|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Projektbezeichnung** | Unmanned Surface Vehicle (USV) | |
| **Projektleiter** | Jörg Grabow | |
| **Verantwortlich** | Jörg Grabow | |
| **Erstellt am** | 31.01.2024 | |
| **Zuletzt geändert** | 02.07.2024 | |
| **Bearbeitungsstand** | i.B. | in Bearbeitung  vorgelegt  fertig gestellt |
| **Dokumentenablage** | \USV\00 doc\02 APRS\00 MQTT | |

**Änderungsverzeichnis**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Änderung** | | | **geänderte**  **Kapitel** | **Beschreibung** | **Autor** | **neuer**  **Zustand** |
| **Nr.** | **Datum** | **Version** |
| 1 | 31.01.24 | 1.00 | - | Startversion | Gr. | f.g. |
| 2 | 07.02.24 | 1.01 | 3 | GPS Format | Gr. | f.g. |
| 3 | 02.07.24 | 1.02 | 2 | MQTT Beschreibung | Gr. | f.g. |

in Bearbeitung (i.B.)

Vorlage (Vg.)

fertig gestellt (f.g.)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Inhaltsverzeichnis | | |
|  | Kapitel | Verweise auf andere Dokumente |
| APRS-Daten | 1.0 | APRS\_Format.docx |
| MQTT-Daten | 2.0 |  |
| MariaDB | 3.0 |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

# 1.0 APRS-Daten pro Sendedurchgang

In jedem Sendedurchgang (Timeslot) werden alle relevanten Daten des USV per APRS gesendet. Der Datensatz setzt sich aus 4 APRS-Datenframes zusammen, welche hintereinander mit 6 Sekunden Pause zwischen den Frames gesendet werden. Die Form der Frames ist in Dokument ***APRS-Daten.pdf*** dokumentiert. Tabelle 1 listet nochmals alle relevanten Daten und ihre Codierung auf.

**Tab. 1:** USV-Datensatz für APRS-Aussendung

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Position*** | | | | | |
|  |  |  |  | **POSITION AND DF REPORT** | |
| **Sign** | **Funktion** | **Beschreibung** | **Bytes** | **APRS-Block** | **Data Extension** |
| SB2 | Längengrad | GPS-Koordinate in Grad, Minute, 1/100 Sekunde  *(01342.57E)* | 9 | Position Reports | Course/Speed |
| SB3 | Breitengrad | GPS-Koordinate in Grad, Minute, 1/100 Sekunde  *(5416.83N)* | 8 | Position Reports | Course/Speed |
| SB5 | Geschwindigkeit | GPS-Geschwindigkeitsangabe in kn  *(006)* | 3 | Position Reports | Course/Speed |
| SB6 | Kurswinkel | Kurswinkel in Grad (Nordrichtung im Uhrzeigersinn)  *(293)* | 3 | Position Reports | Course/Speed |
|  |  |  |  |  |  |
| ***Antrieb*** | | | | | |
|  |  |  |  | **TELEMETRY DATA** | |
| **Sign** | **Funktion** | **Beschreibung** | **Bytes** | **Analog** | **Digital** |
| AS1 | Schub | Stellgröße Schub *(-/+ 1) -> (0 – 100 - 200)* | 3 | Analog 3 | 02 |
| AS2 | Ruderausschlag | Stellgröße Ruderausschlag *(-/+ 1) -> (0 – 100 – 200)* | 3 | Analog 4 | 02 |
|  |  |  |  |  |  |
| **Energiemanagement** | | | | | |
|  |  |  |  | **TELEMETRY DATA** | |
| **Sign** | **Funktion** | **Beschreibung** | **Bytes** | **Analog** | **Digital** |
| EM1 | Akku 1 | Spannung in Volt *(24.2) -> (242)* | 3 | Analog 1 | 01 |
| EM2 | Akku 1 | Strom in Ampere *(55.4) -> 55.4/2 -> (277)* | 3 | Analog 1 | 02 |
| EM3 | Akku 1 | Restkapazität in Ah *(55) -> (055)* | 3 | Analog 1 | 03 |
| EM4 | Akku 2 | Spannung in Volt *(19.3) -> (193)* | 3 | Analog 2 | 01 |
| EM5 | Akku 2 | Strom in Ampere *(51.7) -> 51.7/2 -> (258)* | 3 | Analog 2 | 02 |
| EM6 | Akku 2 | Restkapazität in Ah *(52) -> (052)* | 3 | Analog 2 | 03 |
| EM7 | Solar | Solarladespannung Antriebsakku *(24.6) -> (246)* | 3 | Analog 4 | 01 |
| EM9 | ULidar | Spannung Lidar (24V) *(24.1) -> (241)* | 3 | Analog 3 | 01 |
|  |  |  |  |  |  |
| ***System*** | | | | | |
|  |  |  |  | **TELEMETRY DATA** | |
| **Sign** | **Funktion** | **Beschreibung** | **Bytes** | **Analog** | **Digital** |
| EM8 | BTemp | Board-Temperatur in °C *(18.6) -> 18.6/2 -> (093)* | 3 | Analog 5 | 01 |
|  |  |  |  |  |  |
| ***Status*** | | | | | |
|  |  |  |  | **TELEMETRY DATA** | |
| **Sign** | **Funktion** | **Beschreibung** | **Bytes** | **Analog** | **Digital** |
| SB1 | GESB | globales Error Status Byte (GESB) *(0011)* | 4 | - | 01 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

*(blaue Einträge)* sind Muster

# 2.0 MQTT-Daten pro Sendedurchgang

Der Empfang der APRS-Daten erfolgt über einen der möglichen APRS-IS Server. Alle für das USV relevanten Daten werden aus dem weltweiten Datenstrom ausgefiltert Skript (***xyz.py***) und an einen MQTT-Server („Broker“) gesendet. Dabei ist die Topic-Struktur aus Tab. 2 einzuhalten. Weiterhin müssen die gepackten APRS-Daten vor dem Senden an den Broker entpackt und in das richtige Format gebracht werden. An den MQTT-Broker werden alle Daten im ASCII-Format gesendet.

**Tab. 2:** USV-Datensatz der MQTT-Daten für Broker

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Funktion** | **Topic** | **APRS** | **Bsp.** | **MQTT** | **Bsp.** |
| Längengrad | USV/Position/Longitude | Dezimalgrad | 01342.57E | DG WGS84 | 13.4247 |
| Breitengrad | USV/Position/Latitude | Dezimalgrad | 5416.83N | DG WGS84 | 54.1683 |
| Geschwindigkeit | USV/Position/Geschwindigkeit | Knoten | 006 | km/h | 11.1 |
| Kurswinkel | USV/Position/Kurswinkel | Grad | 293 | Grad | 293 |
| Schub | USV/Antrieb/Schub | 0 – 100 - 200 | 100 | -1 bis + 1 | 0 |
| Ruder | USV/Antrieb/Ruder | 0 – 100 - 200 | 72 | -1 bis + 1 | -0.28 |
| Spannung Akku 1 | USV/Energie/Akku1/Spannung | Volt | 242 | Volt | 24.2 |
| Strom Akku 1 | USV/Energie/Akku1/Strom | Ampere | 277 | Ampere | 55.4 |
| Kapazität Akku 1 | USV/Energie/Akku1/Kapazitaet | Ah | 055 | Ah | 55 |
| Spannung Akku 2 | USV/Energie/Akku2/Spannung | Volt | 193 | Volt | 19.3 |
| Strom Akku 2 | USV/Energie/Akku2/Strom | Ampere | 258 | Ampere | 51.6 |
| Kapazität Akku 2 | USV/Energie/Akku2/Kapazitaet | Ah | 052 | Ah | 52 |
| Solarspannung | USV/Energie/Solar/Spannung | Volt | 246 | Volt | 24.6 |
| Lidarspannung | USV/Energie/Lidar/Spannung | Volt | 241 | Volt | 24.1 |
| Systemtemperatur | USV/System/Temperatur | ° Celsius | 093 | ° Celsius | 18.6 |
| Error Byte | USV/Status/Errorbyte | Byte | 0011 | Byte | 0011 |

*(blaue Einträge)* sind Muster

## **2.1 Entpackung und Formatierung der APRS-Daten**

**geografische Koordinaten: (WGS84)**

Die geografischen Koordinaten beschreiben einen Punkt anhand seines Winkel-Abstands vom Äquator. Die Breite in Dezimalgrad wird von -90° (Süd) bis +90° (Nord) angegeben. Die Länge wird von -180° (West) bis +180° (Ost) angegeben.

**Umrechnung Geschwindigkeit**

Wertebereich von 000 – 999 (APRS in Knoten) wird abgebildet auf 0 – 1850 (MQTT in km/h)

Umrechnung: *y(x) = 1.852 \* x*

**Umrechnung Schub**

Wertebereich von 000 – 200 (APRS) wird abgebildet auf -/+ 1 (USV)

Umrechnung: *y(x) = x/100 – 1*

**Umrechnung Ruder**

Wertebereich von 000 – 200 (APRS) wird abgebildet auf -/+ 1 (USV)

Umrechnung: *y(x) = x/100 – 1*

**Umrechnung Spannung Akku / Solarspannung / Lidarspannung**

Wertebereich von 000 – 999 (APRS) wird abgebildet auf 0.0 – 99.9 (USV)

Umrechnung: *y(x) = x / 10*

**Umrechnung Strom Akku / Temperatur**

Wertebereich von 000 – 999 (APRS) wird abgebildet auf 0.0 – 199.8 (USV)

Umrechnung: *y(x) = x / 5*

# 3.0 Zuordnung der MQTT-Daten zum Datenbanksystem MariaDB

Alle über APRS empfangenen Daten werden in einer SQL-Datenbank (MariaDB) gespeichert. Dazu abonniert ein MQTT-Client (***mqtt\_to\_sql.py***) den Topic ***USV/*** über Multi-Level-Wildcards(#). Somit ist sichergestellt, dass alle zum USV gehörigen Daten abonniert sind. Die USV-SQL-Datenbank enthält wiederum Untereinträge für die jeweiligen Daten (siehe Tabelle 3). Außer der GPS-Position enthält jeder Untereintrag nur 3 Datenspalten. Die GPS-Position wird in 4 Datenspalten gespeichert (siehe Anmerkung).

**Tab. 3:** Zuordnung der MQTT-Daten zur Datenbank USV

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Funktion** | **Topic** | **Tabelle** | **Spalte1** | **Spalte2** | **Spalte3** | **Spalte4** |
| GPS | USV/Position/GPS | GPS | ID | Unix Time | Latitude | Longitude |
| Längengrad | USV/Position/Longitude | SB2 | ID | Unix Time | Messung | - |
| Breitengrad | USV/Position/Latitude | SB3 | ID | Unix Time | Messung | - |
| Geschwindigkeit | USV/Position/Geschwindigkeit | SB5 | ID | Unix Time | Messung | - |
| Kurswinkel | USV/Position/Kurswinkel | SB6 | ID | Unix Time | Messung | - |
| Schub | USV/Antrieb/Schub | AS1 | ID | Unix Time | Messung | - |
| Ruder | USV/Antrieb/Ruder | AS2 | ID | Unix Time | Messung | - |
| Spannung Akku 1 | USV/Energie/Akku1/Spannung | EM1 | ID | Unix Time | Messung | - |
| Strom Akku 1 | USV/Energie/Akku1/Strom | EM2 | ID | Unix Time | Messung | - |
| Kapazität Akku 1 | USV/Energie/Akku1/Kapazitaet | EM3 | ID | Unix Time | Messung | - |
| Spannung Akku 2 | USV/Energie/Akku2/Spannung | EM4 | ID | Unix Time | Messung | - |
| Strom Akku 2 | USV/Energie/Akku2/Strom | EM5 | ID | Unix Time | Messung | - |
| Kapazität Akku 2 | USV/Energie/Akku2/Kapazitaet | EM6 | ID | Unix Time | Messung | - |
| Solarspannung | USV/Energie/Solar/Spannung | EM7 | ID | Unix Time | Messung | - |
| Lidarspannung | USV/Energie/Lidar/Spannung | EM9 | ID | Unix Time | Messung | - |
| Systemtemperatur | USV/System/Temperatur | EM8 | ID | Unix Time | Messung | - |
| Error Byte | USV/Status/Errorbyte | SB1 | ID | Unix Time | Messung | - |

**Anmerkung zum Topic „USV/Position/GPS“**

Latitude und Longitude sind durch das Trennzeichen „#“ abgetrennt.

**Bsp.:** USV/Position/GPS = "54.2805379546876#13.708937444731157"