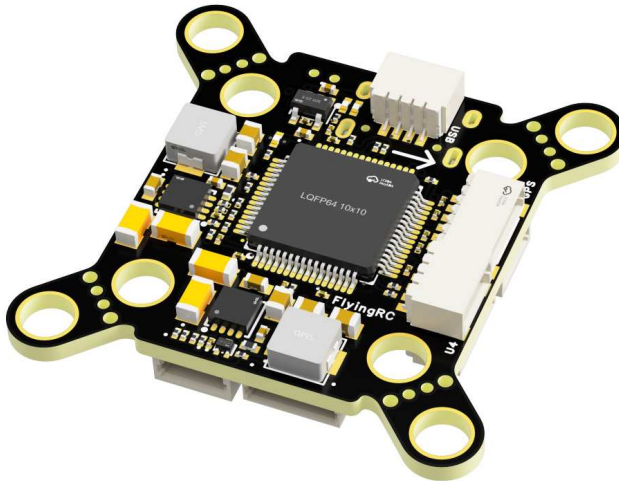




F4D MK1

Bedienungsanleitung
Flugsteuerung FlyingRC F4D MK1 (F405) für
FPV-Drohnen



Lesen Sie die gesamte Anleitung vor dem Aufbau. Eine falsche Aderreihenfolge des Signalkabels zerstört die Flugsteuerung.

Inhalt

1. Sicherheitshinweise

- 1.1 Bevor Sie beginnen
- 1.2 Umgang mit der Platine
- 1.3 Li-Po- und LiHV-Akkus
- 1.4 Drehende Propeller und Tests am Tisch
- 1.5 Temperatur und Kühlung

2. Produktbeschreibung

- 2.1 Lieferumfang
- 2.2 Flugsteuerung – Anschlüsse und Löt pads
- 2.3 Technische Daten der Flugsteuerung
- 2.4 Serielle Schnittstellen (UART)
- 2.5 PWM-Ausgänge und Motoren
- 2.6 I2C-Bus, Spannungs- und Strommessung

3. Rechtliche Betriebsbedingungen in der Tschechischen Republik und der EU

- 3.1 Es gilt das Recht des Landes, in dem Sie fliegen
- 3.2 Die Flugsteuerung ist ein Bauteil, keine fertige Drohne
- 3.3 Registrierung des Betreibers und Betriebskategorien

4. Einbau und Verkabelung

- 4.1 Was Sie außerdem benötigen
- 4.2 Montage im Rahmen
- 4.3 Stromversorgung
- 4.4 Regler anschließen
- 4.5 Empfänger
- 4.6 Digitaler Videosender
- 4.7 Analoge Kamera und analoger Videosender

4.8 GPS-Modul und Kompass

4.9 LED-Streifen

5. Einrichtung

5.1 Verbindung mit dem Computer

5.2 Firmware der Flugsteuerung

5.3 Grundeinstellungen der Flugsteuerung

5.4 Kalibrierung des Beschleunigungssensors

5.5 Motorreihenfolge und Drehrichtung prüfen

5.6 Arm, Disarm und Failsafe

5.7 Schaltbare 9-V-Versorgung

5.8 Aufzeichnung der Flugdaten

6. Betrieb

6.1 Kontrolle vor dem Flug

6.2 Überwachung der Akkuspannung

6.3 Temperatur

7. Wartung und Fehlerbehebung

7.1 Nach jedem Flug

7.2 Löten und Reparaturen

7.3 Lagerung

7.4 Fehlerbehebung

8. Informationen für den EU- und den tschechischen Markt

9. Gewährleistung und Rechte aus mangelhafter Leistung

1. Sicherheitshinweise

1.1 Bevor Sie beginnen

Dieses Produkt ist ein **elektronisches Bauteil eines unbemannten Luftfahrzeugs** – eine Flugsteuerung – kein fertiges, gebrauchsfertiges Produkt. Die Platine ist erst nutzbar, wenn sie in ein Luftfahrzeug eingebaut, mit den übrigen Teilen verkabelt und konfiguriert ist.

- Lesen Sie diese Anleitung vollständig, bevor Sie mit dem Aufbau beginnen, und bewahren Sie sie auf.
- Die Flugsteuerung arbeitet mit Akkuspannung. Ein Verdrahtungsfehler kann einen **Brand** verursachen oder die Platine zerstören.
- Der Aufbau erfordert Erfahrung im Löten und im Modellbau. Wenn Sie unsicher sind, bitten Sie einen erfahrenen Modellbauer um Hilfe.
- Dieses Produkt ist kein Spielzeug. Es ist nicht für Kinder oder für Personen bestimmt, die mit dieser Anleitung nicht vertraut sind.
- Verwenden Sie keine beschädigte Platine – nach einem Absturz, nach Überhitzung, mit gerissener Platine oder verbranntem Bauteil.

1.2 Umgang mit der Platine

Die Platine ist empfindlich gegenüber statischer Elektrizität und mechanischer Beschädigung.

- Fassen Sie die Platine nur an den Kanten an; berühren Sie keine Löt pads, Steckverbinder oder Bauteile.
- Entladen Sie statische Elektrizität vor dem Anfassen an einem geerdeten Metallgegenstand.
- Legen Sie die Platine nicht auf metallische oder leitfähige Flächen, auch nicht auf die Karbonteile des Rahmens.
- SH1.0-Steckverbinder sind klein. Stützen Sie beim Ein- und Ausstecken das Gehäuse mit den Fingern, sonst reißen Sie es von der Platine ab.

1.3 Li-Po- und LiHV-Akkus

Die Flugsteuerung ist für **3-6S-Li-Po**-Akkus ausgelegt, also 11,1-25,2 V. Sie wird vom Regler über die VBAT-Leitung des Signalkabels versorgt. Ein 7S-Akku zerstört die Flugsteuerung sofort.

Zustand	Li-Po	6S Li-Po	4S Li-Po
voll geladen	4,20 V/Zelle	25,2 V	16,8 V
Flug beenden	3,50 V/Zelle	21,0 V	14,0 V
Lagerung	3,80 V/Zelle	22,8 V	15,2 V

- Laden Sie nur mit einem für den jeweiligen Zelltyp bestimmten Ladegerät und lassen Sie den Vorgang nie unbeaufsichtigt.
- Verwenden Sie keinen Akku mit aufgeblähter Hülle, beschädigter Zuleitung oder nach einem harten Absturz.
- Schließen Sie den Akku nie verpolt an – Verpolung zerstört den Regler und die Flugsteuerung; ein solcher Schaden ist kein Produktmangel.
- Laden und lagern Sie Akkus in einem nicht brennbaren Behälter, fern von brennbaren Materialien.

1.4 Drehende Propeller und Tests am Tisch

Der größte Teil der Einrichtung ist ohne Propeller möglich. Montieren Sie die Propeller erst, wenn das Luftfahrzeug vollständig konfiguriert ist.

- Nehmen Sie **immer** die Propeller ab, bevor Sie die Flugsteuerung mit einem Computer verbinden oder die Motoren testen.
- Sichern Sie das Luftfahrzeug bei Motortests mechanisch und greifen Sie nie in die Propellerebene.
- Stehen Sie nie in der Propellerebene und lassen Sie auch niemand anderen dort stehen.

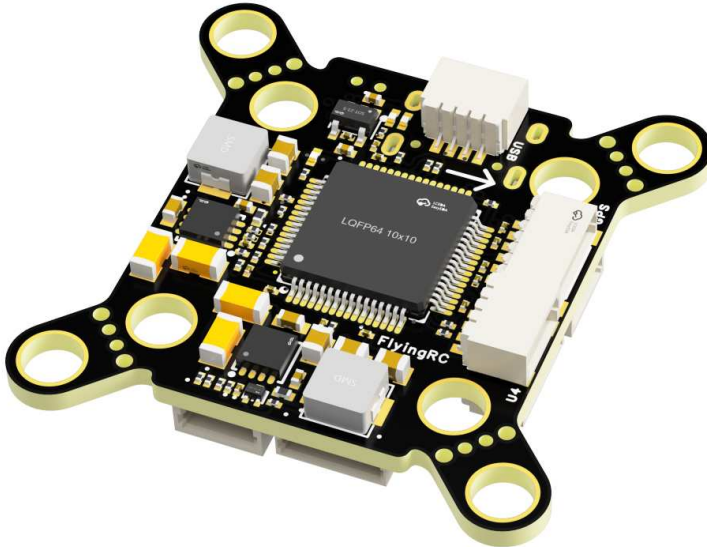
1.5 Temperatur und Kühlung

Die Flugsteuerung erwärmt sich vor allem im Bereich der BEC-Wandler – besonders dann, wenn der Videosender aus dem 9-V-Ausgang versorgt wird.

- Die Platine darf die Karbonteile des Rahmens, den Akkustecker oder andere Platinen nicht berühren – es kann zum Kurzschluss kommen.
- Packen Sie die Platine nicht in Schrumpfschlauch ein und vergießen Sie sie nicht. Solche Änderungen behindern die Wärmeabfuhr; dadurch entstandene Schäden sind von der Garantie ausgeschlossen.
- Lassen Sie das Luftfahrzeug nicht mit angeschlossenem Akku und ohne Luftstrom stehen.
- Lassen Sie die Platine nach dem Flug abkühlen, bevor Sie sie berühren.

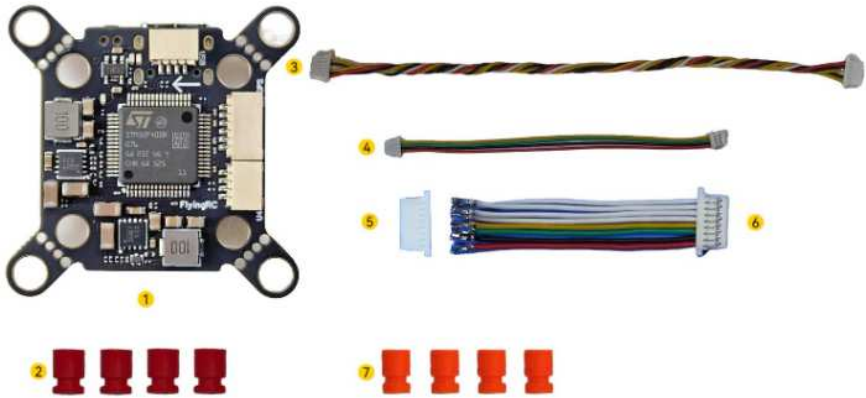
2. Produktbeschreibung

Die **FlyingRC F4D MK1** ist eine Flugsteuerung für FPV-Drohnen auf Basis des Mikrocontrollers STM32F405 mit einem Gyroskop ICM-42688-P und einem Barometer. Alle Peripheriegeräte werden über SH1.0-Steckverbinder angeschlossen, Löten ist also nicht nötig. Die Platine hat Lochbilder von 30,5 × 30,5 mm und 20 × 20 mm und wird ab Werk mit der Firmware Betaflight geliefert.



Die Flugsteuerung FlyingRC F4D MK1

2.1 Lieferumfang



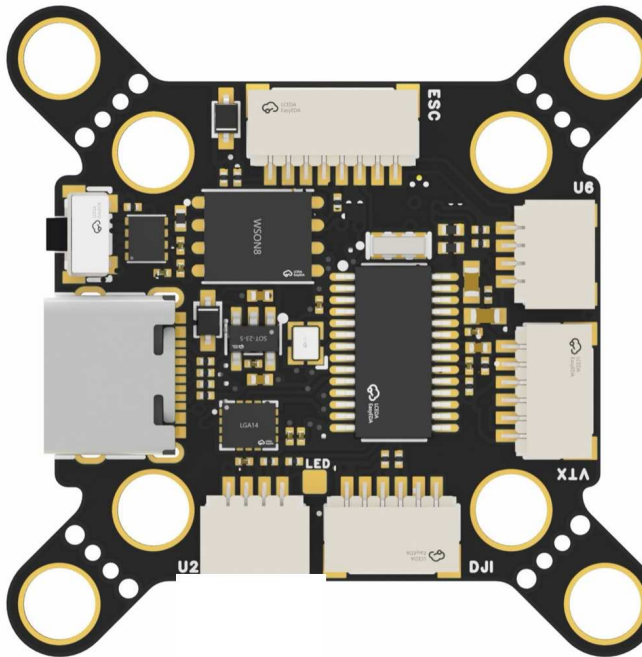
Lieferumfang

- ① 1× Flugsteuerung FlyingRC F4D MK1 (F405)
- ② 4× Silikon-Vibrationsdämpfer M3
- ③ 1× Kabel für den digitalen DJI-Videosender, 6-polig, 15 cm
- ④ 1× SH1.0-Kabel, 4-polig, Silikon, 10 cm
- ⑤ 1× SH1.0-Steckverbinder, 8-polig, mit Crimpkontakten
- ⑥ 1× SH1.0-Kabel, 8-polig, 30 AWG, Silikon, 3,5 cm
- ⑦ 4× Silikon-Vibrationsdämpfer M2

Elektronischer Regler, Akku, Motoren, Rahmen, Propeller, Empfänger und Videosender sind nicht enthalten.

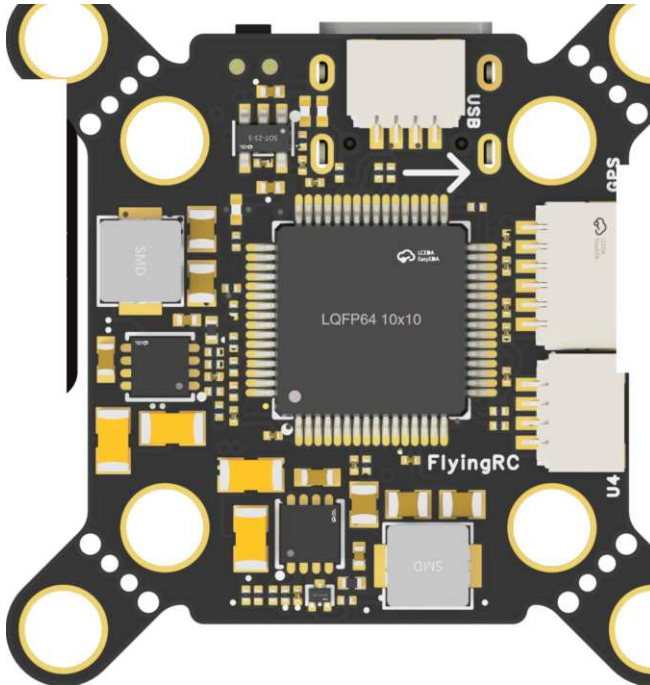
2.2 Flugsteuerung - Anschlüsse und Löt pads

Alle Peripheriegeräte werden über **SH1.0**-Steckverbinder angeschlossen; der Name jedes Anschlusses ist daneben auf der Platine aufgedruckt. **T** bezeichnet die Sendeleitung einer seriellen Schnittstelle, **R** die Empfangsleitung. Die Anschlüsse **U2**, **U4** und **U6** sind allgemeine serielle Schnittstellen UART2, UART4 und UART6.



Die Platineseite mit den Anschlüssen ESC, U6, VTX, U2 und DJI, dem LED-Lötpad und dem USB-Type-C-Anschluss

Auf der anderen Seite der Platine sitzen der Mikrocontroller, beide BEC-Wandler sowie die Anschlüsse **USB**, **GPS** und **U4**. Der weiße Pfeil auf der Platine zeigt in Flugrichtung.



Die Platinnenseite mit dem Mikrocontroller und den Anschlüssen USB, GPS und U4

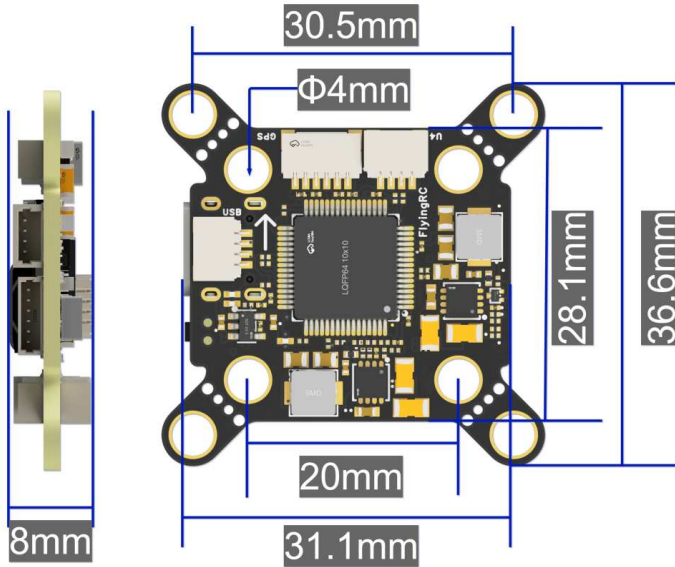
Übersicht der Anschlüsse und ihrer Pins:

Anschluss	Pins	Belegung
ESC	8	M4 · M3 · M2 · M1 · RX · CURR · G · VBAT
DJI	6	8-26 V · G · TX · RX · G · SBUS
VTX	6	CAM · G · 9V · VTX · G · 9V
GPS	6	SCL · SDA · TX · RX · G · 5V
U2	4	5V · G · RX · TX
U4	4	5V · G · RX · TX
U6	4	5V · G · RX · TX
USB	5	für das USB-Verlängerungskabel
LED	Lötpad	Datenleitung des WS2812-Streifens, Löten erforderlich

✱ Die Pin-Reihenfolge der Anschlüsse U2, U4 und U6 gibt der Hersteller in einer einzigen gemeinsamen Zeichnung des UART-Anschlusses an. Vergleichen Sie sie vor dem Verkabeln immer mit dem Aufdruck auf der Platine selbst.

2.3 Technische Daten der Flugsteuerung

Modell	FlyingRC F4D MK1
Mikrocontroller	STM32F405RGT6, 168 MHz
Speicher	1 MB Flash, 192 kB RAM
Gyroskop und Beschleunigungssensor	ICM-42688-P
Barometer	DPS310
Analoges OSD	AT7465E
Serielle Schnittstellen	6× UART, UART3 nur als Empfangsleitung
PWM-Ausgänge	5 Kanäle – 4 für Motoren und 1 für einen LED-Streifen
I2C-Bus	1
Strommessung (ADC)	ja
Summer	keiner
LED-Streifen	WS2812, Löten erforderlich
USB-Anschluss	USB Type-C auf der Platine
Aufzeichnung der Flugdaten	16 MB NOR-Flash auf der Platine
SBUS	unterstützt, SBUS-Pin am DJI-Anschluss
SWD-Debug-Schnittstelle	keine
Spannungsversorgung	3–6S Li-Po, 11,1–25,2 V DC
BEC-Ausgang für Peripherie	5 V / 3 A (MP9943)
BEC-Ausgang für VTX und Kamera	9 V / 2 A (MP9943), schaltbar
Abmessungen	36,6 × 36,6 × 8,0 mm; 28,1 × 31,1 × 8,0 mm mit abgetrennten Befestigungslaschen
Befestigungsbohrungen	Lochbild 30,5 × 30,5 mm und 20 × 20 mm, Bohrungen M4 (Durchmesser 4 mm)
Gewicht	6,3 g
Betriebstemperatur	–10 °C bis 100 °C
Lagertemperatur	0 °C bis 40 °C
Unterstützte Firmware	Betaflight (ab Werk), INAV, Ardupilot; PX4 wird nicht unterstützt



Abmessungen der Flugsteuerung

2.4 Serielle Schnittstellen (UART)

Die Flugsteuerung hat sechs serielle Schnittstellen. In der Ardupilot-Firmware **stimmen die SERIAL-Nummern nicht** mit den UART-Nummern auf der Platine überein; die Zuordnung zeigt die folgende Tabelle.

Aufdruck	Schnittstelle	Ardupilot	Standardfunktion
USB	USB	SERIAL0	Konsole
DJI	UART1	SERIAL1	Telemetrie 1
U2	UART2	SERIAL6	Empfängereingang (CRSF)
ESC (R3)	UART3	SERIAL2	Telemetrie des Reglers
U4	UART4	SERIAL4	frei
GPS	UART5	SERIAL3	GPS
U6	UART6	SERIAL5	frei

- **UART3** ist nur als Empfangsleitung **RX** am ESC-Anschluss herausgeführt – sie überträgt die Telemetrie des Reglers.
- Direkter Speicherzugriff (DMA) steht an **UART1** und an der Sendeleitung von **UART6** zur Verfügung. UART3, UART4 und UART5 arbeiten ohne DMA.
- Nach dem Verkabeln muss jeder Schnittstelle ihre Funktion zugewiesen werden. Schließen Sie zum Beispiel ein GPS-Modul an den GPS-Anschluss an, setzen Sie

in Ardupilot `SERIAL3_PROTOCOL` auf GPS und stellen Sie sicher, dass keine andere Schnittstelle auf GPS eingestellt ist.

✳ **Für Empfänger mit einem anderen Protokoll als SBUS oder PPM - etwa ExpressLRS - gibt der Hersteller die Einstellung `BRD_ALT_CONFIG = 1` an, erwähnt in seinem Text dabei `SERIAL7`, während die Zuordnungstabelle den Empfängereingang auf `SERIAL6` legt. Kommuniziert der Empfänger nicht, versuchen Sie, diesen Parameter zu setzen und die Flugsteuerung neu zu starten.**

2.5 PWM-Ausgänge und Motoren

Die Flugsteuerung hat fünf PWM-Ausgänge. Die Ausgänge **S1 bis S4** sind auf den ESC-Anschluss geführt, der fünfte Ausgang steuert einen adressierbaren LED-Streifen. Die Motorausgänge sind nach den Timern des Mikrocontrollers in zwei Gruppen aufgeteilt:

Gruppe	Ausgänge	Timer	Kanäle
1	S1, S2	TIM8	CH4, CH3
2	S3, S4	TIM1	CH3N, CH1

- Alle vier Ausgänge unterstützen die Protokolle **DShot** 150, 300 und 600.
- Ausgänge derselben Gruppe **können nicht** gleichzeitig für DShot-Regler und für 50-Hz-Servos genutzt werden.

2.6 I2C-Bus, Spannungs- und Strommessung

Der I2C-Bus ist als **SCL** (Taktleitung) und **SDA** (Datenleitung) auf den GPS-Anschluss geführt. Er dient dem Anschluss eines externen Magnetometers; in Ardupilot wird er mit `COMPASS_AUTODEC = 1` aktiviert.

Die Akkuspannung wird am Pin **VBAT** über einen auf der Platine integrierten Teiler gemessen, der Strom am Pin **CURR** vom Stromsensor des Reglers.

Firmware	Parameter	Wert
Betaflight	Skalierung des Stromsensors	100 (1/10 mV/A)
Ardupilot	BATT_VOLT_PIN	10
Ardupilot	BATT_VOLT_MULT	11,0
Ardupilot	BATT_CURR_PIN	11
Ardupilot	Skalierung des Stromsensors	100 (A/V)
INAV	Teilverhältnis des Voltmeters	1100

❖ Die Dokumentation des Herstellers nennt zwei unterschiedliche Wertesätze für die Analogeingänge - **BATT_VOLT_PIN 14**, **BATT_VOLT_MULT 21** und **BATT_CURR_PIN 15** in der Tabelle der ADC-Eingänge und die in der Tabelle oben aufgeführten Werte in der Übersicht der empfohlenen Einstellungen. Vergleichen Sie nach dem ersten Einschalten immer die im Konfigurator angezeigte Spannung mit der direkt am Akku gemessenen und kalibrieren Sie das Teilverhältnis bei Abweichung neu.

3. Rechtliche Betriebsbedingungen in der Tschechischen Republik und der EU

3.1 Es gilt das Recht des Landes, in dem Sie fliegen

Die Verordnungen (EU) 2019/947 und 2019/945 gelten in der ganzen EU, die nationalen Durchführungsvorschriften unterscheiden sich jedoch je Staat – Registrierungsportale, Pilotenalter, geografische Gebiete, Versicherung, Frequenzbänder und Sendeleistungen. Dieses Kapitel beschreibt die Lage in Tschechien; in einem anderen Land gelten dessen Vorschriften.

3.2 Die Flugsteuerung ist ein Bauteil, keine fertige Drohne

Die Flugsteuerung ist kein unbemanntes Luftfahrzeug. Die Verordnung (EU) 2019/945 mit den Klassen C0 bis C6 gilt für fertige Systeme mit Klassenkennzeichnung, nicht für einzelne Teile. Die Platine kann daher keine Klassenkennzeichnung tragen und enthält keine Funkanlagen – Empfänger und Videosender kauft man separat, es gilt deren eigene Dokumentation.

Nach dem Einbau gelten für den **Betrieb** des Luftfahrzeugs die Verordnung (EU) 2019/947 und die tschechischen Vorschriften; für die Einhaltung haftet der Betreiber.

3.3 Registrierung des Betreibers und Betriebskategorien

Diese Pflichten gelten für das fertige Luftfahrzeug mit der Platine.

- Der Betreiber muss sich **registrieren**, wenn das Luftfahrzeug einen Sensor für personenbezogene Daten trägt, also eine Kamera – unabhängig vom Gewicht. In Tschechien läuft die Registrierung über dron.caa.gov.cz; die zugeteilte Nummer muss am Luftfahrzeug angebracht sein.
- Ein nach dem 1. Januar 2024 gebautes Luftfahrzeug ohne Klassenkennzeichnung darf als **privat gebautes unbemanntes Luftfahrzeugsystem** betrieben werden – in der Unterkategorie A1 unter 250 g und 19 m/s, sonst in A3; A2 steht nicht zur Verfügung. Mit diesem Set wiegt die Drohne meist über 250 g, also **A3**.
- Es gelten die Grenzen der offenen Kategorie: **bis 120 m** über Grund, ständiger Sichtkontakt, kein Überflug von Menschenansammlungen. A3 verlangt zusätzlich 150 m Abstand zu Wohn-, Gewerbe-, Industrie- und Erholungsgebieten.
- Mit FPV-Brille muss ein **Beobachter des unbemannten Luftfahrzeugs** neben Ihnen stehen und ohne optische Hilfsmittel Sichtkontakt halten.
- Prüfen Sie vor dem Flug die geografischen Gebiete unter dronemap.rlp.cz und wiegen Sie die Startmasse mit Akku.
- Eine Haftpflichtversicherung ist für kleine Luftfahrzeuge in der offenen Kategorie nicht vorgeschrieben, wir empfehlen sie aber.

4. Einbau und Verkabelung

4.1 Was Sie außerdem benötigen

Zusätzlich zum Lieferumfang benötigen Sie:

- einen Rahmen mit Lochbild 30,5 × 30,5 mm oder 20 × 20 mm,
- einen elektronischen 4-in-1-Regler und vier zur gewählten Größe passende Motoren,
- einen 3-6S-Li-Po-Akku und ein passendes Ladegerät,
- einen Empfänger und eine Fernsteuerung,
- einen Videosender – digital oder analog – samt Kamera oder Brille,
- einen temperaturgeregelten Lötkolben, Lot, Kabel und Schrumpfschlauch,
- einen PC mit Konfigurator (Betaflight, INAV, Ardupilot) und USB-C-Kabel.

4.2 Montage im Rahmen

Die Flugsteuerung wird auf dem Lochbild **30,5 × 30,5 mm** oder **20 × 20 mm** montiert. Die Befestigungsbohrungen sind **M4** mit 4 mm Durchmesser; zusammen mit den mitgelieferten Vibrationsdämpfern nehmen sie beim Lochbild 30,5 mm **M3-Schrauben** und beim Lochbild 20 mm **M2-Schrauben** auf. Die Flugsteuerung wird meist über dem Regler montiert.

- ① Setzen Sie die mitgelieferten Vibrationsdämpfer passend zum gewählten Lochbild in die Bohrungen der Platine ein.
 - ② Legen Sie die Flugsteuerung so in den Rahmen, dass der weiße Pfeil auf der Platine in Flugrichtung nach **vorn** zeigt.
 - ③ Ziehen Sie die Schrauben nur leicht an – zu festes Anziehen presst die Dämpfer zusammen und hebt ihre Dämpfungswirkung auf.
 - ④ Prüfen Sie, dass die Platine mit keinem Bauteil und keinem Lötpad den Rahmen oder eine andere Platine berührt.
- Die Befestigungslaschen können abgetrennt werden; die Platine misst dann 28,1 × 31,1 mm und passt nur noch auf das Lochbild 20 × 20 mm.

Zeigt die Flugsteuerung in eine andere Richtung, stellen Sie die Orientierung im Konfigurator ein. Ein mechanisch korrekter Einbau ist immer zuverlässiger.

4.3 Stromversorgung

Die Flugsteuerung hat keine eigenen Stromversorgungs pads und keinen eigenen Akkustecker. Sie wird vom **Regler** über die Leitung **VBAT** des achtpoligen Signalkabels versorgt; über die Leitung **CURR** übernimmt sie zugleich den Messwert vom Stromsensor des Reglers.

- Auf der Platine sitzen zwei Wandler: **5 V / 3 A** für die Peripherie – Empfänger, GPS-Modul, LED-Streifen – und **9 V / 2 A** für Videosender und Kamera.

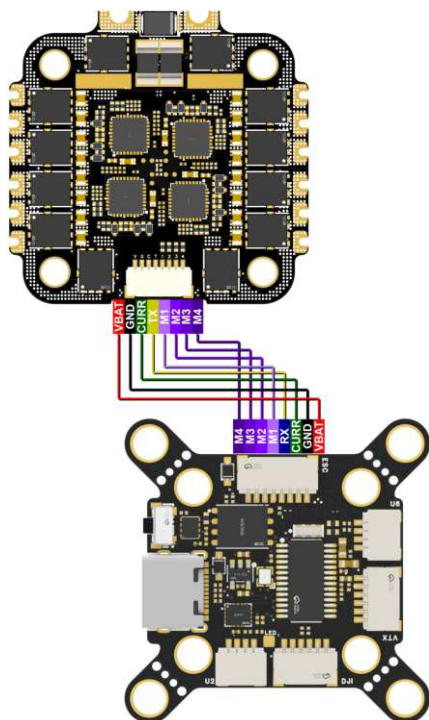
- Der 9-V-Ausgang lässt sich von der Fernsteuerung aus ein- und ausschalten – siehe Kapitel 5.7.
- Der Anschluss **DJI** führt die Akkuspannung (8–26 V), nicht die 9 V vom Wandler.
- Der Kondensator, der die Spannungsspitzen der Motoren dämpft, gehört an die Stromversorgungs pads des Reglers. Ohne ihn riskieren Sie Gyro-Störungen, Aussetzer des Videosenders und die Zerstörung der Elektronik.

4.4 Regler anschließen

!! Das Signalkabel muss die zum verwendeten Regler passende Aderreihenfolge haben. Eine falsche Reihenfolge zerstört die Flugsteuerung. Prüfen Sie die Reihenfolge immer, bevor Sie den Akku zum ersten Mal anschließen.

Die Flugsteuerung wird mit dem elektronischen 4-in-1-Regler über ein achtpoliges **SH1.0**-Kabel verbunden. Das Kabel führt die Stromversorgung, die Strommessung, die Telemetrie des Reglers und die vier Motorsignale. Der Anschluss **ESC** auf der Flugsteuerung entspricht dem Betaflight-Steckverbinderstandard; bei einem Regler desselben Standards liegen die Adern einander in derselben Reihenfolge gegenüber.

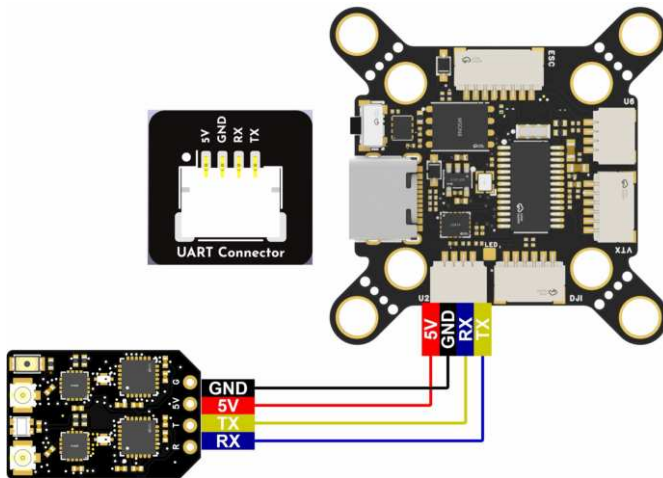
ESC	Flugsteuerung	Funktion
VBAT	VBAT	Akkuspannung
G	G	Masse
CURR	CURR	Stromsensor
TX	RX	Telemetrie des Reglers
M1	M1	Signal Motor 1
M2	M2	Signal Motor 2
M3	M3	Signal Motor 3
M4	M4	Signal Motor 4



*Anschluss der Flugsteuerung an den Regler
nach Unterlagen des Herstellers*

4.5 Empfänger

Der Empfänger wird an den Anschluss **U2** angeschlossen, der auf UART2 geführt ist – SERIAL6 in der Ardupilot-Firmware.

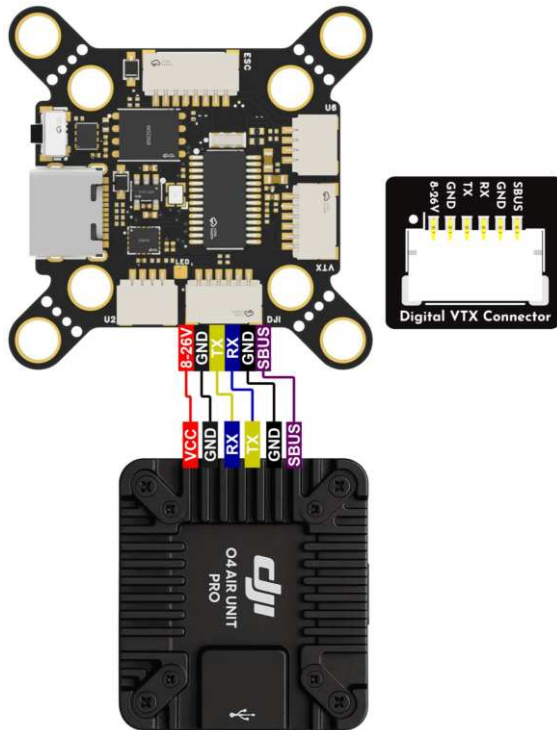


Anschluss des Empfängers nach Unterlagen des Herstellers

- Die Leitungen **TX** und **RX** werden gekreuzt: Verbinden Sie den TX-Pin des Empfängers mit **RX** an der Flugsteuerung und den RX-Pin des Empfängers mit **TX**.
- Versorgen Sie den Empfänger über die Pins **5V** und **G** desselben Anschlusses.
- Ein Empfänger mit **SBUS**-Protokoll wird an den SBUS-Pin des DJI-Anchlusses angeschlossen.

4.6 Digitaler Videosender

Der sechspolige Anschluss **DJI** ist für einen digitalen Videosender bestimmt. Ein 15-cm-Kabel liegt bei – Löten ist nicht nötig.

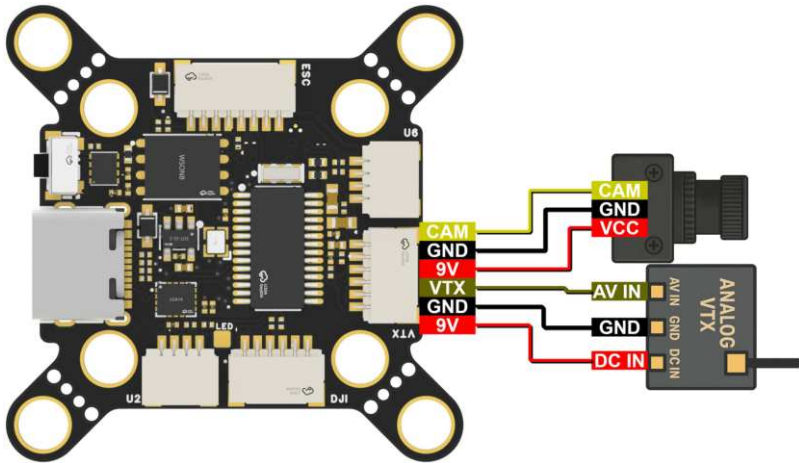


Anschluss des digitalen Videosenders nach Unterlagen des Herstellers

- Der Anschluss führt die Versorgung **8-26 V**, die serielle Schnittstelle **UART1** für Daten und die Bildschirmanzeige (OSD) sowie den **SBUS**-Eingang.
- Die Leitungen **TX** und **RX** werden auch hier gekreuzt: TX der Flugsteuerung an RX des Videosenders und umgekehrt.
- Die Versorgung an diesem Anschluss folgt der Akkuspannung und ist daher nicht schaltbar. Nur der 9-V-Ausgang am VTX-Anschluss lässt sich schalten – siehe Kapitel 5.7.

4.7 Analoge Kamera und analoger Videosender

Der sechspolige Anschluss **VTX** führt die Pins **CAM**, **G**, **9V**, **VTX**, **G** und **9V**. Er dient sowohl der analogen Kamera als auch dem analogen Videosender.

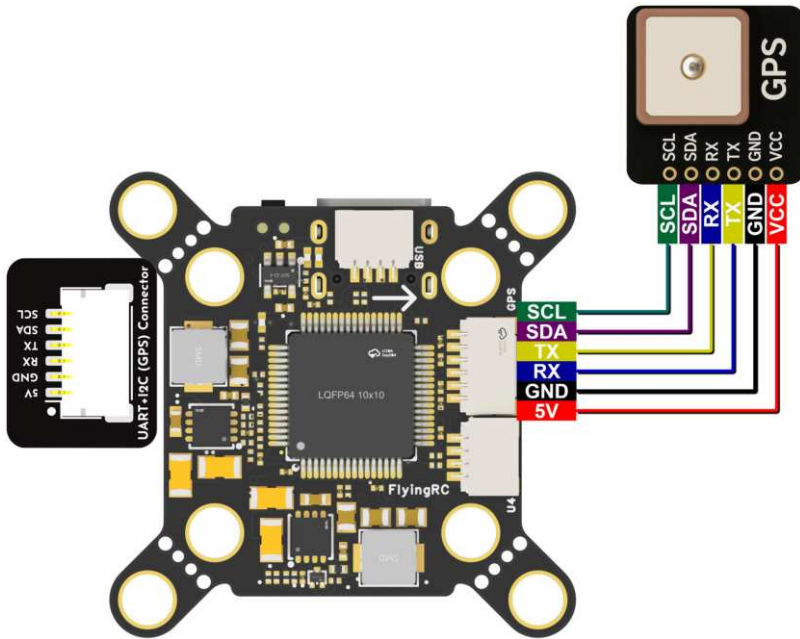


Anschluss von analoger Kamera und analogem Videosender nach Unterlagen des Herstellers

- Schließen Sie das Videosignal der Kamera an den Pin **CAM** an und die Versorgung der Kamera an **9V** und **G**.
- Schließen Sie den Videoeingang des Senders an den Pin **VTX** an und seine Versorgung an das zweite Paar **9V** und **G**.
- Die 9-V-Versorgung stammt von einem Wandler auf der Platine und lässt sich von der Fernsteuerung aus abschalten – siehe Kapitel 5.7.
- Die analoge Bildschirmanzeige (OSD) erzeugt der Chip AT7465E; bei digitalem Video wird die Anzeige im Videosender erzeugt.

4.8 GPS-Modul und Kompass

Das GPS-Modul wird an den Anschluss **GPS** angeschlossen, also an UART5 – SERIAL3 in der Ardupilot-Firmware.



Anschluss des GPS-Moduls mit Kompass nach Unterlagen des Herstellers

- Verbinden Sie den Pin **TX** des Moduls mit **RX** und den Pin **RX** des Moduls mit **TX**.
- Ein Modul mit Kompass nutzt zusätzlich den I2C-Bus – die Pins **SCL** und **SDA** desselben Anschlusses.
- Platzieren Sie das Modul möglichst weit von den Stromkabeln und den Motoren entfernt, sonst wird der Kompass gestört.
- Setzen Sie in Ardupilot **SERIAL3_PROTOCOL** auf GPS und stellen Sie sicher, dass keine andere Schnittstelle auf GPS eingestellt ist.

4.9 LED-Streifen

Die Datenleitung eines adressierbaren **WS2812**-Streifens wird an das Lötpad mit der Bezeichnung **LED** neben dem Anschluss U2 gelötet. Die 5-V-Versorgung und die Masse für den Streifen nehmen Sie von den Pins 5V und G eines beliebigen freien UART-Anschlusses.

- Das LED-Pad ist die einzige Stelle auf der Platine, an der gelötet werden muss; alle übrigen Peripheriegeräte werden über Steckverbinder angeschlossen.
- Der LED-Ausgang ist der fünfte PWM-Kanal.

5. Einrichtung

5.1 Verbindung mit dem Computer

Die Flugsteuerung wird per USB-C-Kabel an den Computer angeschlossen.

- ① Nehmen Sie die Propeller ab.
- ② Verbinden Sie die Flugsteuerung über ein USB-C-Kabel mit dem Computer. Schließen Sie den Akku **nicht** an.
- ③ Starten Sie den Konfigurator und klicken Sie auf *Connect*.
- ④ Erscheint die Platine nicht, probieren Sie ein anderes Kabel – viele USB-C-Kabel dienen nur zum Laden und haben keine Datenleitungen.

Über USB werden weder der Videosender noch die Motoren versorgt. Regler und Motoren werden nur mit angeschlossenem Akku und immer ohne Propeller getestet.

5.2 Firmware der Flugsteuerung

Die Flugsteuerung wird mit ab Werk installierter **Betaflight**-Firmware geliefert. Unterstützt werden Betaflight, INAV und Ardupilot.

Betaflight	MATEKF405TE
INAV	MATEKF405TE
Ardupilot	MatekF405-TE

- Der Hersteller veröffentlicht kein eigenes Target für diese Platine; für alle drei Firmwares verweist er auf das Target **Matek F405-TE**.
- Ein anderes Target beschädigt die Platine nicht, sie arbeitet dann aber nicht korrekt – vor allem die Zuordnung von Schnittstellen und Ausgängen.
- Sichern Sie Ihre Konfiguration vor dem erneuten Flashen der Firmware mit dem Befehl *diff all* auf der Registerkarte *CLI*.

Der Hersteller bietet begrenzten technischen Support für die Firmware Betaflight und Ardupilot. Für die INAV-Firmware wird kein technischer Support geleistet.

5.3 Grundeinstellungen der Flugsteuerung

Firmware	Parameter	Wert
Betaflight	Ausrichtung des Gyroskops	CW 90° Flip
Ardupilot	COMPASS_AUTODEC	1 – externes Magnetometer
Ardupilot	SERIAL3_PROTOCOL	GPS – Modul am GPS-Anschluss

Die Werte für die Spannungs- und Strommessung finden Sie in Kapitel 2.6.

5.4 Kalibrierung des Beschleunigungssensors

Kalibrieren Sie nach dem Einbau in den Rahmen, wenn das Luftfahrzeug fertig ist.

- ① Stellen Sie das Luftfahrzeug auf eine ebene waagerechte Fläche.
- ② Wählen Sie im Konfigurator *Setup* → *Calibrate Accelerometer*.
- ③ Bewegen Sie das Luftfahrzeug während der Kalibrierung nicht.

5.5 Motorreihenfolge und Drehrichtung prüfen

Testen Sie immer ohne Propeller und mit mechanisch gesichertem Luftfahrzeug.

- ① Nehmen Sie die Propeller ab und schließen Sie den Akku an.
- ② Öffnen Sie im Konfigurator die Registerkarte *Motors* und starten Sie den Motortest.
- ③ Lassen Sie die Motoren 1 bis 4 einzeln anlaufen; es muss der richtige laufen.
- ④ Drehrichtung prüfen; eine falsche im Konfigurationsprogramm des Reglers ändern.
- ⑤ Propeller nach dem Firmware-Schema erst nach erfolgreichem Test montieren.

5.6 Arm, Disarm und Failsafe

Weisen Sie **Arm** (Motoren ein) und **Disarm** (Motoren aus) einem Schalter der Fernsteuerung zu. Verwenden Sie für Arm keinen Hebel und keine Taste, die von selbst zurückgeht.

- Der Arm-Schalter muss ausgeschaltet sein, bevor Sie den Akku anschließen.
- Stellen Sie das Verhalten bei Signalverlust auf der Registerkarte *Failsafe* ein; empfohlen ist das sofortige Abschalten der Motoren.
- Testen Sie die Failsafe-Funktion ohne Propeller – schalten Sie die Fernsteuerung aus und prüfen Sie, dass die Motoren stoppen.

5.7 Schaltbare 9-V-Versorgung

Die 9-V-Versorgung des Videosenders lässt sich von der Fernsteuerung aus über den Ausgang **PINIO1** schalten, in Betaflight gesteuert über den Modus *USER1*.

- Weisen Sie im Konfigurator auf der Registerkarte *Modes* den Modus *USER1* dem gewählten Schalter Ihrer Fernsteuerung zu.
- Das Abschalten schützt den Videosender bei Tests am Tisch und zwischen den Flügen vor Überhitzung.
- Denken Sie daran, die Versorgung vor dem Flug wieder einzuschalten.

5.8 Aufzeichnung der Flugdaten

Die Flugsteuerung zeichnet die Flugdaten im **16-MB-NOR-Flash-Speicher** auf der Platine auf. Der Speicher fasst mehrere Flugaufzeichnungen.

- Die Aufzeichnung wird im Konfigurator auf der Registerkarte *Blackbox* aktiviert; dort werden die aufgezeichneten Daten auch heruntergeladen.
- Löschen Sie den Speicher nach dem Herunterladen, sonst wird keine weitere Aufzeichnung geschrieben.
- Die Flugsteuerung **hat keinen Speicherkartenslot**.

✳ **In den allgemeinen Ardupilot-Einstellungen gibt der Hersteller den Parameter `LOG_BACKEND_TYPE = 4` für die Aufzeichnung auf eine TF-Karte an. Die Flugsteuerung F4D MK1 hat jedoch keinen Speicherkartenslot und legt die Daten im Speicher auf der Platine ab.**

6. Betrieb

6.1 Kontrolle vor dem Flug

Gehen Sie vor jedem Flug diese Checkliste durch:

- Die Propeller sind unbeschädigt, richtig herum montiert und fest angezogen.
- Die Flugsteuerung sitzt fest, kein Kabel ist lose oder durchgescheuert.
- Alle SH1.0-Steckverbinder sind vollständig eingerastet.
- Die Antenne des Empfängers ist angeschlossen und nicht geknickt.
- Die Fernsteuerung ist eingeschaltet, ihr Akku geladen und der Arm-Schalter ausgeschaltet.
- Im Luftfahrzeug steckt ein **voll geladener** Akku – 4,20 V pro Zelle bei Li-Po.
- Der Akkustecker ist gesichert und der Akku festgezurt.
- Sie haben Reichweite und Failsafe-Funktion geprüft.

6.2 Überwachung der Akkuspannung

Die Flugsteuerung misst Spannung und Strom und gibt die Daten an die Bildschirmanzeige und die Telemetrie weiter.

- Beenden Sie den Flug spätestens bei **3,50 V pro Zelle** – 21,0 V bei einem 6S-Akku und 14,0 V bei einem 4S-Akku.
- Tiefentladung schädigt den Akku dauerhaft und verringert seine Kapazität.
- Die angezeigte Spannung schwankt unter Last; maßgeblich ist die Ruhespannung nach der Landung.
- Lassen Sie den Akku nach dem Flug abkühlen, bevor Sie ihn laden.

6.3 Temperatur

Von allen Teilen des Luftfahrzeugs wird der Regler am heißesten. Auf der Flugsteuerung erwärmt sich der 9-V-Wandler, wenn aus ihm der Videosender versorgt wird.

- Trennen Sie den Akku zwischen den Flügen oder schalten Sie zumindest die 9-V-Versorgung ab.
- Lassen Sie das Luftfahrzeug nicht mit angeschlossenem Akku in der Sonne stehen.
- Sorgen Sie für Luftstrom um die Platine, besonders bei längeren Tests auf dem Tisch.

7. Wartung und Fehlerbehebung

7.1 Nach jedem Flug

- Trennen Sie den Akku und lassen Sie die Platine abkühlen.
- Prüfen Sie die Lötstellen, die Steckverbinder und die Befestigung der Antenne.
- Entfernen Sie Schmutz mit einem weichen Pinsel; verwenden Sie keine Lösungsmittel.
- Prüfen Sie die Platine nach einem Absturz immer gegen das Licht – achten Sie auf gerissene Lötstellen und lose Bauteile.

7.2 Löten und Reparaturen

- Verwenden Sie einen temperaturgeregelten Lötkolben mit feiner Spitze; die Pads der Flugsteuerung sind klein.
- Überhitzen Sie die Pads nicht – ein abgelöstes Pad lässt sich nicht reparieren.
- Trennen Sie vor dem Löten immer Akku und USB.
- Das Auslöten eines Bauteils oder eine Änderung an der Platine ist kein Produktmangel und von der Garantie ausgeschlossen.

7.3 Lagerung

- Lagern Sie die Platine in einem Antistatikbeutel, trocken und außerhalb der Reichweite von Kindern.
- Lagern Sie Akkus auf **3,80 V pro Zelle** geladen, also 22,8 V bei einem 6S-Akku.
- Kontrollieren Sie die Akkus bei längerer Lagerung regelmäßig.

7.4 Fehlerbehebung

Problem	Mögliche Ursache	Lösung
Die Platine erscheint nicht im Konfigurator	USB-Kabel ohne Datenleitungen, fehlender Treiber	anderes Kabel probieren; bei anhaltenden Problemen die Firmware im DFU-Modus flashen
Nach dem Anschließen des Akkus leuchtet nichts	falsche Aderreihenfolge des Signalkabels, Verpolung	Akku sofort trennen und das Kabel anhand der Tabelle in Kapitel 4.4 prüfen
Ein Motor läuft nicht oder falsch herum	vertauschte Kabel, umgekehrte Drehrichtung in der Firmware des Reglers	Reihenfolge auf der Registerkarte <i>Motors</i> prüfen, Drehrichtung im Konfigurationsprogramm des Reglers ändern
Der analoge Videosender startet nicht	9-V-Versorgung abgeschaltet, Stecker nicht eingesteckt	Modus USER1 prüfen und ob der Stecker vollständig sitzt
Der Empfänger kommuniziert nicht	TX und RX vertauscht, falsche Zuordnung der Schnittstelle	TX- und RX-Adern kreuzen; in Ardupilot BRD_ALT_CONFIG = 1 versuchen
GPS bekommt keinen Fix	falsche Zuordnung der Schnittstelle, Störungen durch die Stromverkabelung	SERIAL3_PROTOCOL auf GPS setzen und das Modul von den Kabeln entfernen
Die Spannung schwankt, das Gyroskop rauscht	fehlender oder schlecht gelöteter Kondensator	einen Kondensator an die Stromversorgungspads des Reglers löten
Die angezeigte Spannung stimmt nicht	unkalibrierter Spannungsteiler	mit der Spannung am Akku vergleichen und das Teilverhältnis wie in Kapitel 2.6 beschrieben anpassen

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@rotorاما.cz
Telefon	+420 252 252 098
Website	www.rotorاما.cz

8.2 Produktkonformität



- 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@rotorاما.cz erhältlich.
- **Produktidentifikation:** die Typenbezeichnung ist direkt auf die Platine gedruckt.

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 Hersteller gibt für dieses Produkt keine eigenen Garantiebedingungen heraus.

- 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.