

OlliWs alternative Firmware für den Assan GA250 Gyro, v0.16

OW, 7. Juni 2012, deutsche Übersetzung von Mick Steidl, steidlmick@gmx.de

1. Einleitung.....	1
2. Übersicht über die Parameter.....	1
3. Installation des Gyros.....	3
4. Der Parameter „Gain Input Function“.....	4
5. Die Regler-Parameter.....	5
6. Die Regler-Parameter verstehen.....	7
7. Optimierung der Gyro-Leistung.....	9
8. Literatur.....	10

1. Einleitung

Zur Vereinfachung der Sprache wird der GA250 mit der alternativen OlliW-Firmware als **GA250-OW** bezeichnet.

Manchmal sind die Werte einiger Parameter irrelevant für den aktuellen Betriebsmodus und können ignoriert werden. Wenn dies der Fall ist, wird der entsprechende Parameter als **inaktiv** bezeichnet.

Die wichtigste Bemerkung ist vielleicht, dass der GA250 mit der alternativen Firmware nicht wie jeder andere Gyro arbeitet. Ziel jeden Gyros ist es das Heck eines Helis besser kontrollieren zu können. Die grundlegenden Prinzipien sind immer die gleichen, z.B. wird dies in allen Gyros durch einen sogenannten Regler (engl.: controller) umgesetzt. Daher sind viele Aspekte wie ein Gyro eingesetzt, eingerichtet, betrieben wird und so weiter für viele Gyros gleichermaßen gültig, während andere Aspekte sehr unterschiedlich sein können und speziell nur für einen spezifischen Gyro gelten. Dies scheint eine triviale Feststellung zu sein, aber die Erfahrung zeigt, dass Probleme oft nur entstehen, weil Dinge, die für Gyro XYZ gelten, auch als gültig für Gyro ABC angenommen werden. Dies gilt insbesondere für den GA250-OW, da er – neben seinen „hausgemachten“ Funktionen – eine Art des Reglers enthält, der auch auf einer grundlegenden Ebene etwas anders als der in kommerziellen Gyros zu sein scheint. Viele Dinge gelten natürlich für jeden Kreisel, auch den GA250-OW, und bestehende Vorkenntnissen zu Gyros werden jetzt nicht wertlos.

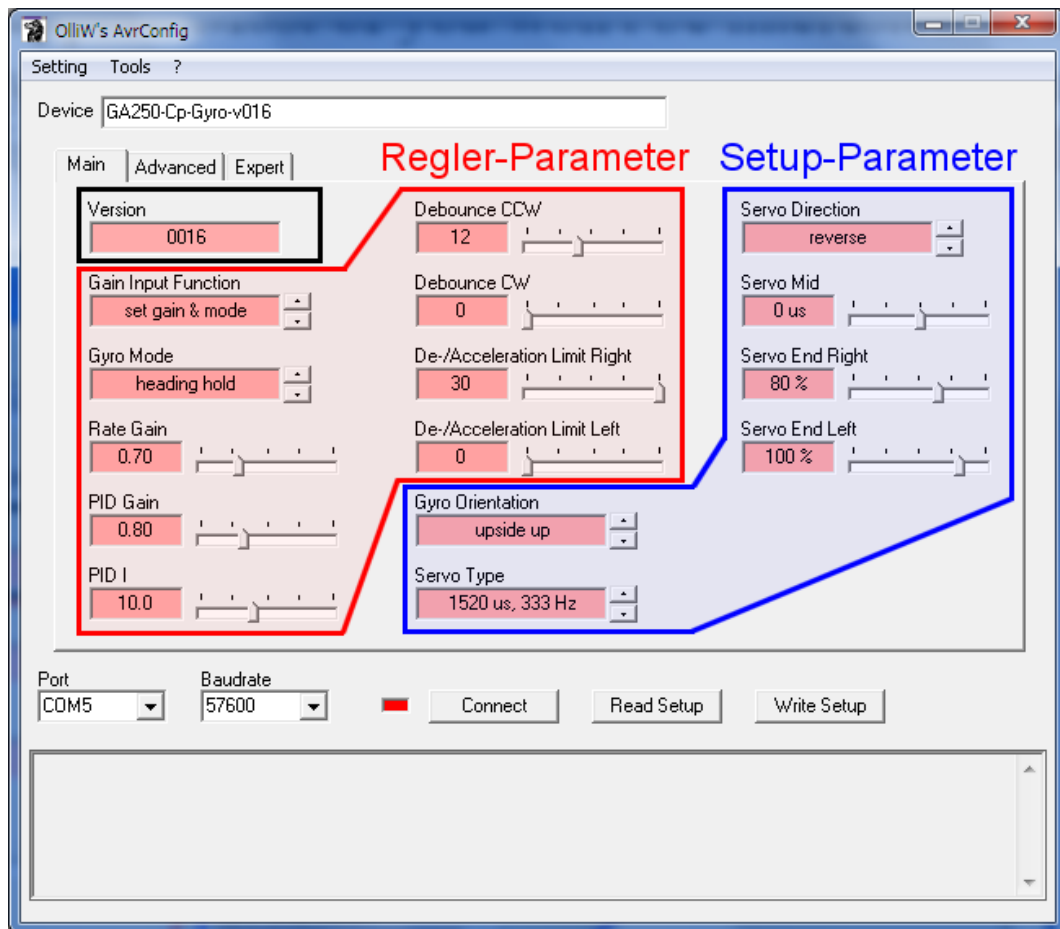
Eine zweite wichtige Anmerkung ist, dass dies keine Anleitung über Gyros an sich ist. Es gibt viele ausgezeichnete Beschreibungen und Videos im Internet und es wird angenommen, dass die Grundlagen zum Thema Kreiselssysteme dem Leser bekannt sind. Die vorliegende Anleitung konzentriert sich auf jene Aspekte, die insbesondere auf den GA250-OW zutreffen.

Die dritte wichtige Bemerkung ist, dass bei Tests zum Piro-Stopp-Verhalten *DER STEUERKNÜPPEL NIEMALS EINFACH NUR LOSGELASSEN WERDEN SOLLTE*. Bei nahezu jedem Sender wird der Steuerknüppel um die Mittellage hin und her pendeln, bevor er tatsächlich stoppt (testen Sie es selbst und beobachten Sie den Steuerknüppel). Der Gyro wird natürlich annehmen, dass dies ein gewollter Steuerbefehl ist und sich bemühen das Heck diesem Befehl exakt folgen zu lassen. Das Heck wird daher bei Stopps hin und her schnellen, weil es genau das ist, was Sie über den Sender vorgegeben haben. Ich teste Piro-Stopps indem ich den Steuerknüppel mit den Fingern an der Basis des Knüppels bediene.

2. Übersicht über die Parameter

Zunächst mag die schiere Anzahl an Parametern erschreckend wirken. Die große Anzahl rührt zum Teil daher, dass in früheren Stadien der Entwicklung einige interne Parameter für Testzwecke zugänglich gemacht wurden aber danach nicht wieder entfernt wurden. Diese Parameter werden Sie vermutlich nie benutzen müssen und in zukünftigen Firmware-Versionen werden sie vielleicht auch nicht mehr vorhanden sein. Weitere Parameter gehen auf die Bereitstellung spezieller Funktionen zurück, z.B. für Starr-

flügler oder Fixed-Pitch-Helis oder eine spezielle Ruder-Mittenerkennung. Für die meisten Benutzer werden diese Optionen nicht von Interesse sein und werden hier auch nicht weiter beschrieben. Die große Mehrheit wird letztlich nur mit den Parametern arbeiten, welche auf der Registerkarte „Main“ in AvrConfig aufgeführt sind. Diese Parameter können wie folgt eingeteilt werden:



Version:

Dieses Feld zeigt die Version der eingesetzten Firmware an.

Setup-Parameter:

Mit diesen Parametern wird der Gyro auf Ihren Heli abgestimmt. Die Einstellung dieser Parameter ist sozusagen Teil der Installation des Gyros am Heli und normalerweise müssen sie nur einmalig eingestellt werden (solange es keine Änderungen an der Mechanik des Helis gibt). Diese Setup-Parameter sind:

- Gyro Orientation
- Servo Type
- Servo Direction
- Servo Mid
- Servo End Right, Servo End Left

Regler-Parameter:

Diese Gruppe von Parametern beeinflusst das Verhalten des Gyros (bzw. des enthaltenen elektronischen Reglers). Die Regler-Parameter sind, sobald die Setup-Parameter eingestellt sind, diejenigen mit denen man arbeitet. Insgesamt gibt es in dieser Gruppe neun Parameter, welche unten aufgeführt sind. Wichtig ist jedoch, dass nicht alle von ihnen immer aktiv sind! Welche aktiv sind und daher nur berücksichtigt werden müssen hängt von Ihrer Einstellung für die Parameter **Gain Input Function** und der gewählten Methode für das „**Debouncing**“ bei Piro-Stops ab.

Die Regler-Parameter sind:

- Gain Input Function
 - Gyro Mode
 - Rate Gain
 - PID Gain
 - PID I
 - Debounce CCW, Debounce CW
 - De-/Acceleration Limit Right, De-/Acceleration Limit Left
- + Gain, wie es über den Sender eingestellt ist

3. Installation des Gyros

3.1. Gyro-Wirkrichtung

Die Einstellung der korrekten Gyro-Wirkrichtung ist offensichtlich wichtig. Anderenfalls wird der Heli in eine unkontrollierte Drehbewegung geraten. Aus elektronischer Sicht wird das Gyro-Verhalten von drei Faktoren bestimmt:

- der normal/reverse-Einstellung für den Steuerknüppel am Sender
- dem Parameter **Gyro Orientation** im GA250-OW
- dem Parameter **Servo Direction** im GA250-OW

Die korrekte Einstellung lässt sich einfach finden, wenn man sich an die folgende Vorgehensweise hält. Dies alles sollte auf der Werkbank erfolgen („Motor aus“-Schalter aktiv, ohne Hauptrotorblätter):

1) Der Parameter **Gyro Orientation** wird entsprechend der aktuellen Einbaulage des Gyros mit der Label-Seite nach oben (Gyro Orientation = upside up) oder unten (Gyro Orientation = upside down) gewählt.

2) Der Parameter **Servo Direction** wird so eingestellt, dass bei manueller Auslenkung des Hecks nach links bzw. rechts der Heckrotor die korrekte Gegenbewegung ausführt.

3) Abschließend wird die Bewegungsrichtung des Ruderknüppels im Sender (normal/reverse) so eingestellt, dass die Knüppelbewegung das erwünschte Steuerverhalten der Heckrotorblätter zeigt.

Anmerkung: Wenn diese Schritte durchgeführt wurden, aber der Heli trotzdem unkontrollierbar herumdreht, dann ist die Mechanik nicht korrekt eingestellt. Beispielsweise könnte der Heckrotor falsch herum drehen.

Tip #1: Es kann hilfreich sein, den Gyro in den Heading Hold-Modus zu schalten, da sich dann die Reaktion der Heckrotorblätter einfacher beobachten lässt.

Tip #2: Für TRex-artige Helikopter ist das folgende Video für die Durchführung der Schritte (2) und (3) vielleicht hilfreich: http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=QvI-nW9XcvU.

3.2. Servo-Endpositionen

Der nächste Schritt ist die Einstellung der Servo-Endpositionen. Die Hecksteuerbrücke soll nicht anschlagen (vielleicht lassen Sie 0.5 mm Spiel auf jeder Seite), aber andererseits soll ein möglichst großer Steuerweg zur Verfügung stehen. **Servo End Right** bestimmt den maximalen Steuerweg nach rechts bei vollem Knüppelausschlag nach rechts und **Servo End Left** macht entsprechendes für links. Einige Piloten stellen die Servo-Endpunkte anscheinend entsprechend der gewünschten Piro-Drehraten ein. Für manche Gyros mag dies eine geeignete Vorgehensweise sein, aber sie ist es nicht für den GA250-OW. Beim GA250-OW wird die Piro-Drehrate ausschließlich durch das Rudersignal bestimmt und sollte daher durch eine Begrenzung und/oder Dual-Rate-Werte *im Sender* eingestellt werden. Die Piro-Drehrate kann auch über den Parameter **Rudd Rate** eingestellt werden, der genau das gleiche bewirkt wie eine Begrenzung und/oder Dual-Rate im Sender. Tatsächlich multipliziert **Rudd Rate** nur die

Werte vom Sender.

Tipp: Wenn eine ausgeprägte CW (clockwise = im Uhrzeigersinn) und CCW (counter-clockwise = gegen den Uhrzeigersinn) Piro-Stopp-Asymmetrie beobachtet wird, dann kann es sich lohnen, mit den Servo-Endpunkten zu experimentieren (dies hat das Piro-Stopp-Verhalten auf meinem TRex-Typ 450 ausgeglichen).

3.3. Servo-Mittelstellung

Die „richtige“ Einstellung der neutralen (Schwebeflug) Stellung des Heckservoarms ist Gegenstand vieler Diskussionen und Kontroversen. Die Argumente reichen von „Servo-Mittelstellung spielt im HH-Modus überhaupt keine Rolle“ bis „für eine korrekte Gyro-Funktion muss die Servo-Mittelstellung im Normal-Modus eingestellt werden“. Beide Argumente sind beide richtig und falsch. Der GA250-OW ist in diesem Punkt nicht anders als andere Gyros und Sie können Ihre bevorzugte Vorgehensweise zur Einstellung benutzen. Ich empfehle nach dem folgenden Standardverfahren vorzugehen:

- 1) Setzen Sie im Sender alle Trimmfunktionen für das Ruder auf Null und/oder Mitte.
- 2) Befestigen Sie den Servoarm am Heckservo so, dass möglichst ein 90°-Winkel erhalten wird. Probieren Sie nötigenfalls mehrere Servoarme aus, um dies zu erreichen.
- 3) Per Feinabstimmung stellen Sie **Servo Mid** auf einen exakten 90°-Winkel des Servoarms ein.
- 4) Schalten Sie den Gyro in den Normal-Modus und lassen Sie den Heli mit der gewünschten Kopfdrehzahl schweben. Verschieben Sie das Heckservo und/oder stellen Sie die Anlenkstange so ein, dass das Heck im Schwebeflug stabil steht. Nicht übertreiben! Eine Minimierung der Heckdrift ist ausreichend. Ziel des Verfahrens ist es allzu grobe Abweichungen im mechanischen Setup zu vermeiden.

Hinweis #1: Halten Sie sich strikt an Punkt (1).

Hinweis #2: Wenn das Heck eine geringe Drift zeigt, Sie jedoch keine Lust auf eine Veränderung des mechanischen Setups haben, dann könnten Sie vielleicht auf die Idee kommen, **Servo Mid** ein wenig zu verstellen. Dies schadet nicht, aber im HH-Modus ergibt sich daraus absolut KEIN Vorteil.

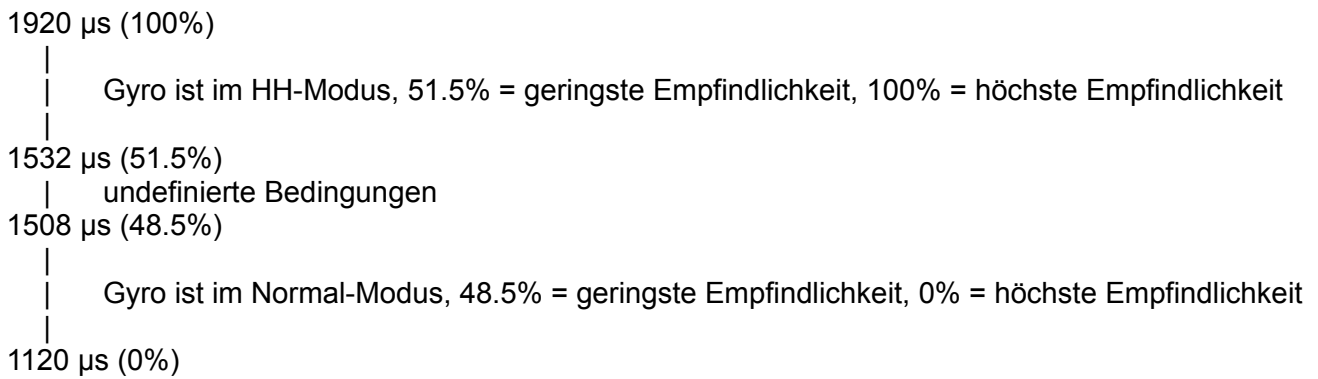
Gelegentlich ist eine aufwändigere Methode von Vorteil. Sie erfordert einiges an Verständnis und wird daher nur erfahrenen Piloten empfohlen. Bei einem TRex450 findet man eine signifikante Asymmetrie in der Heckmechanik: Der Servoarm des Heckservos muss sich für den gleichen Bewegungsweg der Hecksteuerbrücke nach links viel weniger weit bewegen als nach rechts. Auch ist der maximale Ausschlag, der benötigt wird um die Hecksteuerbrücke an das linke Ende zu bringen, nur etwa halb so groß wie der für den rechten Endausschlag. Dieser Asymmetrie kann begegnet werden, indem der Servoarm nicht auf 90° eingestellt wird, sondern dieser in die Richtung geneigt wird, in welcher weniger Bewegungsweg zum Erreichen des vollen Ausschlags der Hecksteuerbrücke erforderlich ist (TRex450: in Richtung des Hauptrahmens geneigt).

4. Der Parameter „Gain Input Function“

Der Parameter **Gain Input Function** legt fest, wie der GA250-OW ein Signal am Gain-Stecker interpretiert. Das gesamte Verhalten des Gyros hängt stark von diesen Einstellungen ab. Der Parameter **Gain Input Function** kann einen der folgenden vier Werte annehmen:

1) Gain Input Function = set gain & mode

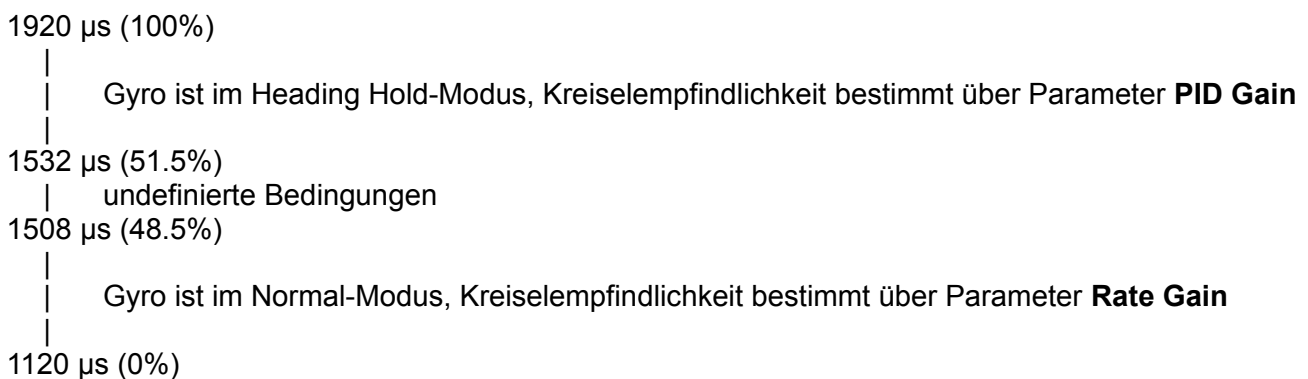
Dies ist die Standard-Einstellung, welche die meisten Benutzer wohl wählen werden. Bei dieser Einstellung erwartet der Gyro ein Signal am Gain-Stecker (was auch bedeutet, dass der Gyro bei der Initialisierung nach dem Einschalten auf ein gültiges Gain-Signal wartet). Das Signal am Gain-Stecker wird als Kreiselempfindlichkeit interpretiert und schaltet auch den Gyro in den Normal- oder HH-Modus, so wie Sie es von kommerziellen Gyros kennen. Der Zusammenhang zwischen dem Gain-Signal und der Kreiselempfindlichkeit und dem Modus ist folgender:



Die Parameter **Gyro Mode**, **Rate Gain** und **PID Gain** sind inaktiv, d.h. sie werden durch die Werte, die sich aus dem Gain-Signal ergeben, überschrieben.

2) Gain Input Function = toggle mode

Bei dieser Einstellung erwartet der Gyro wie zuvor auch ein Signal am Gain-Stecker, aber dieses Signal wird AUSSCHLIEßLICH zum Umschalten zwischen Normal- und HH-Modus benutzt. Die Kreiselempfindlichkeit wird NICHT über das Gain-Signal bestimmt, sondern über den Parameter **Rate Gain**, wenn der Gyro im Normal-Modus ist, oder über **PID Gain**, wenn er im Heading Hold-Modus ist. Der Zusammenhang zwischen dem Gain-Signal und dem Gyro-Modus ist folgendermaßen:



Der Parameter **Gyro Mode** ist inaktiv und wird durch das Gain-Signal überschrieben.

3) Gain Input Function = not used

Bei dieser Einstellung wird jedes Signal am Gain-Stecker ignoriert und es kann auch ganz fehlen. Der Gyro wird entweder im Normal- oder im HH-Modus betrieben, festgelegt durch den Wert des Parameters **Gyro Mode**. Die Kreiselempfindlichkeit wird nicht über das Gain-Signal, sondern über den Parameter **Rate Gain** (wenn Gyro im Normal-Modus) oder **PID Gain** (wenn Gyro im HH-Modus) bestimmt.

4) Gain Input Function = pitch

Der Gyro erwartet bei dieser Einstellung ein Signal am Gain-Stecker wie zuvor in (1) und (2), jedoch wird dieses Signal als Information über den Pitchwinkel der Hauptrotorblätter interpretiert. Diese Option erlaubt einen Drehmoment-Vorausgleich (Revo-Mix, Pitch-Heck-Beimischung), wie man ihn z.B. von FBL-Systemen kennt.

5. Die Regler-Parameter

Es ist wichtig zu wissen, dass nicht alle Regler-Parameter zu jeder Zeit aktiv sind. Der GA250-OW kann in verschiedene Betriebsmodi versetzt werden und welche Parameter aktiv/inaktiv sind, hängt vom jeweiligen Betriebsmodus ab.

Da die inaktiven Parameter völlig ignoriert werden können, bedeutet dies, dass Sie sich in der Praxis meist nicht mit allen Regler-Parametern befassen, sondern nur mit einem Teil davon. Von den möglichen Betriebsmodi werden nur die drei Basis-Modi beschrieben.

5.1. Normal-Modus (rate mode)

Dies ist der einfachste Betriebsmodus und was er macht, sollte klar sein. In diesem Modus ist nur ein Parameter relevant, nämlich die Kreiselempfindlichkeit.

Aktiver Regler-Parameter:

- Kreiselempfindlichkeit (entweder über den Sender oder über **Rate Gain** vorgegeben)

Das klingt einfach, jedoch ist die vom Gyro benutzte Empfindlichkeit NICHT notwendigerweise durch den Wert im Parameterfeld **Rate Gain** vorgegeben. Wenn dies unklar ist, dann lesen Sie bitte Kapitel 4 nochmal. Die meisten werden die Option **Gain Input Function = set gain & mode** gewählt haben. Die Kreiselempfindlichkeit wird dann durch die Sendereinstellung vorgegeben und der Parameter **Rate Gain** ist inaktiv. Daher gibt es bei **Gain Input Function = set gain & mode** nur einen „Knopf“ zum Drehen, nämlich die Empfindlichkeitseinstellung in Ihrem Sender (welche für den Normal-Modus im Bereich von 0 - 48.5 % sein muss). Wenn Sie eine andere Einstellung für **Gain Input Function** gewählt haben, dann - und nur dann - wird die aktuelle Empfindlichkeit durch den Parameter **Rate Gain** bestimmt und zusätzlich müssen Sie **Gyro Mode = rate** wählen.

5.2. Heading Hold-Modus mit Debounce

Dies ist der Standard-Modus und wird wahrscheinlich von den meisten verwendet. Neben der Empfindlichkeit kommen zwei neue „Knöpfe“ ins Spiel, nämlich die Parameter **PID I** und **Debounce CCW/Debounce CW**. Diese können nicht über den Sender, sondern nur über die jeweiligen Parameter-Felder eingestellt werden.

Aktive Regler-Parameter:

- Kreiselempfindlichkeit (entweder über den Sender oder über **PID Gain** vorgegeben)
- PID I
- Debounce CCW, Debounce CW (CCW = gegen den Uhrzeigersinn, CW = im Uhrzeigersinn)

Wenn Sie **Gain Input Function = set gain & mode** ausgewählt haben, wovon im Folgenden immer ausgegangen wird, wird die aktuelle Kreiselempfindlichkeit durch die Sendereinstellung vorgegeben und der Parameter **PID Gain** ist inaktiv.

Es gibt zwei Debounce-Parameter, um das Verhalten für Piro-Stopps im und gegen den Uhrzeigersinn unabhängig voneinander optimieren zu können. Es ist jedoch möglich sie miteinander zu verknüpfen, indem **Debounce CW = 0** eingestellt wird. Dann wird der Wert für **Debounce CCW** intern auch für **Debounce CW** verwendet und eine Veränderung des Wertes für **Debounce CCW** ändert gleichzeitig auch **Debounce CW**. Ein Wert von 30 deaktiviert den entsprechenden Debounce-Parameter.

In diesem Betriebsmodus sind die Parameter **De-/Acceleration Limit Right** und **De-/Acceleration Limit Left** aktiv, sollten aber eigentlich nicht verwendet werden, d.h. sie sollten auf die Standardwerte gesetzt werden (30/0).

5.3. Heading Hold-Modus mit De-/Acceleration

Dieser Modus ist bis zur Firmware-Version v0.15 verwendet worden und kann seit v0.16 als veraltet angesehen werden. Allerdings ist er die „Lehrbuch-Lösung“ für das Heading Hold-Problem und steht daher, für Testzwecke, noch weiter zur Verfügung. Im Gegensatz zum Modus in 5.2 werden nicht die Debounce-Parameter verwendet, sondern **De-/Acceleration Limit Right** und **De-/Acceleration Limit Left** (die Parameter **Debounce CCW** und **Debounce CW** sind noch aktiv, sollten aber nicht verwendet und auf ihre Standardwerte 30/0 gesetzt werden).

Aktive Regler-Parameter:

- Kreiselempfindlichkeit (entweder über den Sender oder über **PID Gain** vorgegeben)
- PID I
- De-/Acceleration Limit Right, De-/Acceleration Limit Left

Wenn Sie **Gain Input Function = set gain & mode** ausgewählt haben, wovon wieder ausgegangen wird, wird die aktuelle Kreiselempfindlichkeit durch die Sendereinstellung vorgegeben und der Parameter **PID Gain** ist inaktiv. Es gibt zwei De-/Acceleration-Parameter, um das Piro-Stopp-Verhalten für Ru-

derknüppelausschläge nach rechts bzw. links optimieren zu können. Es ist jedoch möglich sie miteinander zu verknüpfen, indem **De-/Acceleration Limit Left = 0** eingestellt wird. Dann wird der Wert für **De-/Acceleration Limit Right** auch für **De-/Acceleration Limit Left** verwendet und eine Veränderung des Wertes für **De-/Acceleration Limit Right** ändert gleichzeitig auch **De-/Acceleration Limit Left**. Ein Wert von 30 deaktiviert den entsprechenden De-/Acceleration-Parameter.

6. Die Regler-Parameter verstehen

Gemäß Kapitel 5.2 gibt es eigentlich nur drei Parameter, die im Heading Hold-Modus eingestellt werden müssen (oder vier Parameter, wenn CCW und CW Piro-Stopps unabhängig voneinander behandelt werden sollen), aber was ist die Bedeutung dieser Parameter? Ich werde versuchen sie in einfachen Worten zu erklären, ohne (hoffentlich) zu technisch zu werden.

6.1. Kreiselempfindlichkeit

Für einen Kreisel sind zwei Informationen über das Heck relevant, nämlich a) was ist die gewünschte Gierrate und b) was ist die tatsächliche Gierrate. Die gewünschte Gierrate wird vom Piloten über den Ruderknüppel bestimmt. Die tatsächliche Gierrate wird vom Gyro mit Hilfe eines eingebauten Sensors gemessen. Das Hauptbestreben des Kreisels ist es, durch geeignete Befehle an das Heckservo zu erreichen, dass die tatsächliche Gierrate mit der gewünschten Gierrate übereinstimmt. Klar, sie werden in der Regel wegen verschiedener Störungen (Wind, Pitchstöße usw.) nicht exakt übereinstimmen, d.h. dass es zwischen der Soll- und Ist-Gierrate eine Differenz gibt. *Die Empfindlichkeits-Einstellung gibt vor, wie aggressiv der Kreisel auf die Differenz zwischen Soll- und Ist-Gierrate reagiert.* Im extremsten Fall einer sehr hohen Kreiselempfindlichkeit würde der Gyro, wenn er eine Differenz feststellt, das Heckservo maximal an den linken bzw. rechten Anschlag steuern, um das Heck so schnell wie möglich wieder auf die gewünschte Gierrate zu bringen. Dies ist jedoch „etwas“ zu aggressiv und das Heck würde permanent hin und her schwingen. *Wenn die Empfindlichkeit zu hoch ist, dann wird das Heck ständig pendeln.* Auf der anderen Seite würde der Kreisel bei niedriger Empfindlichkeit das Heckservo sehr vorsichtig in sehr kleinen Schritten steuern und daher lange Zeit brauchen, bis Soll- und Ist-Gierrate übereinstimmen. *Wenn die Empfindlichkeit zu niedrig ist, dann wird das Heck sehr langsam auf Störungen reagieren.* Offensichtlich ist es optimal die Empfindlichkeit derart zu wählen, dass das Heck schnell reagiert, aber nicht zu pendeln beginnt.

Sie können die Situation mit dem Autofahren vergleichen, mit Ihnen (dem Fahrer) als Kreisel. Wenn Sie eine Abweichung von der gewünschten Richtung erkennen, drehen Sie am Lenkrad. Wenn Sie das sehr aggressiv täten, d.h. das Lenkrad so weit wie möglich nach links oder rechts herum reißen würden, sobald sie eine geringfügige Abweichung feststellen, dann würde das Auto Zickzack fahren. Auf der anderen Seite, wenn Sie bei einer erkannten Abweichung vom gewünschten Weg das Lenkrad nur ganz zaghaft bewegen würden, dann würden Sie schnell im Straßengraben landen. Das Optimum liegt also dazwischen. Sie als Fahrer sind klüger als ein Kreisel und haben gelernt Ihre „Empfindlichkeit“ angemessen anzupassen. Einem Heli-Gyro muss die angemessene Empfindlichkeit vorgegeben werden.

6.2. PID I

Im Heading Hold-Modus soll der Gyro nicht nur eine unerwünschte Gierbewegung stoppen, sondern tatsächlich das Heck in einer vorgegebenen Richtungsposition halten. Um dazu in der Lage zu sein, benötigt der Gyro eine Art „Gedächtnis“, so dass er sich an die gewünschte Position vor dem Auftreten einer Störung (Windböen, Pitchstöße usw.) „erinnern“ kann. Ein solches „Gedächtnis“ steht im Heading Hold-Modus zur Verfügung und wird über den Parameter PID I eingeschaltet. Wie zuvor bei der Kreiselempfindlichkeit könnte der Gyro aggressiv auf eine Differenz zwischen der aktuellen Heck-Position und seinem „Gedächtnis“ an dieselbe reagieren oder dies langsam tun. *Der Wert von PID I gibt vor wie aggressiv der Gyro mit seinem Wissen über die bisherigen Heck-Positionen umgeht.* Die Folgen eines zu großen oder zu kleinen Wertes für PID I sind ähnlich zu denen bei der Empfindlichkeit.

Wenn der Wert für PID I zu groß gewählt ist, dann wird das Heck ständig pendeln und wenn er zu klein ist, dann wird die zuvor gespeicherte Position des Hecks nach einer Störung nur langsam wieder eingenommen.

Um im Autofahrt-Beispiel zu bleiben stellen Sie sich eine große Wüste ohne Orientierungspunkte am Horizont vor. Zur Orientierung können Sie dann nur auf Ihren Gleichgewichtssinn zurückgreifen (= Normal-Modus). Nach einer Störung können Sie das Auto zwar wieder gerade aus fahren lassen, aber Sie fahren evtl. nicht in die gleiche Richtung wie zuvor. Alternativ können Sie einen Kompass benutzen (= Heading Hold-Modus). Wenn Sie nach einer Abweichung vom gewünschten Weg zu heftig am Lenkrad drehen, werden Sie jedoch immer im Zickzack fahren (= Empfindlichkeit und/oder PID I zu groß). Wenn Sie sich entscheiden, vorrangig Ihrem Gleichgewichtssinn zu folgen und erst nach einer Weile auch die Kompassanzeige berücksichtigen (= Empfindlichkeit OK, aber PID I zu klein), dann fahren Sie zwar wieder in die richtige Richtung, aber Ihr Fahrweg wäre etwas versetzt. Idealerweise reagieren Sie ausgeglichen sowohl auf Ihren Gleichgewichtssinn als auch auf die Kompassanzeige (= Empfindlichkeit und PID I OK).

Wie Sie sehen sind die Folgen von zu hoher Empfindlichkeit und zu hohem PID I ziemlich ähnlich, nämlich Heckpendeln, und daher ist die Einstellung dieser beiden Parameter nicht so einfach und ein reines Ausprobieren führt meistens nicht zum optimalen Verhalten.

6.3. Debounce CCW/CW

Mit richtig eingestellter Empfindlichkeit und PID I wird der Gyro sehr gut auf Störungen wie Windböen oder Pitchstöße reagieren, d.h. das Heck wird gut halten. Jedoch wird sich das Heck bei plötzlichen Piro-Stopps nicht gut verhalten, sondern ein mehr oder weniger ausgeprägtes Zurückschnellen („back bouncing“) zeigen. Warum? Nun, wenn Sie den Rudersteuerknüppel schnell mittig stellen, dann „befehlen“ Sie dem Gyro, dass Sie das Heck exakt an dieser Position gehalten haben möchten und der Gyro wird sich diese Position merken. Jedoch kann kein Heli sein Heck unmittelbar sofort, in 0 Sekunden, stoppen, dies ist physikalisch einfach nicht möglich. Daher wird sich das Heck etwas weiter bewegen, also überschwingen. Der Gyro will das Heck aber in die vorgegebene Position bringen, also die Position, die er sich gemerkt hat. Deshalb wird der Kreisel das Heck zurückkehren lassen, um es in exakt die Position zu bringen, in der es war, als der Steuerknüppel mittig gestellt wurde.

Insgesamt wird das Heck zuerst ein Stück überschwingen und dann um den gleichen Betrag zurückkehren - ein Zurückschnell-Effekt (engl. „back bounce“) tritt auf.

Anm. des Übersetzers: Ich bin kein Freund von übermäßig vielen Anglizismen, doch leider wird auch in deutschsprachigen Texten meistens vom „back bounce“ gesprochen. Meiner Ansicht nach ist Zurückschnell-Effekt bzw. Zurückschnellen hier eine passende Übersetzung, da es so wirkt, als ob das Heck ein Stück zurückschnellt.

Wichtig ist, dass dieses Zurückschnellen auftritt, weil a) der Gyro in der Tat seine Aufgabe erfüllt und die Richtung hält und b) das Heck aus physikalischen Gründen nicht unmittelbar gestoppt werden kann.

Anmerkung: Das Überschwingen und damit das Zurückschnellen wird umso geringer, je „schneller“ das Heck ist. Die „Schnelligkeit“ des Hecks ergibt sich aus der Geschwindigkeit des Heckservos, der Größe der Heckrotorblätter, die maximalen Pitchwinkel der Heckblätter, die Heckrotordrehzahl im Verhältnis zur Hauptrotordrehzahl und so weiter.

Wir haben jetzt gelernt, dass der Zurückschnell-Effekt nach einem Piro-Stopp eine unvermeidliche Folge des Heading Hold-Modus ist und es gibt im wesentlichen nur zwei Auswege:

1) Erlaube keine schnellen Stopps: Ein naheliegender Ansatz zur Vermeidung des Zurückschnellens ist die Begrenzung des Tempos, mit dem Ruderbefehle verändert werden. Das wäre so, als ob man Ihnen vorgibt, den Rudersteuerknüppel nicht schneller mittig zu stellen, als es das Heck verkraften kann. Logisch, wenn das Heli-Heck langsam ist, dann können nur langsame Knüppelbewegungen verarbeitet werden und umgekehrt.

2) Betrüge Heading Hold: Ein anderer Ansatz ist zu „betrügen“ und den Heading Hold-Modus für einen Piro-Stopp einfach aufzugeben. Man kann sich nun viele Methoden vorstellen um diesen Trick zu realisieren; die Herausforderung ist es offensichtlich eine Gute zu finden. Der in der GA250-OW-Firmware implementierte "Anti-Zurückschnell-Mechanismus" schätzt grob ab, wie lange der aktuelle Stopp brauchen wird und betrügt das Heading Hold dann so, dass ein Stopp ohne Zurückschnellen erreicht wird.

Die erste Methode ist sozusagen die Lehrbuch-Lösung und wird, soweit ich weiß, in den meisten – wenn nicht allen – kommerziellen Kreisel- und FBL-Systemen eingesetzt (und ist bekannt als Delay, Accel, Decel, Brake usw.). Der GA250-OW bietet diese Methode über die Parameter **De-/Acceleration Limit Right&Left** an.

Allerdings stellt der GA250-OW auch einen Mechanismus nach dem Vorbild der zweiten Methode über die Parameter **Debounce CW/CCW** zur Verfügung.

Es wird empfohlen den Debounce-Mechanismus zu verwenden (siehe auch Kapitel 5.2 und 5.3).

7. Optimierung der Gyro-Leistung

In diesem Abschnitt wird eine Drei-Schritte-Anleitung mit je einem Schritt für jeden der drei im Heading Hold-Modus relevanten Parameter angegeben, welche bei konsequenter Abarbeitung zu einem guten Setup führt. Danach kann noch weitere Feinabstimmung notwendig sein.

Zunächst aber finde ich folgende Anmerkung am wichtigsten: *Wenn sich mit dem Gyro im Normal-Modus Ihr Heli-Heck nicht so verhält wie es sollte, dann korrigieren Sie zuerst Ihr Setup! Es macht dann keinen Sinn mit der Einstellung der Regler-Parameter fortzufahren. Die Erfahrung zeigt, dass 99% aller Heck-Probleme mit der Mechanik und/oder dem Heckservo und nicht mit dem Gyro zusammenhängen.*

1) Kreiselempfindlichkeit

Das Ziel dieses Schritts ist die grobe Einstellung der Empfindlichkeit. Schalten Sie den Gyro in den Normal-Modus. Alternativ können Sie auch den HH-Modus nehmen, sofern der Wert für PID I klein ist. Stellen Sie sicher, dass **Debounce CCW = 30** und **Debounce CW = 0** ist. Denken Sie an die Anmerkung von gerade. Wenn sich der Heli bereits in diesem Schritt nicht so verhält, wie er soll, dann wird er es später auch nicht tun. Lösen Sie erst mögliche Probleme, bevor Sie fortfahren.

Die Einstellung der Empfindlichkeit erfolgt wie bei jedem anderen Kreisel auch und Sie können jede verfügbare Beschreibung verwenden. Erhöhen und/oder verringern Sie die Empfindlichkeit. Wenn ein Heckpendeln auftritt, ist die Empfindlichkeit zu hoch und Sie müssen sie ein bisschen verringern. Fliegen Sie auch einige Piros und andere Manöver. Das Heck sollte in allen Fluglagen nicht pendeln.

2) PID I

In diesem Schritt soll der Parameter PID I eingestellt werden. Schalten Sie den Gyro in den HH-Modus und stellen Sie **Debounce CCW = 30** und **Debounce CW = 0** ein. Erhöhen Sie den Wert für PID I schrittweise. Nach jeder Erhöhung müssen Sie vielleicht die Empfindlichkeit etwas reduzieren, um Heckpendeln zu vermeiden (mit zunehmendem PID I wird die vertretbare Empfindlichkeit tendenziell immer kleiner). Machen Sie Piro-Stopps nach links und rechts. Das Heck wird zurückschnellen. Bei zu niedrigem PID I wird der Zurückschnell-Effekt langsam sein. Es wirkt als würde das Heck langsam zurückgezogen kurz nachdem es gestoppt hat. Bei zu hohem PID I wird das Heck zwei oder mehr Schwingungen zeigen. Das Ziel ist PID I (und die Empfindlichkeit) so einzustellen, dass man nur ein rasches Zurückschnellen sieht. Dieses kann sehr ausgeprägt sein – das macht nichts. Der Punkt ist, das größtmögliche PID I zu finden, bei dem sich gleichzeitig ein möglichst schnelles und kurzes Zurückschnellen – aber nur eines – ergibt. Man muss vielleicht ein bisschen mit der Kreiselempfindlichkeit spielen, um ein bestmögliches Ergebnis zu bekommen. Trotzdem nicht übertreiben, es macht kaum was aus, ob PID I nun 9.5 oder 10 ist.

3) Debounce CCW/CW

Die Einstellung der Parameter Debounce CCW und Debounce CW ist das Ziel dieses Schritts. Beginnen Sie mit **Debounce CCW = 30**, **Debounce CW = 0** (siehe Kapitel 5.2). Reduzieren Sie zuerst **Debounce CCW** schrittweise (in der Regel passiert bis unterhalb 15 nichts). Machen Sie einige Piro-Stopps gegen den Uhrzeigersinn (CCW). Das Heck wird zurückschnellen, aber mit immer niedrigeren Werten für **Debounce CCW** wird das Zurückschnellen immer kürzer. Wenn **Debounce CCW** zu klein wird, wird das Heck anfangen nach dem Stopp etwas voraus zu „springen“. Finden Sie den besten Wert für **Debounce CCW** und machen Sie dann einige Piro-Stopps **im Uhrzeigersinn** (CW). Wenn diese verbessert werden müssen, dann stellen Sie **Debounce CW** auf den gleichen Wert wie **Debounce CCW** und beginnen von dort. Nach der optimalen Einstellung der Debounce-Parameter kann das Heck ein paar ganz kleine Pendler bei jedem Stopp zeigen. Reduzieren Sie die Empfindlichkeit ein wenig.

4) Vorflug-Kontrollen

Fliegen Sie ein bisschen und justieren Sie die Kreiselempfindlichkeit, bis es in jeder Fluglage kein Heckpendeln mehr gibt. Üblicherweise führen Einstellung nur auf Basis von Testmanövern wie Piros oder Pitchstößen zu etwas zu großen Empfindlichkeiten.

Tip #1: Wenn die Empfindlichkeit über den Sender eingestellt wird (siehe Kapitel 4), ruft der GA250-OW einen internen Empfindlichkeitssignal-Stabilisator auf, welcher benötigt wird, um Rauschen und Zittern aus dem Gain-Eingangssignal auszublenden. Allerdings führt dies dazu, dass kleine Änderungen des Empfindlichkeitswertes nicht wirksam werden, was verwirrend sein kann. Es ist daher empfehlenswert, nach einer Änderung des Empfindlichkeitswertes im Sender einmal den Modus-Umschalter (also zwischen HH- und Normal-Modus) hin und zurück zu schalten. Dies stellt in jeder Situation die korrekte Empfindlichkeitseinstellung sicher und man gewöhnt sich schnell daran, dies immer zu machen.

Tip #2: Denken Sie an die dritte Bemerkung aus der Einleitung: Zum Test des Piro-Stopp-Verhaltens sollten Sie nie den Rudersteuerknüppel einfach loslassen!

Tip #3: In Schritt (2) stellen Sie vielleicht ein deutlich anderes Verhalten des Hecks für Piro-Stopps im (CW) und gegen den Uhrzeigersinn (CCW) fest. Wenn dies der Fall ist, lohnt es sich die Mechanik, die Servo-Mittelstellung und die Servo-Endpunkte sorgfältig zu überprüfen. Auch wirken manchmal andere Heckrotorblätter Wunder.

8. Literatur

Die Firmware und weitere Informationen erhalten Sie auf der Projekt-Webseite:

<http://www.olliw.eu/2011/ga250-gyro-firmware/>

Empfehlenswert ist auch die ausgezeichnete Anleitung „Idiot's Guide to Olliw's GA250 Firmware“ von HolgiB/linuxholgi/H. Banko, erhältlich von Holger oder hier:

<http://www.olliw.eu/uploads/Olliw-FW-Idiots-Guide-1.2.pdf>

Von Holgers „Idiot's Guide to Olliw's GA250 Firmware“ gibt es jetzt auch eine deutsche Übersetzung mit einigen Korrekturen und Aktualisierungen sowie einem zusätzlichen Kapitel zur ProgBox:

http://www.olliw.eu/uploads/Olliw-Gyro-Bauanleitung-1.4_DE.pdf