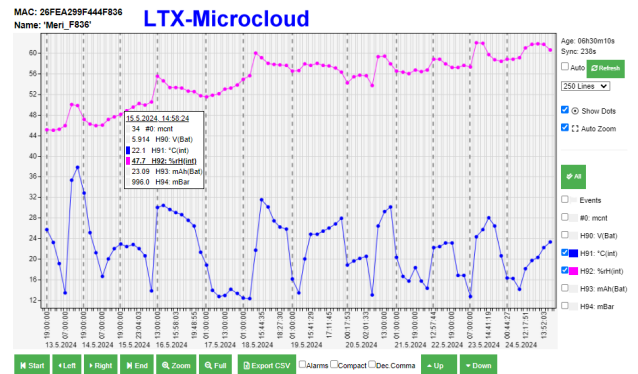


AquatOS OBC



Satelliten-Gateway für SDI-12, Typ 920 Datenblatt und Schnellstart-Anleitung

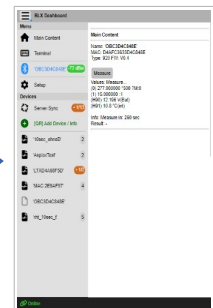
1 Übersicht



LTX-Microcloud

BLX-Dashboard-APP

AquatOS OBC-MINI



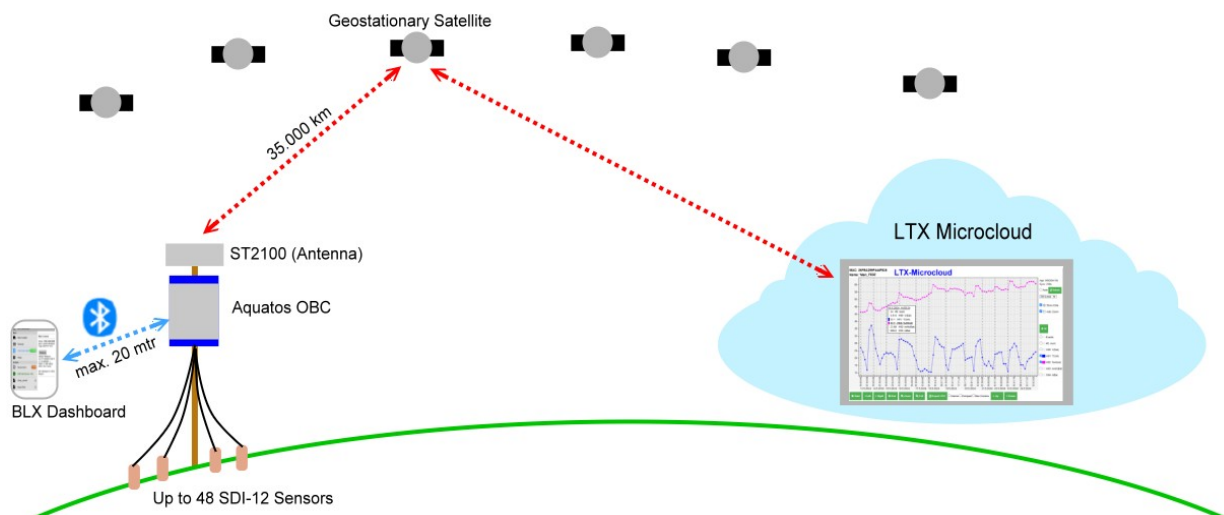
„AquatOS OBC“ ist ein kleines Satelliten-Gateway zum nahezu weltweiten Einsatz über einen SDI-12-Bus vernetzte Sensoren. Es sind bis zu 48 Messkanäle in voller Auflösung (Fließkommawerte) möglich. Das Gerät kann mit herkömmlichen Batterien jahrelang Messdaten zuverlässig und nahezu in Echtzeit in die Cloud transportieren, verfügt über eine auf Ausrichtung unempfindliche Hochleistungsantenne und lässt sich sehr bequem konfigurieren (sowohl über die Cloud, als auch lokal per Bluetooth APP). Bei Bedarf können auch GPS-Positionen mit übertragen werden. Die komplette Cloud-Software und APP stehen als frei verfügbare Open-Source-Lösung zur Verfügung!

Der AquatOS OBC steht in 2 Versionen zu Verfügung:

- „MINI“ (wie auf obiger Abbildung) mit 4 internen CR123a Standard-Batterien (3.0V, ca. 1.5Ah) und (optional) zusätzlicher externer Stromversorgung (12V – 14.4V). Die internen Batterien ermöglichen einen Betrieb von bis zu 1 Jahr.
- „STD-D/AA“ mit (Version „-D“): 3 internen Standard Lithium-D-Zellen (3.6V, ca. 12Ah) oder (Version „-AA“) 8 Stück Lithium-AA-Zellen (1.5V, ca. 3.5Ah). Damit ist ein Betrieb von bis zu mehr als 8 Jahren („-D“), bzw. 3 Jahre („-AA“) möglich.

1.1 Das System

AquatOS OBC arbeitet mit Geostationären-Satelliten (Orbcomm Inmarsat) . Diese Satelliten befinden sich in festen Positionen von ca. 35.000 km Höhe über dem Äquator. In geographischen Breiten im Bereich -70° bis $+70^{\circ}$ kann der AquatOS OBC zuverlässig mit ihnen kommunizieren, die Antenne muss dazu nur „ganz grob“ in Richtung Himmel ausgerichtet werden und auch mobiler Einsatz (z.B. auf Bojen oder Fahrzeugen) ist problemlos möglich, stationäre Standorte sind in den Randstreifen bis -80° und bis $+80^{\circ}$ möglich. Nur die Regionen nahe der Pole sind für den AquatOS OBC nicht geeignet.



Die Kommunikation zwischen AquatOS OBC und Cloud ist recht schnell und erfolgt fast in Echtzeit, Daten benötigen im Normalfall nur wenigen Sekunden für die Übertragung! Auch ist sie bidirektional und bei Bedarf können auch GPS-Koordinaten vom AquatOS OBC mit übertragen werden.

1.2 Versionen



For Security: Remove PIN Label after Setup from Device!



For Security: Remove PIN Label after Setup from Device!

Links: Version „Mini“ mit 4 preiswerten Foto-Batterien (CR123a), Rechts: „STD-D/AA“ (in Version „-D“): 3 internen Standard Lithium-D-Zellen (3.6V, ca. 12Ah).

Wichtig: Aus Sicherheitsgründen das rot umrandete Label mit der Zugriffs-PIN nach dem Setup vom Gerät entfernen und anderweitig aufbewahren!

Zum Öffnen der Gehäuse wird ein kleiner Schraubendreher (Schlitz) benötigt:



Ein kleiner Tipp aus der Praxis: Das Entnehmen der Batterien (zumindestens bei der ersten) ist mechanisch nicht ganz so einfach. Es kann daher sehr hilfreich sein, vor dem Einlegen der Batterien ein flaches, einigermaßen reißfestes Band darunter zu legen. Durch Ziehen am Band können die Batterien dann bequem aus den Haltern entnommen werden:



1.3 Software

Zur lokalen Kommunikation mit AquatOS OBC via Bluetooth wurde die APP „BLX Dashboard“ entwickelt. Es handelt sich um eine sogenannte „PWA“, eine APP, die direkt aus dem Browser auf Android- und Windows-Systemen gestartet werden kann, sich aber auch komplett offline verwenden lässt. Ihre Verwendung wird hier nachfolgend kurz gezeigt.

Als komplette Cloud-Software steht die „LTX Microcloud“ in 2 Versionen (mit und ohne SQL-Datenbank-Anbindung) zur Verfügung. Von der „LTX Microcloud“ aus lassen sich auch Kommands

an den AquatOS OBC senden! Beispielsweise zum ändern des Messintervalls oder zur Anforderung von GPS-Positionsdaten.

Wichtig: Die komplette Cloud-Funktionalität zum Betrieb von einer nahezu beliebigen Anzahl von AquatOS OBC (und diversen anderer Typen unserer Daten-Logger und Transmitter), die „LTX Microcloud“, sowie die APPs zur lokalen Kommunikation „BLX Dashboard“ stellen wir kostenlos, als Open-Source und lizenziert zur kommerziellen Verwendung für jedes Gerät von uns zur Verfügung! Die „LTX Microcloud“ steht in 2 Versionen (Mit und ohne SQL-Datenbank-Anbindung) zur Verfügung:

- https://github.com/joembedded/LTX_Server
LTX Microcloud: Voll-Version für SQL Datenbank
- https://github.com/joembedded/LTX_Legacy
LTX Microcloud: rein dateibasierte „Light“-Version, ohne SQL Datenbank
- https://github.com/joembedded/ltx_ble_demo
BLX.JS, minimale Webseite für Bluetooth-Kommunikation. Vorstufe/Ausgangsbasis für eine APP.
- <https://github.com/joembedded/JoEm-Dashboard>
BLX Dashboard, Kommunikations-APP als echte PWA. Baut auf den selben Treibern und Kommandos wie BLX.JS auf.
- <https://joembedded.de/x3/blueshell/>
Die BlueShell ist eine dritte Kommunikations-APP (nur für PC (ab Windows 10))

Detail-Anleitungen zur LTX Microcloud und den dazugehörigen APPs befinden sich bei den jeweiligen Projekten. Hier wird nur der Betrieb des AquatOS OBC beschrieben.

2 Einrichtung und Aufbau

Jedem System liegt eine kurze Anleitung zur entsprechenden Variante bei. Das System besteht aus 2 Komponenten und ist komplett witterungsresistent (Dichtigkeit IP67):

- AquatOS OBC - Im Bild das untere Gehäuse. Es beinhaltet die Steuerungs-Elektronik und die Stromversorgung. Der Einsatz-Temperaturbereich hängt von den verwendeten Batterien ab:
 - „STD-D“ mit 3 * Typ „SAFT-LSH20“: Einsatz **-40°C bis +85°C**
 - „STD-AA“ mit 8 * Typ „Energizer L91“: Einsatz -40°C bis +60°C
 - „MINI“ mit 4 * Typ „Energizer CR123a“: Einsatz -40°C bis +60°C
- Orbcomm Satelliten-Antenne (ST2100) – Im Bild das obere Gehäuse. Die Hauptstrahlrichtung ist in Richtung der flachen Seite. Im Bild ist sie optimal für die geographische Breite auf etwa 50° ausgerichtet. Die Antenne hat einen Einsatz-Temperaturbereich von **-40°C bis +85°C**.

Im Wesentlichen gilt es zu beachten, dass die Antenne eine einigermaßen gute und flächige Sicht zum Himmel hat. Überschlagsmäßig ist als ungefähre Richtung der mittlere Mittags-Sonnenstand im Frühling oder Herbst eine grobe Orientierung. Ein guter Kontakt zu den Satelliten reduziert auch den Energieverbrauch. Die Antenne sollte nicht abgedeckt werden.

Im Bild rechts wurde die Antenne mit 2 einfachen Metallwinkeln zusammen mit dem Aquato OBC an einem Träger montiert.

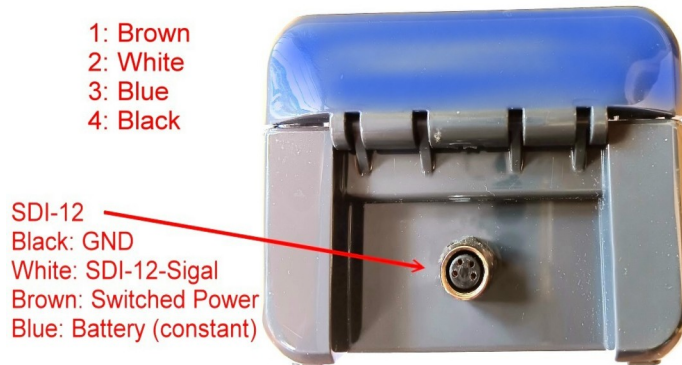
Info: Die Orbcomm Satelliten-Antenne kann über ein Standard M12-8 Verlängerungskabel um bis zu maximal 5 Meter vom Aquatos OBC abgesetzt werden.



Sicherheitshinweis: Die Zertifizierungs-Vorschriften erfordern, dass im dauerhaft laufenden Betrieb einen Mindestabstand von 20 cm zu Menschen und Tieren eingehalten wird.

3 Technische Inbetriebnahme

Zum Anschluss der SDI-12 Sensoren (und optional direkten Zugriff auf die interne Versorgungsspannung) dient die Buchse „M8 - 4 polig“ am Gehäuse:



Der SDI-12-Bus wird über die drei Leitungen Schwarz-Weiss-Braun (Standard-Farben M8-Kabel) angeschlossen. Braun ist die geschaltete Batteriespannung, Blau kann zur Dauerversorgung von Sensoren verwendet werden.

Das Gerät verfügt über BluetoothLE („BLE“) und lässt sich sehr einfach per PC (ab Windows 10) oder einem Smartphone mit Android und BLE in Betrieb nehmen. Es kann sowohl die BlueShell, BLX Dashboard oder BLX.JS verwendet werden.

Technische Hinweise zu Low-Voltage-SDI12 und BLE sind hier zu finden:
https://joembedded.de/x3/ltx_firmware/GeneralDocus/open_sdi12_1v4_Bericht_DE.pdf

Im Auslieferungszustand ist BLE aktiv, aber die Sensoren und Übertragung deaktiviert.

3.1 Der Datenplan

Der AquatOS OBC überträgt seine Daten in einem komprimierten Format.

Pro Übertragung werden im Schnitt ca. 17 Bytes fix plus jeweils 4 Bytes pro aktivem Mess-Kanal benötigt (ein typischer Drucksensor (Druck/Temperatur) hätte also dann insgesamt 25 Bytes pro Übertragung, eine Temperaturmesskette mit 10 Messpunkten 57 Bytes pro Übertragung). Dazu kommt ein geringer Overhead für Kommandos und pro Einbuchung des Modems. Üblicherweise kann dieser Overhead aber quasi vernachlässigt werden.

Beispiel: Ein Gerät mit Mess-Periode 3600 Sekunden und 2-kanaligem Sensor würde also pro Tag etwa 600 Bytes und pro Monat etwa 18.2 kByte verbrauchen, eine Temperaturmesskette mit 10 Messpunkten und Übertragung alle 6 Stunden dann etwa 7.1 kByte pro Monat.

Wichtig: Die verschiedenen Datenpläne des AquatOS OBC erlauben nur eine maximale Datenmenge pro Monat (Stand 2024 sind Datenpläne zwischen 0.5 kB / Monat und 100 kB / Monat möglich und müssen vor Verwendung des Gerätes gebucht werden)! Die benötigten Infos liegen dem Gerät

jeweils bei. Daher die Periode nicht auf schneller setzen als es der entsprechende Datenplan erlaubt!

3.2 Kommandos

Per BLE-Terminal sind folgende Befehle wichtig:

,p': Mess-Periode in Sekunden, Default: „3600“.

Wichtig: Um Zusatzkosten zu vermeiden, den gebuchten Datenplan nicht überschreiten!

,r': Kommando-Periode in Sekunden, Default: „1800“. Es ist auch möglich, sämtliche Kommandos über Satellit an das Gerät zu senden. Um Energie zu sparen, sollte der Wert aber nur bei Bedarf verkleinert werden.

,h': HK-Counter: HK steht für „House-Keeping“, auf diesem Gerät sind das die Batteriespannung und die interne Temperatur. Per Default ist dieser Wert 1. Das heißt bei jeder Übertragung werden die HK-Werte mit übertragen. Da sie meist aber nur weniger häufig als die Messwerte benötigt werden, kann man mit einem Wert $n > 1$ die Übertragung auf jeden n-te Nachricht reduzieren um Daten zu sparen.

,a': „Packet-Index“, Startet mit 0 und wird pro Übertragung um 1 erhöht. Auf 64999 folgt 0.

,f': Die Betriebsart des Gerätes (als Zahlenwert):

0: „OFF“: Dauerhaft aus (Auslieferungszustand)

1: „ON“: Diese Betriebsart hält das Satelliten-Modem immer in Betrieb.

Wichtig: unterhalb von ca. 7.5 V („Batterie leer“) schaltet das Gerät in den Tiefschlaf, bei dem nur noch BLE aktiv ist, unterhalb von ca. 10.0 V gilt „Batterie schwach“. Bei Versorgung mit Lithium-Batterien ist die gemessene Batteriespannung aber nur bedingt aussagekräftig, da diese normalerweise ihre Spannung fast bis zum Ende halten.

,?': Listet alle Einstellungen auf und die MAC des Satelliten-Modems.
Info: Der „Signal“-Wert sollte optimalerweise oberhalb von 4000 liegen.

,c': Das SDI-12 Messkommando (Folgeabschnitt). Default ist „*500 ?M“ (ohne ,!'-Zeichen)

,zCMD': Sendet CMD als SDI-12-Kommando (am Ende ein ,!'-Zeichen)

,z+': Schaltet für mindestens 5 Minuten die SDI-12-Stromversorgung an (ermöglicht es z.B. per BLE mit Sensoren zu kommunizieren)

,z-': Schaltet die SDI-12-Stromversorgung in jedem Fall aus

,i': Startet eine Messung mit nachfolgender Übertragung (sofern ,f' nicht 0 ist).

,Write': Speichert die Einstellungen nichtflüchtig ab

,FactoryReset': Löscht sämtliche Einstellungen, setzt ,f' auf den Wert 0 (Off)

,e' (oder Button „Measure“ in der APP): Zeigt eine Messung an (reine Anzeige)

3.2.1 Weitere -nur für den Service wichtige- Kommandos:

Nur zur Vollständigkeit hier aufgeführt. Im Normalbetrieb werden diese Kommandos nicht benötigt.

,#': Startet ein BLE Terminal zum Modem für direkte Befehle. Gegebenenfalls wird das Modem dazu eingeschaltet. Das Terminal kann mit ,~' beendet werden. Alle Kommandos an das Modem beginnen mit ,AT'. Modem bleibt danach eingeschaltet.

,\$: Sendet ein einzelnes Kommando an das Modem. z.B. „\$AT%UTC“ liefert die UTC-Zeit des Modems.

,m': Modem einfach nur einschalten

,M': Modem ausschalten

3.3 Parametrierung und Messungen

Wenn in der Praxis für einige Zeit keine oder nur schlechte Verbindung zum Satellit möglich ist, könnten sich ausgehende Nachrichten stauen. Daher werden maximal nur ca. 20 Nachrichten gespeichert.

Weiterhin ist es auch möglich, dass Pakete bei Problemen in falscher Reihenfolge in der Cloud eintreffen können, was aber für die „LTX Microcloud“ kein Problem darstellt, da die „LTX Microcloud“ die Daten (anhand des „Packet-Index“) in der korrekten Reihenfolge ordnet.

3.3.1 Das ,c'-Kommando und ein Beispiel

,cCMD' sendet CMD an den SDI-12-Bus. Falls nötig wird die SDI-12-Stromversorgung mit einer Aufwachzeit von 250 msec eingeschaltet. Optional kann mit ,*XXX' jederzeit eine Wartezeit von XXX msec eingefügt werden.

Als CMD sind z.B. die ,M' oder ,R' Kommandos geeignet. Nach dem Kommando (ohne abschliessendes ,!'-Zeichen) kann eine Liste der zu messenden Kanäle folgen (es sind ja nicht immer alle Kanäle eines Sensors nötig). Ohne Angabe werden aber alle Kanäle des Sensors genommen.

Einige Beispiele (ohne führendes ,c'). Trenner ist ein Leerzeichen oder ein Unterstrich (,_'):

?M Wenn nur ein einzelner SDI-12-Sensor angeschlossen ist, gemessen werden alle seiner Kanäle (SDI-12 V1.2 kompatibel ohne CRC).

- *1800 ?MC Wie oben, aber die Power-Up-Zeit beträgt 1800 msec und es wird (SDI-12 V1.3 kompatibel) mit CRC gemessen. Wertebereich ist 0 – 9999 msec.
- + ?MC ,+‘ ist identisch zu ,*‘, lässt die SDI-12 Spannungsversorgung nach der Messung dauerhaft an (Abschaltung bei „Batterie leer“). Dieser Modus ist z.B. für Sensoren mit laufenden Messungen, wie etwa Zähler oder mittelnde Windsensoren nötig.
- 0M:0 Es wird der 1. Wert des Sensors mit der Adresse ,0‘ gemessen.
- 1MC:1:3 Es werden der 2. und 4. Wert des Sensors mit der Adresse ,1‘ (mit CRC) gemessen.
- 1M:0-4 Es werden 5 Messwerte von Sensor ,1‘ aufgezeichnet.

Im folgenden Beispiel sind zwei Sensoren angeschlossen: Adresse ,1‘ ist eine 2-kanalige Temperaturmesskette, Adresse ,5‘ ist ein Leitfähigkeits-Sensor (Leitfähigkeit in $\mu\text{S}/\text{cm}$ und Temperatur). Beide Sensoren sind innerhalb von 200 msec bereit. Es sollen immer alle Kanäle aufgezeichnet werden.

Also lautet das SDI-12-Messkommando (mit CRC): „c1MC:0-1 5MC:0-1“. Ein Auszug aus der Kommunikation (über das Terminal der BlueShell, BLX Dashboard oder BLX.JS):

```

> ?                                     Check Parameter
: 'Modem MAC: '012345678SKY0123' '    MAC of the Modem
: 'Modem: OFF'
: 'CMD: '*500 ?M' '
: 'Period: 3600 sec'
: 'Mode-Flags: '0' '                  Mode „Off“
: 'Packet-ID: '0' '
> f1                                   Mode „On“
: 'Mode-Flags: '1' '
> z1I!                                Check ID ,1‘
: 'SDI CMD: '1I!' '
: 'SDI: '113TT_TN_2W_0410_OSX713F9C22<CR><LF>' '
> z5I!                                Check ID ,5‘
: 'SDI CMD: '5I!' '
: 'SDI: '513DECAGON ES-2 385<CR><LF>' '
> c1MC:0-1 5MC:0-1                    Set SDI-12 Measure Cmd.
: 'CMD: '1MC:0-1 5MC:0-1' '
> e                                   Test Measure
Measure...                            Looks good!
(0)12.545002 1MC:0                     Unit: #0: °C_T0
(1)12.488001 (...):1                   Unit: #1: °C_T1
(2)396.000000 5MC:0                     Unit: #2:  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 
(3)13.300001 (...):1                   Unit: #0: °C_H2O
(H90)3.799 V(Bat)
(H91)14.3 °C(int)
> f                                   Check Mode
: 'Mode-Flags: '1' '

```

```

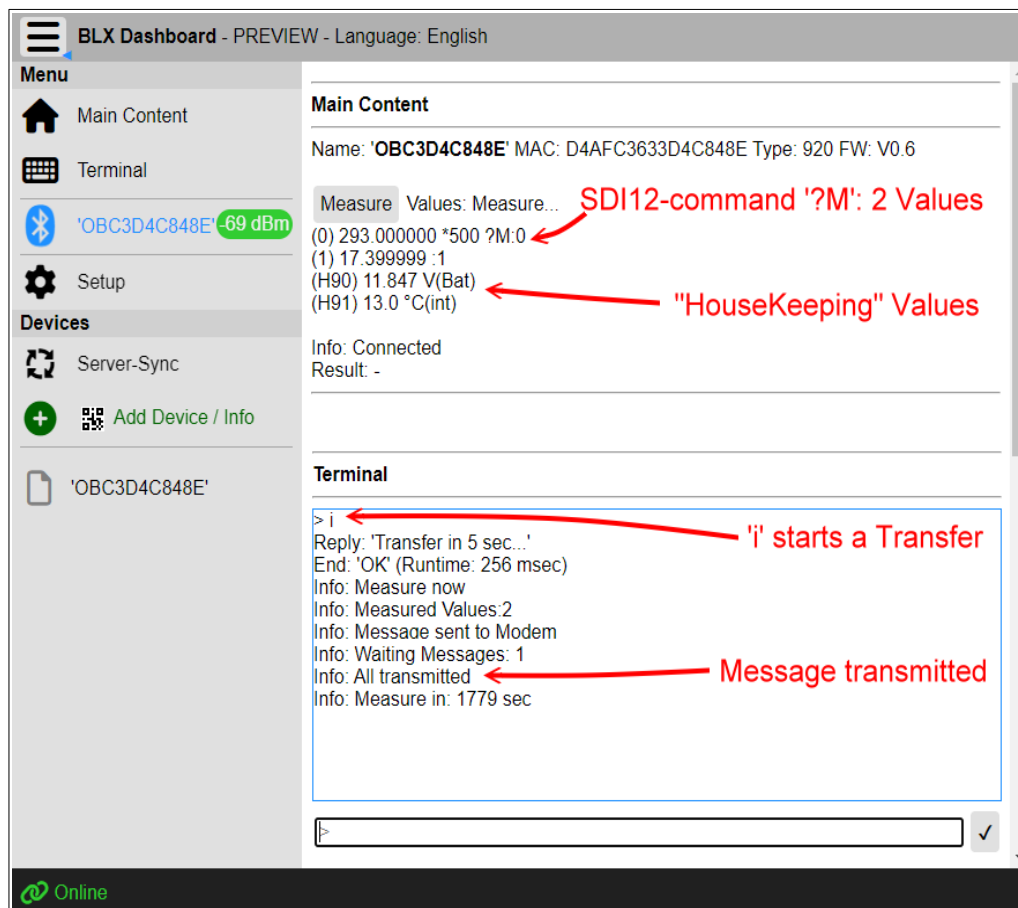
> p
: 'Period: 3600 sec'
> Write
: 'Write OK'
> i
: 'Transfer in 5 sec'

```

Check Period

Write Reset-proof

Start a Measure & Transfer



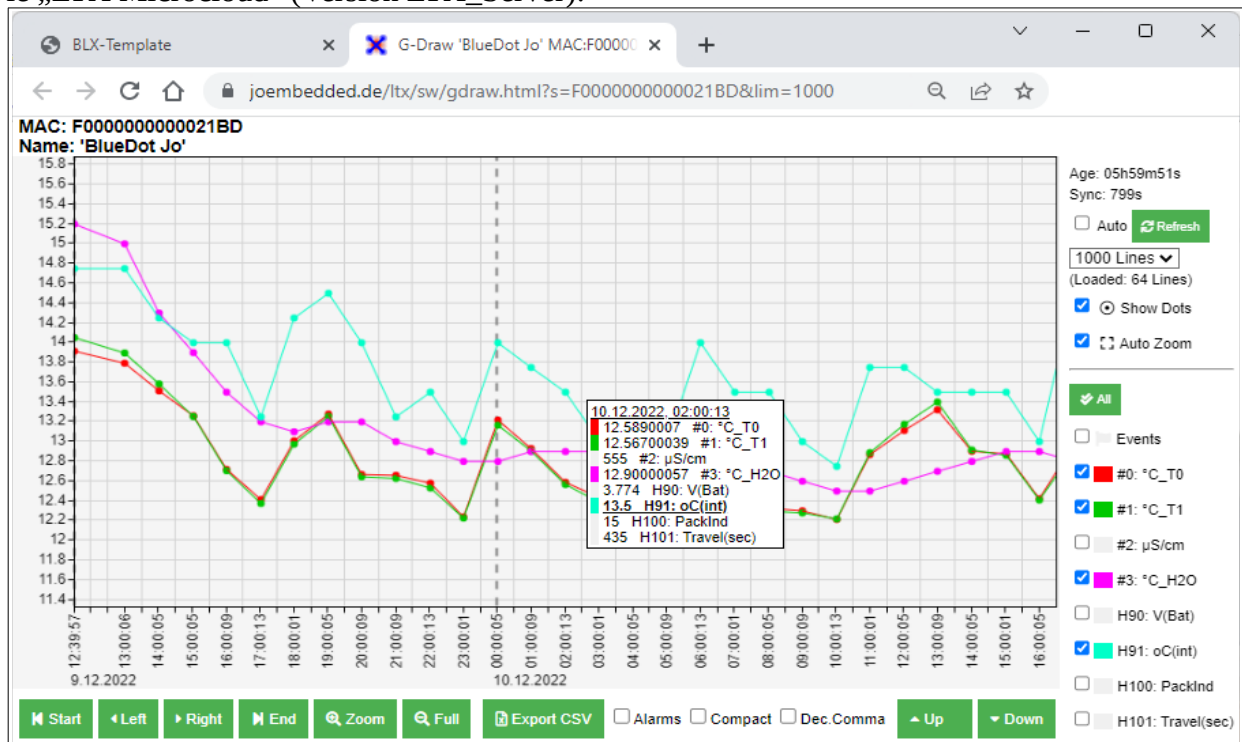
Wichtig ist: SDI-12 kennt die Einheiten der Kanäle nicht, daher sollten diese einmal (manuell) in der „LTX Microcloud“ hinterlegt werden.

In Rück-Richtung wird aktuell nur die Messperiode von der „LTX Microcloud“ zum Gerät hin übertragen.

Anmerkung: Es gibt noch eine Reihe weiterer, weniger wichtigerer Kommandos. Bei tieferem technischen Interesse bitte bei uns nachfragen, wir helfen gerne weiter!

Nach kurzer Zeit sind die Daten angekommen.

Die „LTX Microcloud“ (Version LTX_Server):



Die Werte HK100:PacketInd und HK101:Traveltime werden von der „LTX Microcloud“ erzeugt:

HK100:PacketInd	Jede Messung wird zur Identifikation nummeriert (0..64999)
HK101:Traveltime	Die gesamte Laufzeit (in sec) der Nachricht vom Sensor zur Cloud (diese liegt typischerweise und bei einigermaßen gutem Signal beim AquatOS OBC im Bereich 10-30 sec)

3.3.2 Demo-Video: Messung und Satellitenübertragung

Unter diesem Link befindet sich ein kurzes Video zur Inbetriebnahme:

https://joembedded.de/x3/ltx_firmware/Open-SDI12-Blue-Sensors/0920_AquatOS_OBC/aquatOS_obc_testsession_video_DE.mp4

4 Stromverbrauch

Modem „Off“: ca. 20 µA BLE unconnected
ca. 100 µA BLE connected

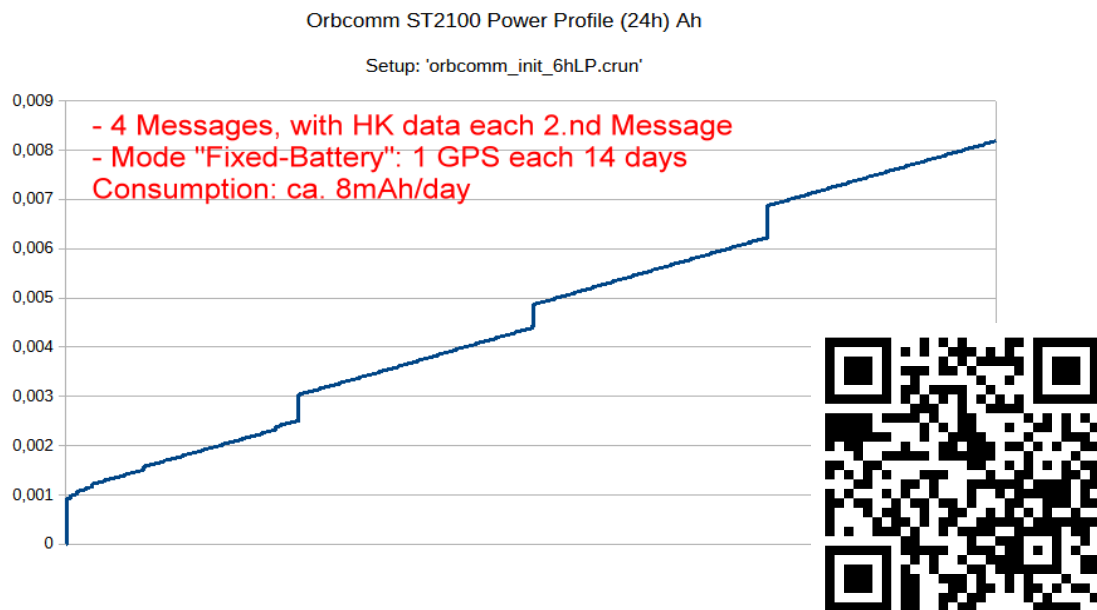
Modem „On“: ca. 0.25 – 0.8 mA im Durchschnitt (bei 1 – 24 übertragenen Messung pro Tag), mit kurzen Spitzen von bis zu 0.7 Ampere

Bei 1 Messung/Tag werden also minimal ca. 6mAh benötigt, bei 24 Messungen/Tag ca. 20 mAh benötigt. Hinzu kommt noch der Stromverbrauch der Sensoren (in der Regel oft vernachlässigbar) und eine eventuelle Selbstentladung der Batterie.

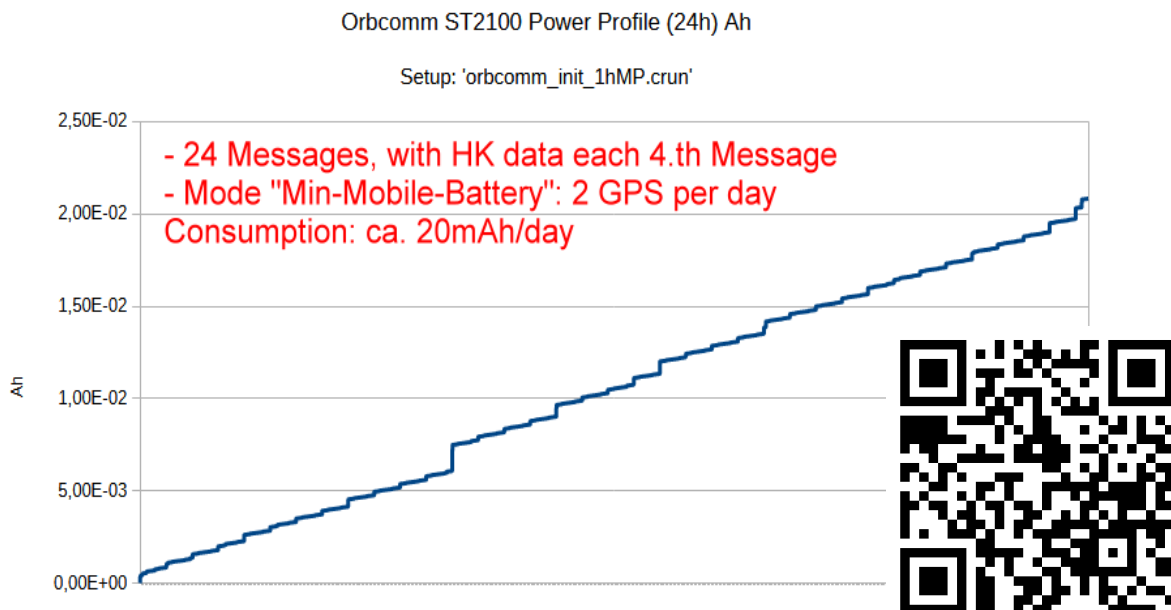
4.1 Verbrauchsmessungen

Exemplarisch hier 2 der voreingestellten Profile (mit angeschlossenem 2kanaligen Sensor (Druckdose mit hier vernachlässigbarem Verbrauch)). Sie können jeweils als QR-Kommando im Terminal auf die AquatOS OBC überspielt werden. Dazu im BlxDashboard (ab Version 0.26) den QR-Code scannen.

Kommando `‘.crun crun/0920_orbcomm_init_6hLP.crun‘`:



Kommando `‘.crun crun/0920_orbcomm_init_1hMP.crun‘`:



5 Compliance (AquatOS OBC, Type 920)



Remark: This declaration only applies to the device AQUATOS OBC.

The Orbcomm Satellite Antenna (ST2100) has its own manufacturer's certification.

5.1 Compliance: CE, RoHS

- EN 55011 – ISM devices
- EN 61000-4-2 – ESD: 4 kV contact / 8 kV air
- EN 61000-4-3 – EMF: 10 V/m (0.1–1 GHz)
- EN 301 489-1 V2.2.3:2019-11 – EMC requirements for radio equipment
- EN 301 489-20 V1.1.1:2019-04 – Radio applications
- EN 62311:2008 – Human exposure
- EN 62368-1:2014 – Safety

5.2 Additional

- Bluetooth SIG listed: ID 138612

The device “AquatOS OBC” complies with:

- The essential requirements of Directive 2014/30/EU (EMC) and Radio Equipment Directive 2014/53/EU (RED) and with Directive 2011/65/EU (EU RoHS 2) and its amendment Directive (EU) 2015/863 (EU RoHS 3).

Manufacturers:

GeoPrecision GmbH
Am Dickhäuterplatz 8
D-76275 Ettlingen

Terratransfer GmbH
Ottostr. 19a
D-44867 Bochum

25.05.2024

Jürgen Wickenhäuser (R&D)
