

BF Allgemeine Tuning Tips

Allgemeines

Um eine möglichst gut abgestimmten Copter zu besitzen sollte nachfolgende Reihenfolge versucht werden einzuhalten

1. **Sauber bauen** . Vermeide schlackernde Kabel. Der FC ² sollte vibrationsgedämpft verbaut sein. Prüfe ob den Gyro etwas berührt (**strikt vermeiden**). Sind alle Schrauben fest
2. **Versuche auf die aktuellste BF-Version aufzusetzen.** Mache vor Deinen Änderungen ein Backup der aktuellen FW. Sichere Deine Konfiguration mit `diff all` . Neue BF-Version versprechen Bugfixings und häufig verbesserte Filter/Tunig-Möglichkeiten. Leider ist der Update immer mit Arbeit verbunden.
3. **Sender kalibrieren** . Im Receiver-Tab sollten für alle drei Achsen die Einstellungen zwischenn **1000** und **2000** liegen. Hintergrund ist, liegen die aktuellen Werte unter-/oberhalb wird das RC-Signal beschnitten oder gespreizt, beides sorgt dafür, dass die Signalverarbeitung nicht optimal ist.
4. **Prüfe im BF-Configurator die Lage des Copters.** Der grüne Pfeil symbolisiert **Vorne** . Neige den Copter nach unten (PITCH-Forward), der simulierte Copter **muss** sich ebenfalls nach unten neigen. Wiederholen für alle Achsen. Der simulierte Copter **muss exakt** das gleiche tun als der echte Copter. Funktioniert das nicht - so kann man es prüfen:
 - Die Gyro-Lage in BF-Configurator stimmt nicht mit dem überein, wie Dein Gyro tatsächlich verbaut ist.
 - Gehe schrittweise vor und ändere immer in **90 Grad** Schritten
 - Beginne mit der PITCH-Achse (Querachse) und ändere die Einstellung in 90Grad Schritten solange bis der simulierte Copter das tut, was Dein Copter in der Hand auch tut.
 - Dann die Roll-Achse (Längsachse). Hier genauso vorgehen. Kippst du Copter in Flugrichtung nach links, dann muss der simulierte Copter auch nach links kippen, gleiches gilt für rechts.
 - YAW-Achse (Hochachse): drehe den Copter um Hochachse. Der simulierte Copter muss sich nun auch nach links/rechts beweg

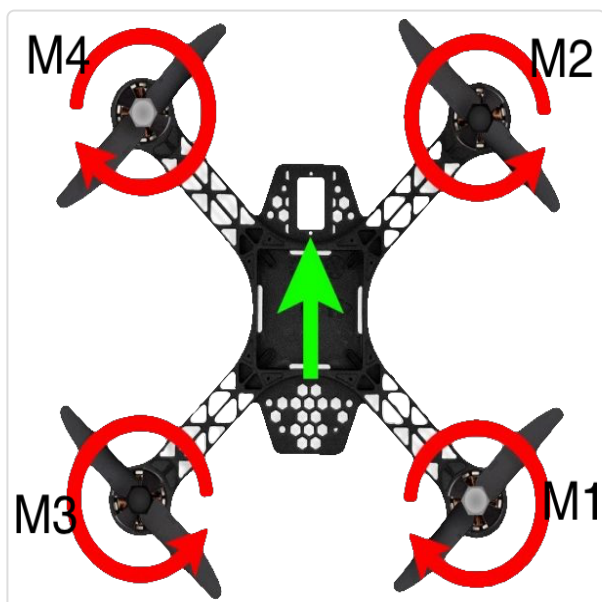
Das ist eine **sehr, sehr wichtige** Funktionsprüfung, ansonsten wird der Copter beim Erststart vermutlich direkt einen Salto schlagen

5. Motordrehrichtung prüfen

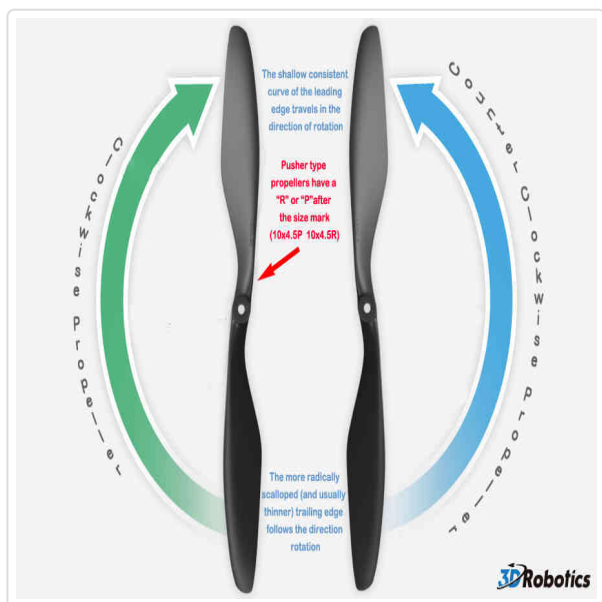
- Motor 2+3 müssen CCW ¹ drehen
- Motor 1+4 müssen CW drehen

Hinweis

Manchmal findet man im Internet Schaubilder mit Motoren-Beschriftungen, die abweichend sind. Meine Empfehlung: **wenn ihr Betaflight nutzt, nutzt auch die Default-Bezeichnungen, die für die Motoren in Betaflight vorgesehen sind**



6. Prop-Montage, darauf achten, dass die Props in der korrekten weise montiert werden. Grundsätzlich gilt: Motor 1+3 und Motor 2+4 haben immer die gleichen Props montiert.



Filter reduzieren

Eigentlich votiere ich zu filtern, das heißt aber nicht "einfach alle Filter einschalten" sondern Filter mit bedacht aktivieren und andere Filter deaktivieren.

Das Reduzieren der Filter erhöht deutlich die Performance in Betaflight und die Latenzzeiten verringern sich. Dies resultiert in einem besseren "Stick-Gefühl", irgendwie direkter.

Andererseits geben Filter eine weicheres Gefühl, der Copter liegt irgendwie ruhiger, alles ist etwas gedämpfter (gemütlicher ;-)

Betaflight ist aber für 1000ende von Piloten konzipiert und von Race bis Smooth-Cruisen für HD-Qualitätsaufnahmen - und somit stehen auch eine Vielzahl an Setups zur Verfügung.

Also für jeden etwas.

Das im Vorwege.

Meine Setups die ich für meine Copter einstelle sind eher direkter - als Freestyler mag ich das lieber und ist mir auch wichtig.

Ich lebe mit Propwash und kleineren anderen Vibrationen. Filtere mich daher nicht "zu Tode" und vielleicht sind meine PID-Werte auch nicht optimal - aber ich fühle mich wohl mit meinen Coptern.

Tuning in a Nutshell

- 1: **fliegen ist es was wir wollen**
- 2: **Konfiguriere dich nicht zu Tode**
- 3: Baue so gut und sauber wie möglich, vermeide lose Schrauben, Kabel oder andere Dinge die rumflattern. All das erzeugt Vibrationen
- 4: Das Setup sollte wenn möglich für Deine Copter gleicher Klasse mehr oder minder "kopierbar" sein. Mir ist bewußt das dies nur bedingt machbar ist.
- 5: Beginne mit den Default-Einstellungen von PID's und Filter - noch **keine** Anpassungen vornehmen.
- 6: Erstflug mit Blackboxlogging (2K) - und prüfen wie das Setup ist.
- 7: Erstelle dir ein Tuning-Logbuch indem du pro Flug dir die Einstellungen/Änderungen merkst ⁸
- 8: zum Tunen ist der Blackbox-Explorer, PIDToolbox unerlässlich.
- 9: Bevor du an den PID-Werten arbeitest, optimiere die Filter.
- 10: Nutze DN-Filter ³ mehr als LPF-Filter ⁴
- 11: behalte immer die Motor-Temperaturen im Auge, wenn du tunest
- 12: Filter sind ok, dann PID-Tuning durchführen.
- 13: Die Schritte 9-12 iterativ an Deinen Copter adaptieren und Schrittweise verbessern. Einen Schritt nach dem anderen. Nicht 2 Dinge gleichzeitig ändern.
- 98: **Tunen kostet viel Zeit**
- 99: **weniger tunen kann mehr sein**

Mit diesen Punkten baue und fliege ich meine 5"er

Heiße Motoren

Im allgemeinen gilt **kühle/laufwarne Motoren** sind perfekt, **warne Motoren** sind in Ordnung, werden sie heiß, dann muss etwas am Setup geändert werden.

Heiße Motoren sind ein Indiz dafür, das hohe Anteile an Rauschen(Noise) ⁶ Signale an die Motoren gesendet werden. Das sollte unter allen Umständen vermieden werden.

Mögliche Ursachen für heiße Motoren: * alte Motoren * Lagerschaden * Filter sind schlecht eingestellt * DTerm zu hoch * PID-Abstimmung im allgemeinen schlecht

DTerm-Problem

DTerm-Filterung ist die Empfehlung. Beginne mit der Reduzierung des DTerm-LPF-Filter in 20hz Schritten. Gehe **nicht** unter eine Cutoff-Frequenz von 80Hz.

Bei zwei DTerm-Filter setze den ersten auf eine minimale Grenzfrequenz von 100Hz, den zweiten Filter dann Stufenweise immer um 20Hz ab 100Hz erhöhen.

Immer wieder 20-30sec Fliegen und die Motor-Temperatur prüfen.

1. DTerm-LPF ⁵ Filter auf PT1 setzen
2. DTerm-LPF Filter auf BIQUAD setzen

Temperatur prüfen, prüfen prüfen

Beachten

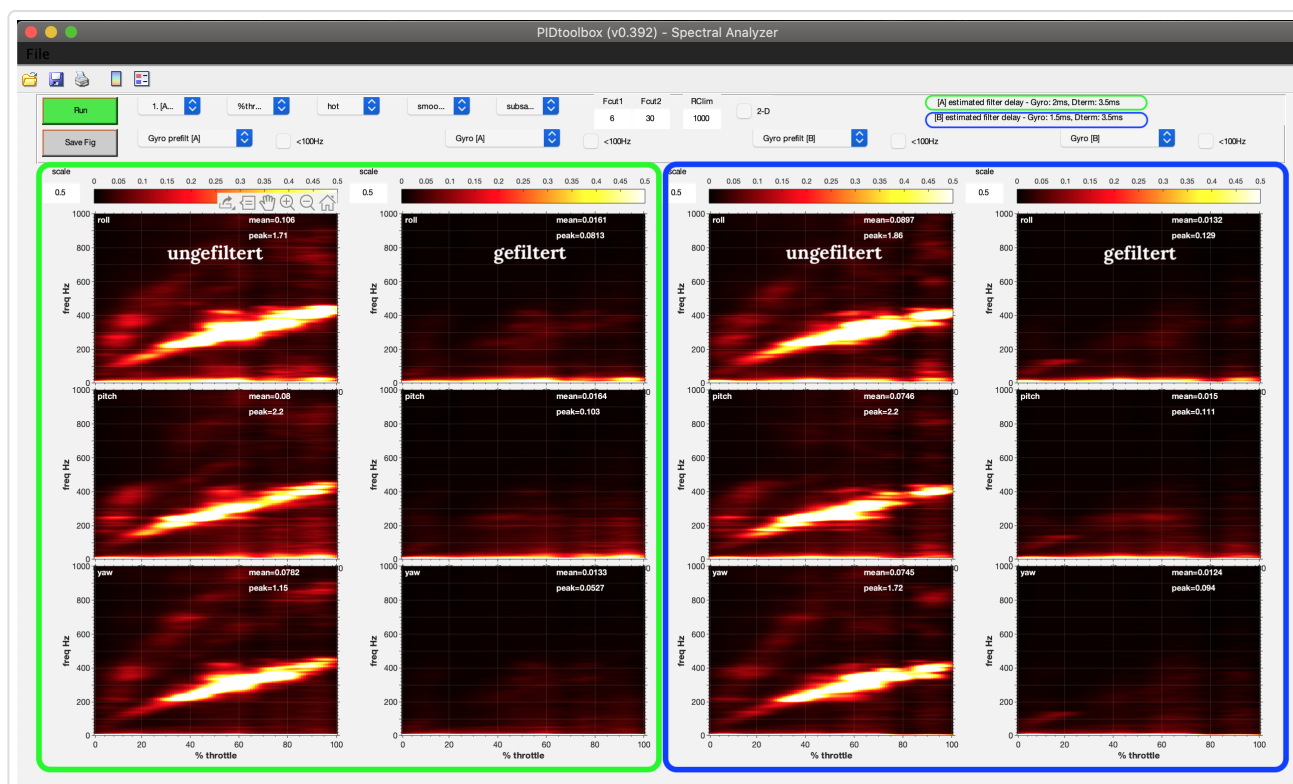
Ohne Sinn & Verstand am DTerm rumspielen oder an DTerm-LPF Änderungen durchführen, kann zur vollständigen Zerstörung der Motoren führen

Spectrogramm-Analyse

Die Spectrogramm-Analyse ⁷ ist sehr hilfreich, denn sie zeigt uns in drei Dimensionen. PIDToolBox
zeigt die Daten in

- X-Achse : Throttle
- Y-Achse : Frequenz in Hz
- Z-Achse : (Helligkeit) : ist die Höhe der Amplitude eines Ausschlags. Je heller, je intensiver.

Das nachfolgende Spektrogramm zeigt zwei Blackboxauswertungen einer meiner 5"Copter und zeigt nach der Anpassung der Filter leichte Verbesserungen.



Wie interpretiert man dieses Diagramm? Zur Unterscheidung der beiden Logdateien sind diese in grün (Log1) und blau (Log2) umrahmt.

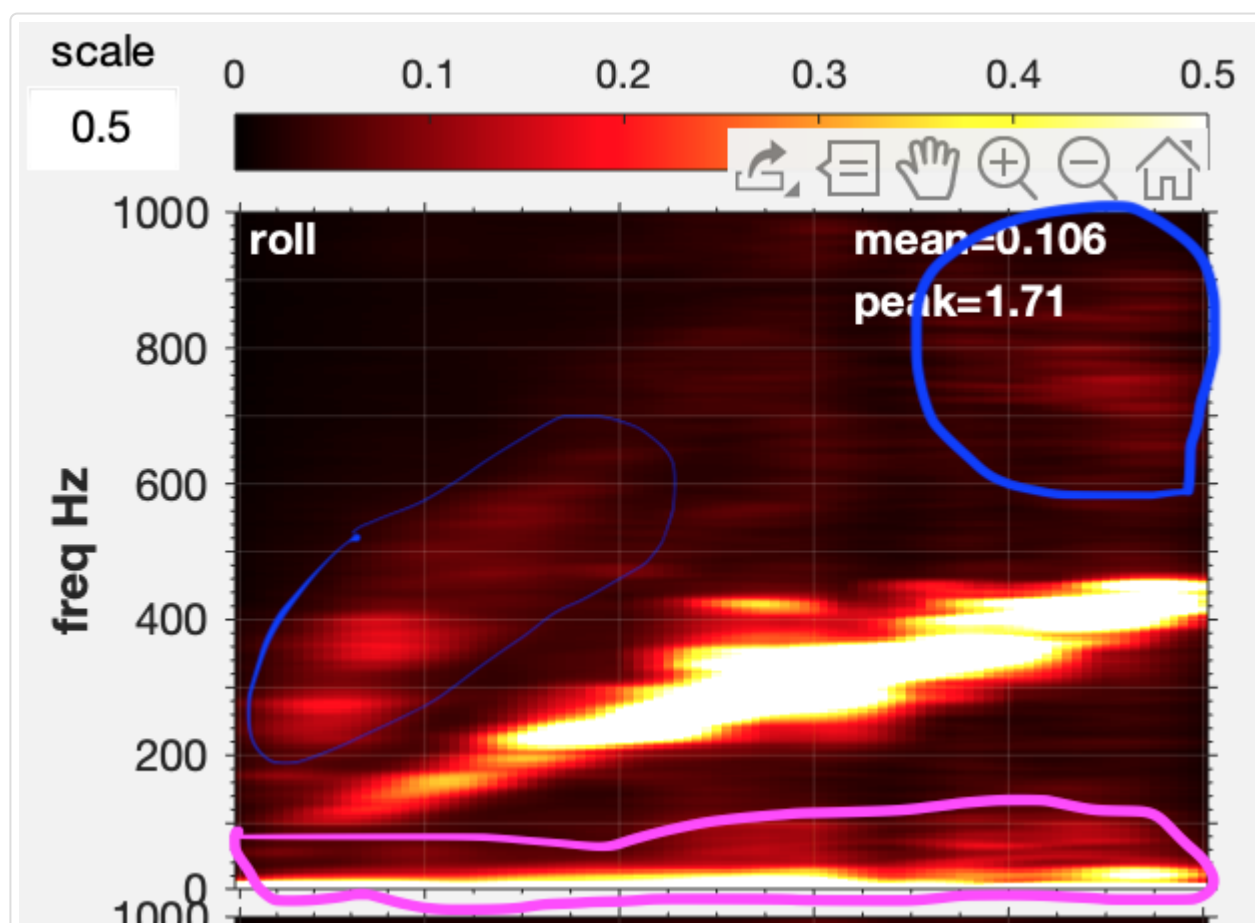
Die Diagramme liest man von oben nach unten und von links nach rechts

- Spalte 1 + 3 : **ungefilterte Gyro-Daten** (Spalte1 = Log1, Spalte2 = Log2)
- Spalte 2 + 4 : **gefilterte Gyro-Daten** (Spalte1 = Log1, Spalte2 = Log2)
- Zeile : oben : Roll
- Zeile : mitte: Pitch
- Zeile : unten: Yaw

Spalten 1+3 zeigen die ungefilterten Gyro-Werte, die hellen Bereiche zeigen deutliche Vibrationen. Das Gelbe band, welches sich leicht diagonal von unten links nach oben rechts zieht ist das Motor-Band. Je höher der Throttle-Wert je mehr Vibrationen treten auf. Dies ist in der Regel bei den meisten Coptern in dieser Art sichtbar.

Detailbetrachtungen

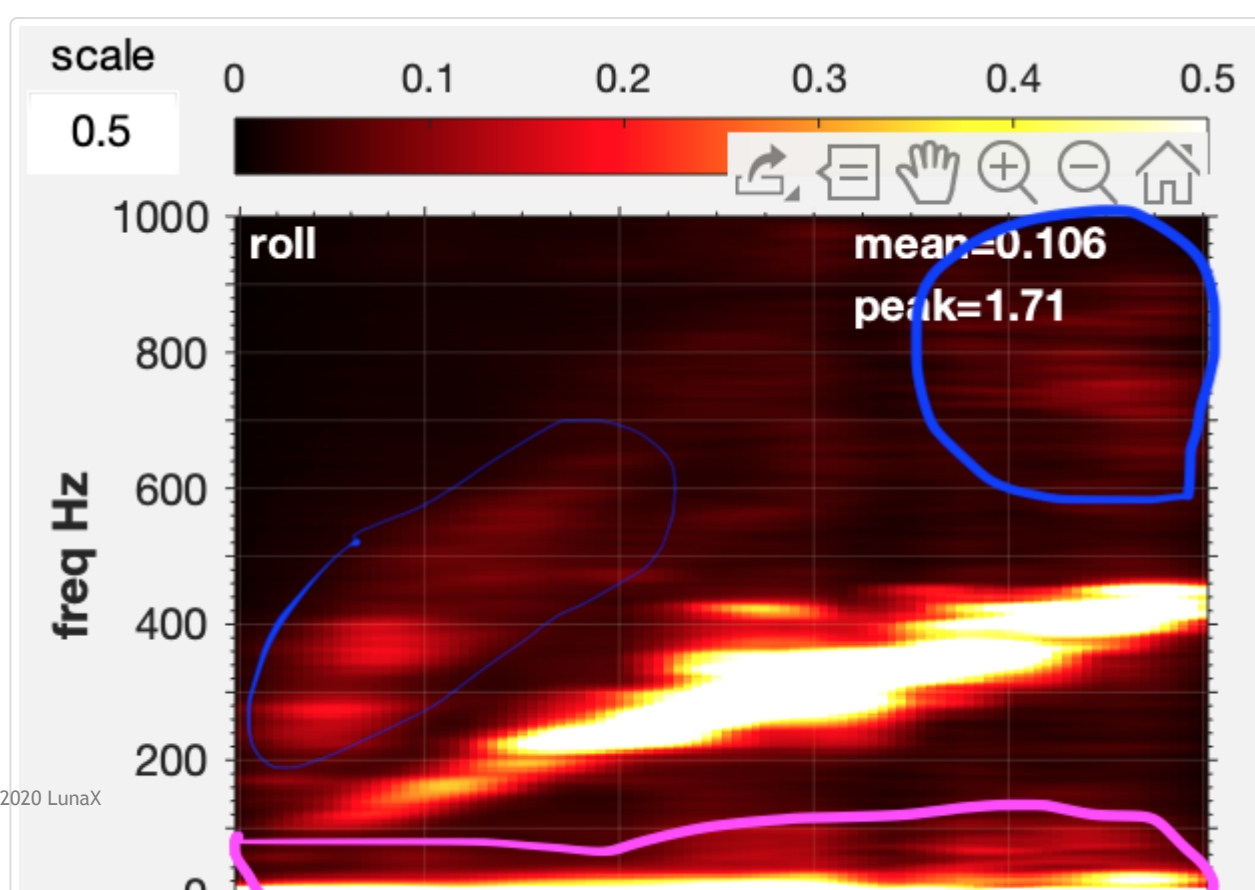
Gyro-Prefilterd Log 1



Die blauen Be-
zeigen weitere
Vibrationen. Die
pinkfarbene E-
zeigt die norm-
Flugfrequenzen
allerdings sieh-
hier schon da-
im Bereich ab
80-100Hz und
aufwärts weit-
Vibrationen
befinden.

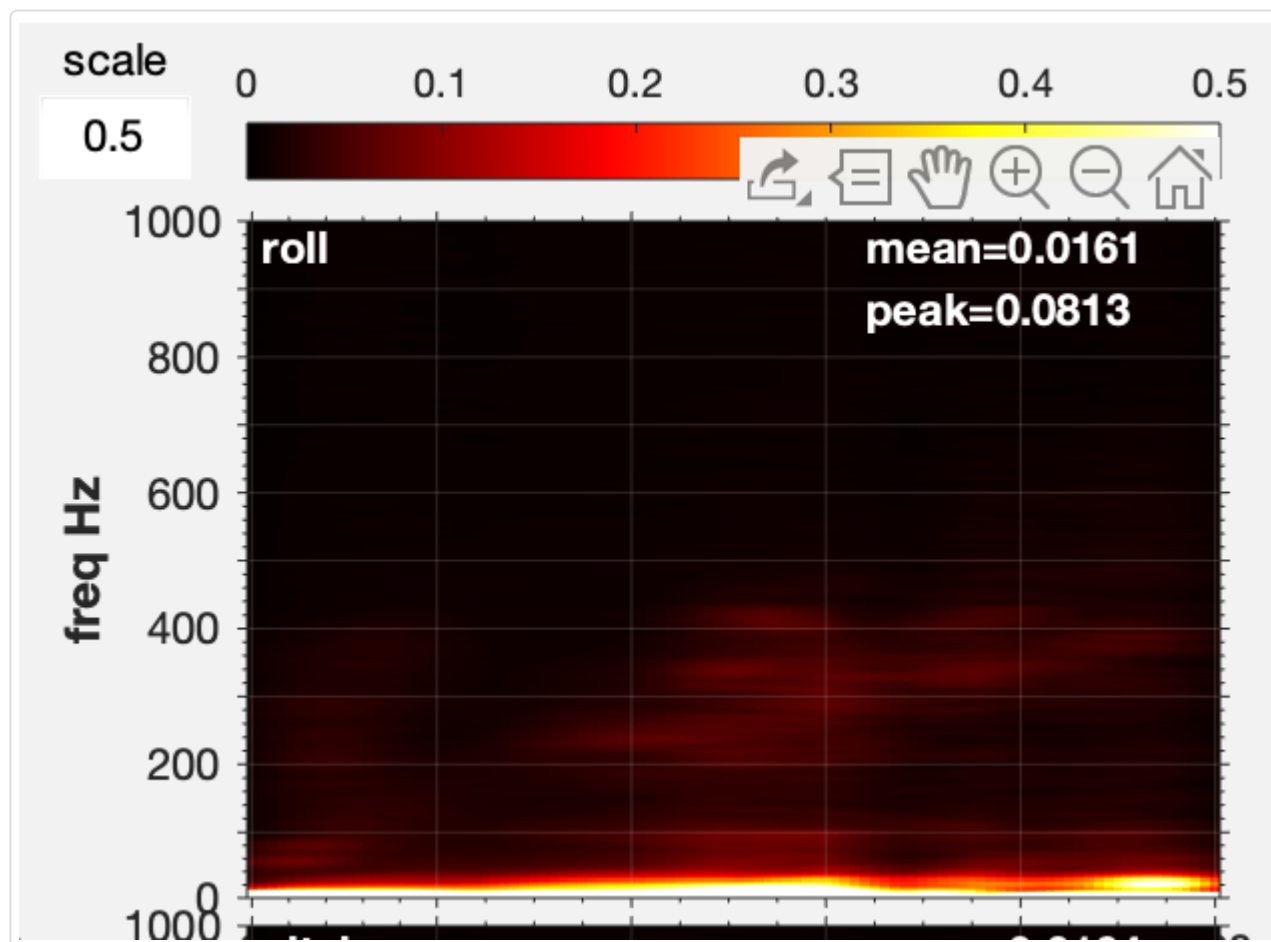
Im zweiten Lo-
man das die
Vibrationen
geringfügig w-
geworden sind
wird auch in d-
beiden Zahlen
rechts gezeig-
mean = der
Durchschnitt
peak = das
Maximum

Log 2



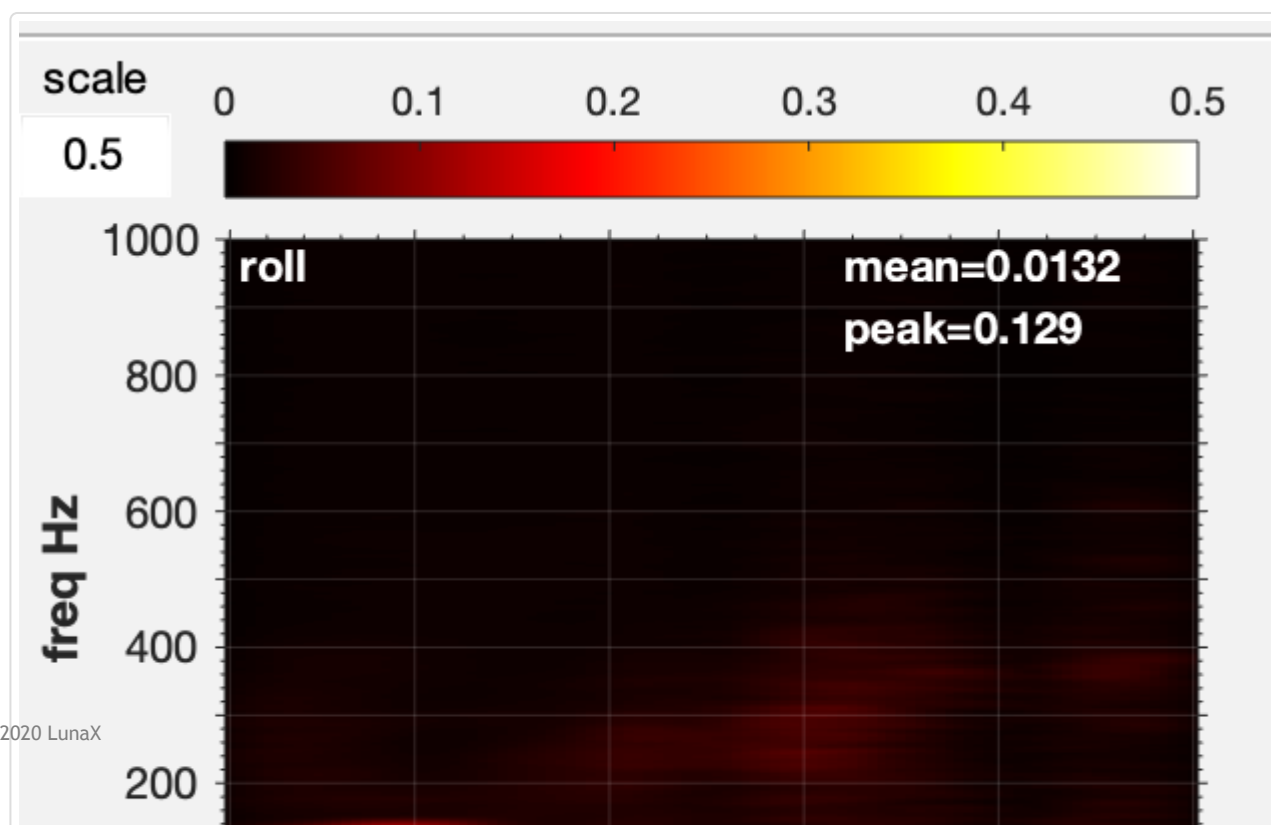
Je kleiner die
desto "besser"
man sieht ist
mean ist ge-
worden, da-
die
Gesamtvibrat-
sind weniger,
allerdings hat
Maximum
zugenommen
Vibrationen si-
aber in den G-
Rohwerten zu-
und noch kein
hat diese elim-
das nun
unterschiedlic-
Werte auftreten
vermutlich an-
unterschiedlic-
Flugverhalten

Gyro-Filtered Log 1



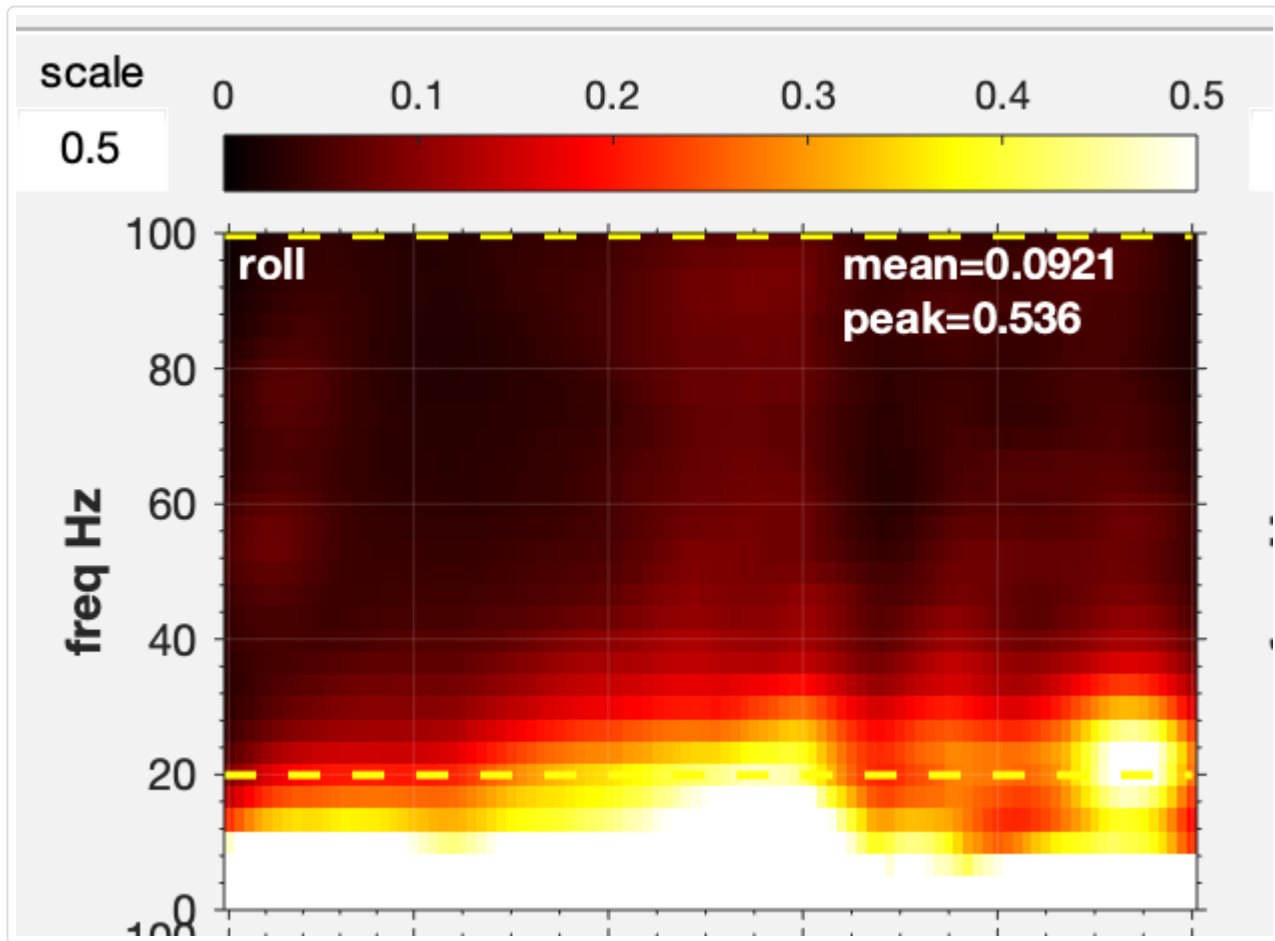
Hier sieht man, was die eingestellten erreicht haben. Der größte Teil der Störungen sind beseitigt worden, lediglich eine leichte "Flimmerung" kann man noch sehen. Interessant ist das zweite Bild des Log2, hier sieht man nochmal eine leichte Verbesserung sowohl der Durchschnittswerte (mean) als auch das Maximum (peak) haben verringert.

Log 2



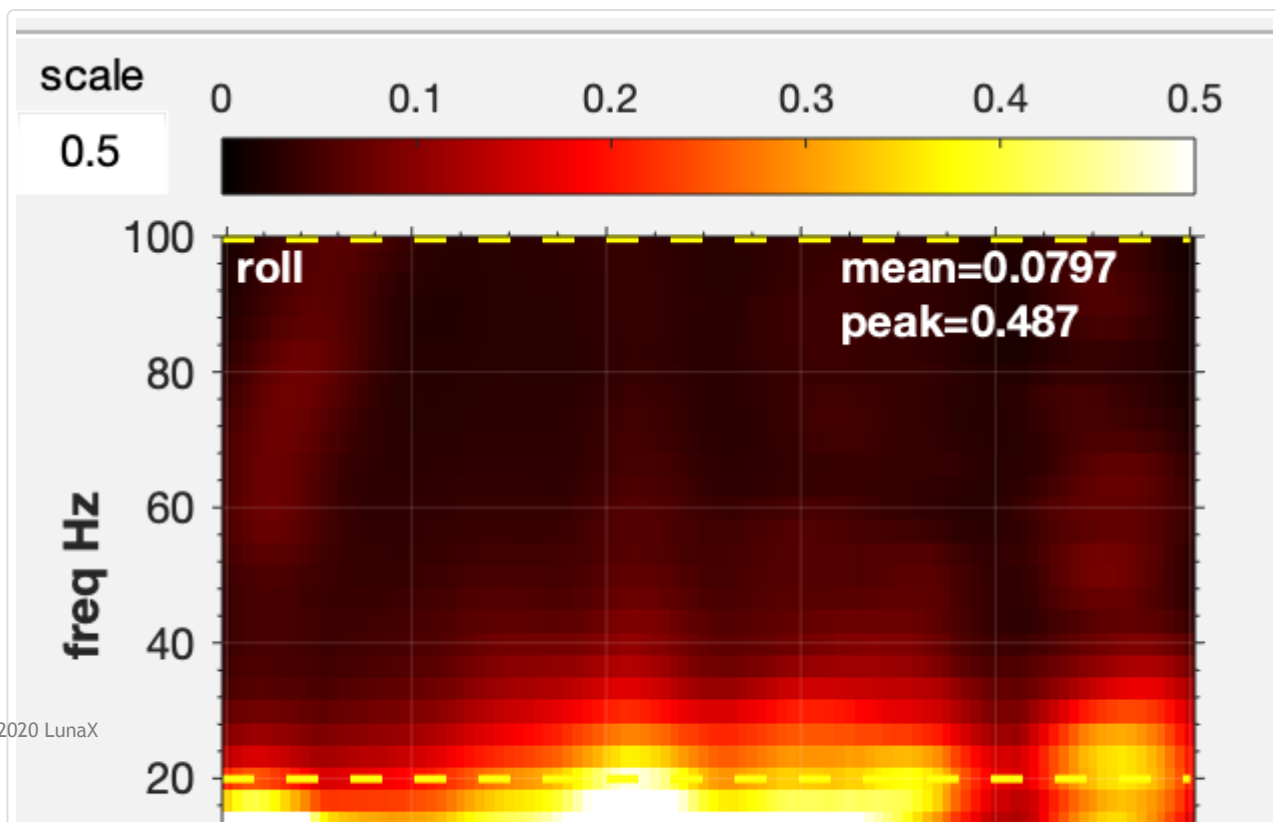
Gyro-Prefilterd <100Hz

Log 1



Hier sieht man
vergrößert de
Bereich <100
also dort wo
Propwash auf
Die untere
gestrichelte L
gibt liegt bei 2
also alles dar
ist normal im
Flugbetrieb, a
darüber bis z
oberen gelber
ist der Bereich
20-100hz -
Propwash -
Frequenzen. A
hier sieht man
den Zahlen un
am Graphen s
dass sich die
Vibrationen
verringert hab
Das kann aber
am Flugstil se
gelegen habe

Log 2



Roll**Info****Filter-Delay**

[A] estimated filter delay - Gyro: 2ms, Dterm: 3.5ms
 [B] estimated filter delay - Gyro: 1.5ms, Dterm: 3.5ms

Hier zeigt sich die Änderung der Filtern sich auch unmittelbar die Delays po gezeigt hat. V der DTerm-D noch über 3m muss geprüft werden. Vielleicht es aber auch

Auszug aus dem Tuning-Logbuch

Und bei diesen Files steht folgendes im Tuning-Logbuch: (Logfile 1 = T09 und Logfile 2 = T07)

```
### log_20200719_t07.bbl
```

- Retest, wegen Vibrationsproblemen, die erst einmal nicht erklärbar sind
- based on t05

```
CLI get gyro_rpm
```

```
+ gyro_rpm_notch_harmonics = 3
+ gyro_rpm_notch_q = 1000
+ gyro_rpm_notch_min = 150
+ dyn_notch_width_percent = 0
+ dyn_notch_q = 500
+ dyn_notch_min_hz = 150
+ dyn_notch_max_hz = 350
```

Kaum bis keine Vibrationen, Motoren lauwarm

```
### logxxxxxxx_t08.bbl
```

```
gyro_rpm_notch_min = 100
dyn_notch_min_hz = 100
```

deutlich mehr Vibrationen beim Abfangen aus schnellen figuren. Motoren wärmer als vorher
 Delay bei Gyro auf 2ms angestiegen.

```
### logxxxxxxx_t09.bbl
```

```
dyn_notch_max_hz=300
gyro_rpm_notch_min=150
```

Vibrationen haben wieder nachgelassen aber irgendwie rauer. T07 ist vermutlich das bessere Setup

DTerm Spectrogramm

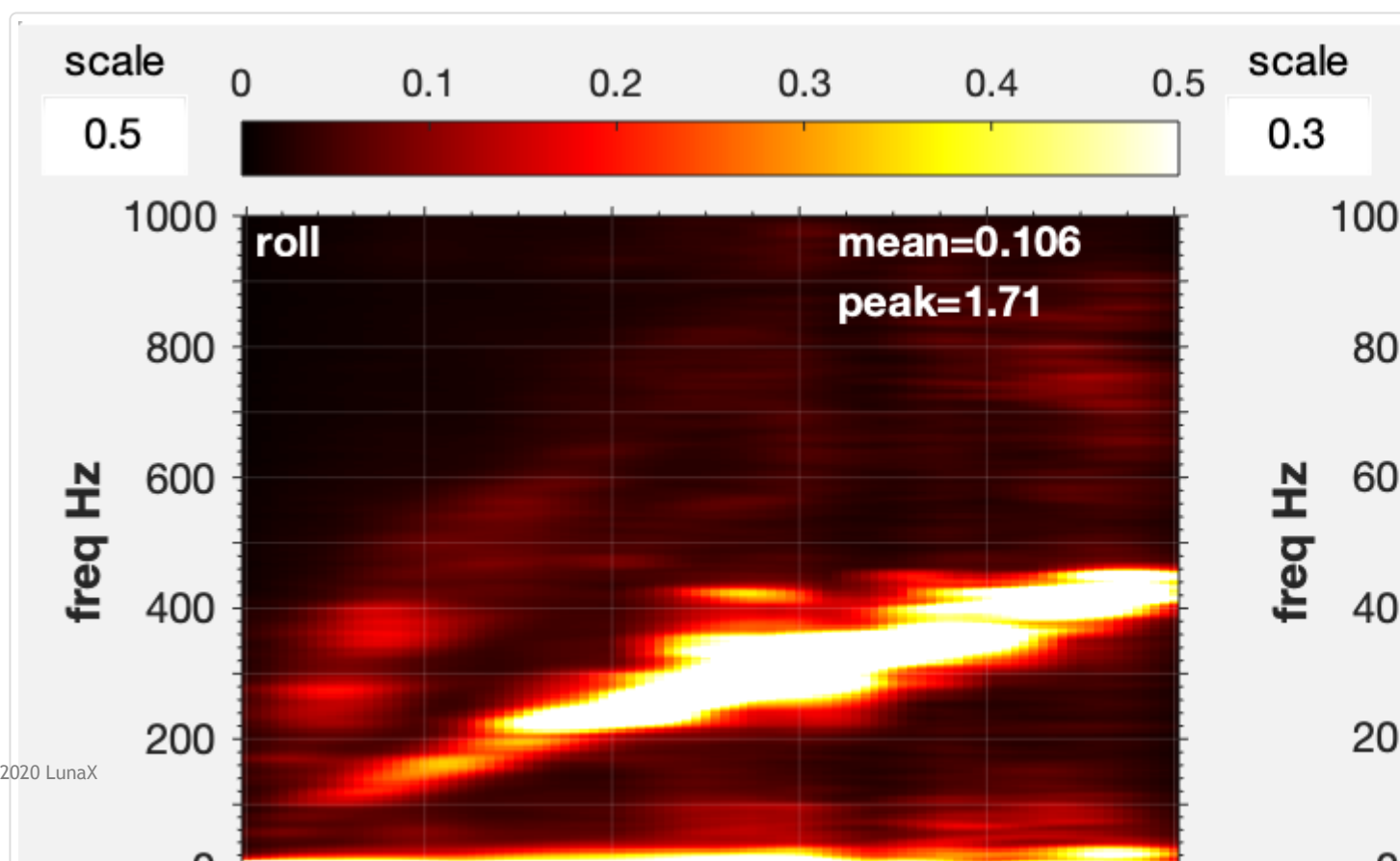
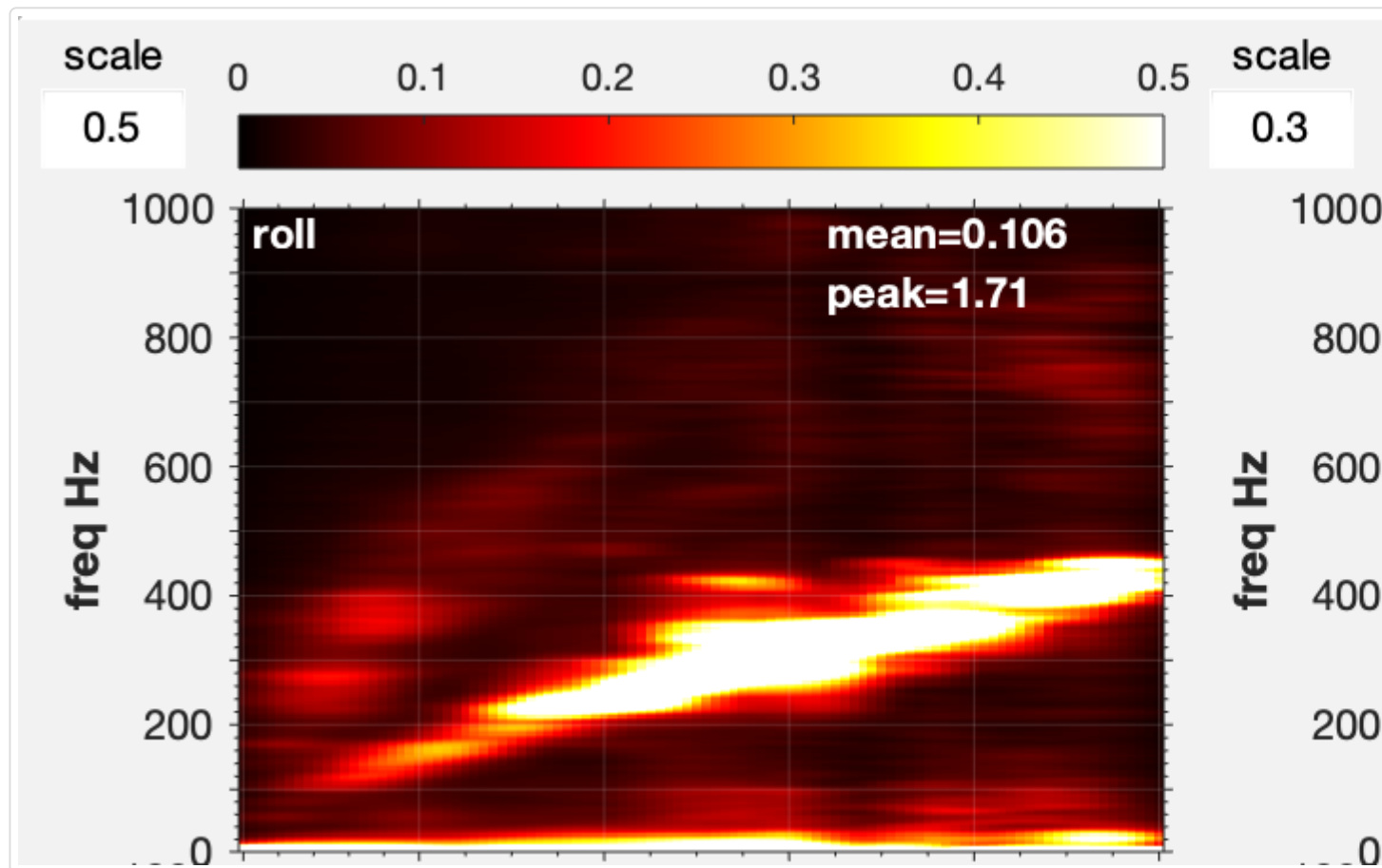
Wie man sieht, wurde lediglich der `dyn_notch_max_hz` Parameter verändert und wirkt sich aber auf den DTerm aus - logisch - mehr Vibrationen höhere DTerm-Aktivität sowohl im ungefilterten als auch im gefilterten Signal

DTerm

Was sieht man?

Spalte 1: Gyro pre-filtert, **Spalte 2:** Gyro gefiltert, **Spalte 3:** DTerm pre-filtert, **Spalte 4:** DTerm gefiltert

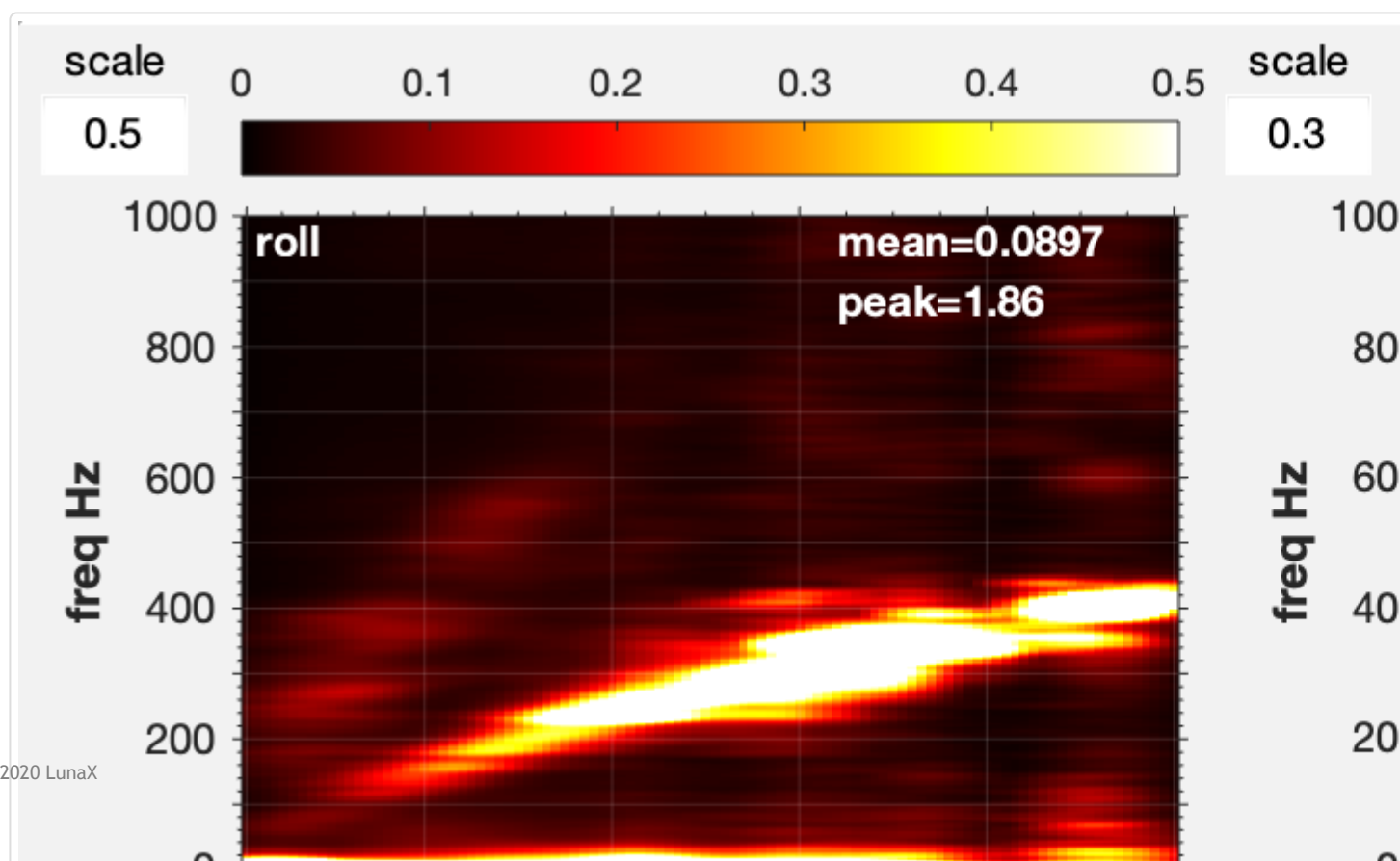
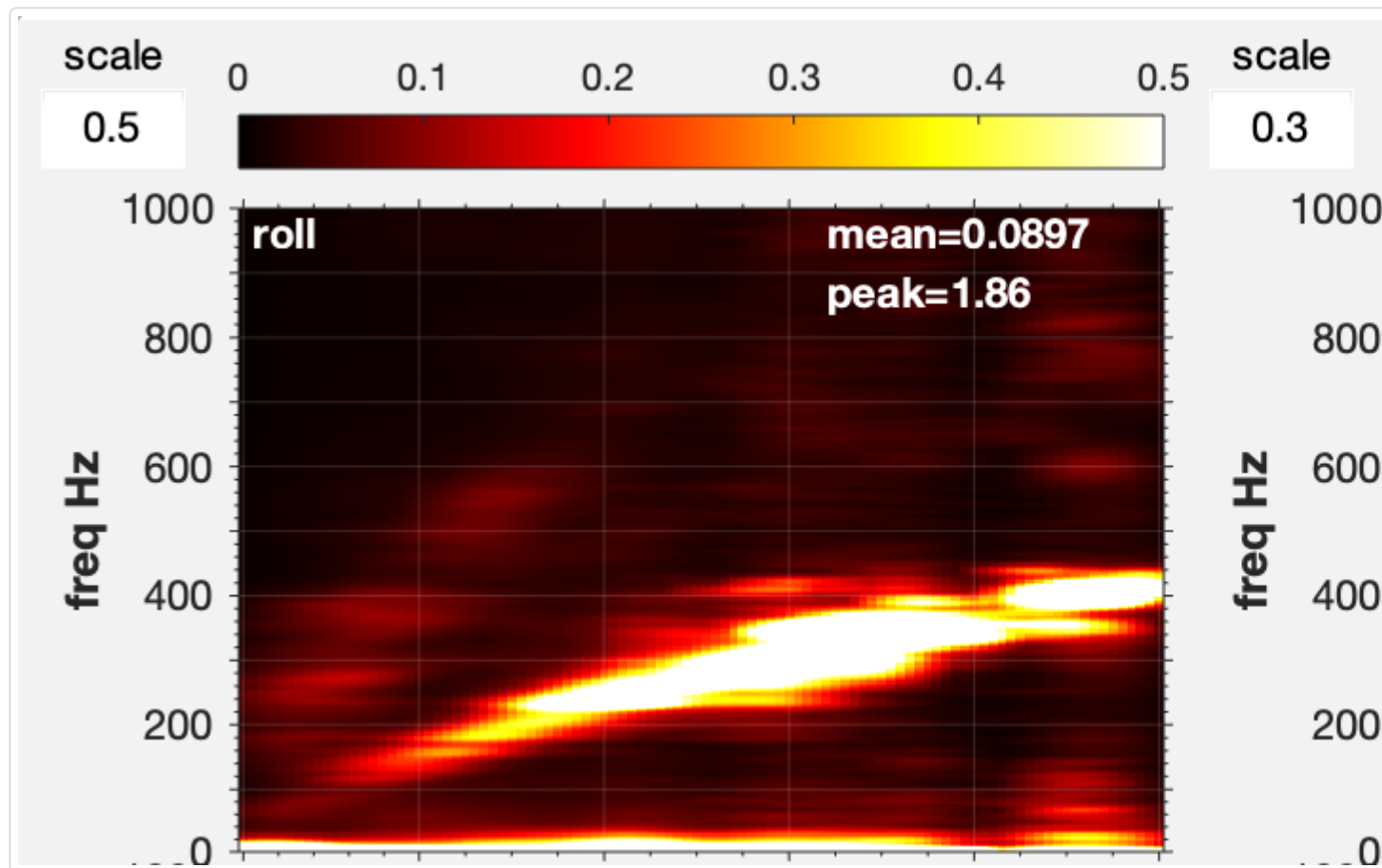
Log 1 : logxxxxxxx_t09.bbl



DTerm

Auswertung aus dem vermeintlich schlechterem Setup, das untere Bild zeigt Gyro-gefiltert und DTerm-gefiltern im B

Log 2 : log_20200719_t07.bbl



DTerm

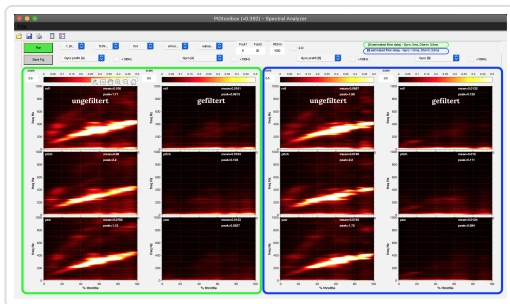
Deutlich sieht man, das die DTerm Filterung besser ist, das untere Bild zeigt Gyro-gefiltert und DTerm-gefiltern im B

Appendix

Bilder in besserer Auflösung

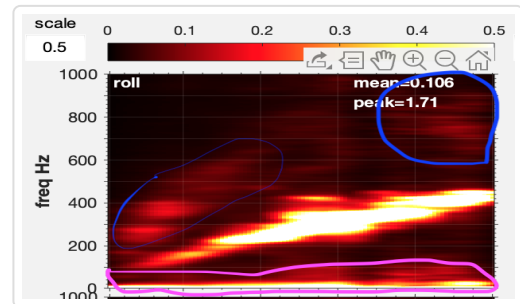
Ein Klick auf das Bild öffnet die Vergrößerung

Übersicht Spektrogramm



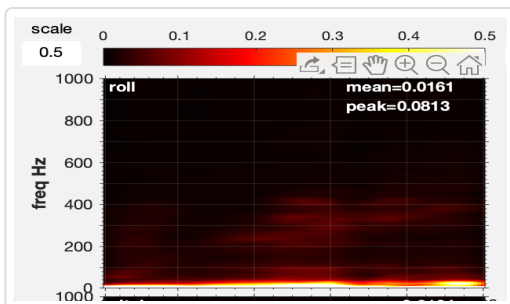
(../images/

Gyro Detail



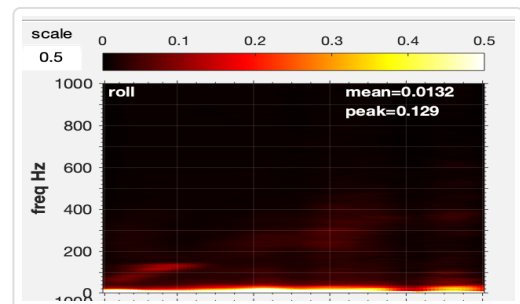
(../images/

pdt_specto_2flights_hres_gt100hz_info2.png)
Gyro gefiltert Log 1



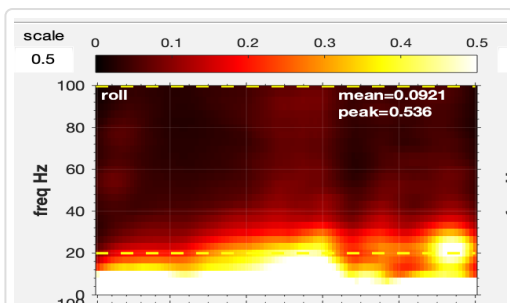
(../images/

pdt_specto_2flights_hres_gt100hz_detail1.png)
Gyro gefiltert Log 2

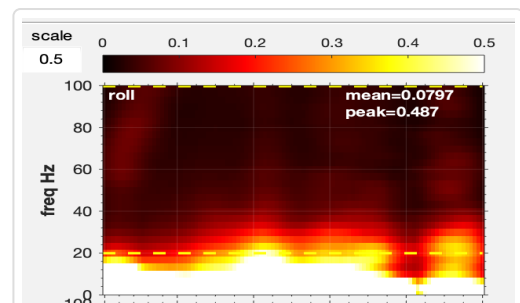


(../images/

pdt_specto_2flights_hres_gt100hz_gefiltert_detail1.png)pdt_specto_2flights_hres_gt100hz_gefiltert_detail2.png)
Gyro gefiltert <100hz Log 1 Gyro gefiltert <100hz Log 2



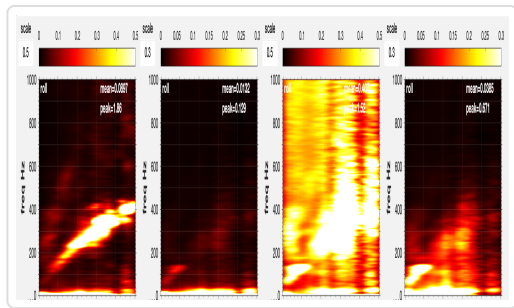
(../images/



(../images/

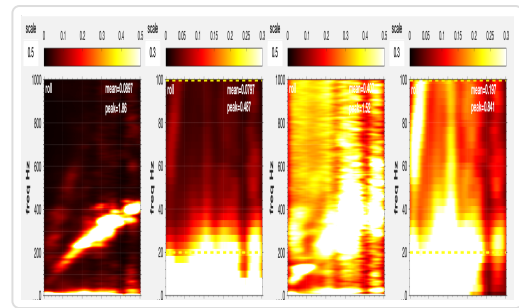
pdt_specto_2flights_hres_lt100hz_gefiltert_detail1.png) pdt_specto_2flights_hres_lt100hz_gefiltert_detail2.png)

DTerm Log 1



(../images/

DTerm Log 2



(../images/

pdt_specto_2flights_hres_gt100hz_B_DTerm1.png)

pdt_specto_2flights_hres_gt100hz_B_DTerm2.png)



1. CW = clockwise = rechts, CCW = counter clockwise = links ↔
2. Flight-Controller ↔
3. siehe : bf_filter.md # notch-filter ↔
4. siehe : bf_filter.md # lowpass-filter ↔
5. siehe : bf_filter.md # bf-static-lowpassfilter ↔
6. Noise/Vibrationen () ↔
7. PDT Wiki in Deutsch (<https://github.com/mrRobot62/PIDtoolbox>) ↔

8. siehe bf_tuning_logbuch ↩

Hsgyq i r x e s r f y n { n i Q o H s g w , l x t s s { { 2 q o h s g w 2 v k 3 y w n k [r n h q n p , l x t w s 3 n i y f 2 g s q 3 k v w p e f w 8 q o h s g w l
 { r n h q n p x i q i f } K v w k P e f w 2