Cube Orange+

Flugsteuerung (FC) für unbemannte Luftfahrzeuge
Standard Set · Mini Set · eigenständiges Modul



Lesen Sie vor der Montage und der ersten Verwendung die gesamte Anleitung und die Sicherheitshinweise sorgfältig durch. Das Produkt ist für Personen über 14 Jahren bestimmt.

Rotorama, s.r.o. · www.rotorama.de

Inhalt

1. Sicherheitshinweise

1.1 Bevor Sie beginnen

1.2 Motoren, Propeller und Betrieb

1.3 Stromversorgung und Li-Po-Akkus

1.4 Einsatzumgebung

2. Beschreibung und technische Daten

2.1 Varianten und Lieferumfang

2.2 Architektur der Flugsteuerung

2.3 Technische Daten Cube Orange+

2.4 Sensoren und IMU-Board

2.5 Betriebsbedingungen

2.6 Mechanische Ausführung und Steckverbinder

2.7 Deckelversionen

3. Schnittstellen, Ausgänge und Stromversorgung des Cube Orange+

3.1 PWM-Ausgänge

3.2 Serielle Ports

3.3 RC-Eingänge, S.Bus-Ausgang und RSSI

3.4 I2C, CAN und SPI

3.5 Analogeingänge und Überwachung der Stromversorgung

3.6 Buzzer, LED und Sicherheitsschalter

3.7 Stromquellen und Priorität

3.8 Peripherieversorgung, Servoleiste, USB

4. Trägerboards und Zubehör

4.1 Standard Carrier Board mit ADS-B-Empfänger (Standard Set)

4.2 Abmessungen des Standard Carrier Board

4.3 Anordnung der Steckverbinder des Standard Carrier Board
4.4 Pinbelegung des Standard Carrier Board
4.5 Mini Carrier Board (Mini Set)
4.6 Umstellung des RC-Eingangs auf Spektrum (Mini Carrier Board)
4.7 Power Brick Mini und I2C Board (Standard Set und Mini Set)
4.8 Steckverbinder DF17 – Pinbelegung

5. Rechtliche Betriebsbedingungen in der Tschechischen Republik und der EU

5.1 Maßgeblich ist das Recht des Landes, in dem Sie fliegen
5.2 Die Flugsteuerung als Teil eines unbemannten Luftfahrzeugs
5.3 Funkanlagen

6. Einbau, Verkabelung und Konfiguration

6.1 Einbau in das Modell
6.2 microSD-Karte
6.3 Stromversorgung – Power Brick Mini
6.4 Drehzahlregler (ESC) und Motoren
6.5 GPS und Kompass
6.6 RC-Empfänger und Telemetrie
6.7 Bodenstation und Verbindung mit dem Computer
6.8 Installation der Firmware
6.9 Kalibrierung von Beschleunigungssensor und Kompass
6.10 Fernsteuerung (Sender), Flugmodi und Servos
6.11 Kalibrierung der Drehzahlregler (PWM-ESC)
6.12 Akkuüberwachung und IMU-Heizung
6.13 ADS-B-Empfänger (Standard Set)
6.14 Externer ADS-B-Empfänger (Mini Set und Modul)
6.15 Zwei GPS-Module (GPS Blending)

7. Betrieb, Wartung und Fehlerbehebung

7.1 Pre-Arm-Prüfungen und Arm

7.2 Erstflug

7.3 LED-Anzeigen und Töne (ArduPilot)

7.4 Wartung und Lagerung

7.5 Fehlerbehebung

7.6 USB-Treiber unter Windows

7.7 Wiederherstellung der Firmware über SWD

8. Informationen für den EU- und den tschechischen Markt

8.1 Importeur und verantwortliche Person in der EU

8.2 Produktkonformität

8.3 Entsorgung von Elektrogeräten

9. Gewährleistung und Rechte aus mangelhafter Leistung

1. Sicherheitshinweise

1.1 Bevor Sie beginnen

Cube Orange+ ist eine Flugsteuerung (FC, Autopilot) für unbemannte Luftfahrzeuge, Multikopter, VTOLs, Boote und Bodenroboter mit ArduPilot- oder PX4-Firmware. Falsche Verkabelung oder Konfiguration kann zum Verlust der Kontrolle über das Fahrzeug sowie zu Personen- oder Sachschäden führen.

- Das Produkt ist kein Spielzeug und für Personen **über 14 Jahren** bestimmt. Einbau und Konfiguration sollten von einem Anwender mit Erfahrung in der Elektronik unbemannter Luftfahrzeuge durchgeführt werden.

1.2 Motoren, Propeller und Betrieb

- **Entfernen Sie immer die Propeller** bei jeder Konfiguration, bei der Kalibrierung der Drehzahlregler (ESC) und bei Tests auf dem Arbeitstisch.
- Die Motoren können unmittelbar nach dem Arm (Freigabe der Motoren) anlaufen – auch unerwartet, z. B. wenn Ausgänge oder Kanäle der Fernsteuerung (Sender) falsch zugewiesen sind.
- Prüfen Sie vor dem ersten Flug die Reihenfolge und Drehrichtung der Motoren sowie die Reaktion der Servos. Während des Betriebs dürfen sich im Umkreis von **50 m** keine Personen oder Hindernisse befinden.
- Deaktivieren Sie niemals die Pre-Arm-Prüfungen (Arming Checks). Der Hersteller verbietet ausdrücklich das Fliegen mit einem anderen Wert von ARMING_CHECK als 1 – verweigert das Fahrzeug das Arm, beseitigen Sie zuerst die Ursache.

1.3 Stromversorgung und Li-Po-Akkus

- Cube Orange+ und die Trägerboards werden mit einer geregelten Spannung von ca. 5 V aus dem Stromversorgungsmodul (Power Brick Mini) oder einer anderen geeigneten Quelle versorgt. **Schließen Sie den Akku nicht direkt** an die Stromeingänge des Trägerboards an.
- Der Cube versorgt die Servoleiste nicht mit Strom. Servos benötigen eine separate Stromquelle (BEC oder Drehzahlregler mit 5-V-Ausgang).
- Laden Sie Li-Po-/LiHV-Akkus nur mit einem geeigneten Ladegerät, unter Aufsicht und auf einer nicht brennbaren Unterlage. Volle Ladung: 4,20 V pro Li-Po-Zelle, 4,35 V pro LiHV-Zelle; landen Sie spätestens bei 3,5 V pro Zelle; lagern Sie bei 3,8 V pro Zelle. Verwenden Sie keine beschädigten oder aufgeblähten Akkus.

1.4 Einsatzumgebung

- Cube Orange+ und beide Trägerboards sind **nicht wasserdicht** – schützen Sie sie vor Feuchtigkeit und Regen. Empfohlene Betriebstemperatur: −10 °C bis 55 °C; achten Sie bei Frost auf Kondensation.

2. Beschreibung und technische Daten

2.1 Varianten und Lieferumfang

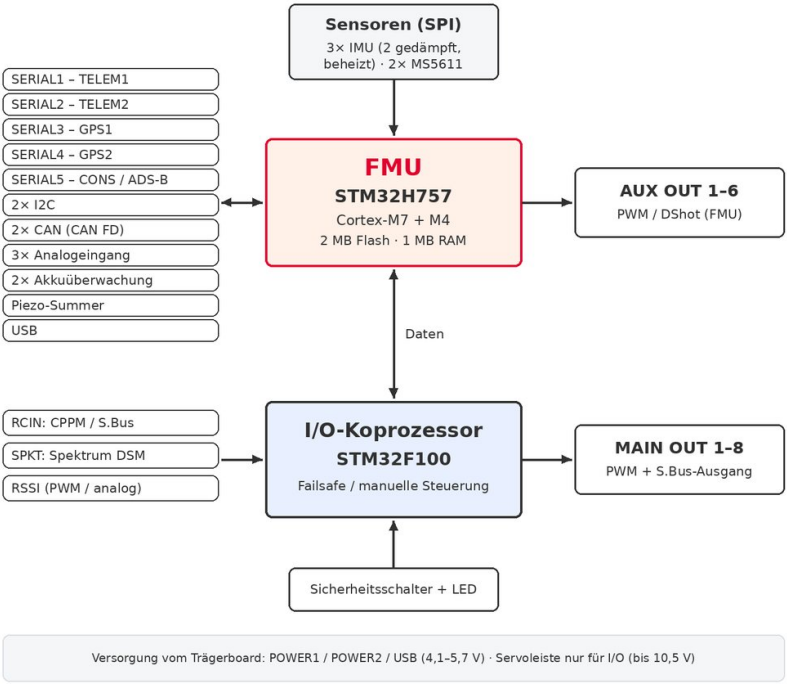
Diese Anleitung gilt für drei von Rotorama vertriebene Varianten. Sie unterscheiden sich durch das Trägerboard, auf das das Modul Cube Orange+ montiert ist, und durch das mitgelieferte Zubehör.

Artikel	Standard Set	Mini Set	Modul
Flugsteuerung Cube Orange+	1×	1×	1×
Trägerboard	Standard Carrier Board mit ADS-B	Mini Carrier Board	—
Stromversorgungsmodul Power Brick Mini	1×	1×	—
I2C-Erweiterungsboard (I2C Board)	1×	1×	—
Kabel Power Brick Mini	1×	1×	—
Kabel GPS1	1×	1×	—
CAN-Kabel	2×	2×	—
I2C-Kabel	2×	2×	—
Buzzer-Kabel	1×	1×	—
Micro-USB-Kabel	1×	1×	—
Schraubensatz	1×	1×	—
Satz doppelseitiger Klebepads	1×	—	—

Das **eigenständige Modul** wird ohne Trägerboard geliefert. Für den Betrieb ist ein kompatibles Trägerboard mit dem standardmäßigen 80-poligen Steckverbinder Hirose DF17 erforderlich (z. B. Standard Carrier Board, Mini Carrier Board, Kore Carrier Board oder ein vom Drohnenhersteller nach dem CubePilot-Referenzdesign entwickeltes Board).

2.2 Architektur der Flugsteuerung

Cube Orange+ vereint zwei Funktionseinheiten in einem Aluminiumgehäuse: die Hauptsteuereinheit (FMU) und den I/O-Coprozessor. Steckverbinder und Stromversorgung übernimmt das Trägerboard, mit dem das Modul über einen einzigen 80-poligen Steckverbinder Hirose DF17 verbunden ist. Das Modul hat weder ein eigenes Power-Management noch einen eigenen BEC.



Blockschaltbild Cube Orange+

- **FMU** – Prozessor STM32H757 (ARM Cortex-M7 + Cortex-M4), 2 MB Flash, 1 MB RAM. Verarbeitet Sensoren, Navigation und Kommunikation und steuert die Ausgänge AUX OUT 1–6 an.
- **I/O-Coprozessor** STM32F100 – steuert die Ausgänge MAIN OUT 1–8 und die RC-Eingänge. Fällt die FMU aus, kann er die Ausgänge direkt vom RC-Eingang ansteuern (Failsafe / manueller Modus bei Flugzeugen).
- Alle Flugsensoren sind über SPI angebunden, die microSD-Karte über die SDIO-Schnittstelle.
- Die Pins zur Überwachung der Stromversorgung (Brick OK, Backup OK, FMU 3,3 V) sind über einen 220-Ω-Widerstand zum I/O-Coprozessor geführt – Ereignisse der Stromversorgung lassen sich so auch dann protokollieren, wenn die FMU im Flug neu startet.

2.3 Technische Daten Cube Orange+

Parameter	Wert
Hauptprozessor (FMU)	STM32H757 (Cortex-M7 + M4), 2 MB Flash, 1 MB RAM
I/O-Coprozessor	STM32F100
IMU	3× (Beschleunigungssensor + Gyroskop), 2 davon schwingungsisoliert und beheizt – siehe 2.4
Barometer	2× MS5611 (eines auf dem IMU-Board, eines auf der FMU)
Integriertes Magnetometer	AK09916 (Teil der IMU ICM20948)
PWM-Ausgänge	14 (8 vom I/O – MAIN, 6 von der FMU – AUX)
RC-Eingänge	CPPM, S.Bus, Spektrum/DSM; RSSI-Eingang (PWM/analog)
S.Bus-Ausgang	ja (Port SBUSo)
Serielle Ports	5 (2 mit vollständiger Flusskontrolle) + USB
I2C	2 (extern)
CAN	2 (CAN FD)
SPI	1 (ungepuffert, nur für kurze Leitungen)
Analogeingänge	3
Sonstiges	Treiber für Piezo-Buzzer, externe RGB-LED (I2C), Sicherheitsschalter + LED, microSD-Steckplatz
Steckverbinder zum Trägerboard	Hirose DF17, 80 Pins, 4 mm Stapelhöhe, 0,5 mm Raster
Versorgungsspannung – empfohlen	4,0–5,5 V (Herstellerangabe 4,1–5,5 V / 350 mA bei 5 V)
Versorgungsspannung – absolutes Maximum	3,8–5,7 V
Stromaufnahme FMU + I/O	Budget 550 mA einschließlich LED und Buzzer
Gehäuseabmessungen	38,2 × 38,2 mm, Lochabstand 30 × 30 mm
Wasserdichtheit	nicht wasserdicht
Firmware	ArduPilot (Target CubeOrangePlus), PX4

2.4 Sensoren und IMU-Board

Cube Orange+ verwendet die dritte Version des schwingungsisolierten IMU-Boards. Die bestückten Sensoren unterscheiden sich je nach Fertigungsrevision:

Sensor	Bestückt	Montage
IMU1	ICM45686 oder ICM20649	isoliertes Board
IMU2	ICM20948, ICM42688 oder ICM45686	isoliertes Board
IMU3	ICM42688 oder ICM45686	starr auf der FMU
Barometer 1	MS5611	IMU-Board
Barometer 2	MS5611	FMU

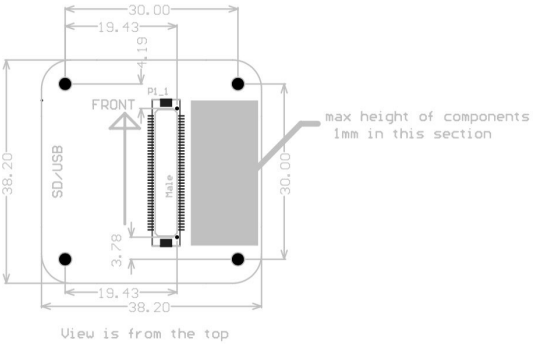
- IMU1 und IMU2 sind mechanisch schwingungsisoliert; IMU3 ist nicht isoliert. Die „Data Ready“-Signale der Sensoren auf dem isolierten Board sind nicht herausgeführt.
- Das IMU-Board wird über integrierte Widerstände auf eine einstellbare Temperatur beheizt (Parameter BRD_HEAT_TARG, siehe 6.12).

2.5 Betriebsbedingungen

Parameter	Wert
Versorgungsspannung / max. Strom	4,1–5,5 V / 350 mA bei 5-V-Versorgung
Ideale Betriebstemperatur	−10 °C bis 55 °C
Max. Notbetriebstemperatur	100 °C
Niedrigste getestete Lagertemperatur	−70 °C
Höchste getestete Temperatur (überstanden und neu gestartet)	120 °C
Niedrigste Einschalttemperatur	ca. −40 °C bis −50 °C
Wasserdichtheit	nicht wasserdicht, externer Schutz erforderlich

❄ Achten Sie bei Betrieb unter Frostbedingungen auf Kondensation. Der Hersteller empfiehlt dringend, das Modul vor der Inbetriebnahme vorzuwärmen, damit das System in einem zulässigen Temperaturbereich arbeitet.

2.6 Mechanische Ausführung und Steckverbinder



Abmessungen des Cube-Moduls, Draufsicht (FRONT – Vorderseite, SD/USB – Seite mit microSD-Steckplatz und USB)

- Gehäuse 38,2 × 38,2 mm, Lochabstand 30 × 30 mm. Der Pfeil auf dem Deckel kennzeichnet die Vorderseite.
- Steckverbindung Hirose DF17, 80 Pole, 4 mm Stapelhöhe, 0,5 mm Raster, sturzfest.
- Steckverbinderserien der Trägerboards (CubePilot-Standard): Servoleiste 0,1″ (2,54 mm), Leitungen AWG24; Peripherie JST-GH 1,25 mm, Leitungen AWG28; Stromeingänge Molex CLIK-Mate 2 mm.
- Der microSD-Steckplatz und der Micro-USB-Port befinden sich an der Seite des Moduls.

2.7 Deckelversionen

Cube Orange+ wird in zwei Versionen geliefert, die sich nur im Aufdruck des Deckels unterscheiden. **Version 1:** CubePilot-Logo mit Pfeil nach vorn und Kennzeichnung Cube+ oben, unterer Deckel ohne Aufdruck. **Version 2:** zusätzlich die Aufschriften „DIU Blue Listed NDAA Compliant“ und „Design in Australia; Proudly made in Taiwan“, letztere auch auf dem unteren Deckel. Funktionen, Bauteile und technische Daten sind identisch.

3. Schnittstellen, Ausgänge und Stromversorgung des Cube Orange+

Dieses Kapitel beschreibt die Schnittstellen des Moduls Cube Orange+ selbst. Welche davon auf Steckverbinder herausgeführt sind, hängt vom Trägerboard ab (Kapitel 4).

3.1 PWM-Ausgänge

Eigenschaft	MAIN OUT 1–8	AUX OUT 1–6
Angesteuert von	I/O-Coprozessor	FMU
Funktion bei Failsafe / FMU-Ausfall	ja – direkte Ansteuerung vom RC-Eingang möglich	nein
Latenz	Standard	geringer
Frequenzgruppen (ArduPilot)	1–2 · 3–4 · 5–8	1–4 · 5–6
Max. PWM-Aktualisierungsrate	400 Hz	—
DShot	nach Einstellen von BRD_IO_DSHOT = 1	ja
Verwendung als GPIO	ja	ja (Relais, Taster, RPM)
Auf dem Mini Carrier Board	ja (1–8)	nein

- Kanäle derselben Gruppe müssen dieselbe Ausgangsfrequenz verwenden. Nutzt ein Kanal einer Gruppe DShot, muss die gesamte Gruppe DShot nutzen. Wenn Sie Servos und Motoren in einer Gruppe kombinieren, wählen Sie eine Frequenz, die die Servos verarbeiten können.
- Nach dem Aktivieren von DShot an MAIN OUT (BRD_IO_DSHOT = 1, danach Neustart) empfängt der Eingang RCIN kein PPM, DSM, iBus, SUMD, SRXL und ST24 mehr. S.Bus und FPort an RCIN sowie DSM-Empfänger am Port SPKT funktionieren weiterhin.
- Die PWM-Ausgänge sind **keine Leistungsausgänge**. Ein I/O-Ausgang verträgt 50 mA, alle acht zusammen höchstens 100 mA. Sie sind nur für Servos und Eingänge von Drehzahlreglern bestimmt, nicht für Relais oder LEDs.
- Die Ausgänge sind reine Ausgänge, ESD-geschützt und so ausgelegt, dass sie einen versehentlich falsch angeschlossenen Servo überstehen. Die Treiber sind für eine Last von 50 pF über 2 m Kabel 26 AWG ausgelegt.
- Der Pegel des PWM-Signals beträgt 3,3 V. Auf der Servoleiste ist die obere Reihe GND, die mittlere +5 V (Servoversorgung) und die untere das Signal.
- In ArduPilot haben die Ausgänge AUX 1–6 bei Verwendung als GPIO die Pin-Nummern 50–55.

3.2 Serielle Ports

ArduPilot	Port	UART	Hinweis
SERIAL0	USB	—	Konsole, Verbindung zum Computer
SERIAL1	TELEM1	UART2	RTS/CTS, Standard 57 600 Baud
SERIAL2	TELEM2	UART3	RTS/CTS
SERIAL3	GPS1	UART4	+ I2C1, Sicherheitsschalter
SERIAL4	GPS2	UART8	+ I2C2
SERIAL5	CONS	UART7	ADS-B-Empfänger auf dem Board mit ADS-B

- Die seriellen Ports verwenden 3,3-V-CMOS-Logikpegel, sind 5-V-tolerant, gepuffert und ESD-geschützt.
- Nur SERIAL1 und SERIAL2 verfügen über vollständige Flusskontrolle (RTS/CTS).
- Der Port CONS war ursprünglich eine Debug-Konsole; heute ist er ein regulärer UART (Debug-Ausgaben laufen über USB).

3.3 RC-Eingänge, S.Bus-Ausgang und RSSI

- **RCIN** – Eingang am Ende der Servoleiste, unterstützt alle RC-Protokolle (CPPM/PPM, S.Bus, FPort und weitere). Ein Empfänger mit PWM-Ausgang benötigt einen PPM-Encoder.
- **SPKT** – Port für Spektrum-Satellitenempfänger DSM / DSM2 / DSM-X mit eigenem 3,3-V-Regler (Stromaufnahme des Empfängers ca. 25 mA); die Versorgung ist per Software schaltbar, was das Binden (Bind) ermöglicht.
- **SBUSo** – Ausgabe aller Servokanäle per S.Bus vom I/O-Coprozessor, aktiviert mit dem Parameter BRD_SBUS_OUT. Der 5-V-Pin dieses Ports ist mit der Servoleiste verbunden.
- **Analoges RSSI** – bei BRD_SBUS_OUT = 0 kann der Port SBUSo als RSSI-Eingang verwendet werden (RSSI_TYPE = 1, RSSI_PIN = 103). S.Bus-Ausgang und RSSI-Eingang können nicht gleichzeitig verwendet werden.
- Die Versorgung der S.Bus- und CPPM-Empfänger hat eine eigene Speisung. **Schließen Sie daran keine Servos** oder Bordcomputer an (Service Bulletin des Herstellers SB_0000004).

3.4 I2C, CAN und SPI

- **I2C** – zwei Busse, direkt angesteuert, ungepuffert, mit Pull-up-Widerständen auf 3,3 V in der FMU. Dank zweier Busse lassen sich zwei GPS-/Kompassmodule ohne Kompasskonflikte anschließen.
- **CAN** – zwei CAN-FD-Busse, Transceiver in der FMU. Der Abschlusswiderstand für ein Busende ist fest auf dem Board verbaut.

- **SPI** – ungepuffert, nur für sehr kurze Leitungen; auf dem Standard-Board nur auf Testpunkte herausgeführt. Der Hersteller rät von der Verwendung ab.

3.5 Analogeingänge und Überwachung der Stromversorgung

Die Analogeingänge 1–3 sind bis 12 V geschützt, der Messbereich beträgt jedoch 0–3,3 V. Pin-Nummern für ArduPilot:

Pin	Messgröße
14	Spannung des Hauptakkus (POWER1)
15	Strom des Hauptakkus (POWER1)
13	Spannung des zweiten Akkus (POWER2)
4	Strom des zweiten Akkus (POWER2)
18	Versorgung Vdd 5 V
8	Port ADC
103	RSSI (analog)
9 / 5	EXTERN_GPIO1 / EXTERN_GPIO2 (nur eigenes Trägerboard)

3.6 Buzzer, LED und Sicherheitsschalter

- Der Treiber für den Piezo-Buzzer kann die meisten Piezoelemente mit einer Kapazität von 5–300 nF bei bis zu 35 V ansteuern. Er ist sehr laut; die Lautstärke wird nur durch die Empfindlichkeit des verwendeten Elements begrenzt.
- Eine externe RGB-LED wird über I2C angeschlossen (z. B. in einem GPS-Modul). Das Cube-Modul hat eine integrierte RGB-LED und eine Boot/Error-LED.
- Der Sicherheitsschalter und seine LED werden über den Port GPS1 angeschlossen (Pins BUTTON und IO_LED_SAFETY).

3.7 Stromquellen und Priorität

Das Power-Management wurde von der FMU auf das Trägerboard verlagert. Die Versorgung kann über das Stromversorgungsmodul (POWER1, mit POWER2 als Reserve), über die Servoleiste oder über USB erfolgen. Jeder Eingang ist gegen Verpolung und gegen Rückspeisung aus den anderen Quellen geschützt. Sind mehrere Quellen angeschlossen, wird die Quelle mit der höchsten Priorität und gültiger Spannung verwendet; der Port des Stromversorgungsmoduls hat Vorrang.

Quelle	Priorität	Normalbereich	Grenzwert	Geschützt bis
Stromversorgungsmodul	hoch	4,8–5,4 V	4,1–5,7 V	0–20 V
Servoleiste	mittel	4,8–5,4 V	4,1–10 V	0–20 V

Quelle	Priorität	Normalbereich	Grenzwert	Geschützt bis
USB	niedrig	4,8–5,4 V	4,1–5,7 V	0–6 V

Eingangsspannungsbereich der einzelnen Abschnitte nach Quelle:

Abschnitt	Modul-Port	Reserve-Port	USB	Servoleiste
FMU	4–5,7 V	4–5,7 V	4–5,7 V	—
I/O	4–5,7 V	4–5,7 V	4–5,7 V	4–10,5 V
Peripherie	4–5,7 V, max. 2,5 A	4–5,7 V, max. 2,5 A	4–5,7 V, max. 2,5 A	—

3.8 Peripherieversorgung, Servoleiste, USB

- **Peripheriegeräte** erhalten über ESD- und EMV-Filter höchstens 5,5 V. Die Peripherieversorgung wird abgeschaltet, wenn die Spannung unter 2,7 V fällt oder über ca. 5,7 V steigt. Der Gesamtstrom der Peripherie ist auf 2,5 A begrenzt.
- **TELEM1** hat eine eigene Strombegrenzung von 1,5 A und einen separaten Filter; die übrigen Peripheriegeräte teilen sich eine Begrenzung von 1 A und einen Schalter (Spitze höchstens 1,5 A). Beide Gruppen werden per Software geschaltet.
- **Der Reserveeingang (POWER2)** ist genauso beschaltet wie der Haupteingang. Oberhalb von 5,7 V wird die Versorgung gesperrt. Bei Versorgung über den Reserveeingang können Cube und Peripherie zusammen bis zu 2,75 A aufnehmen, sofern die Quelle dies liefern kann.
- **Servoleiste** – der I/O akzeptiert bis zu 10,5 V von der Servoleiste und schaltet bei Ausfall der Hauptversorgung auf sie um (manuelle Steuerung eines Flugzeugs bei korrekter I/O-Zuordnung). FMU und Peripherie werden nicht über die Servoleiste versorgt. Liegen an der Servoleiste mehr als 5,7 V an und fehlt das Stromversorgungsmodul, bleibt das System ohne Versorgung. **Der Cube versorgt niemals Servos.**
- **USB** dient zur Konfiguration, für Firmware-Updates und Tests; halten Sie die Gesamtstromaufnahme einschließlich Peripherie innerhalb von 500 mA. Eine Versorgung über USB im Flug wird nicht empfohlen.
- Die Peripherieversorgung wird bei Kurzschluss hardwareseitig gesperrt; die Sperre hebt die FMU-Software auf. Bei Unterspannung hält die Überwachungsschaltung die FMU im Reset.
- FMU und I/O haben eigene 3,3-V-Regler mit Power-on-Reset. Echtzeituhr und SRAM werden durch einen Kondensator gepuffert, der nach einem unerwarteten Stromausfall oder Neustart im Flug eine ordnungsgemäße Wiederherstellung ermöglicht; das Modul enthält keine Batterie.

- Die FMU misst Spannung und Strom beider Stromversorgungsmodule sowie die ungeregelte 5-V-Versorgung (Erkennung von Unterspannung); der I/O misst die Spannung der Servoleiste.
- Das Cube-Modul selbst verfügt nur über minimalen elektrischen Schutz – halten Sie die Spannungs- und Stromgrenzwerte ein. Die Eingänge des Trägerboards haben EMV-Filter und TVS-Dioden, Verpolungs- und ESD-Schutz; digitale Signale haben Schutzpuffer und Serienwiderstände.

※ Warnung des Herstellers: Versorgen Sie Funkgeräte (Telemetrie, Sender) niemals über die Steckverbinder des Trägerboards. Versorgen Sie über den Versorgungspin von RCIN nur einen gewöhnlichen RC-Empfänger.

4. Trägerboards und Zubehör

4.1 Standard Carrier Board mit ADS-B-Empfänger (Standard Set)



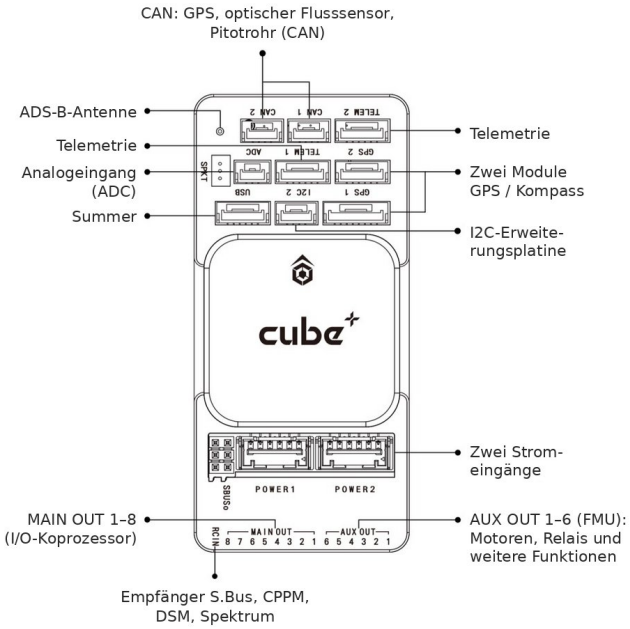
Cube Orange+ auf dem Standard Carrier Board mit ADS-B-Antenne

Das Trägerboard im Standard Set ist eine überarbeitete Version des ursprünglichen CubePilot-Standard-Boards. Technische Daten und Pinbelegung der Steckverbinder bleiben gleich; Änderungen gegenüber dem ursprünglichen Board:

- eingebauter **ADS-B-IN-Empfänger uAvionix 1090 MHz** mit integrierter Antenne,
- Footprint für Intel Edison und USB-Debug-Ports entfernt,
- neues Design und korrigierte Beschriftung der CAN-Ports.

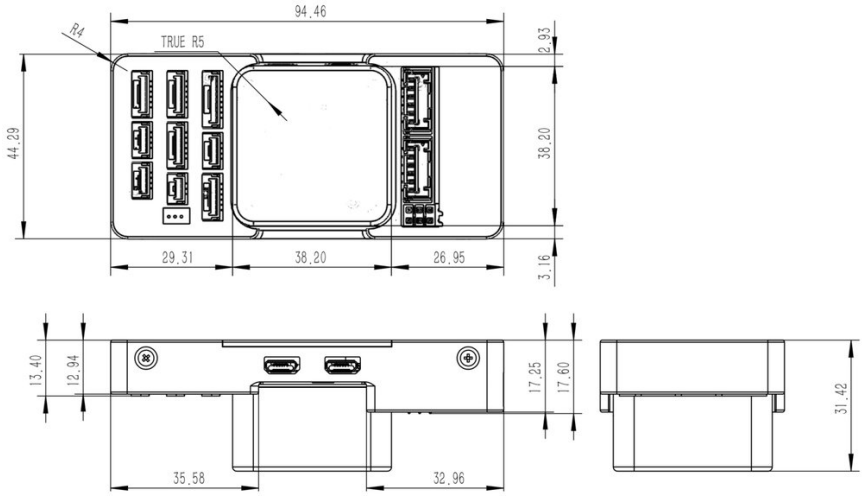
Der ADS-B-Empfänger erkennt Luftfahrzeuge, die ADS-B OUT senden, und übermittelt deren Position, Höhe, Geschwindigkeit und Kennung an die Flugsteuerung; die Daten lassen sich in der Bodenstation anzeigen, Warnungen und Ausweichmanöver können in ArduPilot konfiguriert werden (Kapitel 6.13). Der Empfänger ist am internen seriellen Port SERIAL5 angeschlossen und funktioniert sowohl mit ArduPilot als auch mit PX4.

※ Der ADS-B-Empfänger empfängt nur; er sendet nichts. Er entbindet den Piloten nicht von der Pflicht, den umgebenden Luftverkehr zu beobachten.

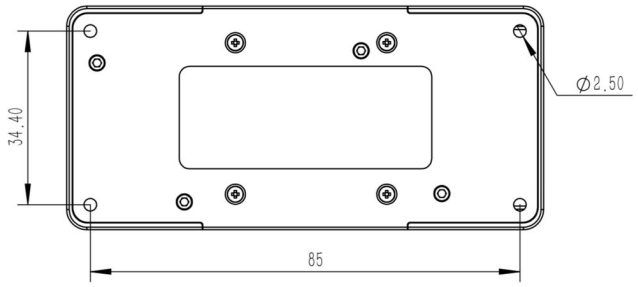


Übersicht der Steckverbinder und Funktionen des Standard Carrier Board

4.2 Abmessungen des Standard Carrier Board



Drauf- und Seitenansicht (Maße in mm)

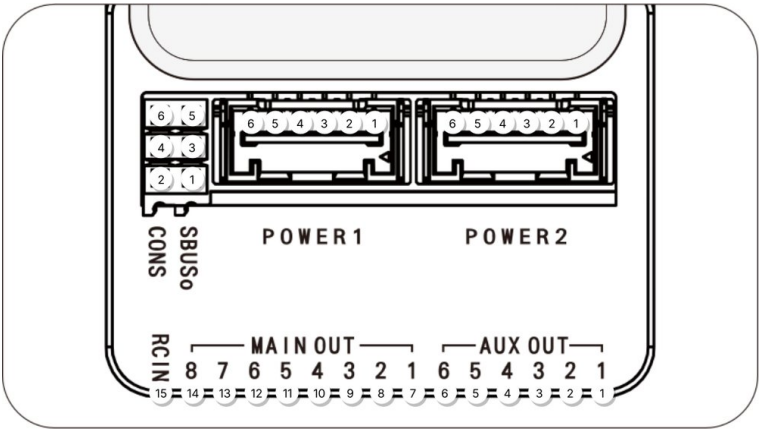


Unteransicht – Befestigungslöcher Ø 2,5 mm im Abstand 85 × 34,4 mm

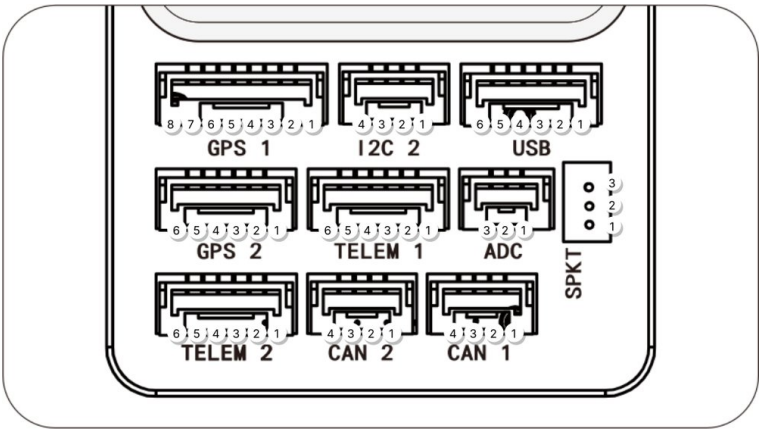
Parameter Standard Carrier Board	Wert
Abmessungen (L × B)	94,46 × 44,29 mm
Befestigungslöcher	Ø 2,5 mm, Abstand 85 × 34,4 mm
Stromeingänge POWER1/POWER2	4–5,7 V; Peripherie max. 2,5 A
Servoleiste (I/O-Versorgung)	4–10,5 V
ADS-B-Empfänger	uAvionix, 1090 MHz, nur Empfang, SERIAL5
Modell (Standard Set)	HX4-06222

4.3 Anordnung der Steckverbinder des Standard Carrier Board

An jedem Steckverbinder ist Pin 1 mit einem roten Punkt markiert (auf der Steckerseite). Die Pin-Nummerierung ist neben den Steckverbindern angegeben.



Hintere Kante: CONS/SBUSo, POWER1, POWER2 und Servoleiste (Positionen 1–15)



Vordere Kante: GPS1, I2C2, USB, GPS2, TELEM1, ADC, SPKT, TELEM2, CAN2, CAN1

4.4 Pinbelegung des Standard Carrier Board

Leitungsfarben der Original-CubePilot-Kabel: Pin 1 rot (oder grau), die übrigen schwarz oder je nach Signalart farbig.

▶ POWER1 – Hauptversorgung (Molex CLIK-Mate, 6 Pins)

Pin	Signal	Richtung	Spannung	Beschreibung
1	VDD_5V_BRICK	Eingang	5 V	Versorgung vom Power Brick
2	VDD_5V_BRICK	Eingang	5 V	Versorgung vom Power Brick
3	BATT_CURRENT_SENS	Eingang	3,3 V	Messung Akkustrom
4	BATT_VOLTAGE_SENS	Eingang	3,3 V	Messung Akkuspannung
5	GND	—	GND	Masse
6	GND	—	GND	Masse

▶ POWER2 – Reserveversorgung (Molex CLIK-Mate, 6 Pins)

Pin	Signal	Richtung	Spannung	Beschreibung
1	VDD_5V_BRICK	Eingang	5 V	Versorgung vom Power Brick
2	VDD_5V_BRICK	Eingang	5 V	Versorgung vom Power Brick
3	AUX_BATT_CURRENT_SENS	Eingang	3,3 V	Messung Strom 2. Akku
4	AUX_BATT_VOLTAGE_SENS	Eingang	3,3 V	Messung Spannung 2. Akku
5	GND	—	GND	Masse
6	GND	—	GND	Masse

▶ TELEM1, TELEM2 – SERIAL1, SERIAL2 (JST-GH, 6 Pins)

Pin	Signal	Richtung	Spannung	Beschreibung
1	VCC_5V	Ausgang	5 V	Peripherieversorgung
2	MCU_TX	Ausgang	3,3–5 V TTL	TX der Flugsteuerung
3	MCU_RX	Eingang	3,3–5 V TTL	RX der Flugsteuerung
4	MCU_CTS	Ausgang	3,3–5 V TTL	CTS (Clear To Send)
5	MCU_RTS	Eingang	3,3–5 V TTL	RTS (Request To Send)
6	GND	—	GND	Masse

▶ GPS1 – SERIAL3 + I2C1 (JST-GH, 8 Pins)

Pin	Signal	Richtung	Spannung	Beschreibung
1	VCC_5V	Ausgang	5 V	Versorgung GPS-Modul
2	GPS_TX	Ausgang	3,3–5 V TTL	TX der Flugsteuerung
3	GPS_RX	Eingang	3,3–5 V TTL	RX der Flugsteuerung
4	SCL	Ein-/Ausgang	3,3 V	I2C1 SCL
5	SDA	Ein-/Ausgang	3,3 V	I2C1 SDA
6	BUTTON	Eingang	GND	bei gedrücktem Taster mit GND verbunden
7	IO_LED_SAFETY	Ausgang	GND	Treiber LED Sicherheitsschalter
8	GND	—	GND	Masse

▶ GPS2 – SERIAL4 + I2C2 (JST-GH, 6 Pins)

Pin	Signal	Richtung	Spannung	Beschreibung
1	VCC_5V	Ausgang	5 V	Versorgung GPS-Modul
2	MCU_TX	Ausgang	3,3–5 V TTL	TX der Flugsteuerung
3	MCU_RX	Eingang	3,3–5 V TTL	RX der Flugsteuerung
4	SCL	Ein-/Ausgang	3,3–5 V	I2C2 SCL
5	SDA	Ein-/Ausgang	3,3–5 V	I2C2 SDA
6	GND	—	GND	Masse

▶ I2C2 (JST-GH, 4 Pins)

Pin	Signal	Richtung	Spannung	Beschreibung
1	VCC_5V	Ausgang	5 V	Peripherieversorgung
2	I2C_2_SCL	Ein-/Ausgang	3,3 V (Pull-up)	SCL, Pull-up in der FMU
3	I2C_2_SDA	Ein-/Ausgang	3,3 V (Pull-up)	SDA, Pull-up in der FMU
4	GND	—	GND	Masse

▶ CAN1, CAN2 (JST-GH, 4 Pins)

Pin	Signal	Richtung	Spannung	Beschreibung
1	VCC_5V	Ausgang	5 V	Peripherieversorgung
2	CAN_H	Ein-/Ausgang	12 V	CAN High
3	CAN_L	Ein-/Ausgang	12 V	CAN Low
4	GND	—	GND	Masse

▶ USB – externer USB, Buzzer, LED (JST-GH, 6 Pins)

Pin	Signal	Richtung	Spannung	Beschreibung
1	VBUS	Ausgang	5 V	USB-Versorgung
2	OTG_DP1	Ein-/Ausgang	3,3 V	USB D+
3	OTG_DM1	Ein-/Ausgang	3,3 V	USB D−
4	GND	—	GND	Masse
5	BUZZER_OUT	Ausgang	Akkuspannung	Buzzer-Ausgang (8,4–42 V laut Hersteller)
6	FMU_LED_AMBER	Ausgang	—	Boot / Error LED (Firmware-Update)

▶ CONS / SBUSo – SERIAL5 und S.Bus-Ausgang (Stiftleiste 2 × 3)

Pin	Signal	Richtung	Spannung	Beschreibung
1	S.Bus_Out	Ausgang	—	S.Bus-Ausgang (TX)
2	MCU_TX	Ausgang	3,3–5 V TTL	TX der Flugsteuerung (SERIAL5)
3	VDD_SERVO	Ausgang	Spannung der Servoleiste	Spannung der Servoleiste
4	MCU_RX	Eingang	3,3–5 V TTL	RX der Flugsteuerung (SERIAL5)
5	GND	—	GND	Masse
6	GND	—	GND	Masse

▶ ADC – Analogeingang (JST-GH, 3 Pins)

Pin	Signal	Richtung	Spannung	Beschreibung
1	VDD_5V_Periph	Ausgang	5 V	Sensorversorgung
2	ADC IN	Eingang	0–3,3 V	Drucksensor, Laser-Entfernungsmesser, Sonar
3	GND	—	GND	Masse

▶ SPKT – Spektrum DSM (3 Pins, Pin 3 am nächsten zum Cube-Modul)

Pin	Signal	Richtung	Spannung	Beschreibung
1	IO_USART1_RX_DSM	Eingang	3,3 V	Signal vom DSM-Empfänger
2	GND	—	GND	Masse
3	VDD_3V3_Spektrum	Ausgang	3,3 V	separate Empfängerversorgung

▶ Servoleiste (2,54 mm; obere Reihe GND, mittlere +5 V Servo, untere Signal)

Position	Steckverbinder	Signal	Beschreibung
1–6	AUX OUT 1–6	FMU_CH1–6_PROT	PWM-Ausgänge von der FMU
7–14	MAIN OUT 1–8	IO_CH1–8_PROT	PWM-Ausgänge vom I/O
15	RCIN	PPM_SBUS_PROT	PPM-/S.Bus-Eingang, Versorgung 3,3 / 4,5 V

▶ IO DEBUG und FMU DEBUG (JST-SUR, 6 Pins, unter dem Deckel des Trägerboards)

Pin	Signal	Richtung	Spannung	Beschreibung
1	VDD 5V PERIPH	Ausgang	5 V	Versorgung
2	IO_TX / FMU_TX	Ausgang	3,3–5 V TTL	TX (FMU: SERIAL5)
3	IO_RX / FMU_RX	Eingang	3,3–5 V TTL	RX (FMU: SERIAL5)
4	SWDIO	Ein-/Ausgang	3,3–5 V TTL	Daten der SWD-Schnittstelle
5	SWCLK	Ein-/Ausgang	3,3–5 V TTL	Takt der SWD-Schnittstelle
6	GND	—	GND	Masse

4.5 Mini Carrier Board (Mini Set)



Cube Orange+ auf dem Mini Carrier Board

Das Mini Carrier Board ist ein kompaktes Trägerboard für Aufbauten, bei denen Platz und Gewicht eine Rolle spielen. Es hat weniger Ausgänge als das Standard-Board: Laut Herstellerdokumentation bietet es **8 PWM-Ausgänge** (MAIN OUT vom I/O-Coprozessor), nur den Bus **CAN2** und hat keinen ADS-B-Empfänger, keinen S.Bus-Ausgang, keinen Port ADC, keinen externen USB und keinen Port CONS. Der Micro-USB-Port und der microSD-Steckplatz befinden sich am Cube-Modul.



Anordnung der Steckverbinder des Mini Carrier Board (Illustrationsfoto des Herstellers mit einem anderen Cube-Modul)

Steckverbinder	Typ	Funktion
GPS1	JST-GH 8 Pins	SERIAL3 + I2C1 + Sicherheitsschalter
GPS2	JST-GH 6 Pins	SERIAL4 + I2C2
TELEM1, TELEM2	JST-GH 6 Pins	SERIAL1, SERIAL2 mit Flusskontrolle
I2C	JST-GH 4 Pins	Bus I2C2
CAN2	JST-GH 4 Pins	Bus CAN2
POWER1, POWER2	Molex CLIK-Mate 2 mm, 6 Pins	Haupt- und Reserveversorgung + Messung
BUZZER	DF13 1,25 mm, 2 Pins	Piezo-Buzzer
RCIN / MAIN OUT 1–8	Stiftleiste 2,54 mm	PPM-/S.Bus-Eingang, PWM-Ausgänge 1–8
SPKT	3 Pins	Spektrum (nur nach Umbau des Boards, siehe 4.6)

Parameter Mini Carrier Board	Wert
Versorgung POWER	4–5,7 V / 2,5 A (0–20 V verursacht keine Schäden, das System arbeitet dann jedoch nicht)
Nenneingangs-/Nennausgangsleistung	14 W
USB-Eingang	4–5,7 V / 250 mA

Parameter Mini Carrier Board	Wert
Servoleiste (I/O-Versorgung)	4–10,5 V
Betriebstemperatur	−10 °C bis 55 °C
Abmessungen, Gehäusematerial	47,5 × 38,5 × 17,8 mm, ABS
Wasserdichtheit	nicht wasserdicht

Die **Pinbelegung** der Steckverbinder GPS1, GPS2, TELEM1, TELEM2, I2C, CAN2, POWER1, POWER2 und SPKT ist dieselbe wie beim Standard Carrier Board (Kapitel 4.4). Abweichende Steckverbinder:

▶ BUZZER (DF13, 2 Pins)

Pin	Signal	Richtung	Spannung	Beschreibung
1	BUZZER	Ausgang	Akkuspannung	Buzzer (8,4–42 V laut Hersteller)
2	GND	—	GND	Masse

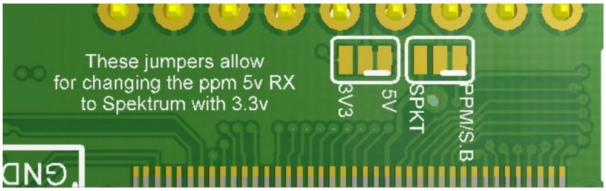
▶ RCIN / MAIN OUT (Stiftleiste 2,54 mm)

Position	Signal	Beschreibung
S1–S8	IO_CH1–8_PROT	PWM-Ausgänge 1–8 vom I/O (Signal 3,3 V, Versorgung von der Servoleiste)
S9	PPM_SBUS_PROT	PPM-/S.Bus-Eingang (Versorgung 3,3 / 4,5 V)

Die Pinbelegung des Steckverbinders DF17 des Mini Carrier Board ist dieselbe wie bei den anderen Cube-Trägerboards (Kapitel 4.8).

4.6 Umstellung des RC-Eingangs auf Spektrum (Mini Carrier Board)

Im Auslieferungszustand ist der Eingang RCIN für PPM und S.Bus beschaltet: Das linke mittlere Pad ist mit dem Pad 5V (Empfängerversorgung) gebrückt und das rechte mittlere Pad mit dem Pad PPM/S.B (Signal). **Der Port SPKT ist daher nicht frei verfügbar.**



Brücken zur Umstellung des Eingangs PPM/S.Bus 5 V auf Spektrum 3,3 V

※ Dieser Umbau verändert das Board. Danach empfängt der Eingang RCIN kein PPM/S.Bus mehr. Führen Sie ihn nur durch, wenn Sie über ausreichende Lötkenntnisse verfügen.

① Trennen Sie die Brücke zwischen dem linken mittleren Pad und dem Pad 5V sowie zwischen dem rechten mittleren Pad und dem Pad PPM/S.B auf.

② Verbinden Sie mit Lötzinn das Pad 3V3 mit dem linken mittleren Pad und das Pad SPKT mit dem rechten mittleren Pad.

4.7 Power Brick Mini und I2C Board (Standard Set und Mini Set)

- Das **Power Brick Mini** versorgt den Cube über ein 6-poliges Kabel an POWER1 mit geregelter Spannung und misst zugleich Spannung und Strom des Akkus. Laut Hersteller verträgt es Akkus bis **8S**, einen Dauerstrom von **30 A** und einen Spitzenstrom von **100 A**; es hat auf beiden Seiten einen XT60-Steckverbinder (Stecker zum Akku, Buchse zum Verbraucher). Verwenden Sie bei höherer Stromaufnahme ein Stromversorgungsmodul mit höherer Strombelastbarkeit.
- Das **I2C Board** ist ein Erweiterungsboard für den I2C-Bus – es ermöglicht den Anschluss mehrerer I2C-Geräte (z. B. Kompass, LED, Sensoren) an einen einzigen I2C-Port.

4.8 Steckverbinder DF17 – Pinbelegung

Die Belegung der 80 Pins des Steckverbinders Hirose DF17 ist ein langjähriger CubePilot-Standard – sie gilt für alle Cube-Trägerboards. Diese Angaben werden vor allem beim Entwurf eines eigenen Trägerboards benötigt. Die Richtung ist aus Sicht des Cube-Moduls angegeben.

Pin	Signal	Richtung	Beschreibung
1	FMU_SWDIO	E/A	FMU SWD-Daten
2	FMU_LED_AMBER	A	Boot/Error-LED (über FET geschaltet)
3	FMU_SWCLK	A	FMU SWD-Takt
4	I2C_2_SDA	E/A	I2C-Daten (SDA)
5	EXTERN_CS	A	externes SPI CS (nicht verbunden, nur Debug)
6	I2C_2_SCL	A	I2C-Takt (SCL)
7	FMU_!RESET	E	FMU-Reset
8	PROT_SPARE_1	—	Reserve
9	VDD_SERVO_IN	E	I/O-Versorgung für Not-Failsafe (Servoleiste)

Pin	Signal	Richtung	Beschreibung
10	PROT_SPARE_2	—	Reserve
11	EXTERN_DRDY	E	externer SPI-Interrupt (nicht verbunden, nur Debug)
12	SERIAL_5_RX	E	UART5 RX
13	GND	—	Masse
14	SERIAL_5_TX	A	UART5 TX
15	GND	—	Masse
16	SERIAL_4_RX	E	UART4 RX
17	SAFETY	—	Eingang Sicherheitsschalter
18	SERIAL_4_TX	A	UART4 TX
19	VDD_3V3_SPEKTRUM_EN	A	Freigabe Spektrum-Regler
20	SERIAL_3_RX	E	UART3 RX
21	PRESSURE_SENS_IN	analog	Analogeingang (Drucksensor, Entfernungsmesser, Sonar)
22	SERIAL_3_TX	A	UART3 TX
23	AUX_BATT_VOLTAGE_SENS	analog	Messung Spannung Reserveakku
24	ALARM	A	PWM-Signal Buzzer
25	AUX_BATT_CURRENT_SENS	analog	Messung Strom Reserveakku
26	IO_VDD_3V3	E	Versorgung I/O-Chip (für Debugging)
27	VDD_5V_PERIPH_EN	A	Freigabe Peripherieversorgung
28	IO_LED_SAFET_PROT	A	LED Sicherheitsschalter
29	VBUS	E	USB VBUS
30	SERIAL_2_RTS	—	UART2 RTS
31	OTG_DP1	E/A	USB D+
32	SERIAL_2_CTS	—	UART2 CTS
33	OTG_DM1	E/A	USB D−
34	SERIAL_2_RX	E	UART2 RX
35	I2C_1_SDA	E/A	I2C-Daten (SDA)
36	SERIAL_2_TX	A	UART2 TX
37	I2C_1_SCL	A	I2C-Takt (SCL)

Pin	Signal	Richtung	Beschreibung
38	SERIAL_1_RX	E	UART1 RX
39	CAN_L_2	E/A	CAN Low (FMU)
40	SERIAL_1_TX	A	UART1 TX
41	CAN_H_2	E/A	CAN High (FMU)
42	SERIAL_1_RTS	—	UART1 RTS
43	VDD_5V_PERIPH_OC	E	Fehler Peripherieversorgung
44	SERIAL_1_CTS	—	UART1 CTS
45	VDD_5V_HIPOWER_OC	E	Fehler Versorgung Hochleistungsperipherie
46	IO_USART_1_TX	A	I/O USART1 TX
47	BATT_VOLTAGE_SENS_PROT	analog	Messung Spannung Hauptakku
48	IO_USART1_RX_SPECTRUM_DSM	A	Signal vom Spektrum-Empfänger
49	BATT_CURRENT_SENS_PROT	analog	Messung Strom Hauptakku
50	FMU_CH1_PROT	A	FMU PWM-Ausgang 1
51	SPI_EXT_MOSI	A	externes SPI, nur Debug
52	FMU_CH2_PROT	A	FMU PWM-Ausgang 2
53	VDD_SERVO	E	Messung Spannung Servoleiste
54	FMU_CH3_PROT	A	FMU PWM-Ausgang 3
55	VDD_BRICK_VALID	E	Signal Hauptversorgung gültig
56	FMU_CH4_PROT	A	FMU PWM-Ausgang 4
57	VDD_BACKUP_VALID	E	Signal Reserveversorgung gültig
58	FMU_CH5_PROT	A	FMU PWM-Ausgang 5
59	VBUS_VALID	E	Signal USB gültig
60	FMU_CH6_PROT	A	FMU PWM-Ausgang 6
61	VDD_5V_IN_PROT	E	5-V-Versorgung der FMU vom Quellenwähler
62	PPM_SBUS_PROT	E	PPM-/S.Bus-Eingang
63	VDD_5V_IN_PROT	E	5-V-Versorgung der FMU vom Quellenwähler
64	S.BUS_OUT	A	S.Bus-Ausgang
65	IO_VDD_5V5	A	I/O-Versorgung 5,5 V

Pin	Signal	Richtung	Beschreibung
66	IO_CH8_PROT	A	I/O PWM-Ausgang 8
67	SPI_EXT_MISO	E	externes SPI, nur Debug
68	IO_CH7_PROT	A	I/O PWM-Ausgang 7
69	IO_SWDIO	E/A	I/O SWD-Daten
70	IO_CH6_PROT	A	I/O PWM-Ausgang 6
71	IO_SWCLK	A	I/O SWD-Takt
72	IO_CH5_PROT	A	I/O PWM-Ausgang 5
73	SPI_EXT_SCK	A	externes SPI, nur Debug
74	IO_CH4_PROT	A	I/O PWM-Ausgang 4
75	IO_!RESET	E	I/O-Reset
76	IO_CH3_PROT	A	I/O PWM-Ausgang 3
77	CAN_L_1	E/A	CAN Low (FMU)
78	IO_CH2_PROT	A	I/O PWM-Ausgang 2
79	CAN_H_1	E/A	CAN High (FMU)
80	IO_CH1_PROT	A	I/O PWM-Ausgang 1

5. Rechtliche Betriebsbedingungen in der Tschechischen Republik und der EU

5.1 Maßgeblich ist das Recht des Landes, in dem Sie fliegen

Die Verordnungen (EU) 2019/947 und 2019/945 gelten in allen Mitgliedstaaten der Europäischen Union, die nationalen Durchführungsvorschriften unterscheiden sich jedoch von Staat zu Staat – Registrierungsportale, Mindestalter des Piloten, geografische Gebiete, Versicherungspflicht, zulässige Frequenzbänder und maximale Sendeleistung. Die Angaben in diesem Kapitel beschreiben die Situation in der Tschechischen Republik. Wenn Sie eine Drohne in einem anderen Land betreiben, müssen Sie die Vorschriften des Staates einhalten, in dem Sie fliegen.

5.2 Die Flugsteuerung als Teil eines unbemannten Luftfahrzeugs

Cube Orange+ ist ein Bauteil, keine fertige Drohne. Die Pflichten des Betreibers und des Piloten hängen vom Fahrzeug ab, in das Sie ihn einbauen:

- Eine aus Komponenten aufgebaute Drohne hat kein Klassenidentifizierungszeichen C0–C6. In der offenen Kategorie kann sie als privat gebautes UAS in der Unterkategorie **A1** (Masse bis 250 g und Geschwindigkeit bis 19 m/s) oder **A3** betrieben werden; die Unterkategorie A2 steht nicht zur Verfügung. Ein Betrieb über diese Grenzen hinaus fällt unter die spezielle Kategorie oder unter den Betrieb im Rahmen eines Modellflugvereins.
- Der Betreiber einer Drohne mit Kamera oder mit einer Masse von 250 g oder mehr muss sich registrieren – in der Tschechischen Republik bei der Zivilluftfahrtbehörde der Tschechischen Republik (ÚCL) – und die Registrierungsnummer an der Drohne anbringen. Der Pilot muss über den entsprechenden Kompetenznachweis verfügen.
- In der offenen Kategorie gelten vor allem folgende Regeln: Höhe bis 120 m über Grund, Flug in Sichtweite, kein Überfliegen von Menschenansammlungen; in A3 ein Abstand von 150 m zu Wohn-, Gewerbe-, Industrie- und Erholungsgebieten.
- Prüfen Sie die geografischen Gebiete (in der Tschechischen Republik die Karte der geografischen Gebiete der Flugsicherung der Tschechischen Republik (ŘLP ČR)); wir empfehlen den Abschluss einer Haftpflichtversicherung.

5.3 Funkanlagen

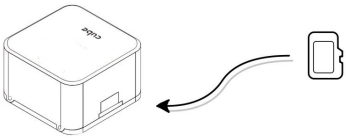
- Der ADS-B-Empfänger auf dem Standard Carrier Board arbeitet auf **1090 MHz** und empfängt nur – er hat keine Sendeleistung.
- Die Flugsteuerung selbst sendet nicht. Für die Konfiguration und den rechtmäßigen Betrieb angeschlossener Sender (RC, Telemetrie, Videosender) ist der Anwender verantwortlich; außerhalb der Tschechischen Republik gelten die Frequenzen und Grenzwerte des jeweiligen Landes.

6. Einbau, Verkabelung und Konfiguration

6.1 Einbau in das Modell

- Platzieren Sie das Trägerboard mit dem Cube möglichst nahe am **Schwerpunkt** des Fahrzeugs und befestigen Sie es mit dem doppelseitigen 3M-Klebepad und den mitgelieferten Schrauben.
- **Der Pfeil auf dem Cube-Deckel muss nach vorn zeigen.** Der Cube kann auch gedreht oder kopfüber montiert werden; passen Sie in diesem Fall die Parameter für die Ausrichtung der Flugsteuerung in der Firmware an.
- Die Schrauben der Trägerboards sind für Boards mit 1,8 mm Dicke bestimmt; die Schrauben M2,5 zur Befestigung des Cube auf dem Trägerboard sind ca. 6–7,55 mm lang.
- Achten Sie beim Aufsetzen des Moduls auf das Trägerboard darauf, dass der Steckverbinder DF17 gerade und ohne Kraftaufwand einrastet.

6.2 microSD-Karte



Einsetzen der microSD-Karte in das Cube-Modul

Setzen Sie die microSD-Karte (empfohlen Class 4 oder höher) in den Steckplatz an der Seite des Cube-Moduls ein. Darauf werden die Flugprotokolle (Dataflash) gespeichert. **Ohne Karte lässt ArduPilot kein Arm zu.**

6.3 Stromversorgung – Power Brick Mini

① Verbinden Sie den XT60-Stecker des Stromversorgungsmoduls mit dem Akku und die XT60-Buchse mit dem Stromeingang der Drehzahlregler und weiterer Verbraucher.

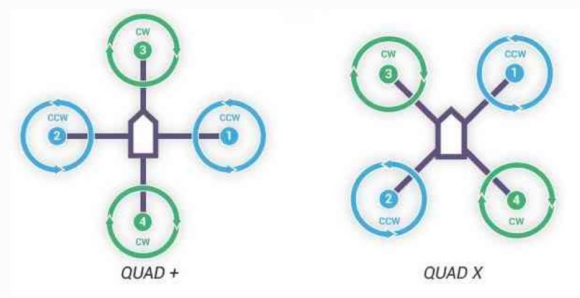
② Stecken Sie das 6-polige Kabel des Stromversorgungsmoduls in den Steckverbinder **POWER1**.

③ An **POWER2** kann ein zweites Stromversorgungsmodul angeschlossen werden (redundante Versorgung und Messung eines zweiten Akkus).

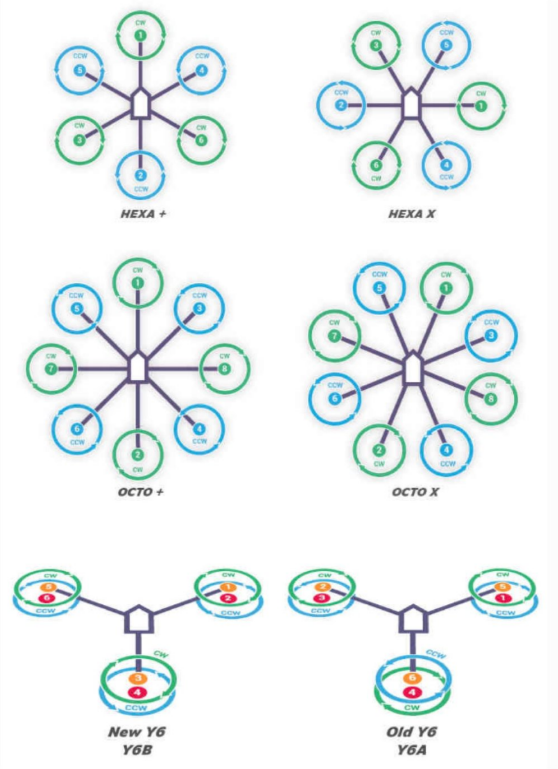
Der Cube schaltet sich ein, sobald der Akku angeschlossen wird.

6.4 Drehzahlregler (ESC) und Motoren

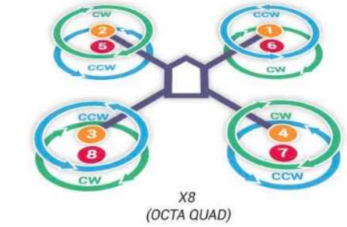
Schließen Sie Plus (+), Masse (−) und Signal (S) jedes Drehzahlreglers entsprechend der Motornummer des gewählten Rahmentyps an die Ausgänge **MAIN OUT** an. Beim Cube müssen sowohl die Signal- als auch die Masseleitung angeschlossen sein. Die meisten ESC-Fehler entstehen durch falsche Verkabelung – prüfen Sie, ob die +5-V-Leitung vom Drehzahlregler richtig angeschlossen ist.



Reihenfolge und Drehrichtung der Motoren bei den Rahmen Quad + und Quad X (CW – im Uhrzeigersinn, CCW – gegen den Uhrzeigersinn)



Reihenfolge der Motoren bei den Rahmen Hexa +/X, Octo +/X und Y6



Reihenfolge der Motoren beim Rahmen X8 (Octa Quad)

- Die Zahl an jedem Motor entspricht dem Ausgang MAIN OUT; grün = CW, blau = CCW.
- Der Cube versorgt die Servoleiste nicht. Verwenden Sie für Servos einen externen BEC oder einen Drehzahlregler mit 5-V-Ausgang.
- Auf dem Mini Carrier Board stehen nur die Ausgänge MAIN OUT 1–8 zur Verfügung.

6.5 GPS und Kompass

- Schließen Sie das GPS-Modul mit dem 8-poligen Kabel an **GPS1** an; die meisten Module funktionieren sofort. Ein Modul mit Kompass muss in der Regel kalibriert werden.
- Montieren Sie das GPS-Modul außen am Fahrzeug, erhöht, mit freier Sicht zum Himmel und mit dem Pfeil nach vorn – möglichst weit von Motoren und Drehzahlreglern entfernt, mindestens 10 cm von Stromleitungen und Akkus und abseits von Eisengegenständen; ein GPS-Mast wird empfohlen. Verdrillen Sie Versorgungs- und Masseleitungen, wo möglich.
- Platzieren Sie leistungsstarke Funkgeräte möglichst weit vom GPS-Modul entfernt – sie können sowohl den Kompass als auch den GPS-Empfang stören.

6.6 RC-Empfänger und Telemetrie

- Schließen Sie einen PPM- oder S.Bus-Empfänger an **RCIN** und einen Spektrum-Satellitenempfänger DSM / DSM2 / DSM-X an **SPKT** an (beim Mini Carrier Board erst nach dem in 4.6 beschriebenen Umbau). Ein Empfänger mit PWM-Ausgang benötigt einen PPM-Encoder.
- Schließen Sie die Telemetrie (Protokoll MAVLink, Passthrough oder serielle TTL-Schnittstelle) an TELEM1 oder TELEM2 an. Die Standard-Baudrate von TELEM1 beträgt 57 600 Baud und muss mit der Telemetrie übereinstimmen. Prüfen Sie stets die Reihenfolge der Leitungen im Kabel.
- Ein OSD-Modul wird mit einem 6-poligen Kabel an TELEM2 angeschlossen.
- Versorgen Sie leistungsstärkere Peripheriegeräte und alle Funkgeräte aus einer separaten Quelle oder über einen externen BEC.

6.7 Bodenstation und Verbindung mit dem Computer

Für ArduPilot wird **Mission Planner** verwendet, für PX4 **QGroundControl**. Die Vorgehensweisen in dieser Anleitung beschreiben Mission Planner. Laden Sie das MSI-Installationsprogramm von ardupilot.org herunter (Abschnitt Mission Planner Installation); die Treiber werden bei der Installation mitinstalliert.

Verbindungsart	Vorgehen
USB-Kabel	Schließen Sie den Cube direkt an einen USB-Port des Computers an (nicht über einen Hub), wählen Sie COM-Port und Baudrate (oder AUTO) und klicken Sie auf *Connect*.
USB-Telemetrie	Schließen Sie das Telemetriemodul an TELEM1 oder TELEM2 und das Gegenstück an den USB des Computers an; Baudrate 57 600 oder AUTO.
Wi-Fi / Ethernet	Über das Modul CubeNode ETH und einen Router; wählen Sie in Mission Planner UDP oder TCP, Port 14550.
Bluetooth	Bluetooth-Modul (z. B. HC-06) an TELEM1 oder TELEM2; Baudrate 57 600 oder AUTO.

Unter Windows erscheint Cube Orange+ als **zwei COM-Ports** (MAVLink und SLCAN); wählen Sie für die Verbindung den MAVLink-Port und die Baudrate 57 600. Mission Planner aktualisieren Sie über *Help → Check for Updates*; zu den Treibern siehe Kapitel 7.6.

6.8 Installation der Firmware

Cube Orange+ wird mit einem vorinstallierten ArduPilot-kompatiblen Bootloader ausgeliefert, die Autopilot-Firmware installiert jedoch der Anwender.

① Starten Sie Mission Planner; verbinden Sie den Cube nicht damit (bei verbundenem Cube lässt sich keine Firmware installieren).

② Schließen Sie den Cube mit einem USB-Kabel an und wählen Sie *Setup → Install Firmware*.

③ Wählen Sie AUTO oder einen bestimmten Port, die Baudrate 115 200 und den Fahrzeugtyp (Copter, Plane, Rover…).

④ Klicken Sie auf *Upload Firmware*. Eigene Firmware kann ohne Internetzugang aus einer Datei hochgeladen werden.

※ Wählen Sie immer die Firmware für Cube Orange+ (Target CubeOrangePlus). Die Firmware für den älteren Cube Orange ist nicht austauschbar. Treten nach einem Update Probleme auf, kehren Sie zu einer älteren Version zurück.

▶ Secure Firmware

Sowohl der Bootloader als auch die Firmware können mit einem ECC-Schlüsselpaar Prime256v1 signiert werden. Nach der Installation eines signierten Bootloaders läuft nur noch Firmware, die mit einem autorisierten Schlüssel signiert ist; unsignierte Firmware wird nicht geladen. Vorgehen: Richten Sie eine ArduPilot-Build-Umgebung (Linux oder Windows WSL) und ein aktuelles MAVProxy ein, erzeugen Sie die Schlüssel in Mission Planner (*Setup → Secure → Generate Key*), erstellen Sie den signierten Bootloader und die Firmware gemäß der ArduPilot-Anleitung (Tools/scripts/signing), laden Sie den Bootloader über MAVProxy hoch und überprüfen Sie die Installation.

※ Wird das Installationsverfahren für die Secure Firmware nicht eingehalten, kann die Hardware funktionsunfähig werden.

6.9 Kalibrierung von Beschleunigungssensor und Kompass

- **Beschleunigungssensor:** *Setup → Mandatory Hardware → Accel Calibration → Calibrate Accel*. Legen Sie das Fahrzeug nacheinander waagerecht, auf die linke Seite, auf die rechte Seite, mit der Nase nach unten, mit der Nase nach oben und auf den Rücken und bestätigen Sie jede Lage mit *Click when Done*, bis *Calibration successful* angezeigt wird.
- **Waagerechte Lage:** Fahrzeug waagerecht, *Calibrate Level*, auf *Completed* warten.

- **Skalierung des Beschleunigungssensors:** Fahrzeug waagerecht, *Simple Accel Cal*, auf *Completed* warten.
- **Kompass:** *Setup* → *Mandatory Hardware* → *Compass*, legen Sie mit den Pfeilen die Kompasspriorität fest und klicken Sie auf *Start*. Drehen Sie das Fahrzeug langsam so, dass jede Seite kurz zum Boden zeigt, bis *Success* mit einem ansteigenden Ton angezeigt wird. Starten Sie den Cube danach neu – ohne Neustart ist kein Arm möglich. Schlägt die Kalibrierung fehl, wählen Sie eine weniger strenge Einstellung *Fitness*.

6.10 Fernsteuerung (Sender), Flugmodi und Servos

- **Fernsteuerung (Sender):** *Setup* → *Mandatory Hardware* → *Radio Calibration*. Schalten Sie die Fernsteuerung ein, prüfen Sie die Verbindung mit dem Empfänger, bewegen Sie alle Knüppel und Schalter in ihre Endstellungen und bestätigen Sie.
- **Flugmodi:** *Setup* → *Flight Modes*. Die Modi werden mit Kanal 5 umgeschaltet (Parameter FLTMODE_CH); es lassen sich sechs Modi einstellen. Speichern Sie die Einstellungen mit der Schaltfläche *Save*.
- **Servos:** *Setup* → *Mandatory Hardware* → *Servo Output* – Zuordnung und Bereich der Ausgänge.

Modus	Beschreibung
Manual	direkte Steuerung der Ruderflächen ohne Stabilisierung
Stabilize	richtet Roll- und Nicklage waagerecht aus
Training	manuelle Steuerung bis zu den Grenzwerten der Querneigung
Acro	hält die Fluglage, keine Selbstnivellierung
FBWA / FBWB	Querneigung folgt dem Knüppel innerhalb der Grenzen; FBWB regelt auch Höhe und Geschwindigkeit
Cruise	wie FBWB, hält zusätzlich den Kurs
Autotune	automatische Abstimmung der Regelkreise
Auto	fliegt eine vorab geplante Mission
RTL	kehrt über den Startpunkt zurück, landet optional
Loiter	hält Höhe und Position mithilfe von GPS
Circle	kreist um einen Punkt vor dem Fahrzeug
Takeoff	automatischer Start auf eine eingestellte Höhe
Avoid ADSB	weicht Luftfahrzeugen anhand des ADS-B-Empfängers aus
Guided	fliegt zu Punkten, die von der Bodenstation gesendet werden
QStabilize / QHover	VTOL: Selbstnivellierung / Höhenhaltung

Modus	Beschreibung
QLoiter / QLand / QRTL	VTOL: Positionshaltung / Landung / Rückkehr und Landung
QAutotune / QAcro	VTOL: PID-Abstimmung / Drehratensteuerung
Thermal	Suche nach thermischem Aufwind (Segelflug)
Loiter to QLand	Sinkflug und Übergang in QLand

6.11 Kalibrierung der Drehzahlregler (PWM-ESC)

❋ Propeller entfernt, Cube von der Bodenstation (USB) getrennt, Akku abgeklemmt.

① Schalten Sie die Fernsteuerung (Sender) ein und stellen Sie das Gas auf Maximum.

② Schließen Sie den Akku an – die LED des Cube wechselt zyklisch zwischen Rot, Blau und Gelb. Trennen Sie den Akku und schließen Sie ihn bei weiterhin maximalem Gas erneut an.

③ Halten Sie den Sicherheitsschalter gedrückt, bis er dauerhaft rot leuchtet – der Cube befindet sich im ESC-Kalibriermodus (rote und blaue LEDs blinken).

④ Die Drehzahlregler spielen eine Melodie, eine der Zellenzahl entsprechende Anzahl von Pieptönen und zwei Pieptöne zur Bestätigung des maximalen Gases. Senken Sie das Gas auf Minimum; ein langer Ton bestätigt den Abschluss.

⑤ Geben Sie etwas Gas, um zu prüfen, ob sich die Motoren drehen, nehmen Sie das Gas zurück und trennen Sie den Akku.

6.12 Akkuüberwachung und IMU-Heizung

- **Hauptakku:** *Setup → Optional Hardware → Battery Monitor* – geben Sie Modultyp, Flugsteuerung und Akkukapazität ein. Zeigt Mission Planner eine andere als die tatsächliche Spannung an, berechnen Sie einen neuen Teiler: **neuer Teiler = ursprünglicher Teiler × tatsächliche Spannung / vom Modul gemessene Spannung**, schreiben Sie ihn und starten Sie den Cube neu.
- **Zweiter Akku (POWER2):** Stellen Sie in *Config → Full Parameter List* BATT2_MONITOR = 4 (analoge Spannung und Strom), BATT2_VOLT_PIN = 13 und BATT2_CURR_PIN = 4 ein und geben Sie Kapazität und Teiler wie beim Hauptakku ein. Anzeige im HUD: *Data* → Rechtsklick auf das HUD → *User Items* → battery_voltage2.
- **IMU-Heizung:** Stellen Sie die Zieltemperatur mit dem Parameter BRD_HEAT_TARG ein; der Hersteller empfiehlt 60 °C. Die Vorwärmzeit hängt von den Umgebungsbedingungen ab. Starten Sie den Cube nach dem Aufwärmen neu, damit die IMU-Daten bereits bei Betriebstemperatur protokolliert werden.

6.13 ADS-B-Empfänger (Standard Set)

Installieren Sie die Firmware Plane oder Copter. Stellen Sie in *Config* → *Full Parameter List* Folgendes ein und schreiben Sie es (*Write Params*):

Parameter	Wert	Bedeutung
SERIAL5_BAUD	57	Baudrate des Ports für den ADS-B-Empfänger
SERIAL5_PROTOCOL	1	Protokoll MAVLink
SR0_ADSB	2	Übertragung der ADS-B-Daten an die Bodenstation
SR1_ADSB oder SR2_ADSB	2	Übertragung über TELEM1 / TELEM2

Für Warnungen und Ausweichmanöver setzen Sie AVD_ENABLE = 1, schreiben Sie den Wert, starten Sie den Cube neu und stellen Sie dann Folgendes ein:

Parameter	Empfohlen	Optionen
AVD_ENABLE	1	aktiviert ADS-B-Warnungen und Ausweichen
AVD_W_ACTION	1	0 aus, 1 Warnung
AVD_F_ACTION	1	Reaktion auf eine drohende Kollision: 0 keine, 1 Meldung, 2 Steigen/Sinken, 3 horizontal ausweichen, 4 senkrecht in 3D ausweichen, 5 RTL, 6 Schweben
AVD_F_RCVRY	3	nach dem Ausweichen: 0 im Ausweichmodus bleiben, 1 vorheriger Modus, 2 RTL, 3 AUTO fortsetzen, sonst Loiter

6.14 Externer ADS-B-Empfänger (Mini Set und Modul)

Für Trägerboards ohne eingebauten Empfänger kann ein externer Empfänger verwendet werden (z. B. PingRX oder Ping2020). Richten Sie die Antenne senkrecht aus. Schließen Sie das serielle Kabel an einen freien seriellen Port an und setzen Sie den Parameter ADSB_TYPE (in älteren Versionen von Mission Planner ADSB_ENABLE = 1). An TELEM1/TELEM2 wird MAVLink ohne weitere Konfiguration verwendet; an GPS2 oder CONS stellen Sie das Protokoll MAVLink und 57 600 Baud ein (z. B. SERIAL4_PROTOCOL = 1, SERIAL4_BAUD = 57). Stellen Sie nach dem Neustart die Übertragung SR1_ADSB = 5 (5 Hz) ein. Luftfahrzeuge im Umkreis von ca. 50 km werden dann auf der Karte von Mission Planner angezeigt.

6.15 Zwei GPS-Module (GPS Blending)

Für das Blending zweier GPS-Einheiten können nur Module verwendet werden, die sowohl die Positions- als auch die Geschwindigkeitsgenauigkeit melden, idealerweise vom selben Hersteller. Schließen Sie das zweite Modul an GPS2 an und stellen Sie SERIAL4_PROTOCOL = 5 (GPS; alternativ TELEM1/TELEM2 über SERIAL1/2_PROTOCOL = 5), GPS_TYPE2 = 1 (AUTO) und GPS_AUTO_SWITCH = 2 (Blend) oder 1 (UseBest) ein. Bei Here-Modulen teilen sich die LEDs dieselbe I2C-Adresse, daher leuchtet die LED am GPS2 nicht.

7. Betrieb, Wartung und Fehlerbehebung

7.1 Pre-Arm-Prüfungen und Arm

- Mission Planner enthält Pre-Arm-Prüfungen, die das Arm bei fehlender Kalibrierung, falscher Konfiguration oder fehlerhaften Sensordaten verhindern. Verweigert das Fahrzeug das Arm, wird der Grund im HUD angezeigt – beseitigen Sie ihn zuerst.
- **Arm** (Freigabe der Motoren) über die Fernsteuerung (Sender): Gas unten und Seitenruder rechts für 5 s. Halten Sie das Seitenruder nicht länger als 15 s rechts – sonst wird die Funktion AutoTrim aktiviert. Beim Arm ertönt ein tiefer Ton.
- **Disarm** (Sperren der Motoren): Gas unten und Seitenruder links.
- Arm/Disarm ist auch über die Bodenstation möglich: in Mission Planner über die Registerkarte *Actions* → *Arm/Disarm* unter dem HUD.
- Vor dem Flug: voll geladener Akku, sicher befestigte Propeller und Steckverbinder, microSD-Karte, gültiger GPS-Fix für Modi, die ihn erfordern.

7.2 Erstflug

- Für den ersten Flug empfiehlt der Hersteller den Modus **Stabilize** – das Gas verhält sich linear und ist weniger empfindlich.
- Probieren Sie fortgeschrittenere Modi (AltHold, Loiter) erst in einer Höhe über 1 m aus. In diesen Modi hält ein losgelassener Gasknüppel die Höhe; mehr Gas lässt das Fahrzeug steigen, weniger Gas lässt es sinken.
- Machen Sie sich vor der Verwendung mit der Funktion und dem Verhalten der einzelnen Flugmodi vertraut.

7.3 LED-Anzeigen und Töne (ArduPilot)

LED	Bedeutung
blinkt rot und blau	Initialisierung der Sensoren – Fahrzeug nicht bewegen, waagerecht halten
blinkt blau	Disarm, kein GPS-Fix (Auto, Loiter, RTL erfordern einen Fix)
leuchtet blau	Arm, kein GPS-Fix
blinkt grün	Disarm, bereit zum Arm, GPS-Fix; kurzer Doppelton beim Disarm
blinkt schnell grün	wie oben, GPS nutzt SBAS – genauere Position
leuchtet grün	Arm, GPS-Fix – flugbereit; langer Ton beim Arm
blinkt doppelt gelb	Pre-Arm-Prüfungen fehlgeschlagen
blinkt einfach gelb	Failsafe der Fernsteuerung (Sender)
blinkt gelb	Akku-Failsafe, schnelles Piepen
blinkt gelb und blau	GPS-Fehler oder Failsafe, Töne hoch-hoch-hoch-tief
blinkt rot und gelb	Fehler EKF / Trägheitsnavigation
blinkt violett und gelb	Barometerfehler
leuchtet rot	Fehler (SD-Karte, MTD, IMU) – Karte entnehmen und wieder einsetzen, BOOT.txt prüfen
leuchtet rot + SOS-Töne	microSD-Karte fehlt oder ist defekt
aus	keine Firmware, SD-Karte fehlt oder ist falsch formatiert

7.4 Wartung und Lagerung

- Prüfen Sie regelmäßig Steckverbinder, Kabel und die Befestigung des Trägerboards; ein lockerer Steckverbinder ist eine häufige Ursache für Ausfälle im Flug.
- Laden Sie nach den Flügen die Protokolle von der microSD-Karte herunter und werten Sie sie aus – Vibrationen, Stromversorgung, Sensorfehler. Der Parameter LOG_DISARMED = 1 sorgt für eine Protokollierung bereits vor dem Arm.
- Beachten Sie die Sicherheitshinweise des Herstellers (Abschnitt Service Bulletins auf docs.cubepilot.org) und verwenden Sie die aktuelle stabile Firmware.
- Lagern Sie das Modul an einem trockenen Ort ohne direkte Sonneneinstrahlung; schützen Sie es vor Stürzen und Stößen.

7.5 Fehlerbehebung

Problem	Ursache und Lösung
Arm des Cube nicht möglich	Lesen Sie die Meldung im HUD und beseitigen Sie die Ursache. Prüfen Sie die microSD-Karte, die Kalibrierungen und den Neustart nach der Kompasskalibrierung. Deaktivieren Sie die Prüfungen nicht.
LED nach dem Einschalten aus	Keine Firmware oder SD-Karte – Firmware hochladen (6.8), Karte einsetzen.
Dauerhaft rot + SOS	microSD-Karte fehlt oder ist defekt – Karte ersetzen, BOOT.txt prüfen.
Computer erkennt den Cube nicht	Mission Planner und Treiber aktualisieren (7.6), Windows 10 oder neuer verwenden, im Geräte-Manager auf zwei COM-Ports prüfen.
Motor reagiert nicht	Signal und Masse des Drehzahlreglers an MAIN OUT, Motorreihenfolge und ESC-Kalibrierung prüfen.
Kompasskalibrierung schlägt fehl	Fern von Metall kalibrieren; weniger strenge Fitness wählen; Platzierung des GPS prüfen.
Schlechter GPS-Empfang	Modul höher montieren, weiter entfernt von Stromleitungen, Drehzahlreglern und Sendern.
Ungenaue Akkuspannung	Spannungsteiler neu berechnen (6.12).
Firmware lässt sich nicht hochladen	Mission Planner trennen (Disconnect) und erneut versuchen; bei Misserfolg Wiederherstellung über SWD (7.7).

7.6 USB-Treiber unter Windows

▶ Wiederherstellung der Treiber (Windows 10 und neuer)

① Trennen Sie den Cube vom USB. Starten Sie Mission Planner, drücken Sie Strg+F und klicken Sie auf *Driver Clean*.

② Schließen Sie Mission Planner, laden Sie die aktuellen Treiber von firmware.ardupilot.org (Tools/MissionPlanner) herunter und installieren Sie sie (MSI).

③ Starten Sie den Computer neu und schließen Sie den Cube an. Der Geräte-Manager muss zwei Ports anzeigen: *Cube Orange Mavlink* und *Cube Orange SLCAN*.

▶ Windows 7 (Module mit zwei USB-Endpunkten)

① Schließen Sie den Cube an, entfernen Sie „CubePilot CUBE H7/F7“ im Geräte-Manager und trennen Sie den Cube.

② Deinstallieren Sie die neuesten Cube-Treiber und installieren Sie sie erneut.

③ Nach dem Anschließen erscheint der Cube als „CubeOrange-BL“ unter *Other devices* und sollte als „Cube Orange Mavlink (COMx)“ zu *Ports* wechseln.

④ Wechselt er nicht, öffnen Sie seine *Properties* und prüfen Sie auf der Registerkarte Treiber, ob er als „Cube Orange SLCAN (COMx)“ zu *Ports* gewechselt ist.

※ Der Hersteller empfiehlt dringend, Mission Planner unter Windows 10 oder neuer zu verwenden.

7.7 Wiederherstellung der Firmware über SWD

Eine Wiederherstellung ist erforderlich, wenn ein Update fehlschlägt oder eine inkompatible Firmware hochgeladen wurde – der Cube erscheint nicht als USB-Gerät, erscheint nur als ein einzelnes serielles USB-Gerät oder meldet einen Firmware-Fehler. Das Verfahren erfordert das Zerlegen des Trägerboards; wenn Sie unsicher sind, wenden Sie sich an Ihren Händler.

- Sie benötigen: einen J-Link-Programmer (z. B. EDU Mini V2) mit Adapter und 6-poligem JST-SUR-Stecker, das J-Link Software and Documentation Pack (segger.com) und die Datei arducopter_with_bl.hex (bzw. die Datei für einen anderen Fahrzeugtyp) für Cube Orange+ von firmware.ardupilot.org.
- Zerlegen des Trägerboards: Entfernen Sie die 4 Schrauben, die den Cube halten, die 4 Schrauben an der Seite des Gehäuses und die 4 Innensechskantschrauben 1,5 mm an der Unterseite, drücken Sie die Kunststoffrasten und trennen Sie die beiden Gehäuseteile vorsichtig.

① Schließen Sie den J-Link an den linken Debug-Port (FMU) des Trägerboards und an den USB des Computers an.

② Starten Sie J-Flash Lite und wählen Sie **STM32H757XI_M7** als Zielgerät.

③ Schließen Sie den Cube an USB an (Versorgung) und klicken Sie sofort auf *Erase Chip*.

④ Öffnen Sie in *Data File* die Datei arducopter_with_bl.hex und klicken Sie auf *Program Device*; prüfen Sie die Protokollausgabe.

⑤ Trennen Sie USB und SWD, schließen Sie den Cube an USB an und überprüfen Sie die Verbindung mit Mission Planner sowie die Firmware-Version. Weitere Updates können dann über Mission Planner erfolgen.

8. Informationen für den EU- und den tschechischen Markt

8.1 Importeur und verantwortliche Person in der EU

Das Produkt wird durch den nachstehend genannten Importeur auf dem Markt der Europäischen Union in Verkehr gebracht; dieser ist zugleich die verantwortliche Person im Sinne von Artikel 16 der Verordnung (EU) 2023/988 des Europäischen Parlaments und des Rates über die allgemeine Produktsicherheit (GPSR).

Importeur / verantwortliche Person in der EU	Rotorama, s.r.o.
Identifikationsnummer (IČO)	051 57 692
Umsatzsteuer-Identifikationsnummer (DIČ)	CZ05157692
Sitz	Okrajová 1351, 674 01 Třebíč, Tschechische Republik
E-Mail	info@rotorama.cz
Telefon	+420 252 252 098
Website	www.rotorama.de

8.2 Produktkonformität

CE

- Das Produkt trägt die **CE**-Kennzeichnung und erfüllt die Anforderungen der einschlägigen Harmonisierungsrechtsvorschriften der Europäischen Union.
- Eine Kopie der **EU-Konformitätserklärung** ist beim Importeur unter der oben genannten Anschrift oder unter der E-Mail-Adresse info@rotorama.cz erhältlich.
- **Produktidentifikation:** die Typenbezeichnung (Cube Orange+; Standard Set Modell HX4-06222) und die Seriennummer sind auf dem Produkt oder seiner Verpackung angegeben. Hersteller: CubePilot Pty Ltd, Australien; das Produkt wird in Taiwan hergestellt.

8.3 Entsorgung von Elektrogeräten



- Das Symbol der durchgestrichenen Abfalltonne auf dem Produkt, seiner Verpackung oder in den Unterlagen bedeutet, dass das Produkt am Ende seiner Lebensdauer **nicht zusammen mit gemischtem Siedlungsabfall entsorgt werden darf**.
- Geben Sie es an einer Rücknahmestelle für Elektrogeräte ab – auf einem Wertstoffhof, an einer Rücknahmestelle eines kollektiven Systems oder beim Händler beim Kauf eines neuen gleichwertigen Produkts. Die Rücknahme ist für den Endnutzer kostenlos.
- Die Pflichten nach dem Gesetz Nr. 542/2020 Slg., über Produkte mit beendeter Lebensdauer (Tschechische Republik), erfüllt der Importeur über ein kollektives Rücknahmesystem.
- Die ordnungsgemäße Entsorgung trägt dazu bei, negative Auswirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit zu vermeiden, und fördert die Wiederverwendung von Sekundärrohstoffen.

Über ihren Vertragspartner **ASEKOL a.s.** stellt die Gesellschaft die Rücknahme von Elektroaltgeräten aus Haushalten sowie die getrennte Sammlung von Elektroaltgeräten, Batterien und Akkumulatoren in Übereinstimmung mit den geltenden Rechtsvorschriften sicher. Der Kunde ist berechtigt, Altgeräte oder eine Batterie bzw. einen Akkumulator an jeder Sammelstelle des oben genannten Vertragspartners abzugeben. Die Adressen dieser Rücknahmestellen sind unter www.asekol.cz, www.ecobat.cz sowie unter https://visoh2.mzp.cz/RegistrMistZO/RegistrMistZOPublic/MapaMistZpetOdberu aufgeführt.

9. Gewährleistung und Rechte aus mangelhafter Leistung

Die Rechte und Pflichten der Vertragsparteien richten sich nach tschechischem Recht, insbesondere nach dem Gesetz Nr. 89/2012 Slg., Bürgerliches Gesetzbuch (Tschechische Republik), und dem Gesetz Nr. 634/1992 Slg., über den Verbraucherschutz (Tschechische Republik).

- Der Verkäufer haftet gegenüber dem Käufer dafür, dass das Produkt bei der Übernahme frei von Mängeln ist. Ist der Käufer Verbraucher, kann ein Mangel **innerhalb von zwei Jahren nach Übernahme** des Produkts gerügt werden (§ 2165 des Bürgerlichen Gesetzbuchs).
- Tritt ein Mangel innerhalb **eines Jahres** nach der Übernahme auf, so gilt das Produkt als bereits bei der Übernahme mangelhaft (§ 2161 Abs. 5 des Bürgerlichen Gesetzbuchs).
- Beim Kauf über das Internet hat der Verbraucher das Recht, **innerhalb von 14 Tagen** nach Erhalt der Ware ohne Angabe von Gründen **vom Vertrag zurückzutreten** (§ 1829 des Bürgerlichen Gesetzbuchs).
- Reklamationen sind bei dem Händler geltend zu machen, bei dem Sie das Produkt erworben haben. Die Kontaktdaten des Importeurs finden Sie in Kapitel 8.1.
- Die zuständige Stelle für die außergerichtliche Beilegung von Verbraucherstreitigkeiten ist die **Tschechische Handelsinspektion (Česká obchodní inspekce)**, Štěpánská 796/44, 110 00 Praha 1, www.coi.cz.