

Serial-Bridge Benutzer-Handbuch

Serie 2021

Software Version: btbridge-21.0501-2238



Handbuch Ausgabe 1.02

info@xcvario.de

Weitere Versionen früherer Software Stände unter:
<https://github.com/iltis42/BtBridge/tree/master/documents>

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| 1. Beschreibung..... | 3 |
| 2. Features..... | 3 |
| 3. Übersicht..... | 4 |
| 4. Serial Bridge Setup..... | 4 |
| 4.1. Aktivieren des Setup Modes..... | 4 |
| 4.2. Software Update..... | 4 |
| 4.3. Wireless Setup..... | 4 |
| 4.4. Serial Interface Setup..... | 5 |
| 4.5. RS232 Interface S1..... | 6 |
| 4.5.1. Baudrate..... | 6 |
| 4.5.2. Routing..... | 6 |
| 4.5.3. TX Inversion..... | 7 |
| 4.5.4. RX Inversion..... | 7 |
| 4.5.5. Twist RX/TX Pins..... | 7 |
| 4.5.6. TX Line..... | 7 |
| 4.5.7. RS232 Interface S2..... | 9 |
| 4.6. WiFi Routing..... | 9 |
| 4.6.1. Ports am WiFi..... | 9 |
| 4.6.2. Bluetooth..... | 9 |
| 4.6.3. Wireless LAN..... | 9 |
| XCVario TCP Ports..... | 10 |
| 5. Installation..... | 10 |
| 5.1. Micro USB..... | 10 |
| 5.2. Elektrische Anschlüsse..... | 11 |
| 5.2.1. RJ45 Anschluss S1..... | 11 |
| 5.2.2. Stromversorgung..... | 11 |
| 5.3. Vergleich IGC- und FCC Standard..... | 12 |
| 6. Technische Daten..... | 13 |
| 7. Garantiebestimmungen..... | 13 |
| 8. Haftungsbeschränkung..... | 14 |
| 9. CE-Konformitätserklärung..... | 15 |

1. Beschreibung

Die Serial Bridge ist ein neues Design basierend auf dem bewährten ESP32 Bluetooth/Wifi Chip.

2. Features

- Wireless Bluetooth V4.2 (classic BT) oder Standard WLAN Access Point für externe Geräte
- Zwei RS232 TTL Schnittstelle S1 und S2
- IGC Standardbelegung und DTE und DCE Support (RX/TX pins per Software tauschbar)
- Routing von S1 nach S2 und nach Wireless
- Bluetooth ready
- Wifi Interface Option per Software-Update in 06/21
- Leichtes, kompaktes und kleines Gerät mit 25x18x90 mm und 20g Gewicht
- Geringer Stromaufnahme von ca. 30 mA bei 12V

3. Übersicht

4. Serial Bridge Setup

4.1. Aktivieren des Setup Modes

Zum Setup der Serial Bridge ist nach dem Anlegen der Versorgung der kleine Taster, rot markiert im Bild rechts, auf dem Board, nahe dem USB Anschluss zu drücken.

Der Taster befindet sich bei dem fertig mit Schrumpfschlauch verschrumpften Gerät unterhalb des Schlauches, und ist mit einem kleinen roten Punkt markiert.

Der Taster klickt spürbar beim Drücken, und aktiviert den Setup-Modus.

Nach der Aktivierung ist über das Wifi „ESP32 OTA“ eine Verbindung herzustellen. Es wird kein Passwort benötigt, und die Setup-Webseite unter <http://192.169.0.1> kann auf dem verbundenen Gerät z.B. ein Handy, mit dem Browser angewählt werden.



4.2. Software Update

Der Software Update erfolgt über die folgende Webseite. Offizielle Software-Releases finden sich hier:

<https://github.com/iltis42/BtBridge/releases>

Pre-Releases oder Entwickler-Builds finden sich hier:

<https://github.com/iltis42/BtBridge/tree/master/images>

Für den Download sind nur Binaries geeignet die mit **btbridge** beginnen z.B. „btbridge-21.0514-0926.bin“

Das gewünschte Binary muss zunächst auf dem Gerät von den obigen Seiten per Download gespeichert werden. Nach dem Aktivieren des Setup Modes kann diese Datei unter „Software Update“ mit „Browse“ angewählt werden, und mit „Update Firmware“ geladen werden.

BT/Wifi Bridge Config and Update Page

| | |
|--|--|
| Software Update | |
| Current Firmware: Apr 30 2021 - 19:37:21 | |
| <input type="button" value="Browse..."/> | |
| <input type="button" value="Update Firmware"/> | |
| Wireless | |
| Protocol | <input type="button" value="Bluetooth ▼"/> |

4.3. Wireless Setup

Über die Einstellung beim Wireless wird also drahtloses Protokoll entweder Bluetooth oder WiFi selektiert. Aktuell ist nur Bluetooth getestet, WiFi wird ab Juni 21 offiziell unterstützt.

4.4. Serial Interface Setup

Die beiden seriellen Interfaces S1 und S2 sind bezüglich der Einstellmöglichkeiten identisch, und können über die Setup-Webseite unter „Serial Interface S1“ oder S2 konfiguriert werden.

Serial Interface S1

Baudrate: 19200 ▼

Routing: Wireless ▼

TX Line Enable ☒

TX/RX Lines Twist ☐

RX Line Inversion ☒

TX Line Inversion ☒

Serial Interface S2

Baudrate: 19200 ▼

Routing: Wireless ▼

TX Line Enable ☒

TX/RX Lines Twist ☐

RX Line Inversion ☒

TX Line Inversion ☒

Submit

4.5. RS232 Interface S1

Das RS232 Interface S1 kann als Serial to Wireless (Bluetooth or Wifi) Bridge eingesetzt werden um ein weiteres Serielles Gerät, z.B. ein Flarm mit dem Gerät auf dem XC Soar läuft zu verbinden.



4.5.1. Baudrate

[OFF]
[4800]
[9600]
[19200]
[38400]
[57600]
[115200]

Unter diese Option kann die Geschwindigkeit zwischen 4800 und 115200 baud in den üblichen Baudraten eingestellt, oder abgeschaltet werden [Serial OFF]. Die Schnittstelle ist voreingestellt auf die ebenfalls beim FLARM voreingestellte Baudrate von 19200. Die Einstellung der Geschwindigkeit gilt immer für beide Richtungen RX und TX. Die Voreinstellung ist perfekt für den normalen Betrieb z.B. FLARM um GPS Daten, Baro und die Daten anderer Flugzeuge zu empfangen. Die Datenrate muss im FLARM selbstverständlich gleich eingestellt sein.

4.5.2. Routing

[OFF]
[Wireless]
[Serial]
[Both]

Das "Serial Routing" steuert den Router des XC Vario und legt fest welche Daten an das entsprechende serielle Interface weitergeleitet werden.

Voreingestellt mit **[Wireless]** ist das über Wireless gekoppelte Device, entweder via Wifi oder Bluetooth, normalerweise ein Gerät mit der App "XCSoar", welches die häufigste Anwendung darstellt also XCSoar mit einem Gerät am der seriellen Schnittstelle S1 zusammenbringt. Damit werden die Daten aus dem XCSoar, weitergeleitet, als auch die Daten Daten zum XCSoar geroutet.

Die Einstellung **[Serial]** leitet hingegen die Daten die gegenüberliegende serielle Schnittstelle weiter und umgekehrt. Dabei können an der anderen Seite auch andere Einstellungen z.B. für die Baudrate oder der Drehung von RX/TX (Twist RX/TX), vorgenommen werden. Die Bridge arbeitet in dem Falle als Wandler/Vermittler zwischen zwei Geräten die sich u.U. nicht direkt verstehen können.

Mit der Einstellung **[Both]** werden sowohl die Daten an das Wireless Gerätes, als auch an die serielle Schnittstelle weitergeleitet. Diese Einstellung kann z.B. eingesetzt werden um die Daten eines FLARM drahtlos über Bluetooth (oder WiFi) an einen Navi, und zusätzlich seriell an ein Flarm-Display weiterzuleiten.

4.5.3.TX Inversion

[Normal]

[Inverted]

Nach dem RS232 Standard mit echten RS232 Pegeln, meist durch einen eigenen zur Pegelwandlung Chip realisiert wird eigentlich eine negative Logik verwendet. Eine logische Eins wird mit -15 Volt und eine Null mit +15 Volt dargestellt. Beim RS232 „TTL“ wie bei den meisten Geräte der Avionik üblich (obwohl im Handbuch selten erwähnt) gibt es diese Pegelwandlung und nicht, die verwendeten RS232 TTL Pegel sind dort 0 Volt für Null und 5 Volt für eine Eins. Um die korrekten Pegel an ein **RS232 TTL** Gerät zu Senden, ist die Voreinstellung **[Inverted]** zu belassen. Geräte mit echtem RS232 Pegel verstehen in der Regel auch die Spannungen 0 und 5 Volt von RS232 TTL, benötigen dann aber 0 Volt für eine Eins und 5 Volt für eine Null, dort ist die Einstellung [Normal] nötig. Ist die Einstellung korrekt, dann reagiert das angeschlossene Gerät korrekt auf gesendete Kommandos. Die BTBridge arbeitet mit 3.3V Pegeln, eine externe 5V Logik ist damit aber kompatibel, da dort ein High-Pegel am Eingang bereits 2V sicher erkannt wird, und 3.3V deutlich darüber liegen.

4.5.4.RX Inversion

[Normal]

[Inverted]

Wie bei der TX Invertierung aber für die Empfangsseite. Voreinstellt ist [Inverted] für RS232 TTL. Normalerweise ist die Einstellung identisch mit der Einstellung für die TX Leitung. Zur Kontrolle man im Geräte Manager von XCSOAR die Daten anschauen, sofern bei korrekter Baudrate lesbare ASCII Zeichen dort erscheinen, ist die Einstellung korrekt.

4.5.5.Twist RX/TX Pins

[Normal]

[Twisted]

Mit dieser Option lässt sich sowohl ein seriellles Gerät mit (**DTE**) Schnittstelle also Terminal wie z.B. FLARM, als auch ein Gerät mit (**DCE**) also Modem oder Computer wie zum Beispiel ein **OpenVario** an das XCVario anbinden. Generell gilt: Bei RS232 seriellen Leitungen ist ein mit **TX** benannter Anschluss am anderen Ende mit einen **RX** benannten Anschluss zusammen zu schalten. Sollte das Gerät am anderen Ende an Pin 4 ebenfalls mit TX gelabelt sein, dann das XCVario die Pins mit der Einstellung „Twisted“ drehen, um eine Verbindung mit 1:1 Standard Patch Kabeln zu ermöglichen. Die Normal Einstellung bedeutet **Pin 4 = TX** und **Pin 3 = RX**. Im Twisted Mode ist Pin 4 = RX und Pin 3 = TX.

4.5.6.TX Line

[Disable]

[Enable]

Mit Hilfe dieser Option lässt sich in der Einstellung [Disable] die **Sendeleitung** (TX) der S1 Schnittstelle **abschalten**. Es werden dann nur die Daten welche in Empfangsrichtung der Schnittstelle S1 (RX) ankommen ausgewertet, die Sendeleitung bleibt hochohmig.

Das Feature wird benötigt falls an der externen Quelle (z.B. FLARM) zwei Geräte mit Hilfe eines einfachen passiven 1:1 Splitter's (RJ 45 T-Stück) angeschlossen werden sollen, und 1:1 Standard Kabel 8P8C im Einsatz

kommen soll. Im Modus [Disable] kann man aus nicht aktiv auf das Gerät z.B. ein FLARM zugegriffen werden, z.B. um eine Flugaufgabe zu deklarieren oder einen Flug herunterzuladen.

4.5.7.RS232 Interface S2

Identisch mit der Einstellungs Funktion wie bei S1, nur hier für das Interface S2.



4.6. WiFi Routing

Bei Einstellung Wifi für das Routing, werden die Daten von S1 oder S2 jeweils an die zwei fest zugeordneten TCP Ports 8880,8881 geroutet.

4.6.1.Ports am WiFi

Die Belegung der Ports am Wifi ist folgendermaßen:

| Port | Device |
|------|--------|
| 8800 | S1 |
| 8881 | S2 |

4.6.2.Bluetooth

Um eine Verbindung mit Bluetooth aufzubauen, muss der Modus an der Serial-Bridge auf **Bluetooth** eingestellt sein. Dies ist die Voreinstellung.

Zunächst muss das die Bridge beim Android als Bluetooth Gerät gepaart werden.

Hierzu im Android Geräte Setup unter Bluetooth einen Gerätescan durchführen, und das Vario, welche dort z.B. als BTBridge-1234 auftauchen sollte, zunächst im Pairing Dialog paaren. Die vierstellige Numemr, ist die dabei die Seriennummer des Geräts, 1234 ist also nur ein Beispiel und wird auf dem konkreten Gerät individuell vergeben sein.

Sollte bei älteren Geräten ein Bluetooth Passwort abgefragt werden, ist dieses mit „1234“ anzugeben.

Danach in XC Soar ist unter **Konfig/NMEA-Anschluss**, einem bislang freien (deaktivierten) Anschluss A..F zum 'Bearbeiten' anwählen.

Ist die Serielle Bridge beim Bluetooth gepaart, wird im XCSoar im Feld ‚**Anschluss**‘ mit seiner Bluetooth-ID z.B. BTBridge-1234 auftauchen.

Dort diesen Anschluss auswählen, und in dem folgenden Dialog den gewünschten Treiber (z.B. KRT2) angeben, der Schalter K6Bt bleibt dabei auf 'Aus'. Nach Quittierung des Dialogs mit “OK”, wird sich XCSoar innerhalb weniger Sekunden mit dem Gerät verbinden, welches dann als regulärer NMEA Anschluss z.B. mit Status „Verbunden“ mit zusätzlichen Info's je nach Gerät angezeigt wird.

Nun sollten unter 'Überwachen' die relevanten Sätze die das Gerät mit XCSoar austauscht zu sehen sein. Es kann immer nur ein Gerät mit einer Bluetooth Bridge gekoppelt werden. Dies ist eine Einschränkung des Protokolls Bluetooth/RFCOMM, und kann nicht geändert werden. Mehr Geräte sind mit der Wifi Anbindung möglich.



4.6.3.Wireless LAN

Um eine drahtlose LAN Verbindung Verbindung (auch Wireless LAN, WLAN oder WiFi genannt) aufzubauen, muss als Wireless Protokoll **Wifi** eingestellt sein. Ist das der Fall, kann man sich in diesem WLAN z.B. auf einem Android Gerät einwählen. Die Netzwerk-ID ist identisch mit der Bluetooth-ID z.B. BTBridge-1234. Das Pairing beim Wifi erfolgt durch Eingabe des Passworts.

Das WLAN Passwort ist: **xcvario-21** alles klein-geschrieben und mit Bindestrich (Minus Zeichen).



Um eine stabile Verbindung zu gewährleisten, zum Beispiel falls das Android Gerät beim Start ins Clubheim WiFi wechselt, sollten zur Sicherheit die **Passwörter anderer Wifi Netze auf dem Gerät gelöscht** werden, bzw. diese Netze vom Gerät gelöscht oder, wenn unterstützt, diese auf dem Gerät gesperrt werden.

Während es bei Bluetooth nicht möglich ist einen zweiten Gerätetreiber anzugeben, ist dieses bei der Verbindung über Wifi durch verschiedene Ports möglich. Die Ports sind den Schnittstellen im Vario (siehe auch Übersicht am Anfang des Dokuments) fest zugeordnet. Auch ist es möglich bis zu 4 Geräte gleichzeitig über Wifi zu koppeln. Zwei Geräte sind ohne merkliche Einbußen der Performance möglich.

Das Serial-Bridge bietet insgesamt zwei Ports für verschiedene Treiber auf einer IP-Adresse.

Es ist dabei jeweils die Option „TCP Client“ für den Geräteanschluss auszuwählen, die IP Adresse ist mit **192.168.4.1** anzugeben (die IP-Adresse des Servers), sowie die Ports, zugeordnet wie im folgenden Kapitel gezeigt.

XCVario TCP Ports

| | |
|-------------|------------------|
| 8880 | Schnittstelle S1 |
| 8881 | Schnittstelle S2 |

5. Installation

Das Serial Bridge wurde einfach gehalten in Bezug auf Installation und Konfiguration. Die Einbindung im Cockpit ist somit denkbar leicht, und in der Regel mittels 1:1 RJ45 Kabel Patch Kabeln möglich (Kein Crossover-Kabel verwenden). Als Kabel werden RJ45 Standardkabel 8p8c, also 8pin mit 8 Verbindungen, mit Belegung 1:1 empfohlen, wie in der Netzwerktechnik vielfach eingesetzt. Dazu nach folgendem Begriff google oder amazon suchen: [Flexible Network Cable Patch Cable](#). In der Regel genügt es zwischen den zwei Geräten am I-Brett ein Kabel mit einer Länge von 0,5 Meter vorzusehen.



5.1. Micro USB

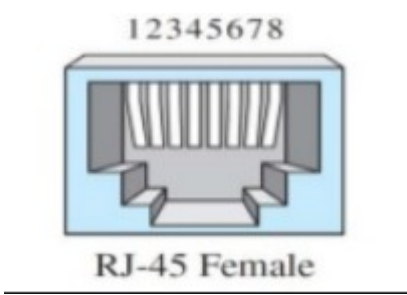
Über den Micro USB Verbinder auf der Sensor-Platine wird das Gerät im Werk erstmalig programmiert, und seitlich zugänglich. Die Serial Brige kann mit dem Micro Anschluss zur Diagnose mit einem PC verbunden werden und wird auch über deren Speisung mit Strom versorgt werden. Um Kontakt mit dem seriellen Interface des ESP32 herzustellen werden u.U. Treiber für den Serial-USB Wandler Chip CH340G benötigt.

Der Anschluss wird für den normalen Betrieb nicht benötigt, ebenso nicht für den OTA Software Update, welcher über die „ESP32 OTA“ WiFi Verbindung erfolgt.

5.2. Elektrische Anschlüsse

5.2.1.RJ45 Anschluss S1

Es können eigene RJ45 Stecker mit geeigneten Kabeln konfektioniert werden, oder auf ein handelsübliches LAN-Patch Kabel zurückgegriffen werden, welcher folgende Farbcodierung aufweist. Es gibt europäische (568A) und amerikanische (568B) Standards, mit Unterschieden in der Farb-Kodierung. Bei den gebräuchlicheren 568B Kabeln ist der **Pluspol orange/weiß, und GND braun.**



Die Schnittstelle ist nach der dem Standard der IGC ausgelegt.

Die Pins 5 und 6 sind unbelegt.

Schnittstelle S1 (FCC Standard)

| Pin RJ45 | Bezeichner | Richtung | 568A | 568B | Anschluss |
|----------|--------------|----------|-------------|-------------|---------------------------|
| 1 | GND | ↗ | grün-weiss | orange-weiß | Bordnetz Masse |
| 2 | GND | | grün | orange | dito |
| 3 | RS232 TTL TX | ↘ | orange-weiß | grün-weiss | Serial RX |
| 4 | RS232 TTL RX | ↗ | blau | blau | Serial TX |
| 5 | NC | ↘ | blau-weiß | blau-weiß | - |
| 6 | NC | ↗ | orange | grün | Poti 50K linear gegen GND |
| 7 | +8..20 V | | braun-weiß | braun-weiß | Bordnetz + 12V DC |
| 8 | +8..20 V | ↗ | braun | braun | Bordnetz +12V DC |

5.2.2.Stromversorgung

Die Stromversorgung erfolgt **über den RJ45 Anschluss**, und wird mit dem Bordnetz verbunden. Eine eigene Absicherung ist für Segelflugzeuge nicht vorgeschrieben, wird aber empfohlen.



Alternativ kann das XCVario kann parallel zu einem anderen Gerät das mindestens mit 0,5 A abgesichert ist dazugeschaltet werden. Das Gerät verträgt Spannungen im Bereich von 8-20V ideal ist eine Versorgung mit **12V Gleichspannung**. Das Gerät ist verpolungssicher und ist intern gegen transiente Überspannungen wie ESD Entladungen und Induktionsspitzen beim Anlassen geschützt. Generell gilt die Avionik beim Anlassen abgeschaltet zu lassen, sollte es nicht vermieden können z.B. beim Anlassen während des Flugs, muss man sich auf den Überspannungsschutz verlassen.

5.3. Vergleich IGC- und FCC Standard

Die Nummerierung des RJ45 erfolgt im Dokument nach dem internationalen Standard der Federal Communications Commission (**FCC**) . Daneben gibt es den **IGC** Standard für Schnittstellen zum Auslesen von Loggern. Die Schnittstelle **S2** des XCVario folgt exakt dem **IGC Standard**, dagegen ist die Schnittstelle S1 eine Mehrfachbelegung, und damit nicht nach dem IGC Standard.

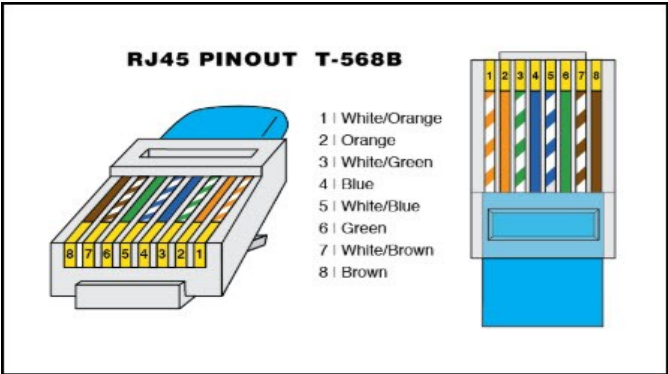


Abbildung 1: FCC-Standard

| RJ-45 Pins | Function |
|------------|--|
| 1&2 | Volts + |
| 3&4 | Spare, for future application with GFAC approval |
| 5 | Data out |
| 6 | Data in |
| 7&8 | Earth (Volts -ve) |

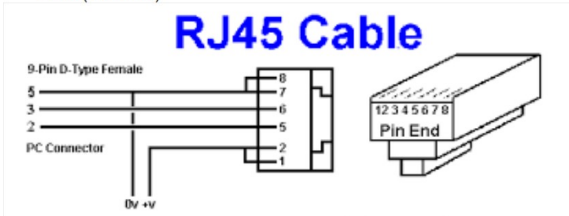


Abbildung 2: IGC-Standard

Links in Abbildung 1 der IGC Standard, welcher links am Stecker die Nummerierung mit Pin 8 zeigt, und rechts daneben, Abbildung 2 der IGC Standard, Quelle: https://www.fai.org/sites/default/files/igc_fr_specification_with_al5_2019-10-30.pdf, welcher die Pins genau umgekehrt nummeriert: Dort beginnt die Nummerierung links am Stecker mit Pin 1.

Um abzuschätzen ob die Steckerbelegung eines Gerätes passt, ist beim Lesen eines Dokuments ist daher immer zu prüfen welchem Standard die Nummerierung folgt, ist es der **IGC Standard** mit +12V links an Pin 1 und 2, oder der **FCC Standard** +12V ebenfalls links, aber nummeriert mir Pin 7 und 8. Physikalisch sind +12V in beiden Fällen am der selben Position links am Stecker, die Versorgung und restlichte Belegung passt für diesen Fall.

Nachfolgend die Tabelle mit einem Vergleich beider Nummern-Systeme mit einer Gegenüberstellung welchen Pinnummern 1:1 kompatibel sind.

Farben am Kabelende und Vergleich der Pinnummern beim FCC- und IGC-Standard:

| Signal | Farbe CAT5 Standard 568B | RJ45 FCC Standard Pin Nr. according to Fig.1 | RJ45 IGC Standard Pin Nr. according to Fig. 2 |
|---------------|-------------------------------|---|--|
| Volts + | braun -weiss braun | 7+8 | 1+2 |
| Data out (TX) | blau | 4 | 5 |
| Data in (RX) | grün -weiss | 3 | 6 |
| Earth (GND) | orange -weiß orange | 1+2 | 7+8 |

6. Technische Daten

| | |
|---|---------------------------------|
| Stromversorgung | 8-20V DC |
| Spannung empfohlen | 10-18V DC |
| Stromaufnahme bei 12,5V typisch | 30 mA = 0.37 Watt |
| Bluetooth Standard | V4.2, EDF, classic Bluetooth |
| Wifi Standard | 802.11 b/g/n Wi-Fi MAC protocol |
| Abmessungen des Gehäuse (Breite x Höhe x Tiefe) | 25x18x90 mm |
| Elektrischer Anschluss | 2x RJ45 Main Buchse 8 polig |
| RJ45 / RS232 Interface IGC Standard | RX/TX lines TTL level 3.3V |
| Gewicht | 20 g |

7. Garantiebestimmungen

Für die BTBridge leistet der Hersteller eine Garantie von zwei Jahren ab Kaufdatum hinsichtlich Aufwand und Materialkosten der Instandsetzung. Innerhalb dieser Zeitspanne werden Komponenten, die unter normalen Betriebsbedingungen ausfallen, **kostenlos repariert oder getauscht**, vorausgesetzt das Gerät wurde kostenfrei an den Hersteller gesendet.

Die Garantie deckt keine Schäden ab, die durch fehlerhafte Bedienung, Missbrauch, Unfälle, unautorisierte Änderungen oder Reparaturen oder mangelnde Wartung entstehen.

Die Rückgabe kann nach BGB innerhalb von 14 Tagen ab Kaufdatum erfolgen. Das Gerät samt Zubehör ist in dem Falle vom Käufer an die Adresse von der aus es geliefert wurde zurückzusenden. Die Kosten dafür trägt der Käufer.

8. Haftungsbeschränkung

Mit dem Kauf des Geräts erklärt sich der Kunde einverstanden dass keine Haftung für jegliche unmittelbaren oder mittelbaren Schäden, Schadenersatzforderungen oder Folgeschäden gleich welcher Art und aus welchem Rechtsgrund, die durch die Verwendung des Geräts entstehen.

9. CE-Konformitätserklärung



DECLARATION OF CONFORMITY

XCVario, Inhaber Dipl. Ing (FH) Eckhard Völlm, Panoramastr. 86/1, D-71665

Vaihingen/Enz, erklärt dass in normaler Konfiguration die Variometer Hardware den Anforderungen der CE entspricht, siehe hierzu auch das Zertifikat des ESP32 WROOM-32 Moduls:

<https://www.espressif.com/sites/default/files/Esspressif%20Systems%20ESP32-WROOM-32E%20CE%20B2004079%20RED%20Final.pdf>

Die EMC Vertäglichkeit entspricht EN 301 489-3:2002-08 für ein Class 3 SRD Device (equipment type I).