

ROTORAMA

FTS

Flight Termination System

Bedienungsanleitung

Hardware-Version: RR-FTS V2.1 · Juli 2026

Rotorama s.r.o. · www.rotorاما.cz · info@rotorاما.cz

1. Was ist das FTS

Das FTS (Flight Termination System) ist ein unabhängiger Sicherheitsschalter, der den Antriebsakku von den Systemen der Drohne trennt. Es dient als Flugabbruchsystem — die letzte Rettung für Situationen, in denen der Flug sofort beendet werden muss (z. B. Kontrollverlust über die Drohne, Verlassen des zugelassenen Bereichs oder eine Auflage der Betriebsgenehmigung in der speziellen Kategorie des Drohnenbetriebs).

Die Platine wird in die negative (Minus-)Leitung zwischen Akku und Drohnen-Elektronik eingeschleift. Im normalen Flug ist der Schalter geschlossen und die Drohne wird normal versorgt. Sobald ein Terminierungsbefehl eintrifft, öffnet der Schalter und die gesamte Drohne ist stromlos — die Motoren stoppen sofort.

Das FTS arbeitet völlig unabhängig vom Flight Controller. Es hat einen eigenen Mikroprozessor und einen eigenen Empfängereingang und funktioniert daher auch dann, wenn der Flight Controller einfriert oder ausfällt.

Hauptmerkmale

- Dauerstrom **50 A**, Spitze bis zu **200 A***, Versorgung **4S–6S LiPo**.
- Integrierte 5V/1A-Versorgung für den Empfänger.
- Automatische Erkennung des Empfängerprotokolls — **CRSF / S.BUS**.
- Anti-Spark: sanftes Vorladen der Drohnen-Kondensatoren über einen Widerstand — kein Funke und keine Stromspitze beim Anschließen des Akkus.
- Standardmontage 30,5 × 30,5 mm (M4/M3-Softmount) — die Platine passt in einen üblichen FPV-Stack.

2. Technische Daten

Parameter	Wert
Versorgungsspannung (VIN)	4S–6S LiPo (14–25,2 V)
Geschalteter Strom	50 A dauerhaft, bis zu 200 A Spitze*
Einschaltwiderstand	1,3 mΩ
Eingangssignal	CRSF oder S.BUS (nicht invertiert)
Steuerkanal	Kanal 9 (CH9), Schwelle 1500 µs — siehe Kap. 6
Empfängerausgang	5V/1A (Schaltregler)
Platinenabmessungen	36 × 36 mm
Montageraster	30,5 × 30,5 mm, M4-Bohrungen

* bei stetigem Kühlluftstrom (im Flug)

3. Löt pads

Die Leistungspads sind große verzinnte Flächen; die Signalpads bilden eine Reihe kleinerer Pads. Die Beschriftungen sind direkt auf der Platine aufgedruckt und in der folgenden Abbildung dargestellt:

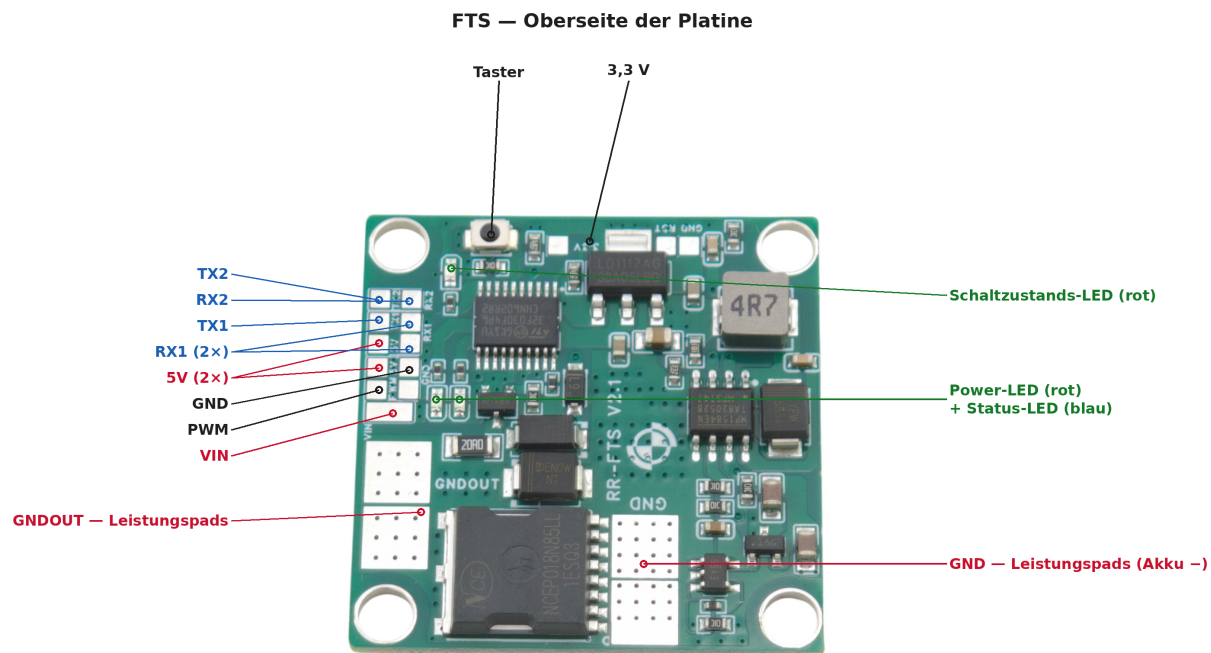


Abb. 1 — Pads und LEDs, Oberseite der Platine

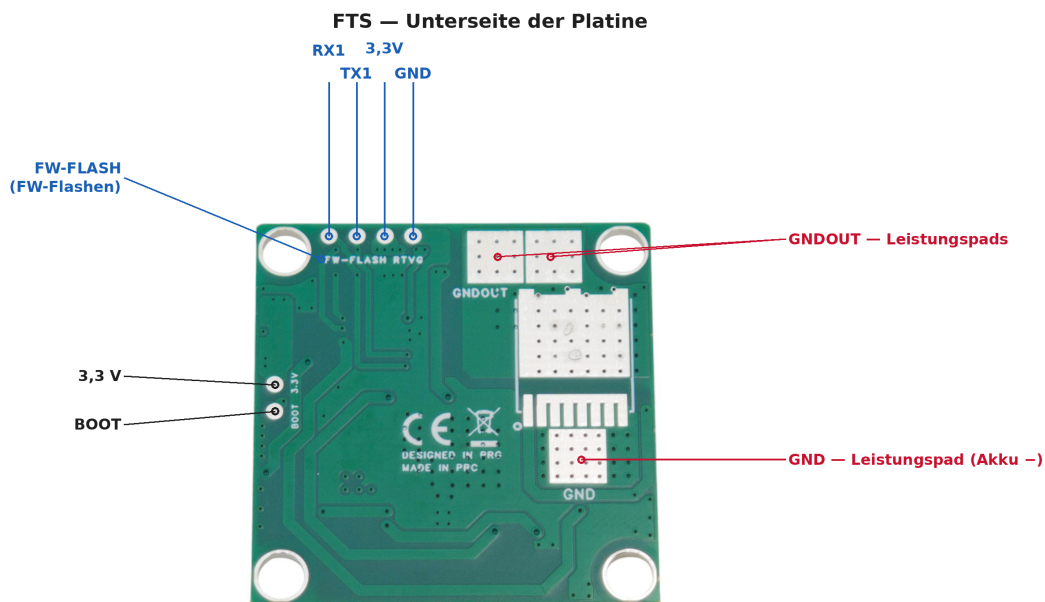


Abb. 2 — Pads, Unterseite der Platine

Leistungspads

Pad	Funktion
GND	Eingang — negativer (-) Akkupol.
GNDOUT	Ausgang — geschalteter Minuspol für die Stromverteilung der Drohne (PDB / ESC). Im Flug mit GND verbunden, bei Terminierung getrennt.
VIN	Versorgung der Platinen-Elektronik — dünner Draht vom positiven (+) Akkupol.

Signalpads

Pad	Funktion
5V	5-V-Ausgang zur Versorgung des Empfängers.
RX1	Empfängeranschluss (CRSF/S.BUS)
TX1	Empfängeranschluss (CRSF)
RX2 / TX2	Reserviert — nicht anschließen.
PWM	Reserviert — nicht anschließen.
BOOT	Service-Pad zum Firmware-Flashen (Kap. 8).
FW-FLASH (R T V G)	Service-Anschluss zum Firmware-Flashen auf der Unterseite der Platine: R = RX, T = TX, V = 3,3 V, G = GND (Kap. 8).

4. Verdrahtung

4.1 Leistungsverdrahtung

Das FTS schaltet die negative Versorgungsleitung. Das Plus-Kabel des Akkus führt direkt zur Drohne; das Minus-Kabel wird aufgetrennt und über die FTS-Platine geführt:

1. **Akku (+)** → direkt zur Stromverteilung der Drohne (PDB / 4-in-1-ESC). Von diesem Kabel zusätzlich einen dünneren Draht zum Pad **VIN** abzweigen — er versorgt die FTS-Elektronik.
2. **Akku (-)** → Pad **GND** am FTS.
3. Pad **GNDOUT** am FTS → negativer Eingang der Stromverteilung der Drohne (PDB / 4-in-1-ESC).

Korrekte FTS-Verdrahtung

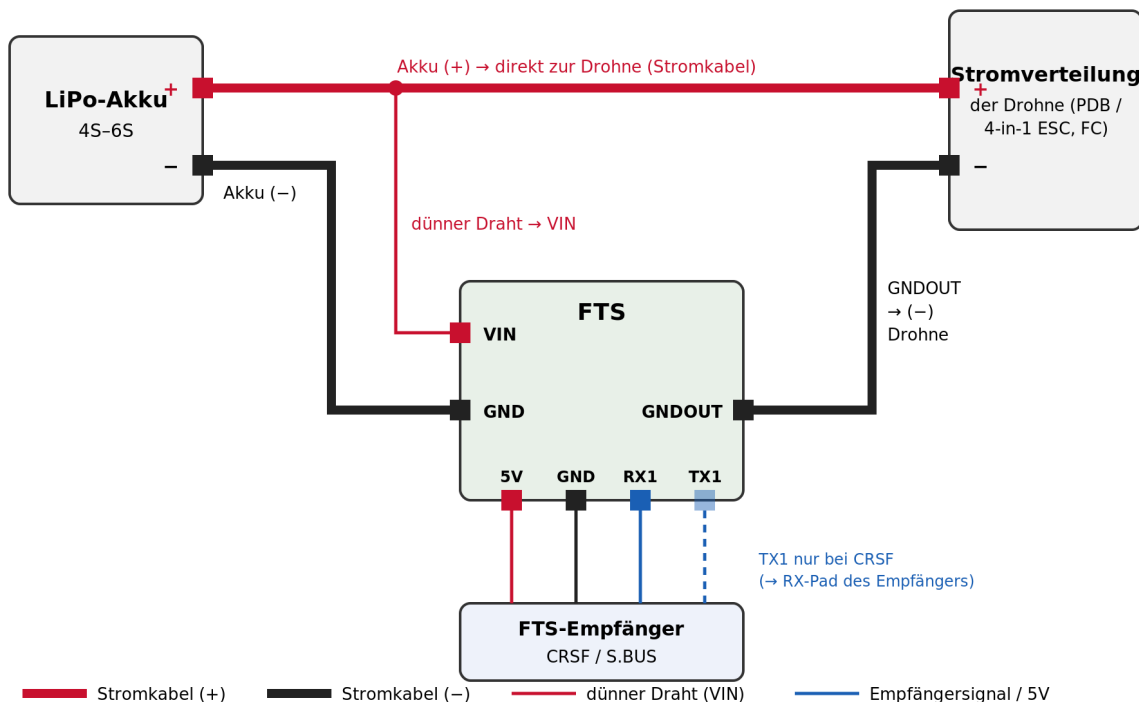


Abb. 3 — Korrekte FTS-Verdrahtung

Verwenden Sie für die Leistungsverbindungen (GND, GNDOUT) Kabel mit demselben Querschnitt wie die Hauptstromkabel der Drohne — mindestens 12/14 AWG; bei Setups mit Dauerströmen nahe 100 A empfehlen wir 10 AWG. Löten Sie auf beiden Seiten der Platine (die Leistungs pads sind doppelt ausgeführt) und erhitzen Sie die Lötstellen gründlich.

ACHTUNG — Polarität und Kurzschlüsse

Das Vertauschen von GND und GNDOUT oder das Anschließen des Akkus mit falscher Polarität kann Platine und Drohne dauerhaft beschädigen.

Verbinden Sie den Minuspol des Akkus niemals auf einem anderen Weg (außerhalb des FTS) mit Rahmen/Verteilung der Drohne — die Platine könnte die Versorgung dann nicht mehr trennen. Achten Sie auch auf unbeabsichtigte Verbindungen über Kabelschirme, die Kamera usw.

4.2 Empfängeranschluss

Das FTS benötigt einen eigenen, dedizierten Empfänger, der ausschließlich aus dem 5V-Ausgang des FTS versorgt wird und mit keiner anderen Elektronik der Drohne verbunden ist (siehe Warnung unten). Zwei Protokolle werden unterstützt, die Platine erkennt das Protokoll automatisch. Ein externer S.BUS-Inverter ist nicht nötig — die Signalinversion übernimmt die Platine intern. Bei einem CRSF-Empfänger verbinden Sie auch das Pad TX1 (mit dem RX-Pad des Empfängers); bei einem S.BUS-Empfänger bleibt TX1 unbeschaltet.

FTS NIEMALS MIT DEM FLIGHT CONTROLLER VERBINDEN

Die einzige zulässige Verbindung zwischen dem FTS und dem Flight Controller (der Stromverteilung der Drohne) sind die Leistungskabel: Akku (+) und GNDOUT.

Jede andere Verbindung — Signal, Masse oder Versorgung — ist verboten, da das FTS getrennte Massen erfordert. Der am FTS angeschlossene Empfänger darf daher mit keinem Draht mit dem Flight Controller oder anderer Drohnen-Elektronik verbunden sein.

Eine solche Verbindung überbrückt den geschalteten Kreis, setzt das FTS faktisch außer Betrieb und beschädigt es dauerhaft.

Verbotene Verbindungen — FTS erfordert getrennte Massen

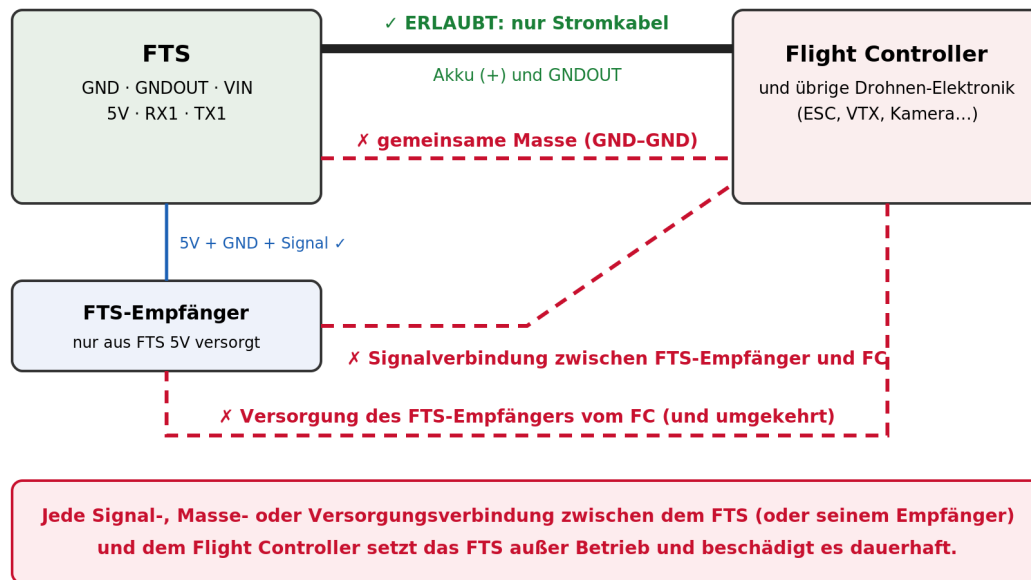


Abb. 4 — Verbotene Verbindungen zwischen FTS und Flight Controller

4.3 Sender-Einrichtung

1. Belegen Sie am Sender **Kanal 9 (CH9)** mit einem Zweistufen-Schalter.
2. Stellung **aus** = **niedriger Wert** (ca. 1000 μ s / -100 %): normaler Flug, Drohne versorgt.
3. Stellung **ein** = **hoher Wert** (ca. 2000 μ s / +100 %): TERMINIERUNG — die Versorgung der Drohne wird getrennt.
4. Legen Sie in den Failsafe-Einstellungen des Empfängers das Verhalten von Kanal 9 bei Signalverlust gemäß Ihrem Betriebsverfahren fest (siehe Kap. 6.3).

5. Erste Inbetriebnahme und Test

IMMER OHNE PROPELLER

Führen Sie alle ersten Prüfungen, Terminierungstests und das Binden des Empfängers grundsätzlich ohne montierte Propeller durch.

1. Prüfen Sie die Verdrahtung gemäß Kapitel 4 (Polarität, GND vs. GNDOUT, Empfänger).
2. Beobachten Sie die Status-LED: **blinkt** = sucht das Empfängersignal, **leuchtet dauerhaft** = Verbindung hergestellt.

3. Terminierungstest: Legen Sie den CH9-Schalter um — die gesamte Drohne muss sofort abschalten.
4. Legen Sie den Schalter zurück in die AUS-Stellung — die Drohne schaltet sich wieder ein.
5. Testen Sie auch das Verhalten bei ausgeschaltetem Sender (Simulation des Signalverlusts) und prüfen Sie, ob es Ihren Failsafe-Einstellungen entspricht (Kap. 6.3).

6. Funktionsbeschreibung

6.1 Automatische Protokollerkennung

Nach dem Einschalten erkennt das FTS das eingehende Steuersignal (CRSF/S.BUS). Hat die Platine kein gültiges Eingangssignal, blinkt die blaue Status-LED. Nach Erkennung eines gültigen Signals leuchtet die Status-LED dauerhaft.

6.2 Terminierung und Wiederherstellung der Versorgung

- Wert von Kanal 9 **über 1500 µs** → der Schalter öffnet, die Drohne ist stromlos (Terminierung).
- Wert von Kanal 9 **unter 1500 µs** → der Schalter ist geschlossen, die Drohne wird versorgt.
- Die Terminierung wird durch nichts anderes blockiert — sie funktioniert immer, wenn das FTS ein gültiges Empfängersignal hat.

6.3 Verhalten bei Signalverlust

Verliert das FTS das gültige Empfängersignal, hält es den Ausgang im letzten Zustand — der Signalverlust allein löst also keine Terminierung aus. Das Verhalten bei Signalverlust bestimmen die Failsafe-Einstellungen Ihres Empfängers:

- **Failsafe „hold“ / „no pulses“**: das FTS hält den letzten Zustand — die Drohne bleibt versorgt, die Rettung übernimmt der Flight Controller (z. B. RTH). Eine Terminierung bei Signalverlust ist dann nicht möglich.
- **Failsafe mit gesetztem hohem CH9-Wert**: bei Signalverlust sendet der Empfänger selbst den Terminierungsbefehl — die Drohne wird nach Verbindungsverlust getrennt. Wählen Sie diese Einstellung, wenn Ihr Betriebsverfahren / Ihre Genehmigung dies erfordert.

Überprüfen Sie das gewählte Verhalten immer mit einem Bodentest (durch Ausschalten des Senders).

6.4 Taster

Der Taster auf der Platine dient zum bequemen Testen am Tisch: Hat das FTS kein Empfängersignal, schaltet jeder Tastendruck den Ausgangszustand um. Sobald ein gültiges Empfängersignal anliegt, wird der Taster ignoriert und es gilt ausschließlich der Befehl vom Sender.

6.5 Status-LEDs

Auf der Platine befinden sich drei Anzeige-LEDs. Die erste, rote LED leuchtet die ganze Zeit, in der das FTS versorgt wird (Kontrolle der Spannungsregler). Die anderen beiden LEDs zeigen Zustände an:

Position von LEDs und Taster

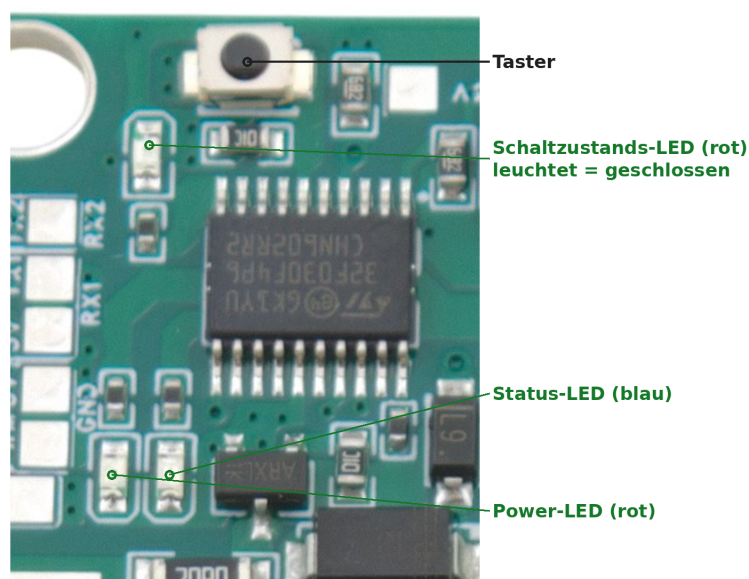


Abb. 5 — Position von LEDs und Taster

Blaue Status-LED	Bedeutung
Blinkt schnell	Das FTS sucht das Empfängersignal (kein gültiges Signal an RX1).
Leuchtet dauerhaft	Protokoll erkannt, Empfänger Verbindung ist in Ordnung.
Aus	Die Platine wird nicht versorgt — prüfen Sie VIN und GND.
Rote Status-LED	Bedeutung
Leuchtet dauerhaft	Der Schalter ist geschlossen (ein)
Aus	Der Schalter ist offen (aus).

7. Sicherheitshinweise

- **Terminierung bedeutet Absturz der Drohne.** Nach dem Trennen der Versorgung fällt die Drohne unkontrolliert. Verwenden Sie den Befehl nur in Situationen, für die das System bestimmt ist, und im Einklang mit Ihrer Betriebsgenehmigung.
- Führen Sie alle Tests **ohne Propeller durch**.
- Überschreiten Sie nicht 6S (25,2 V) und nicht den maximalen Spitzenstrom von 200 A. Die Versorgungsspannung darf zudem nicht unter 13 V fallen.
- Die Platine ist nicht gegen Verpolung geschützt — prüfen Sie die Polarität gründlich, bevor Sie den Akku zum ersten Mal anschließen.
- Stellen Sie sicher, dass zwischen der Minusleitung des Akkus und der Drohne kein leitender Pfad außerhalb des FTS entsteht (Schirmung, Carbon-Rahmen, Kamera...) — sonst trennt die Terminierung die Drohne möglicherweise nicht und die Platine kann beschädigt werden.

8. Ändern des Steuerkanals (Firmware-Flashen)

Die Platine wird mit Firmware für Kanal 9 (CH9) ausgeliefert. Firmware-Versionen für andere Kanäle und andere Steuersignal-Pegel stehen auf der Produktseite auf www.rotorاما.cz zum Download bereit — der Kanal wird durch Flashen der entsprechenden Firmware geändert. Das Verfahren richtet sich an erfahrene Nutzer; im Zweifel kontaktieren Sie uns unter info@rotorاما.de.

Was Sie benötigen

- Einen USB-UART-Adapter mit **3,3 V**-Logik (FTDI, CP2102, CH340 — auf 3,3 V gestellt, niemals 5 V).
- STM32CubeProgrammer (kostenlos von ST), alternativ stm32flash.
- Die Firmware-Datei für den gewünschten Kanal und Schaltpegel (rotorاما.de).

Vorgehen

1. Trennen Sie Akku und Empfänger von der Platine.
2. Verbinden Sie den Adapter mit den Service-Pads **FW-FLASH (R T V G)** auf der Unterseite der Platine: Adapter-TX → **R**, Adapter-RX → **T**, Adapter-3,3 V → **V**, Adapter-GND → **G**. Alternativ können Sie die Empfänger-Pads auf der Oberseite der Platine verwenden. **ACHTUNG!** Alle anderen Geräte müssen beim Firmware-Flashen getrennt sein (z. B. der Empfänger).
3. Aktivieren Sie den Bootloader-Modus: Brücken Sie das Pad **BOOT** mit dem benachbarten Pad **3,3V** und schalten Sie die Versorgung der Platine ein. Der Prozessor startet im Bootloader-Modus.
4. Wählen Sie in STM32CubeProgrammer die UART-Verbindung, Baudrate 115200, verbinden Sie sich und laden Sie die Firmware-Datei hoch.
5. Entfernen Sie die BOOT-Brücke und trennen Sie die Versorgung kurz (Power-Cycle). Die Platine startet mit der neuen Firmware.
6. Führen Sie den vollständigen Test gemäß Kapitel 5 durch, einschließlich eines Terminierungstests auf dem neuen Kanal.

9. Fehlerbehebung

Symptom	Mögliche Ursache und Lösung
Blaue LED blinkt dauerhaft	Das FTS sieht kein Empfängersignal. Prüfen Sie die Verbindung Empfänger-TX → RX1, die Versorgung des Empfängers (5V, GND) und ob der Empfänger mit dem Sender gebunden ist.
Drohne schaltet nach dem Anschließen des Akkus nicht ein	Prüfen Sie VIN (dünner Draht vom Akku-Plus), die GND- und GNDOUT-Verbindungen sowie die Stellung des CH9-Schalters (muss niedrig sein). Der Zustand lässt sich ohne Empfänger mit dem Taster prüfen.
Terminierung reagiert nicht auf den Schalter	Prüfen Sie in den Sendereinstellungen, ob der Schalter wirklich Kanal 9 steuert und Werte über 1500 µs erreicht (im Kanalmonitor des Senders). Die blaue LED muss dauerhaft leuchten.
Drohne schaltet sich von selbst ab	Prüfen Sie das Empfänger-Failsafe (Kap. 6.3) — bei Signalausfall sendet der Empfänger evtl. einen hohen CH9-Wert. Prüfen Sie auch die Qualität der VIN/GND-Verbindungen.

Symptom	Mögliche Ursache und Lösung
Taster reagiert nicht	Der Taster funktioniert nur ohne gültiges RC-Signal — trennen Sie den Empfänger oder schalten Sie den Sender aus.

10. Support

Bei Fragen, Firmware-Anfragen für einen anderen Kanal oder Reklamationen wenden Sie sich an:

Rotorama s.r.o.

Web: **www.rotorama.de**

E-mail: **info@rotorama.de**

Produktinformationen

Entwickelt in Tschechien · Hergestellt in China (Designed in Czech Republic · Made in China).

In der EU in Verkehr gebracht von: **Rotorama s.r.o., Tschechische Republik** — Kontaktdaten siehe oben.



Gewährleistung und Reklamationen

Mängelrechte richten sich nach den geltenden Rechtsvorschriften der Tschechischen Republik und der EU (für Verbraucher 24 Monate) sowie den auf www.rotorama.cz verfügbaren Geschäftsbedingungen. Die Gewährleistung deckt keine Schäden ab, die durch eine dieser Anleitung widersprechende Verdrahtung (insbesondere Verpolung, Überschreiten der Grenzwerte oder die verbotene Verbindung mit dem Flight Controller gemäß Kap. 4.2), mechanische Beschädigung oder normalen Verschleiß verursacht wurden.

Betriebshinweis

Das Produkt ist eine elektronische Komponente zum Einbau in ein unbemanntes Luftfahrzeug. Für die Einhaltung der rechtlichen Anforderungen an den Drohnenbetrieb (Registrierung des Betreibers, Betriebsregeln gemäß Verordnung (EU) 2019/947, ggf. Betriebsgenehmigung) ist der Betreiber verantwortlich. Das Produkt ist kein Spielzeug; nicht für Kinder unter 14 Jahren bestimmt.

© 2026 Rotorama s.r.o. Technische Änderungen vorbehalten.