltet werden soll 0 oder false: aus 1 oder true :an	
"SCR1":1,	Zustand in den der Ausgang SCR1 geschaltet werden soll 0 oder false: aus 1 oder true :an	
"SCR2":1,	Zustand in den der Ausgang SCR2 geschaltet werden soll 0 oder false: aus 1 oder true :an	
"SCER1":1,	Zustand in den der Ausgang SCER1 geschaltet werden soll 0 oder false: aus 1 oder true :an	
"SCER2":1	Zustand in den der Ausgang SCER2 geschaltet werden soll 0 oder false: aus 1 oder true :an	
}		
}		
}		

Als Rückgabe liefert der Encoder bei Übergabe des oben beschriebenen JSON-Objekts folgendes: JSON Objekt:

**{"port": 3,"bytes":[ 0x01 0x0f]}**

Länge der Payload : 2 Bytes

#### 12.4.2.2 Encodierung Downlink-Payload Port 3 – Messungen initiieren

Um Messungen im Backup-Mode zur initiieren, muss an den Payload-Encoder für Port 3 das folgende JSON-Objekt übergeben werden

JSON	Beschreibung	
{		
"command":	Schlüssel für Kommando	
{		
"port": 3,	Port, für den die Daten bestimmt sind, hier immer 3	
"id": 2,	Kommando-ID, hier immer =1	
"initMeasurements":	Schlüssel für die Werte für die Messungsinisierung	
{		
"VS":1,	Initiieren der Spannungsmessung: "VS": 1 oder true → Spannungsmessung wird gestartet "VS": 0 oder false → Messung wird nicht gestartet	
"TS": 1	Initiierung der Strommessung: "TS": 1 oder true → Temperaturmessung wird gestartet "TS": 0 oder false → Temperaturmessung wird nicht gestartet	
}		
}		

```
}
}
```

Als Rückgabe liefert der Encoder bei Übergabe des oben beschriebenen JSON-Objekts folgendes: JSON Objekt:

```
{"port": 3, "bytes": [ 0x02 0x03]}
```

Länge der Payload : 2 Bytes

### 12.4.2.3 Encodierung Downlink-Payload Port 100 – Konfiguration

Über Port 100 kann per Downlink die Konfiguration des TSM geändert werden. Dazu muss das folgende JSON-Objekt an den Payload-encoder übergeben werden

JSON	Beschreibung	
{		
"command":{	Schlüssel für Kommando	
"port":100,	Port, für den die Konfiguration zum TSM gesendet wird, hier immer 100	
"config":{	Schlüssel für allgemeine Konfigurationsparameter	
"txInterval":15,	"txInterval": zyklisches Sendeintervall in Minuten	
"syncInterval":12,	"syncInterval": Intervall für die Zeitsynchronisation in Stunden	
"vsCsThresholdDelay":2100,	"vsCsThresholdDelay":Verzögerungszeit für Grenzwertverletzung bei Strom und Spannungsmessung in Millisekunden	
"scDiParams":{	Schlüssel für Konfiguration SC und SCE Digitaleingänge	
"scEventMode":1,	"scEventMode": Ereignisauslösung bei 0: keine 1: schliessendem Kontakt 2: öffnendem Kontakt 3: Änderung des Kontaktzustands	
"sceEventMode":2,	"sceEventMode": Ereignisauslösung bei 0: keine 1: schliessendem Kontakt 2: öffnendem Kontakt 3: Änderung des Kontaktzustands	
"debounceTime":100	"debounceTime": Entprellzeit in Milisekunden	
},		
"ltsDiParams":{	Schlüssel für Konfiguration des LTS- Digitaleingangs	
"eventMode":3,	"eventMode": Ereignisauslösung bei 0: keine 1: schliessendem Kontakt 2: öffnendem Kontakt 3: Änderung des Kontaktzustands	
"debounceTime":200	"debounceTime": Entprellzeit in Milisekunden	
},		
"dpDiParams":{	Schlüssel für Konfiguration des DP- Digitaleingangs	
"eventMode":1,	"eventMode": Ereignisauslösung bei 0: keine 1: schliessendem Kontakt 2: öffnendem Kontakt 3: Änderung des Kontaktzustands	
"debounceTime":300	"debounceTime": Entprellzeit in Milisekunden	
},		
"daDiParams":{	Schlüssel für Konfiguration des DA- Digitaleingangs	
"eventMode":2,	"eventMode": Ereignisauslösung bei 0: keine 1: schliessendem Kontakt 2: öffnendem Kontakt	

	3: Änderung des Kontaktzustands	
"debounceTime":400	"debounceTime": Entprellzeit in Millisekunden	
},		
"riDiParams":{	Schlüssel für Konfiguration des RI- Digitaleingangs	
"eventMode":3,	"eventMode": Ereignisauslösung bei 0: keine 1: schliessendem Kontakt 2: öffnendem Kontakt 3: Änderung des Kontaktzustands	
"debounceTime":0	"debounceTime": Entprellzeit in Miliisekunden	
},		
"backupParams":{	Schlüssel für backupParameter	
"dpAvailable":true,		
"ppAvailable":true,	"..Available":Versorgungsspannungsausgänge True: verfügab im BACHup-Betrieb	
"pmAvailable":true	False: im BackupBetrieb ausgeschaltet	
},		
"csRate":5,	Messzyklus Strommessung in Sekunden	
"vsRate":5,	Messzyklus Spannungsmessung in Sekunden	
"tsRate":10	Messzyklus Temperaturmessung in Sekunden	
}		
}		
}		

Als Rückgabe liefert der Encoder bei Übergabe des oben beschriebenen JSON-Objekts folgendes: JSON Objekt:

**{"port": 100,"bytes":[ 0x00, 0x0f, 0x0c, 0x08, 0x34, 0x19, 0x23, 0x31, 0x42, 0x03, 0x07, 0x05, 0x05, 0x0a]}**

Länge der Payload : 14 Bytes

#### 12.4.2.4 Encodierung Downlink-Payload Port 105 – Device Info

Mit diesem Kommando kann ein Device-Info-Nachricht vom TSM angefordert werden. Dazu muss das folgende JSON-Objekt an den Payload-Encoder für den Versand über Port 105 übergeben werden.

JSON	Beschreibung	
{		
"command":	Schlüssel für Kommando	
{		
"port": 105,	Port, hier immer 105	
"id": 1	Kommando ID: hier immer 1	
}		
}		

Als Rückgabe liefert der Encoder bei Übergabe des oben beschriebenen JSON-Objekts folgendes: JSON Objekt:

**{"port": 105,"bytes":[1]}**

---

#### 12.4.2.5 Encodier-Funktion Wrapper

Für die Encodier-Funktion stehen im Comtac-Payload-Decoder stehen folgend Wrapper-Funktionen beispielhaft zur Verfügung. Sie müssen ggf. an veränderte Schnittstellen/Versionen des Herstellers angepasst werden. Schnittstellenbeschreibungen sollten in den Dokumentationen des Systems der Hersteller zu finden sein.

The Things Network:

**encodeDownlink(input)**

Chirpstack:

**Encode(fPort, jObj)**

---

### 13 Verweise

(1) MODBUS over serial line specification and implementation guide V1.02

[https://modbus.org/docs/Modbus\\_over\\_serial\\_line\\_V1\\_02.pdf](https://modbus.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1_02.pdf)

(2) LoRaWAN® Specification v1.0.3

[https://lora-alliance.org/resource\\_hub/lorawan-specification-v1-0-3/](https://lora-alliance.org/resource_hub/lorawan-specification-v1-0-3/)

(3) STM32CubeProgrammer software (STM32CubeProg)

<https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubeprog.html>