

Flywoo Flylens 75

HD O4 2S

PID-Tuning & Filter-Konfiguration für Betaflight 4.6

Flugcontroller	GOKU F405 BGA
Motoren	ROBO 1003 · 14800KV · 12 Pole
Propeller	1611-3 (3-Blatt, 40mm)
Akku	2S LiPo (550 / 750 / 1000 mAh)
Empfänger	TBS Crossfire (CRSF-Protokoll)
Video	DJI O4 Air Unit (HD-Digital)
Firmware-Ziel	Betaflight 4.6.x

SCHWERPUNKT DIESES DOKUMENTS

PID-Tuning und Filter-Tuning stehen bewusst am Anfang dieses Guides — sie haben den größten Einfluss auf das Flugverhalten und sollten als erstes verstanden und korrekt eingestellt werden, bevor Raten, Akku- oder VTX-Einstellungen angepasst werden.

01 PID-Tuning — die wichtigste Einstellung

Auf 2S-Whoops wie dem Flylens 75 entscheidet das PID-Tuning maßgeblich über Flugverhalten, Motortemperatur und Akkulaufzeit. Die folgenden Werte sind ein fundierter Startpunkt für die ROBO 1003 14800KV Motoren mit 1611-3 Props — kein Pi-mal-Daumen-Wert, sondern abgeleitet aus erprobten 75mm-2S-Tunes und an die Motor-Charakteristik der Flylens 75 angepasst.

WARUM HÖHERE GAINS ALS BEI 5"-QUADS?

Kleine 2S-Whoops mit Ducted-Frame-Geometrie sind anfälliger für Propwash, haben aber gleichzeitig sehr wenig Massenträgheit. Das verlangt im Verhältnis zur Quad-Größe höhere P- und D-Gains als bei größeren Freestyle-Quads — die Werte unten tragen dem Rechnung.

PID-Werte Profil 0 (Hauptprofil)

Achse	P	I	D	D_Min	Feedforward
Roll	42	65	28	20	85
Pitch	46	68	32	24	90
Yaw	42	65	0	–	85

Warum Pitch > Roll?

- ▶ Pitch-Achse hat bei den meisten Rahmen mehr bewegte Masse (Akku-Position) → etwas mehr P/D nötig
- ▶ Bei symmetrischem Rahmen können P/D auf beiden Achsen angeglichen werden
- ▶ Erst nach Testflug anpassen, nicht vorab "auf Verdacht"

D_Min & Anti-Gravity

- ▶ D_Min senkt D bei ruhigem Flug → kühlere Motoren, mehr Laufzeit
- ▶ D_Min_Boost_Gain = 25: schnelles Hochfahren von D bei Stick-Bewegung
- ▶ Anti_Gravity_Gain = 80 verhindert I-Term-Sprung bei Gasstößen

Feedforward — auf 4.6 besonders wichtig

Betaflight 4.5/4.6 setzt Feedforward deutlich aggressiver an als ältere Versionen. Auf einem reaktionsfreudigen 2S-Whoop wie der Flylens 75 verbessert ein höherer FF-Wert spürbar die Stick-Präzision, ohne dass die PID-Schleife selbst aggressiver werden muss.

Parameter	Wert	Effekt
feedforward_smooth_factor	25	Glättet FF-Spikes ohne spürbaren Lag
feedforward_jitter_factor	7	Filtert Mikro-Stickbewegungen aus FF
feedforward_boost	15	Verstärkt FF bei schnellen Richtungswechseln

TPA & Iterm Relax

Parameter	Wert	Begründung
tpa_rate	65	Reduziert P/D bei Vollgas → ruhigeres Hochgeschwindigkeitsverhalten
tpa_breakpoint	1700	Ab diesem Gaswert beginnt die TPA-Reduktion
item_relax	RP	Roll+Pitch — verhindert I-Term-Bounce bei schnellen Sticks
item_relax_cutoff	15	Standardwert, passt zu den meisten 2S-Setups

PRAXIS-TIPP

Diese Werte sind ein **Startpunkt**, kein Endergebnis. Master- Multiplier-Slider im PID-Tab (Configurator) für grobes Feintuning nutzen: bei spürbarem Oszillieren in scharfen Kurven leicht reduzieren, bei zu "weichem" Gefühl leicht erhöhen — in 0.05-0.1er-Schritten.

02 Filter-Tuning — Grundlage für sauberes PID

Filter-Tuning kommt logisch **vor** dem PID-Tuning, da unsauber gefiltertes Gyro-Signal jede PID-Einstellung verfälscht. Auf Betaflight 4.6 ist RPM-Filterung (über bidirektionales DShot) das wichtigste Werkzeug — sie ersetzt einen Großteil der pauschalen Dynamic-Notch-Filterung durch gezielte, motorbasierte Filterung.

1. RPM-Filter (bidirektionales DShot) — Priorität 1

Parameter	Wert	Begründung
motor_pwm_protocol	DSHOT300	Robustestes Protokoll für Whoop-ESCs, ausreichend für 4k-Loop
dshot_bidir	ON	Aktiviert RPM-Telemetrie ohne Zusatzverkabelung
motor_poles	12	ROBO 1003 Whoopmotoren — vor Erstflug am Motor nachzählen!
rpm_filter_harmonics	3	Deckt 1./2./3. Motor-Oberwelle ab — Standard für saubere Builds
rpm_filter_min_hz	100	Notches nur oberhalb dieser Frequenz setzen

KRITISCH: MOTOR-POLE-ZAHL

Eine falsch eingestellte Polzahl verschiebt die RPM-Filter-Notches um bis zu 14 % — der Filter arbeitet dann am falschen Frequenzband und bringt kaum Nutzen. Polzahl der ROBO 1003 vor dem Erstflug am Motormagneten nachzählen oder im Flywoo-Datenblatt verifizieren.

2. Dynamic Notch Filter — Priorität 2 (ergänzend)

Mit aktivem RPM-Filter muss der Dynamic Notch nicht mehr das gesamte Spektrum abdecken. Er wird auf 4.6 schmaler und höherfrequent eingestellt, um nur noch Rahmen-Resonanzen einzufangen, die der RPM-Filter naturgemäß nicht erfasst (z. B. Kamera-Halterung, Akku-Vibration).

Parameter	Wert	Begründung
dyn_notch_count	1	RPM-Filter übernimmt Motorrauschen, 1 Notch reicht für Restrauschen
dyn_notch_q	350	Schmalbandig — vermeidet unnötige Phasen-Verzögerung
dyn_notch_min_hz	150	Motorfrequenzen werden bereits vom RPM-Filter abgedeckt
dyn_notch_max_hz	500	Deckt typische Rahmen-Resonanzbereiche ab

3. Gyro- & D-Term-Tiefpassfilter

HINWEIS ZUR FILTERSTÄRKE BEI 2S-WHOOPS

1611-3 Props erzeugen höherfrequente Vibrationen als größere 5"-Props. Etwas mehr Filterung als Betaflight-Default ist daher sinnvoll — ohne spürbaren Lag, da die kleine Motorträgheit das ohnehin kompensiert.

Parameter	Wert
gyro_lpf1_static_hz	150
gyro_lpf1_dyn_min_hz / max_hz	150 / 350
gyro_lpf2_static_hz	250
dterm_lpf1_static_hz	100
dterm_lpf1_dyn_min_hz / max_hz	75 / 170
dterm_lpf2_static_hz	150

Filter-Tuning-Workflow (Reihenfolge einhalten)

- ▶ RPM-Filter zuerst aktivieren und Motor-Pole-Zahl verifizieren (Motors-Tab, Props ab)
- ▶ Erstflug mit obigen Werten, Blackbox-Log aufzeichnen
- ▶ Motoren nach Flug anfassen: unangenehm heiß (>5 Sek. nicht haltbar) → mehr Filterung (LPF-Werte senken)
- ▶ Spürbarer Lag/"schwammiges" Gefühl → Filterung reduzieren (LPF-Werte erhöhen)
- ▶ Erst nach sauberem Filter-Tune die PID-Werte feinjustieren — nie gleichzeitig beides ändern

03 Vollständiges CLI-Skript

Komplettes CLI-Skript zum Einfügen in den Betaflight-Configurator CLI-Tab. Enthält alle Werte aus Kapitel 1 + 2 sowie Grundkonfiguration, Akku- und O4-Einstellungen.

VOR DEM EINSPIELEN

Vollständigen Chip-Erase durchführen (Firmware-Flasher → "Full chip erase" aktivieren). Alte Tuning-Werte aus früheren Betaflight-Versionen sind NICHT mit 4.6 kompatibel und sollten nicht per CLI-Diff übernommen werden.

```
# — Grundkonfiguration —
set mixer_type = QUADX
set rx_spi_protocol = CRSF
set serialrx_provider = CRSF
set gyro_sync_denom = 1
set pid_process_denom = 1

# — Motor & RPM-Filter —
set motor_pwm_protocol = DSHOT300
set dshot_bidir = 0N
set motor_poles = 12
set rpm_filter_harmonics = 3
set rpm_filter_min_hz = 100
set rpm_filter_q = 500

# — Dynamic Notch & Tiefpassfilter —
set dyn_notch_count = 1
set dyn_notch_q = 350
set dyn_notch_min_hz = 150
set dyn_notch_max_hz = 500
set gyro_lpf1_static_hz = 150
set dterm_lpf1_static_hz = 100

# — PID Profil 0 —
set p_pitch = 46 set i_pitch = 68 set d_pitch = 32 set f_pitch = 90
set p_roll = 42 set i_roll = 65 set d_roll = 28 set f_roll = 85
set p_yaw = 42 set i_yaw = 65 set d_yaw = 0 set f_yaw = 85

# — Feedforward, TPA, Iterm Relax —
set feedforward_smooth_factor = 25
set feedforward_boost = 15
set tpa_rate = 65
set tpa_breakpoint = 1700
set iterm_relax = RP

# — 2S-Akku —
set vbat_min_cell_voltage = 300
set vbat_max_cell_voltage = 430
set vbat_sag_compensation = 100

save
```

VOLLVERSION

Das vollständige Skript mit allen Kommentaren, Raten-Einstellungen und DJI-O4-OSD-Konfiguration liegt als separate Textdatei **flylens75-betaflight46-cli.txt** bei und kann komplett in den CLI-Tab eingefügt werden.

04 Einspielen & Erstflug-Checkliste

Schritt-für-Schritt

- ▶ Betaflight Configurator auf neueste Version aktualisieren
- ▶ Firmware-Flasher öffnen, GOKU F405 BGA Ziel wählen, "Full chip erase" aktivieren, Betaflight 4.6.x flashen
- ▶ Nach Flash: Receiver-Tab → TBS Crossfire binden, CRSF-Verbindung prüfen
- ▶ CLI-Tab öffnen, komplettes Skript (Datei beiliegend) einfügen, Enter drücken
- ▶ save ausführen — FC startet neu
- ▶ Motors-Tab: **Props sind ab!** Jeden Motor einzeln kurz antesten, RPM-Anzeige + Drehrichtung prüfen, Fehlerrate sollte 0 % sein
- ▶ Bei falscher Drehrichtung: in Motors-Tab direkt umkonfigurieren (kein Neulöten nötig)
- ▶ Props montieren, Erstflug ruhig & vorsichtig in offenem Gelände

Nach dem Erstflug

Beobachtung	Maßnahme
Motoren unangenehm heiß (>5 Sek. nicht anfassbar)	Gyro-/D-Term-LPF-Werte senken (mehr Filterung)
Quad fühlt sich "schwammig" / verzögert an	LPF-Werte leicht erhöhen (weniger Filterung)
Oszillation/Zittern in scharfen Manövern	Master-Multiplier (PID-Tab) um 0.1 reduzieren
Zu "weiches" Stick-Gefühl	Master-Multiplier leicht erhöhen, FF-Boost prüfen
Propwash beim Abbremsen aus schnellem Flug	D_Min_Boost_Gain leicht erhöhen, RPM-Filter-Harmonics auf 4

WICHTIGSTER GRUNDSATZ

Immer nur **eine** Variable gleichzeitig ändern und mit mehreren Flügen testen. Blackbox-Logging aktivieren, um Änderungen objektiv nachvollziehen zu können statt nur nach Gefühl zu fliegen.

Quellen & weiterführende Information

Betaflight 4.6 Release Notes (betaflight.com) · Betaflight PID-Tuning-Guide & RPM-Filter-Dokumentation (github.com/betaflight) · Erprobte 75mm-2S-Referenz-Tunes als Ausgangsbasis für die PID-Startwerte. Alle Werte sind Startpunkte und sollten nach Blackbox-Analyse individuell feinjustiert werden.