

ACE RC®



GT5.1 V2

**3-Achsen Flybarless System
mit GT5.2 Software
und optimierter Hardware & Sensorik**

Best.-Nr.

8088

Betriebs-Anleitung

Einleitung/Sicherheitshinweise

GT5 ist eine 3-Achs Kreisel-Stabilisierungs-Elektronik, welche für den Betrieb von Modellhelikoptern ohne Paddel Ebene konzipiert wurde. Dabei kann GT5 mit den verschiedensten Fernsteuerempfängern betrieben werden und kann bei Verwendung eines Systems der Marke Spektrum als Zentraleinheit dienen, bei der bis zu 2 Satellitenempfänger direkt angeschlossen werden können. Hierbei weisen wir aber ausdrücklich darauf hin, dass diese Verwendung nicht konform ist zu der vom Hersteller vorgesehenen Verwendung der Satellitenempfänger. Daher können weder wir, noch der Hersteller Spektrum für eine einwandfreie Funktion und volle Empfangsreichweite garantieren. Des Weiteren müssen wir darauf hinweisen, dass wegen der Vielzahl an unterschiedlichen Komponenten, die mit GT5 betrieben werden können, keine Haftung für Schäden oder Folgeschäden gegeben werden kann, wenn diese nicht eindeutig auf eine Fehlfunktion des GT5 zurückzuführen sind.

Ein Einsatz in mit Turbinen angetriebenen Modellen wurde von uns nicht getestet. Sollten Sie GT5 dennoch in solchen Modellen einsetzen, erfolgt der Betrieb auf eigene Gefahr.

GT5 wurde für den Einsatz in RC-Modellhelikoptern konzipiert, es handelt sich nicht um Spielzeug. Sämtliche Sicherheitsvorschriften und gesetzliche Vorschriften für den Betrieb von RC-Flugmodellen sind einzuhalten. Fliegen Sie immer auf genehmigten und dafür vorgesehenen Flugplätzen und treffen Sie alle Sicherheitsvorkehrungen zur Verhinderung von Eigen-Verletzung oder Verletzung Dritter.

Eine Haftung jeglicher Art hinsichtlich der oben beschriebenen Hinweise wird vom Hersteller, Thunder Tiger Europe, und vom Verkäufer ausgeschlossen.

Technischer Hinweis

GT5 lässt eine Überprüfung der Gyro-Sensoren und die Feinjustierung der Sensorausrichtung durch den Kunden zu. Sollten Probleme mit den Sensoren auftreten, dann wenden Sie sich bitte an unseren Service. Ein Mitarbeiter wird Ihnen dann das nähere Vorgehen zur Sensorüberprüfung erklären.

Im **System** Menü, Unterpunkt **Sensoren**, können Sie die im Werk ermittelten und voreingestellten Kalibrierungswerte für die einzelnen Achsen ablesen. Sollten Sie diese aus Versehen verstellen, können Sie die korrekten Werte nur dann wieder ermitteln, wenn Sie das GT5 aus dem Helikopter ausbauen. Daher raten wir unbedingt dazu, die Werte vor Inbetriebnahme zu notieren, dann können diese einfach wieder eingestellt werden, falls sie aus Versehen gelöscht werden.

X = ____ Y = ____ Z = ____

Spezifikationen

Display	96 x 64 Pixel OLED
Eingabe	Touch Pad
CPU	32bit High Speed Prozessor
Gyro-Sensoren	MEMS mit 1000°/sek
Heckservo - Impulsweiten	1500µs (Standard) 970µs (Logittec Heckservos) 760µs (Futaba High-Speed Servos)
Servofrequenz - Heck	65 - 333Hz (571Hz bei 760µs)
Servofrequenz - Taumelscheibe	50 - 250Hz
Taumelscheiben - Mischung	90° eCCPM, 120° eCCPM, 135°(140°) eCCPM, 137° eCCPM, mechanisch (mCCPM)
Abmessungen	29,5 x 32 x 16mm
Gewicht(ohne Kabel)	15g

Lieferumfang

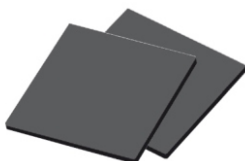
GT5.2



Kabelsatz



Klebe pads



Anleitung



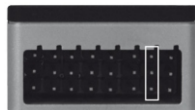
Anschlüsse - Übersicht



- imp2** Rollfunktion/Analoges Summensignal/AUX
- term** Heck-, Gyro- u. Pitchfunktion/PC
- imp1** Nickfunktion/Digitales Summensignal
- ail-r** rechtes Rollservo/Pitchservo
- ele** Nickservo
- ail-l** (linkes) Rollservo
- tail** Heckservo
- throt** Gasservo/Motorregler



Anschlüsse für 1 oder 2
Spektrum Satelliten Empfänger



Signal
+
-

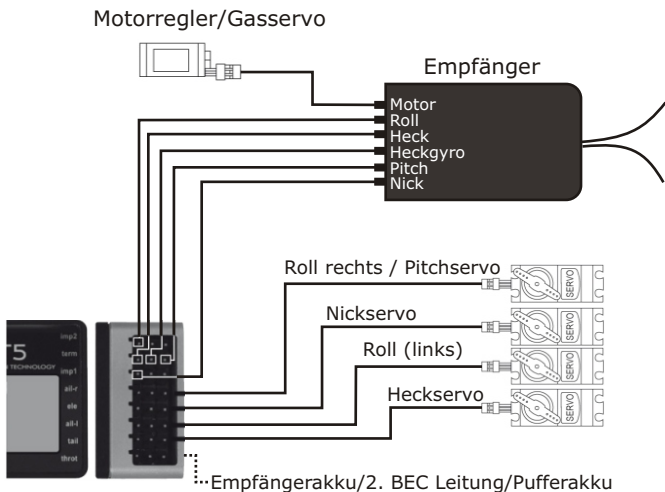
Hinweis: Anschluss **term** bildet einen 3-fach Signalanschluss. Stecken Sie hier auf keinen Fall eine Spannungsversorgung an!

Anschlüsse

Nachfolgend wird beschrieben, wie die Servos und die verschiedenen Empfängertypen an das GT5 angeschlossen werden. Stecken Sie allerdings die Servos zu diesem Zeitpunkt noch nicht an das GT5 an, um eine Beschädigung der Servos durch falsche Einstellung auszuschließen!

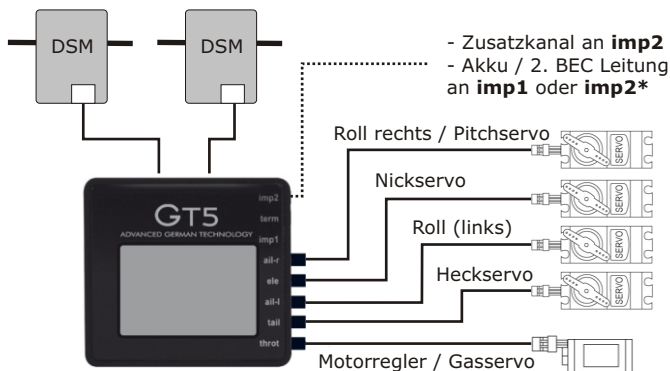
■ Standard Verkabelung

Verbinden Sie das GT5 mittels der beiliegenden Kabel mit dem Empfänger: Der Empfängerausgang, der die Rollfunktion steuert, wird mit dem Anschluss **imp2** am GT5 verbunden und **imp1** wird mit dem Kanal für die Nicksteuerfunktion verbunden. Am Anschluss **term** wird das Kabel mit der 3-fach Verzweigung eingesteckt - das Ende mit dem weißen Kabel wird am Empfänger an den Heckkanal angesteckt, das rote Kabel ist für die Heckgyro-Empfindlichkeit, das schwarze Kabel muss an den Pitchkanal (beachten Sie, dass es sich hier um eine Signalleitung handelt - stecken Sie das Kabel also am Empfänger nicht an den Minuspol!)



■ Spektrum Satelliten Empfänger

Spektrum Satelliten Empfänger können direkt an das GT5 angeschlossen werden. Dies hat den Vorteil einer sehr kompakten Installation mit relativ wenig Zuleitungen. Das GT5 dient hierbei als Zentraleinheit, welche die Steuerbefehle von den Satelliten in digitaler Form empfängt (bitte beachten Sie die Sicherheitshinweise auf S.1!). Es können wahlweise ein oder zwei Satelliten angesteckt werden. Verwenden Sie aber unbedingt Satelliten vom gleichen Typ, also entweder DSMX oder DSM2. Ein Mischbetrieb ist nicht möglich. Der Betrieb mit einem Satellit sollte nur in Kleinsthelikoptern erfolgen, da wegen fehlendem Antennen-Diversity sehr leicht Funkabschattungen entstehen können. Wir empfehlen grundsätzlich immer zwei Satelliten zu verwenden!



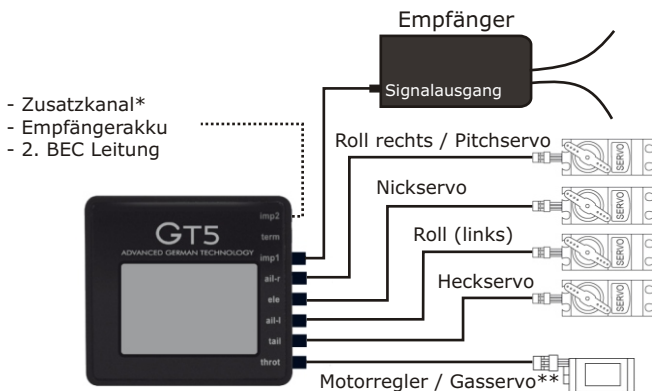
*Moderne Digitalservos können im Flybarlessbetrieb sehr hohe Spitzenströme verursachen. Es ist unbedingt auf eine ausreichend stabile und belastbare Stromversorgung zu achten. Hierbei ist auch ein ausreichender Kabelquerschnitt sehr wichtig, der durch Verdoppelung der Anzahl an Versorgungsleitungen erreicht werden kann. An den freien Anschlüssen **imp1** und/oder **imp2** können solche zusätzlichen Versorgungsleitungen parallel angeschlossen werden.

Manche Motorregler erlauben auch die Verwendung eines Pufferakkus, zur Stützung der BEC Stromversorgung. Ein solcher Akku kann ebenfalls an diesen Anschlüssen eingesteckt werden.

■ Empfänger mit Summensignal

GT5 unterstützt die Verwendung fast aller gängigen Typen von Summensignalen. Es ist zu beachten, dass Empfänger mit digital codiertem Summensignal (Futaba S-Bus, HOTT SUMD, BEASTX SRXL) an den Eingang **imp1** angeschlossen werden. Empfänger die ein analoges PPM-Summensignal aussenden sind hingegen mit **imp2** zu verbinden (z.B. robbe R6x07SP, Jeti RSat, HOTT SUM0).

Bitte stellen Sie sicher, dass der Empfänger auch ein korrektes Signal aussendet. Bei Verwendung von Graupner HOTT SUMD ist das Ausgabeformat des Empfängers zwingend auf SUMD 16 einzustellen (bzw. auf SUMD 12 ab GT5 Software V2.01). Bei Futaba FASSTEST Anlagen der neuen Generation muss der S-Bus Anschluss genutzt werden. S-Bus2 wird nicht unterstützt.

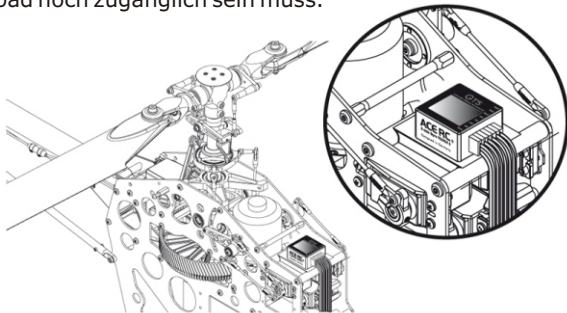


*Bei Verwendung eines Empfängers mit analogem Summensignal ist dieser an **imp2** anzuschließen. Die Nutzung eines zusätzlichen Kanals am GT5 ist dann nicht möglich. Der Empfängerakku oder eine zweite Versorgungsleitung kann dann aber an dem frei bleibenden Eingang **imp1** angeschlossen werden.

**Der Motorregler muss nicht zwingend am GT5 angeschlossen werden, falls der Empfänger über entsprechende Anschlussmöglichkeiten verfügt. Insbesondere wenn der Regler aber ein BEC besitzt und die Empfangsanlage mit Strom versorgt wird empfohlen, den Regler direkt am GT5 anzuschließen. Dadurch wird gewährleistet, dass die Versorgung so nah wie möglich bei den Hauptverbrauchern - den Servos - liegt. Verluste durch lange Leitungswege und Übergangswiderstände werden so auf ein Minimum reduziert.

Weitere Vorbereitungen

Befestigen Sie das GT5 an einer geeigneten vibrationsarmen Stelle am Helikopter und verkabeln Sie es, wie zuvor beschrieben (die Servos noch nicht anstecken!). Die Aussenkanten der Einheit müssen parallel zu den Drehachsen des Helikopters positioniert sein und die Seite mit der Anschlussleiste für die Servos muss in oder gegen die Flugrichtung zeigen. Ansonsten gibt es keine Einschränkung, GT5 kann also wahlweise liegend oder hochkant (z.B. seitlich am Heli) montiert werden. Denken Sie daran, dass das Touchpad noch zugänglich sein muss.

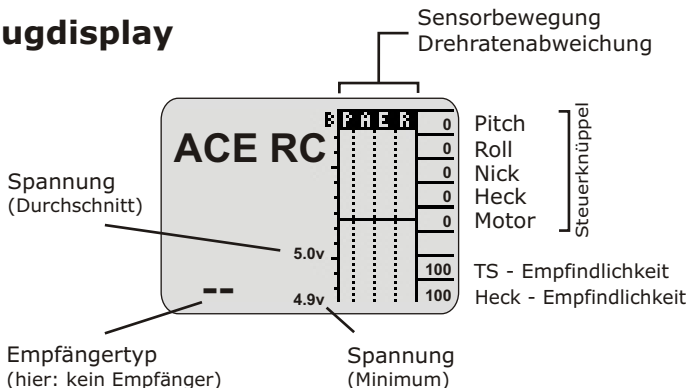


Legen Sie im Sender einen neuen Modellspeicher an. Wählen Sie ein Helimodell aus, bei dem **jegliche Taumelscheibenmischung deaktiviert** ist. Bei manchen Sendern muss man dazu den Taumelscheibentyp auf mechanische Mischung (**mCCPM** oder **"1 Servo"**) stellen. Jeder Steuerknüppel muss genau eine Steuerfunktion bzw. einen Kanalausgang bedienen, mit Ausnahme des Pitchknüppels, der üblicherweise Motor und kollektives Pitch ansteuert. Prüfen Sie dies am besten mit Hilfe des Servomonitors der Steuerung. Die relevanten Funktionen sind Roll, Nick, Pitch, Heck und Gyro. Die Gyrofunktion steuert bei Verwendung eines Standardempfängers nur die Empfindlichkeit des Heckkreisels. Bei Verwendung von Spektrum Satelliten oder Summsignal-Empfängern können Sie wahlweise auch einen zweiten Empfindlichkeitskanal für den Kreis der Taumelscheibe vorsehen. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, beide Empfindlichkeiten über einen Kanal anzusteuern oder ganz auf deren Einstellung zu verzichten. Außerdem kann hier der Motor über das GT5 angesteuert werden und der 7. Kanal kann anstatt für die Empfindlichkeit der Taumelscheibe auch zur Steuerung einer Zusatzfunktion am Ausgang **imp2** verwendet werden.

Initialisierung

Nach dem Einschalten scannt das GT5 zuerst die Eingänge nach vorhandenen Empfängern. Da beim allerersten Einschalten noch kein Empfängertyp im Setupmenü ausgewählt wurde, wird das GT5 zwar den angeschlossenen Empfänger erkennen, dann aber mit der Meldung **"not equal"** anzeigen, dass der eingestellte Typ nicht mit dem erkannten Empfänger übereinstimmt. Falls noch gar kein Empfänger angesteckt ist oder der Sender noch nicht eingeschaltet ist, wird GT5 dies mit der Meldung **"no RC"** signalisieren. Nachdem das GT5 vollständig programmiert wurde und der Sender eingeschaltet ist, wird später an dieser Stelle der Scan erfolgreich sein und GT5 wird den angeschlossenen Empfänger erkennen. Dabei werden die Mittenpositionen von Nick-, Roll- und Hecksteuerknüppel eingelernt - belassen Sie diese also für die Dauer der Initialisierung in Mittenposition. Nach einer kurzen Anzeige der Versionsnummern von Hardware und Software werden im Anschluss die Ruhepositionen der Kreisel kalibriert - bewegen Sie das GT5 bzw. den Heli während dieser Zeit nicht. Ist die Initialisierung beendet, dann erscheint das Flugdisplay. Wurde ein Empfänger erkannt und das GT5 ist bereit für den Einsatz, dann wird die Taumelscheibe eine kurze vor-zurück-vor-zurück-Bewegung machen um die Betriebsbereitschaft zu signalisieren. So können Sie auch bei Einbau an nicht zugänglicher Stelle die Betriebsbereitschaft des GT5 erkennen.

Flugdisplay



Programmierung

Das GT5 wird über das seitlich angebrachte Touch Pad bedient. Um in das Hauptmenü zu gelangen berührt man mit einem Finger das Touch Pad im oberen Viertel für ca. 2 Sekunden (die Berührung wird durch einen kleinen Punkt im Display signalisiert). Wenn man mit dem Finger am Pad nach vorne oder nach hinten streicht, kann man im Menü nach oben oder unten scrollen oder aufgerufene Werte verändern. Tippt man das Touch Pad schnell zweimal hintereinander an, kann man einen Menüpunkt/Wert auswählen oder einen Wert bestätigen und dadurch den Menüpunkt wieder verlassen.



■ Hauptmenü

Das Hauptmenü ist in zwei Bereiche aufgeteilt: **Control** und **Setup**. Die beiden Bereiche sind durch den weißen und schwarzen Balken am linken Rand gekennzeichnet. Desweiteren gibt es immer (auch in den Unterebenen) ganz oben und ganz unten das **Exit** Symbol zum Verlassen. Klickt man auf dieses Symbol, gelangt man wieder eine Ebene höher. Ist man in der obersten Ebene kommt man in den Flugmodus zurück.



Der Bereich **Control** wird später im Flugbetrieb häufiger benötigt. Daher befindet man sich bei Menüeintritt zuerst direkt dort beim Punkt **PID**. Darüber befindet sich der Punkt **Steuerung** für Flugtrimmung, Drehraten, Expo, usw.

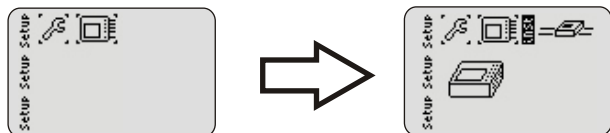
Zunächst wollen wir aber die Grundeinstellung vornehmen und arbeiten dazu den **Setup** Bereich Schritt für Schritt von oben nach unten ab. Die Unterpunkte sind **System**, **Empfänger**, **Taumelscheibe** und **Heck**. Zuerst bewegen wir also das Auswahlfenster durch streichen des Touch Pads auf das **System** Symbol und rufen dieses Menü durch einen Doppelklick auf das Touch Pad auf.



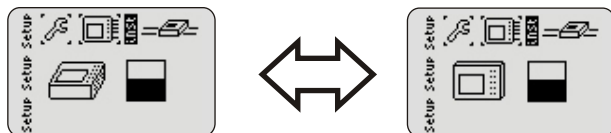
■ Einführendes Programmierbeispiel

Nach Aufruf von **System** stehen drei Menüebenen zur Auswahl. Für's erste ist nur die oberste Ebene **GT5** relevant und hier auch nur der erste Menüpunkt **Einbaulage**. Dort wird angegeben, ob das GT5 flach oder hochkant montiert ist.

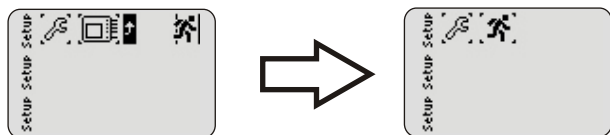
Wählen Sie also die Ebene **GT5** mit einem Doppelklick an, dann rufen Sie den Punkt Einbaulage durch Doppelklick auf.



Durch hoch- und herunterstreichen am Touch Pad können Sie zwischen den beiden Optionen - flach oder hochkant - wechseln.



Speichern Sie die passende Einstellung mit einem Doppelklick und scrollen Sie dann ganz nach unten bis zum **Exit** Symbol um die Ebene **GT5** wieder zu verlassen. Wählen Sie das **Exit** Symbol mittels Doppelklick an. Dann in der höheren Ebene gleich nochmal zu **Exit** runterscrollen, um auch die Ebene **System** wieder zu verlassen.



Eine Erläuterung zu den anderen Einstellmöglichkeiten von **System** wird später gegeben. Für das Grundsetup haben diese keine Bedeutung.

Empfänger

Der erste große Schritt bei der Grundeinstellung ist die Programmierung des Empfängertyps und ggf. die Vornahme der Kanalzuweisung:

■ Empfängerauswahl

Nach Aufruf der Ebene **Empfänger** klicken wir auf das erste Symbol: **Empfängerauswahl**. GT5 scannt daraufhin die Eingänge nach vorhandenen Empfängern und sollte den entsprechenden Typ selbständig finden. Ist dies nicht der Fall, so prüfen Sie die Verkabelung und ob der Sender eingeschaltet ist bzw. ob der Empfänger mit dem Sender verbunden ist. Man kann den Empfängertyp auch per Hand auswählen, aber GT5 sollte im Normalfall den richtigen Typ erkennen. Ist dies nicht der Fall, so deutet dies meist auf einen "externen" Fehler hin. Achten Sie z.B. bei Verwendung von Graupner HOTT SUMD darauf, dass das Übertragungsprotokoll im Empfänger zwingend auf SUMD 16 einzustellen ist (bzw. auf SUMD 12 ab GT5 Software V2.01). Bei Futaba FASSTEST Empfängern ist der S-Bus Ausgang zu nutzen. S-Bus2 wird nicht unterstützt. Bei Verwendung von Spektrum Satelliten achten Sie unbedingt auf Auswahl des korrekten Typs: werden DSMX Satelliten verwendet, so wählen Sie DSMX, werden DSM2 Satelliten verwendet, so wählen Sie DSM2. Dies ist unabhängig von der gewählten Modulationsart des Senders!



Bestätigen Sie den gewählten Empfängertyp und wählen Sie im nächsten Schritt:



Default bei Verwendung eines Standardempfängers



Kanalzuweisung bei Verwendung von Summensignalempfängern



Binden um den Bindevorgang von angeschlossenen Spektrum Satelliten zu starten

Hinweis: Sämtliche Empfängereinstellungen können beliebig oft durchgeführt werden, z. B. später nach einem Empfängerwechsel oder Wechsel der Fernsteueranlage. Andere den Heli betreffende Einstellungen werden hiervon nicht betroffen!

■ Default

Um schnell einen Empfängertyp einzurichten gibt es das **Default** Symbol. Die Kanalreihenfolge wird dann bei Summensignalempfängern an die übliche Vorgabe des Herstellers vom Fernsteuersender angepasst. Bei Verwendung von Futaba S-Bus ist dies: 1-Roll, 2-Nick, 3-Motor, 4-Heck, 5-Heckkreisel, 6-Pitch, 7-Taumelscheibenkreisel. Bei einem Graupner HOTT SUMD Empfänger ist die Default Belegung: 1-Pitch, 2-Roll, 3-Nick, 4-Heck, 6-Motor, 7-Heckkreisel, 8-Taumelscheibenkreisel. Bei Wahl von Spektrum Satelliten ist die Belegung: 1-Motor, 2-Roll, 3-Nick, 4-Heck, 5-Taumelscheibenkreisel, 6-Pitch, 7-Heckkreisel. Sollte Ihr Sender eine andere Kanalbelegung haben oder nicht genügend Kanäle zur Verfügung stellen um die Kreiselempfindlichkeit von Taumelscheibe und Heck zu bedienen, so nutzen Sie die freie **Kanalzuordnung** anstatt von **Default**.

Bei Verwendung von Standardempfängern gibt es nur diesen einen Menüpunkt zur Auswahl. Die Reihenfolge der Kanäle ergibt sich durch die Reihenfolge, wie die Kabel der Steuerkanäle an das GT5 angesteckt sind. Prüfen Sie ggf. über den Servomonitor der Anlage, welcher Steuerknüppel welchen Kanal ansteuert und halten Sie sich an die Angaben aus der Anleitung des Senders.

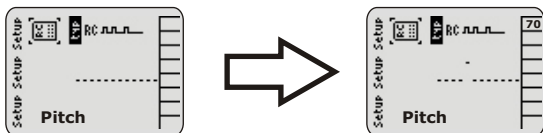
Nach Anwahl von **Default** werden die Mittenpositionen der Steuerknüppel eingelesen und es wird eine Kanalübersicht angezeigt, ähnlich wie im Flugdisplay (Abb. auf übernächster Seite). Alle Steuerkanäle sollten bei Mittenstellung 0 anzeigen und bei Vollausschlag jeweils 100. Sollte dies nicht genau der Fall sein, so müssen die Wege über die Endpunkt-/Servoweg-Einstellung im Sender angepasst werden. Der Kanal für den Heckkreisel sollte auf 100 stehen (bei Verwendung von Summensignalempfängern auch der Kanal für den Taumelscheibenkreisel). Prüfen Sie, ob alle Steuerknüppel die angegebene Funktion betätigen. Sollte der Pitchsteuerknüppel auch Roll, Nick und/oder Heck ansteuern, so überprüfen Sie nochmals die Einstellung im Sender. Dort darf keine Taumelscheibenmischfunktion oder sonstige Mischfunktion eingeschaltet sein. Außer Pitch und Motor darf der Pitchsteuerknüppel keinen anderen Kanal ansteuern. Entsprechendes gilt auch für die anderen Steuerfunktionen.

Wenn ein Steuerknüppel nicht die gewünschte Funktion betätigt, so entspricht die Kanalausgabe des Senders nicht der vorgegebenen Einstellung. In diesem Fall wiederholen Sie bei Verwendung eines Summensignalempfängers die **Empfängerauswahl** und wählen Sie **Kanalzuordnung** an Stelle von **Default**. Bei Verwendung eines Standardempfängers prüfen Sie hingegen die Verkabelung zwischen Empfänger und GT5.

■ Kanalzuweisung (nur bei Summensignal-Empfängern)

Bei Nutzung eines Summensignal-Empfängers können hier die Steuerkanäle frei zugewiesen werden, ganz unabhängig davon, wie diese im Fernsteuersender eingestellt sind. Stellen Sie hierzu die Steuerknüppel alle auf Mitte, bevor Sie die **Kanalzuweisung** auswählen. Wenn der Gaskanal über den Pitchknüppel mitgemischt wird, so müssen Sie den Gaskanal vorerst deaktivieren, am besten z.B. durch Verwendung des Schalters für Autorotation im Sender. Starten Sie dann die Kanalzuweisung. Es öffnet sich eine Balkenanzeige, die Bewegungen der Steuerknüppel darstellt.

Zuerst ist die Pitchfunktion einzulernen: Bewegen Sie dazu den Pitchknüppel auf Vollanschlag und dann zurück in die Ausgangsposition. Im Display sollte sich dabei einer der Balken bewegen. Wenn der Ausschlag ausreichend groß ist, wird auch ein Zahlenwert in der Liste auf der Seite angezeigt. Damit ist die Steuerfunktion auf diesen Kanal festgelegt und durch Zurückführen zur Ausgangsposition wird der Kanal gespeichert.



GT5 springt dann zum Einlernen der nächsten Funktion: Roll (Aile.). Bewegen Sie jetzt den Rollsteuerknüppel auf Vollanschlag und wieder zurück. Dann kommen Nick (Ele.) und Heck (Rudd.). Es darf sich immer nur ein Balken bewegen, der den entsprechenden Kanal visualisiert. Ist dies nicht der Fall, so prüfen Sie unbedingt nochmal die Einstellung am Sender! Beim Motorkanal (Thr.) angelangt, müssen Sie den Autorotationsschalter lösen, falls wie oben erwähnt das Gas über den Pitchsteuerknüppel mitgenommen wird. Durch Bewegen des Pitchknüppels wird dann zusätzlich der Motorkanal angesteuert. GT5 erkennt dies und ignoriert dabei automatisch den mitlaufenden Pitchkanal, da dieser bereits eingelernt wurde. Wird der Motor hingegen separat über einen Schalter oder Schieber angesteuert, so ist einfach nur der entsprechende Schalter oder Schieber zu bedienen.

Eine weitere Besonderheit gibt es bei Heckkreisel (TLGyr), Taumelscheibenkreisel (SWGyr) und Zusatzkanal (AUX) zu beachten:

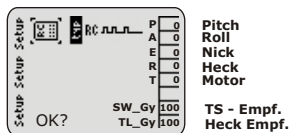
Nach dem Motorkanal ist zuerst der Kanal für den Taumelscheibenkreisel (SWGyr) einzulernen. Wenn Sie diese Funktion nicht nutzen wollen, können Sie diese durch einen Doppelklick auf das Touchpad überspringen (es wird "fixed!" angezeigt). Die Verstärkung des Kreisels wird dadurch fest auf 100% eingestellt.

Sie haben dann die Möglichkeit durch den frei gewordenen Kanal eine zusätzliche Funktion am Anschluss **imp2** anzusteuern (nicht bei analogem Summensignal) und können diese jetzt zuweisen. Wollen Sie auch hierauf verzichten, so betätigen Sie abermals das Touch Pad mit einem Doppelklick - es wird "skip!" angezeigt.

Genauso können sie beim nächsten Schritt auch die Verwendung des Heckkreiselkanals überspringen. Dadurch wird der Heckkreisel ebenfalls auf 100% festgesetzt.

Es bieten sich hier also eine Vielzahl von Möglichkeiten: nur Heckkreisel, nur Taumelscheibenkreisel, Heckkreisel und Zusatzkanal an **imp2**, Heckkreisel und Taumelscheibenkreisel, nur Zusatzkanal an **imp2** oder gar keine Zusatzfunktionen.

Am Ende der Kanalzuweisung wird eine Kanalübersicht angezeigt, ähnlich wie im Flugdisplay. Alle Steuerkanäle sollten bei Mittenstellung 0 anzeigen und bei Vollausschlag jeweils 100. Sollte dies nicht der Fall sein, so müssen die Wege über die Endpunkt-/Servoweg-Einstellung im Sender angepasst werden. Die Kanäle für Taumelscheiben- und Heckkreiselempfindlichkeit sollten auf 100 stehen.



Prüfen Sie, ob jeder Steuerknüppel die korrekte Funktion betätigt. Sollte der Pitchsteuerknüppel auch Roll, Nick und/oder Heck ansteuern, so überprüfen Sie nochmals die Einstellung im Sender. Dort darf keine Taumelscheibenmischfunktion oder sonstige Mischfunktion eingeschaltet sein. Außer Pitch (und ggf. Motor) darf der Pitchsteuerknüppel keinen anderen Kanal ansteuern. Entsprechendes gilt auch für die anderen Steuerfunktionen.

Die Ausgänge am GT5 werden hier noch nicht von den Steuerknüppeln angesteuert! Achten Sie darauf, dass beim Verlassen des Menüs der Motor nicht ungewollt anlaufen kann!

Schließen Sie die Kanalübersicht durch einen Doppelklick auf das Touch Pad. Sollte etwas nicht wie gewünscht funktionieren, so starten sie die Kanalzuweisung einfach nochmal von vorne.

■ Empfänger binden (nur bei Spektrum Satelliten)

Bei Verwendung von Spektrum DSM2 oder DSMX Satelliten gibt es als zusätzlichen Menüpunkt die Option **Bind**. Wählen Sie diese aus, um die Satelliten in den Bindemodus zu schalten. Die LEDs an den Satelliten beginnen schnell zu blinken. Jetzt initiiert man am Sender den Bindevorgang. Hat alles geklappt, leuchten die LEDs an den Satelliten dauerhaft und die Anlage ist gebunden. Danach können Sie wie oben beschrieben die Kanäle zuweisen oder einfach **Default** auswählen.



Failsafe (nur bei Summensignal-Empfängern)

Die Failsafe-Position wird eingenommen, falls der Summensignal-Empfänger vom GT5 getrennt wird. Bei Verwendung von Spektrum Satelliten wird diese Position auch bei Empfangsverlust eingenommen. Ebenso bei Verwendung von Graupner HOTT SUMD, wenn der Empfänger auf SUMD OF eingestellt wurde.

Bevor die Position eingestellt wird, ist zuerst die Zeitdauer für das Ansprechen von Failsafe einzustellen. Steht der Wert auf 0, so ist Failsafe aus. Bei Empfangsverlust werden dann die letzten gültigen Signale gehalten (Hold Funktion). Aus Sicherheitsgründen ist dies nicht zu empfehlen, da der Motor im Falle eines Empfangsverlustes ausgehen sollte. Stellen Sie daher eine Ansprechzeit größer als 0 ein, z. B. 5.

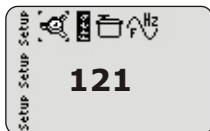
Nach Auswahl der Failsafezeit werden Sie gefragt, ob die aktuellen Positionen gespeichert werden sollen. Stellen Sie die Steuerknüppel auf eine gewünschte Failsafe-Position. Als Failsafe-Position für den Motorkanal wird die Gasposition verwendet, die bei Eintritt in das Hauptmenü eingestellt war (wir gehen davon aus, dass zu diesem Zeitpunkt der Motor aus war). Speichern Sie dann die Positionen durch die Bestätigung mit **YES** ab.

Diese Einstellung ist unbedingt durchzuführen, auch wenn Sie kein Failsafe wünschen, also als Failsafezeit 0 ausgewählt haben oder wenn der Empfänger keine spezielle Einstellung für das Ansprechen von Failsafe besitzt! Durch die eingestellten Positionen wird auch bestimmt, wie sich der Motorkanal verhält, wenn kein Empfänger beim Einschalten erkannt wird bzw. kein Empfänger angesteckt ist. Um ein ungewolltes Anlaufen des Motors oder Blockieren des Gasservos zu vermeiden, sollte die Failsafe-Position unbedingt spätestens nach Abschluss des Grundsetups eingespeichert werden.



Regelfrequenz

Zuerst wird die Regelfrequenz ausgewählt. Idealerweise sollte die Frequenz so hoch wie möglich sein, sie hängt aber von der Leistungsfähigkeit der Servos ab. Digitalservos laufen normalerweise problemlos mit ca. 121Hz Ansteuerfrequenz (meist auch weit darüber). Dies ist daher auch die Grundeinstellung. Bei Verwendung von Analogservos dürfen Sie maximal 65Hz einstellen, bei ganz alten Servos sogar nur 50Hz. Eine zu hohe Frequenz kann zu sehr starker Erwärmung der Servos führen bis hin zur Zerstörung! Manche Servos laufen mit zu hoch eingestellter Frequenz auch einfach nicht korrekt, ruckeln stark oder bewegen sich gar nicht! Die maximal mögliche Frequenz wird meist im Datenblatt der Servos angegeben. Je nach Umgebungsbedingungen (Betriebsspannung, Lufttemperatur, Flugstil) kann es aber vorkommen, dass die Servos nur mit einer niedrigeren Frequenz, als vom Hersteller angegeben, betrieben werden können.



Servotrimmung

Falls noch nicht geschehen, stecken Sie jetzt die drei Taumelscheibenservos an das GT5 an (**ail-r**, **ele**, **ail-l**). Die Servohebel sollten im Normalfall so stehen, dass die Anlenkgestänge einen rechten Winkel mit dem Servohebel bilden (beachten Sie hierzu die Angaben in der Anleitung des Helikopters). Rufen Sie die Menüpunkte Servotrimmung nacheinander für jedes Servo auf und gehen Sie jeweils wie folgt vor: Stecken Sie das Ruderhorn, solange die Trimmung auf 0 steht, möglichst passend auf das Servo auf. Durch hoch- oder herunterstreichen am Touch Pad lässt sich die Stellung des Ruderhorns dann feinjustieren. Wenn Sie beim dritten Servo angelangt sind und dieses passend eingestellt haben, verlassen Sie den Menüpunkt noch nicht, sondern stellen Sie jetzt auch die Gestängelängen passend ein, so dass die Taumelscheibe von vorne und von der Seite gesehen waagrecht und möglichst mittig zwischen Domlager und Rotorkopf sitzt. Danach sind die Gestänge von der Taumelscheibe zu den Blatthaltern so einzustellen, dass an den Blatthaltern 0° Pitch anliegt. Achten Sie dabei auch auf korrekte Ausrichtung des Taumelscheibenmitnehmers (falls dieser justierbar ist). Damit ist die mechanische Grundeinstellung beendet. Schließen Sie die Servotrimmung und fahren Sie beim nächsten Punkt fort.



Taumelscheibenmischung

Weiter geht es mit der Einstellung der Taumelscheibenmischung: Ein Großteil der Helis arbeitet mit einer elektronischen 120° Mischung. Dies ist daher die Standardeinstellung **(1)**. Für Helis der Baureihe Raptor e550/e620 steht eine elektronische 90° Mischung zur Verfügung **(3)** und für Helikopter mit einer mechanischen Mischung wie z.B. Raptor 30/50/60/90 wählen Sie Typ **(4)**. Manche Helis (z.B. von Hirobo oder JR) verfügen über eine spezielle Taumelscheibe die gleiche Servowege auf der Nickfunktion gewährleistet. Diese Taumelscheibe hat einen Anlenkwinkel von 135°. Üblicherweise wird dies oft als 140° Taumelscheibe bezeichnet. Beim GT5 entspricht dies Typ **(2)**, der mit "140" angeschrieben ist. Helis der Baureihe Raptor e720/e820/G4 besitzen eine ähnliche Taumelscheibe, allerdings hat diese einen etwas anderen Winkel von 137°. Hierfür steht eigens der Typ **(5)** zur Verfügung.

Nachdem der Taumelscheibentyp durch einen Doppelklick bestätigt wurde, wird der Menüpunkt nicht sofort verlassen! Im Anschluss werden gleich noch die passenden Steuerrichtungen der Servos bestimmt: Bewegen Sie hierzu nur den Pitchsteuerknüppel auf und ab. Die Servos müssen zusammen die Taumelscheibe auf und ab schieben. Ist dies nicht der Fall und die Servos arbeiten gegengleich, so versuchen sie die nächste Einstellung (die Einstellungen sind wieder mit Zahlen von 1-4 gekennzeichnet!). Wenn die korrekten Laufrichtungen gefunden wurden, prüfen Sie jetzt, ob alle Funktionen korrekt arbeiten, also ob Roll, Nick und Pitch die Taumelscheibe entsprechend bewegen und ob die Steuerrichtungen korrekt sind. Ist das nicht der Fall, verstellen Sie jetzt nichts mehr im GT5! Drehen Sie nur noch die Steuerrichtung im Sender mittels der Servoreverse - Funktion für den entsprechenden Steuerkanal um.

Sollte die Taumelscheibe komplett anders steuern (z.B. Nick betätigt Roll und Roll betätigt Nick) so prüfen Sie nochmals die Verkabelung von Servos und Empfänger bzw. die Einstellung der Kanalzuweisung in der Empfängerauswahl bei Verwendung eines Summensignalempfängers.

Lässt sich die Taumelscheibe korrekt ansteuern, so bestätigen Sie die Servoeinstellung durch einen Doppelklick auf das Touchpad und machen Sie beim nächsten Schritt weiter.



Virtuelle Taumelscheibendrehung

Diese Einstellung wird normalerweise für Scale-Helikopter mit Mehrblattrotorkopf benötigt. Bei Verwendung eines Helis mit 2-Blatt Rotorkopf belassen Sie die Einstellung auf 0 und gehen Sie zum nächsten Einstellpunkt.

Zur Ermittlung des korrekten Wertes für einen Mehrblattrotorkopf gehen Sie wie folgt vor: Richten Sie ein Rotorblatt parallel zum Heckrohr aus. Wenn die Nickfunktion am Sender betätigt wird, darf sich dieses Blatt nicht bewegen! Verstellen Sie die virtuelle Taumelscheibendrehung so weit, bis dies der Fall ist. Das Vorzeichen bestimmt die Richtung, in die gedreht wird. Achten Sie auf korrekte Wahl des Vorzeichens, andernfalls werden die Steuerrichtungen umgedreht!



Zyklischer Steuerausschlag

Hier benötigen Sie eine Pitcheinstelllehre. Dies kann eine digitale Bevel-box, ein Smartphone mit Winkelmessfunktion oder eine herkömmliche Einstellwinkellehre sein. Vorausgesetzt es wurde bei der Servotrimmung oben korrekt gearbeitet, dann sollten die Rotorblätter jetzt 0° Anstellwinkel haben. Richten Sie den Rotorkopf so aus, dass ein Rotorblatt in der Verlängerung parallel zum Heckrohr steht und messen Sie den Pitchwinkel von vorne am Rotorblatt (oder Blatthalter), wenn Sie die Rollfunktion betätigen. Alternativ können Sie das Blatt auch in rechtem Winkel zum Heckrohr ausrichten und den Winkel von der Seite messen. In diesem Fall ist der Nicksteuerknüppel zu betätigen. Verstellen Sie den Wert solange, bis bei Knüppelvollausschlag* möglichst genau 8° Pitch am Rotorblatt anliegen.

Je nach Taumelscheibengeometrie und Geometrie der Anlenkhebel kann es zu leichten Abweichungen zwischen links, rechts, vor und zurück kommen. Dies ist aber unproblematisch, da GT5 mit Drehraten arbeitet und den notwendigen Pitchwinkel im Flug an den Steuerbefehl vom Sender anpasst. Die hier durchzuführende Einstellung ist nur notwendig, um eine einheitliche Basis für das System zu schaffen. Es ist ausreichend, wenn zumindest in eine Richtung möglichst genau 8° anliegen.

*Dies setzt voraus, dass bei der Empfängereinstellung darauf geachtet wurde, dass bei Knüppelvollausschlag ein Wert von **100** im Display angezeigt wird! Sollten Sie sich nicht sicher sein, ob dies der Fall ist, verlassen Sie das Einstellmenü und prüfen Sie die Ausschläge im Flugdisplay. Justieren Sie die Ausschläge ggf. über die Servowegeinstellung im Sender. Kehren Sie dann zur Einstellung des zyklischen Steuerausschlag zurück.



Pitchwinkel

Bei den nächsten beiden Punkten sind die Pitchwinkel jeweils getrennt für Pitch positiv und negativ einzustellen. Es wird empfohlen, dass hier der maximal genutzte Pitchwinkel eingestellt wird. Sie können später im Sender über die Pitchkurven das Pitch reduzieren, z.B. in verschiedenen Flugphasen. Sie sollten es auf diese Weise aber nicht mehr weiter vergrößern. Andernfalls laufen Sie Gefahr, dass das eingestellte Servolimit überschritten wird und die Servos blockieren!

Achten Sie hier bei der Grundeinstellung darauf, dass der Steuerknüppel den vollen Bereich von -100 bis +100 ansteuert.



Maximaler Servoausschlag

Dieser Punkt ist besonders wichtig! Steuern Sie voll positiv Pitch und zusätzlich voll Roll oder voll Nick und auch Roll und Nick gemeinsam, so dass die Taumelscheibe alle möglichen Positionen anfährt. Erhöhen Sie den Wert solange, bis die Servos gerade an keiner Stelle blockieren.

Prüfen Sie dann, ob dies auch bei negativ Pitch der Fall ist und reduzieren Sie den Wert ggf. wieder etwas. Der Wert sollte hier so hoch wie möglich sein, erfahrungsgemäß im Bereich um die 30. Achten Sie aber andererseits darauf, dass tatsächlich in keiner Lage die Servos auf Anschlag laufen können. Ein Servoausfall und damit ein Absturz könnte die Folge sein! Insbesondere falls Sie später nochmals das Pitch verändern, überprüfen Sie diese Einstellung erneut, um ein Blockieren der Servos auszuschließen!

Sollte der Helikopter sehr große Steuerwege zulassen, kann es passieren, dass der Ausschlag so weit aufgedreht werden kann, dass die Servos über ihren maximal möglichen Steuerbereich hinauslaufen würden. GT5 erkennt eine solche Situation und wird dann das Limit selbständig auf den maximal möglichen Wert reduzieren, während Sie die Steuerknüppel an die Limits steuern. Drehen Sie in diesem Fall das Limit dann nicht mehr weiter auf, sondern akzeptieren Sie den vorgeschlagenen Wert!

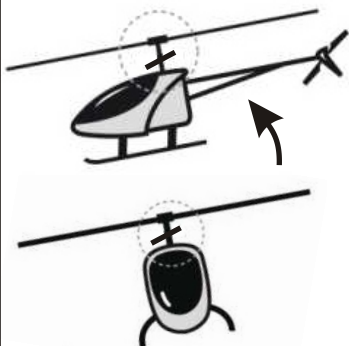


Gyrowirkrichtungen

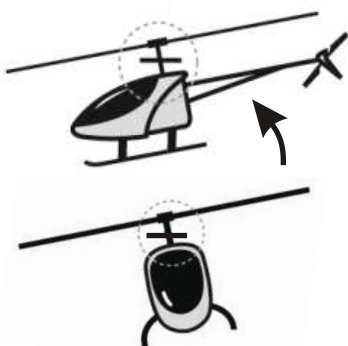
Zuletzt sind noch die Wirkrichtungen von Nick- und Rollgyro einzustellen. Heben Sie den Helikopter hoch und bewegen Sie ihn über Nick bzw. Roll. Wenn der entsprechende Menüpunkt aufgerufen wurde, muss die Taumelscheibe eine Steuerbewegung entgegen der Drehbewegung ausführen. Bewegen Sie also z.B. die Nase des Helikopters nach vorne, so muss sich bei Einstellung des Nickgyro die Taumelscheibe nach hinten bewegen, so als würden Sie selbst eine Steuerknüppelbewegung nach hinten ausführen. Entsprechendes gilt bei Drehungen über Roll. Steuert die Taumelscheibe hingegen in die Richtung, in die der Heli gerade gedreht wird, dann ist die Wirkrichtung umzukehren.

Achtung: Diese Einstellung ist besonders wichtig. Wenn die falsche Wirkrichtung eingestellt ist, dann führt dies unweigerlich dazu, dass der Heli beim Start umkippt und zerstört wird! Wir empfehlen, die Wirkrichtungen nochmals nach Abschluss des Setups und grundsätzlich vor jedem Start kurz zu überprüfen, z.B. während der Heli zum Startplatz getragen wird. Man kann das Gegensteuern der Taumelscheibe auch sehen, wenn das GT5 flugbereit ist und man den Heli rollt und neigt.

❌ Falsch



✅ Richtig

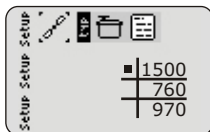


Heckrotor



Servotyp

Wählen Sie unter Servotyp die Länge des Mittenimpuls für das Heckservo aus. Nahezu alle Servos werden mit einem Mittenimpuls von 1500µs angesteuert. Einige spezielle Heckservos von Futaba, MKS, ACE Rc u.a. verwenden einen verkürzten Mittenimpuls von 760µs. Diese Servos sind extra für die Verwendung mit Heckkreiselssystemen konzipiert. Man kann sie nicht direkt an einem Fernsteuerempfänger betreiben. Eine ähnliche Servobauart gibt es auch von Logitech die mit 970µs Mittenimpuls zu betreiben ist. Wird ein spezieller Mittenimpuls benötigt, so ist dies meist auf dem Servo aufgedruckt oder in der Anleitung des Servos vermerkt. Ansonsten ist davon auszugehen, dass das Servo mit 1500µs arbeitet (manche Servos werden auch mit 1520µs angegeben - dies ist kein Problem, auch hier sind 1500µs einzustellen).



Regelfrequenz

Hier gilt dasselbe wie oben schon bei den Taumelscheibenservos: Wählen Sie die Ansteuerfrequenz in Hz für das Heckservo entsprechend den Angaben des Servoherstellers aus. Wenn ein Analogservo verwendet wird, stellen Sie die Frequenz niemals höher als 65Hz ein. Moderne Digitalservos können im Normalfall problemlos Frequenzen von mindestens 166Hz umsetzen. Digitale Servos die für den Betrieb als Heckrotorservo konzipiert wurden, können typischerweise problemlos mit dem Maximum von 333Hz betrieben werden (für Servos mit reduziertem Mittenimpuls von 760µs stehen bis zu 571Hz zur Verfügung).

Beachten Sie, dass eine zu hohe Einstellung der Frequenz zu einer starken Erwärmung von Servomotor und/oder Servoelektronik und in Folge zur Zerstörung des Servos führen kann. Ausserdem sind die Angaben der Servohersteller meist Maximalangaben. Je nach Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Vibrationslevel oder Versorgungsspannung kann es vorkommen, dass die Servos in der Praxis nur mit wesentlich geringerer Frequenz betrieben werden können. Im Zweifel stellen Sie immer eine niedrigere Ansteuerfrequenz ein. Eine niedrige Ansteuerfrequenz mindert zwar die Performance des Regelungssystems, weil dieses dann entsprechend langsamer arbeitet, dafür werden die Servos aber auch weniger belastet. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die Einstellung einer Frequenz höher als 65Hz auf eigene Gefahr erfolgt.



Servomittenposition

Justieren Sie die Servomitte so, dass das Servohorn im 90° Winkel zum Gestänge steht und längen Sie das Gestänge entsprechend den Angaben aus der Bauanleitung des Helis ab. Idealerweise sollte bei Mittenposition des Servos am Heckrotor ein Pitchanstellwinkel von ca. 5-6° gegen das Drehmoment anliegen. Dies gewährleistet, dass der notwendige asymmetrische Steuerbereich des Heckrotors möglichst gleichmäßig angefahren werden kann.



Endanschläge

Steuern Sie den Hecksteuerknüppel jeweils (vorsichtig!) nach rechts oder nach links und passen Sie den maximal möglichen Ausschlag mit den Parametern **lim A** und **lim B** entsprechend an.

Bei den meisten Helikoptern ist der sinnvolle maximale Ausschlag durch den Anschlag der Heckschiebehülse vorgegeben. Beachten Sie aber, dass es Helikopter gibt, die einen sehr großen Anstellwinkel am Heck ermöglichen. Hier sollten das Limit nicht so groß wie möglich, sondern nur so groß wie nötig eingestellt werden. Zu extreme Pitchwinkel können andernfalls bei bestimmten Steuermanövern zu einem Strömungsabriss am Heck (und damit kurzem Verlust der Heckwirkung) führen. Zu einem Strömungsabriss kommt es oft, wenn mit hohem Anstellwinkel gegen das Drehmoment gesteuert wird. Das Heck macht dann sehr laute Geräusche und bei Fahrtpirouetten schafft es der Heckrotor nicht, den Heli herumzudrehen. In der Praxis haben sich Anstellwinkel von ca. 35° gegen das Drehmoment und ca. 20° mit dem Drehmoment als ausreichend erwiesen. Dies ist abhängig von der Drehzahl am Heckrotor und der Rotorblattgröße. Bei hohen Drehzahlen kann ein größerer Anstellwinkel eingestellt werden. Bei niedrigen Drehzahlen sollten hingegen größere Heckblätter verwendet werden, um ausreichend Schub zu erzeugen, falls auch mit moderatem Anstellwinkel das Heck in Pirouetten nicht herumgedreht werden kann.

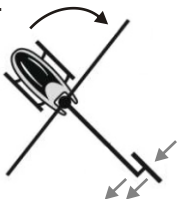


Gyrowirkrichtung

Drehen Sie den Helikopter auf der Hochachse. Wenn die Nase des Helikopters nach rechts gedreht wird, so muss der Heckrotor eine Steuerbewegung nach links ausführen und umgekehrt. Sehr gut kann man die Korrekturrichtung am Heck auch überprüfen, wenn man die Heckrotorblätter beobachtet: bei einer Bewegung des Hecks müssen die Rotorblätter so angesteuert werden, dass die Hinterkanten der Blätter in die Richtung zeigen, in die das Heck bewegt wird - der Heckrotor produziert dann einen Schub in die Gegenrichtung.

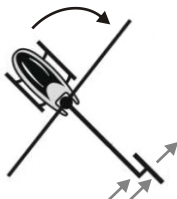
❌ Falsch

Heck bläst nach links und würde die Nase nach rechts weiterdrehen.



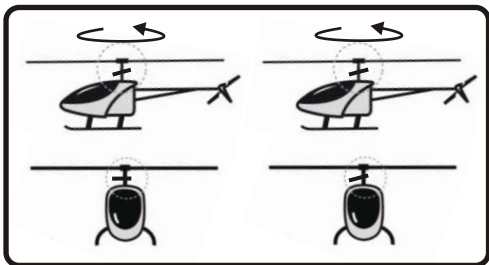
✅ Richtig

Heck bläst nach rechts und würde die Nase zurück nach links drehen.



Pirouettenausgleich

Abschließend ist noch die Wirkrichtung des Pirouettenausgleich zu prüfen und ggf. anzupassen. Die Taumelscheibe wird bei Aufruf der Einstellung einen Nickausschlag (nach vorne oder hinten) ausführen. Drehen Sie den Helikopter um die Hochachse und beobachten Sie dabei die Taumelscheibe. Wenn die Taumelscheibe trotz der Drehung ihre Lage im Raum beibehält ist die Ausgleichsrichtung korrekt. Wenn die Taumelscheibe hingegen mit dem Helikopter mitgedreht wird, ist die Wirkrichtung umzukehren. Der Pirouettenausgleich ist nötig, damit der Helikopter nicht aufbäumt, wenn im schnellen Vorwärtsflug das Heck gedreht wird. Da im Vorwärtsflug die Taumelscheibe nach vorne geneigt ist, würde sie bei einer Drehung ohne Pirouettenausgleich plötzlich zur Seite zeigen, weil das System die Drehung nicht schnell genug erkennen könnte!



❌ Falsch

✅ Richtig

Erstflug

Die Grundeinstellung ist hiermit beendet. Verlassen Sie jetzt das Menü um in den Flugmodus zurückzukehren. Jetzt kann der Erstflug durchgeführt werden. Prüfen Sie vor dem Start nochmals, ob die drei Kreisel auf Taumelscheibe und Heck korrekt gegensteuern und prüfen Sie alle Steuerfunktionen nochmal. Die beiden Anzeigen rechts unten im Display sollten auf 100 stehen (die obere von beiden steht für die Gesamtverstärkung der Taumelscheibengyros, die untere für die Verstärkung (Empfindlichkeit) des Heckkreisels).

Falls Sie noch nie einen Flybarless – Heli geflogen haben oder generell noch nicht so gut vertraut mit der Steuerung eines Modellhelis sind, so empfiehlt es sich, die Steuerung etwas zu „entschärfen“. Gehen Sie nochmals kurz in das Menü und dort im Bereich **Control** zum obersten Punkt **Steuerungsoptionen** und stellen Sie die **Drehraten** für Roll, Nick und Heck auf 70 und erhöhen Sie das **Expo** jeweils für zyklisch und Heck auf 50.

Prüfen Sie kurz vor dem Start nochmals, ob das Heckrotorservo möglichst mittig steht und korrigieren Sie dies ggf. durch leichtes Gegensteuern, der Heli könnte sich sonst beim Abheben ein Stück weit drehen. Ausserdem sollte sich die Taumelscheibe über den Pitchknüppel gerade auf- und abbewegen lassen. Auch hier kann es passieren, dass die Kreiselintegratoren auflaufen, falls der Heli längere Zeit steht oder herumgetragen wird. In diesem Fall läuft die Taumelscheibe dann schief beim Pitchgeben. Durch eine Betätigung von Vollausschlag Roll und Nick, kann man die Integratoren leeren und die Taumelscheibe lässt sich wieder "normal" steuern. Heben Sie dann mit dem Heli zügig ab, ohne am Boden allzugroße Steuerbewegungen zu machen (der Heli könnte ansonsten umkippen!).

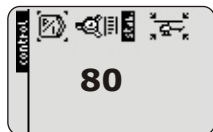
Als erstes ist im Normalfall das Heck zu überprüfen. Wenn es schnell zu schwingen anfängt, so ist die Verstärkung vom Heckgyro zu hoch. Landen Sie kurz und reduzieren Sie die Heckempfindlichkeit über den Sender um ca. 5% und versuchen Sie es erneut. Wenn das Heck sehr schwammig ist und insbesondere beim Pitchsteuern nicht hält, ist die Verstärkung noch zu niedrig. Ebenso kann die Taumelscheibe angepasst werden: Sollte der Heli im Schwebeflug schnell zu schütteln anfangen, ist die Taumelscheibenempfindlichkeit zu reduzieren. Andernfalls kann die Empfindlichkeit erhöht werden, um mehr Stabilität zu erreichen. Für den fortgeschrittenen Piloten empfiehlt es sich, über das PID Menü die Regelparameter im einzelnen abzustimmen (bei 100% Empfindlichkeit). Die Kreiselempfindlichkeit (Gesamtverstärkung) kann man dann dazu nutzen, um eine immer gleichbleibende Kreiselwirkung zu erreichen, selbst wenn ein sehr breitbandiges Drehzahlspektrum geflogen wird (niedrige Rotordrehzahl -> hohe Empfindlichkeit, hohe Rotordrehzahl -> niedrige Empfindlichkeit).

PID Menü - Taumelscheibe



Stabilität

Die Stabilität korrigiert plötzlich auftretende Abweichungen in der Flugbahn. Auf der Taumelscheibe kann dieser Wert in einem sehr weiten Bereich eingestellt werden, Veränderungen wirken sich nur sehr gering aus.



Falls der Heli auf der Rotorebene im Schwebeflug schnell zu schütteln beginnt, so reduzieren Sie diesen Wert. Wenn Sie hingegen den Eindruck haben, dass der Heli sehr unsauber fliegt und z.B. beim Pitchgeben nicht gerade wegsteigt oder im Schnellflug nicht die Flugbahn einhält, so erhöhen Sie die Stabilität.

Die Standardeinstellung von 80 sollte für die meisten Anwendungen ausreichend sein. Bei Helis der 450er Größe (MiniTitan 325/360) oder kleiner sollte der Wert auf Grund der geringen Masseträgheit Anfangs auf 60 reduziert werden.



Drehratenkonsistenz

Dies ist die erste Einstellung die Sie näher beachten und ggf. optimieren sollten!

Die Drehratenkonsistenz sorgt dafür, dass der Helikopter die vorgegebene Drehrate von Roll und Nick gleichmässig einhält. Falls möglich fliegen Sie einen oder mehrere Überschläge auf der Stelle und stoppen Sie dann wieder in der Waagrechten. Wenn der Heli nicht sofort stoppt, sondern noch ein Stück weiterdreht, so ist die Drehratenkonsistenz zu niedrig. Erhöhen Sie den Wert soweit, bis der Heli sauber stehen bleibt. Stellen Sie die Drehratenkonsistenz aber nicht zu hoch, da der Heli dann beim Stoppen langsam zurückschwingen wird. Ausserdem wird das Steuerverhalten unnatürlicher und indirekter, je höher der Wert ist, da dann die Regelung stärker die Kontrolle übernimmt.

Ein weiterer Effekt der Drehratenkonsistenz ist, dass der Heli stärker auf einem Punkt stehen bleibt, je höher der Wert ist. Die Einstellung beeinflusst also auch die Konsistenz von 0 Drehrate. Wenn der Heli im Schwebeflug sehr stark "wandert", wenn man die Steuerknüppel loslässt, dann ist dies ebenfalls ein Zeichen, dass der Wert zu niedrig eingestellt ist.

Bei den meisten Helikoptern sind Werte zwischen 80 und 90 typisch.



Ansprechverhalten der Regelung

Dieser Parameter hat eher untergeordnete Bedeutung!

Durch Erhöhen des Ansprechverhaltens kann die Wirkung des Regelsystems noch aggressiver eingestellt werden. Wenn der Heli die Tendenz hat, dass er nach Steuereingaben leicht nachschwingt, kann man den Wert erhöhen. Ggf. rastet der Heli dann präziser und härter ein. Bei zu hohen Werten können die Rotorblätter aber an ihr aerodynamisches Limit kommen. Meist kann man regelrecht hören, wie die Strömung bei Steuereingaben an den Rotorblättern abreisst. Die Steuerung fühlt sich dann gerade bei schnellen Richtungswechseln (z.B. schnellen TicTocs) stark verzögert an.

Andererseits kann man den Wert auch bis auf 0 reduzieren, die Regelung arbeitet dann etwas weicher und Steuereingaben werden ebenfalls weicher umgesetzt. Die Neigung zum Nachschwingen nimmt dann jedoch zu.

Die Standardeinstellung von 15 muss im Normalfall nicht verändert werden.



Stick mix

Dies ist der zweite wichtige Parameter, der grundlegenden Einfluss auf das Verhalten des Helikopters hat!

Stick mix bestimmt, wieviel von den Steuerknüppelsignalen direkt an die Servos weitergegeben wird. Je höher der Wert, umso direkter und natürlicher fühlt sich der Heli bei Steuereingaben an. Da jedoch Stick mix nicht von der Regelung ausgewertet wird, nimmt mit höheren Werten die Wippneigung des Helis zu. Stellen Sie Stick mix daher maximal so hoch ein, dass der Heli nach Steuereingaben nicht nachwippt.

Die Einstellung dieses Parameters hängt sehr stark von den Rotorblättern ab. Mit speziellen Flybarless-Blättern sollten Werte zwischen 70 und 80 möglich sein. Aber auch Werte von 30 - 40 können unter Umständen normal sein. Sollten Sie nur sehr niedrige Werte erreichen und sich der Heli dadurch zu indirekt anfühlen, dann empfiehlt es sich, andere Rotorblätter zu testen.



Geradeauslauf

Fliegen Sie in großer Höhe schnell geradeaus und geben Sie dann schlagartig negativ Pitch. Der Heli sollte idealerweise die Ausrichtung beibehalten, während er Höhe verliert. Wenn der Heli die Nase stark nach unten nimmt (unterschneidet), so ist der Geradeauslauf zu erhöhen. Alternativ kann man auch einen großen Looping fliegen: wenn der Heli dabei stark nach hinten zieht (aufbäumt), ist der Wert ebenfalls zu gering.

Werte zwischen 20 und 30 haben sich bewährt. Stellen Sie den Wert gerade so hoch ein, dass der Heli oben geschildertes Verhalten nicht zeigt. Werte über 50 sollten vermieden werden, da dies in anderen Fluglagen zu starken Artefakten führen kann, also zu teils sehr unerwarteten Flugbewegungen, weil das System "zu viel" nachregelt. Ausserdem kann ein zu hoher Wert langsames Nickpendeln im Geradeausflug verursachen.

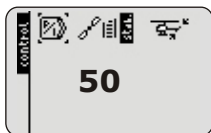
Ähnlich wie bei Stick mix haben auch hier die Rotorblätter sehr großen Einfluss auf die Wirkung dieses Parameters. Insbesondere die Verwendung von sehr wendigen Blättern mit weit innenliegendem Schwerpunkt, die von Haus aus nicht gut für den Speedflug geeignet sind, kann dazu führen, dass auch ein Erhöhen dieses Parameters nicht zu perfektem Geradeauslauf führt. Nur starke und schnelle Servos (oder ein Wechsel der Blätter) können hier dann Abhilfe schaffen!

PID Menü - Heckrotor



Stabilität

Die Stabilität sorgt in erster Linie für das Festhalten des Hecks, wenn Drehmomentänderungen auftreten. Ist der Wert zu niedrig, so reagiert das Heck sehr schwammig auf Steuereingaben und dreht ständig in die ein oder andere Richtung, wenn Pitch, Roll oder Nick gesteuert werden. Zu hohe Stabilität sorgt hingegen für eine Überkompensation des Systems. Das typische schnelle Heckzittern tritt im schnellen Vorwärtsflug oder beim Schwebeflug auf. Eine gute Vorgehensweise um den optimalen Wert zu ermitteln ist, den Parameter schrittweise solange zu erhöhen, bis das Heck gerade anfängt im Schnellflug Geräusche zu machen bzw. leicht überkompensiert. Drehen Sie dann die Stabilität wieder ca. 5 Punkte zurück.





Drehratenkonsistenz

Fliegen Sie als nächstes schnell vorwärts und steuern Sie Fahrt-pirouetten durch gleichmässigen Heckknüppelausschlag. Wenn das Heck nicht gleichmässig dreht, sondern einen Windfahnen effekt erzeugt, also nur langsam gegen den Fahrtwind ankämpft, dann aber bei Erreichen des Scheitelpunkts mit dem Wind herumschnellt, so ist die Drehratenkonsistenz zu erhöhen. Beachten Sie aber, dass je höher der Wert, umso synthetischer wird sich die Hecksteuerung anfühlen, da das Kreiselssystem dann stärker die Kontrolle übernimmt. Sollten selbst sehr hohe Werte um die 100 nicht zum gewünschten Erfolg führen, so versuchen Sie andere Heckrotorblätter. Evtl. kann das Heck dann einfach nicht den nötigen Schub aufbringen, um die auftretende Last zu kompensieren. Eine andere Möglichkeit für schlechte Heckleistung könnte ausserdem sein, dass der Pitchwinkel am Heckrotor zu groß ist, so dass das Heck bei starken Steuerausschlägen einen Strömungsabriss verursacht. Reduzieren Sie in diesem Fall testweise die Limit Einstellung für das Heckservo, und beobachten Sie, ob sich das Heckverhalten ändert. Lesen Sie hierzu auch die Hinweise zum Einstellpunkt **Heckrotor - Endanschläge**!



Einrastdämpfung

Durch Erhöhen dieses Parameters rastet das Heck beim Abstoppen weicher ein und stoppt dadurch präziser auf der gewünschten Position. Insbesondere wenn das Heck beim Stoppen zu kurzem aber schnellem Überspringen neigt, dann ist dieser Parameter zu erhöhen. Ein typischer Wert der für die meisten Helikopter gut passt, liegt im Bereich um 5 herum.



Einrastsymmetrie

Wenn das Heck in eine Richtung weicher/härter stoppt, als nach Drehungen in die andere Richtung, dann lässt sich über diesen Punkt die Wirkung der Einrastdämpfung zu einer Seite hin verschieben.



Drehmomentvorsteuerung

Um den Heckkreisel bei schnellen Drehmomentwechseln zu unterstützen kann jeweils zum Pitchsignal und zu zyklischen Steuereingaben ein Ausschlag auf das Heckservo zugemischt werden.

Pitch



Zyklisch



Wenn z.B. bei einem starken Pitchinput das Heck mit dem Drehmoment wegdreht, dann geben Sie hier etwas Beimischung zu. Bei einem 700er Heli wie dem Raptor e720 hat sich für Pitch ein Wert von 40 bewährt. Eine zyklische Zumischung ist normalerweise nicht unbedingt notwendig.

Beachten Sie, dass sich die Werte in beide Richtungen verstellen lassen, also vorzeichengebunden sind. Das Vorzeichen muss so gewählt werden, dass das Heck bei einer Steuerknüppeleingabe entgegen dem Drehmoment gesteuert wird. Bei 0° Pitch ist die Zumischung am geringsten und wird umso stärker, je weiter der Steuerknüppel von der Mittenposition wegbewegt wird. Bei Helis mit rechtsdrehendem Hauptrotor muss somit von der Mitte ausgehend immer ein Steuerausschlag nach rechts erfolgen!

Steuerungsoptionen

Im Menü Steuerungsoptionen kann mittels der Drehraten- und Expoeinstellung das Steuerverhalten an die individuellen Vorlieben des Piloten angepasst werden. Ausserdem befindet sich hier die Trimmfunktion sowie die Einstellung für die Mittentoleranz.



Trimmfunktion

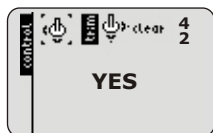
Da bei einem Flybarless-System über die Steuereingaben eine Drehratenvorgabe erfolgt, sollte nicht über die Fernsteuerung getrimmt werden. Dies würde nicht die Servos verstellen, sondern eine konstante Drehung bewirken. Mit GT5 darf man aber durchaus kleinere Trimmkorrekturen am Sender machen, sie sind jedoch nicht von Dauer, da beim nächsten Einschalten das System die Steuerknüppelstellungen neu kalibriert, wodurch die Trimmung wieder verschwunden wäre.

Um dies zu umgehen, besitzt das GT5 eine eigene Trimmfunktion:

Wenn Sie im Flug eine Drift auf Roll oder Nick feststellen, können Sie über den Sender kleinere Trimmkorrekturen machen. Dann ist zu landen und der Punkt **TrimSave** im GT5 aufzurufen. Bestätigen Sie mit **YES** und die Trimmwerte werden von der Fernsteuerung übernommen und in die Servostellungen eingerechnet. **Stellen Sie danach unbedingt alle Trimmungen im Sender wieder auf 0 zurück. Ansonsten würde die Taumelscheibe zu einer Seite auflaufen während der Heli am Boden steht und der Heli könnte beim Start umkippen!**

Sollten abermals Korrekturen notwendig sein, so können Sie diese Prozedur beliebig oft wiederholen. Die Werte werden dann wieder neu eingerechnet.

Um die Trimmung zu löschen, wählen Sie den Punkt **TrimClear** und bestätigen Sie mit **YES**, dann stehen die Servohebel wieder auf der ursprünglichen Position.



■ Drehraten

Die maximalen Drehraten lassen sich für Roll, Nick und Heck getrennt einstellen. Je niedriger die Werte sind, umso langsamer wird der Heli bei gleichem Knüppelausschlag über die jeweilige Achse drehen. Für Anfänger empfiehlt es sich, die Raten auf 70 zu reduzieren.

Wenn schnellere Drehraten gewünscht sind, können die Werte auf über 100 gestellt werden. Bedenken Sie aber, dass der Heli mechanisch in der Lage sein muss, die maximal möglichen Drehraten umzusetzen. Daher ist es wichtig, dass der **maximale Servoausschlag** im Menü **Taumelscheibe** so groß wie möglich eingestellt ist und dadurch möglichst viel zyklischer Pitchwinkel zur Verfügung steht!*



Alternativ können die Drehraten auch über den Sender angepasst werden. Dazu wird einfach der Servoweg für den jeweiligen Steuerkanal vergrößert/reduziert, z.B. mit Hilfe der DualRate Funktion. Denken Sie aber daran, die Wege auf 100 zurückzustellen, falls Sie erneut Grundeinstellungen im GT5 vornehmen.

*Die Einstellung des **zyklischen Steuerausschlag** hat hingegen keinen Einfluss auf die Drehraten. Stellen Sie dort den Wert immer so ein, dass 8° zyklischer Pitch anliegen!

■ Expo - Funktion

Mit der Expo - Funktion kann das Steuerverhalten um den Bereich der Steuerknüppelmitte von Roll, Nick und Heck entschärft werden. Die maximale Drehrate ändert sich durch diese Funktion hingegen nicht. Daher wird das Steuerverhalten umso aggressiver, je weiter man in die Nähe des Maximalausschlag steuert. Aus diesem Grund sollten sehr hohe Expowerte vermieden werden. Es kann ansonsten zu einer sehr abrupten Steuerreaktion kommen, wenn man aus dem Mittenbereich etwas weiter hinaussteuert. Sollte der Heli auch mit moderaten Expowerten (50-70) noch zu heftig reagieren, dann sollte zusätzlich zur Verwendung von Expo die Drehrate reduziert werden.

Wird Expo auf 0 gestellt, dann ist die Steuerkurve linear, d.h. die Reaktion auf Knüppelbewegungen ist immer gleichbleibend, egal in welcher Position sich der Steuerknüppel befindet. Für Anfänger empfehlen wir, das Expo vor dem ersten Flug auf 50 zu stellen.

Für die Taumelscheibe gibt es nur einen Expowert, der Roll und Nick gleichermaßen beeinflusst!

Taumelscheibe 

Heckrotor 



Mittentoleranz

Durch die Mittentoleranz wird ein Bereich festgelegt, in dem das GT5 gar nicht auf Steuerbefehle der Fernsteuerung reagiert. Diese Einstellung ist notwendig, da bei vielen Fernsteuerungen die Steuerknüppel nicht immer perfekt auf den Nullpunkt zurückstellen, wenn man den Steuerknüppel loslässt. Ohne einen gewissen Toleranzbereich würde GT5 dadurch ständig Drehbefehle in die eine oder andere Richtung bekommen, obwohl der Pilot gar nicht will, dass sich der Heli bewegt.

Die Standardeinstellung von 5 sollte für die meisten Anlagen ein gutes Ergebnis liefern. Insbesondere bei Verwendung von alten, verschlissenen Sendern oder aber auch bei Nutzung einer günstigen, qualitativ schlechten Fernsteuerung, sollte die Mittentoleranz mindestens auf 10 gestellt werden. Ein zu niedriger Toleranzbereich kann zu unruhigem Schwebeflug des Helikopters führen, oder dazu, dass die Taumelscheibenservos oder das Heckservo im Stand zu "wandern" beginnen, so als wäre die Trimmung in der Steuerung verstellt.

Systemmenü

Im Systemmenü findet man das GT5 betreffende Einstellungen sowie spezielle Einstellungen, die im Normalfall nicht beachtet werden müssen. Es hat die drei Unterpunkte **GT5**, **Servos**, **Sensoren**.



GT5



Einbaulage

Wie im einführenden Programmierbeispiel gezeigt, betrifft der erste Punkt im Untermenü **GT5** die Bestimmung der Einbaulage des Geräts. GT5 kann wahlweise liegend oder hochkant (z.B. seitlich am Heli) eingebaut werden. Lediglich die Aussenkanten der Einheit müssen parallel zu den Drehachsen des Helikopters positioniert sein und die Seite mit der Anschlussleiste für die Servos muss in oder gegen die Flugrichtung zeigen. Wählen Sie hier also aus, in welcher Lage das Gerät am Heli montiert ist.



Ausgangs - Timer

Hier kann die Laufzeit in Sekunden für den Ausgangstimer eingestellt werden.

Der Timer kann im Display rechts unten abgelesen werden. Während man sich in der Menüebene befindet, zählt dieser herunter bis 0, solange keine Eingabe über das Touch Pad erfolgt. Nach Ablauf des Timers wird die Menüebene automatisch geschlossen und man kehrt in den Flugmodus zurück. Dieses Sicherheitsfeature soll verhindern, dass der Heli gestartet wird während man sich aus Versehen noch in der Menüebene befindet. Aus diesem Grund sollte der Timer so kurz wie möglich eingestellt werden.

Beachten Sie, dass der Timer nicht abläuft, solange ein Menüpunkt geöffnet ist!



Reset

Über Reset werden nahezu sämtliche Einstellungen des GT5 auf die Werkeinstellung zurückgesetzt. Hiervon nicht betroffen sind die Einstellung des Empfängertyps, die Kanalzuweisungen und die Failsafe Einstellung. Zum Durchführen des Reset müssen Sie die Abfrage "Sure?" mit **YES** bestätigen.

Beachten Sie, dass der Heli nach einem Reset komplett neu eingestellt werden muss! Sämtliche individuellen Einstellungen werden gelöscht.



Servos

■ Dynamikbegrenzung

Durch die Dynamikbegrenzung wird die Ausgabe der Servosignale gefiltert. Dies bewirkt, dass die Servos in einem Regelungsdurchlauf keine zu großen Steuerbewegungen durchführen. Insbesondere bei Heli-

koptern mit starkem Vibrationsniveau kann dadurch eine zu starke Belastung der Servos durch die ständig wechselnden Bewegungen vermieden werden. Die Servos bleiben wesentlich kühler und der Stromverbrauch der Servos reduziert sich. Bei Stufe 0 hingegen werden sämtliche Steuerbefehle von der Regelung direkt an die Servos weitergegeben. Wir empfehlen die vorgegebene Standardeinstellung nicht zu verändern und in erster Linie die Ansteuerfrequenz zu reduzieren, falls die Servos auffällig warm werden. Wenn Sie allerdings sicher sind, dass die Servos mit einer bestimmten Frequenz betrieben werden können (z.B. im Elektroheli), dann hilft ggf. eine Erhöhung der Dynamikbegrenzung um die Servoerwärmung und den Stromverbrauch zu reduzieren. Eine Reduzierung der Dynamikbegrenzung bzw. Deaktivierung dieses Parameters ist im Allgemeinen nicht zu empfehlen.

Taumelscheibe



Heckservo





Sensoren

■ Achsenkalibrierung

Über die Achsenkalibrierung werden die Sensoren zueinander rechtwinklig ausgerichtet. Diese Einstellung wird bei jedem GT5 individuell vor der Auslieferung durchgeführt. Notieren Sie die eingestellten Werte wie schon auf Seite 2 erwähnt, um sie im Falle eines versehentlichen Verstellens wieder griffbereit zu haben.

Rollsensor 

Nicksensor 

Hecksensor 

Wenn die Achsenkalibrierung nicht stimmt, dann äussert sich dies in erster Linie dadurch, dass der Heli bei stationären Pirouetten nicht sauber auf der Stelle dreht. Ausserdem wird dann bei Nick-überschlägen ein unerwünschter Rollanteil hinzugemischt und umgekehrt. Kontaktieren Sie den Service von Thunder Tiger, falls Sie den Verdacht haben, dass die Kalibrierung nicht korrekt ist.



Sensortoleranz

Die Sensortoleranz legt einen Bereich fest, in dem das GT5 Sensordaten nicht verarbeitet. Dies verhindert, dass Störsignale verursacht durch Vibrationen o.ä. auf den Regelkreis einwirken.

Die Standardeinstellung von 5 sollte für die meisten Anwendungen ein gutes Ergebnis liefern. Normalerweise muss diese Einstellung nicht verändert werden. Sollte es Probleme mit Vibrationen geben, z.B. starkes Schütteln des Helis, die sich nicht mechanisch lösen lassen (Auswuchten sämtlicher rotierender Teile, weiches Klebeband, usw.), dann kann unter Umständen ein Erhöhen der Sensortoleranz helfen.

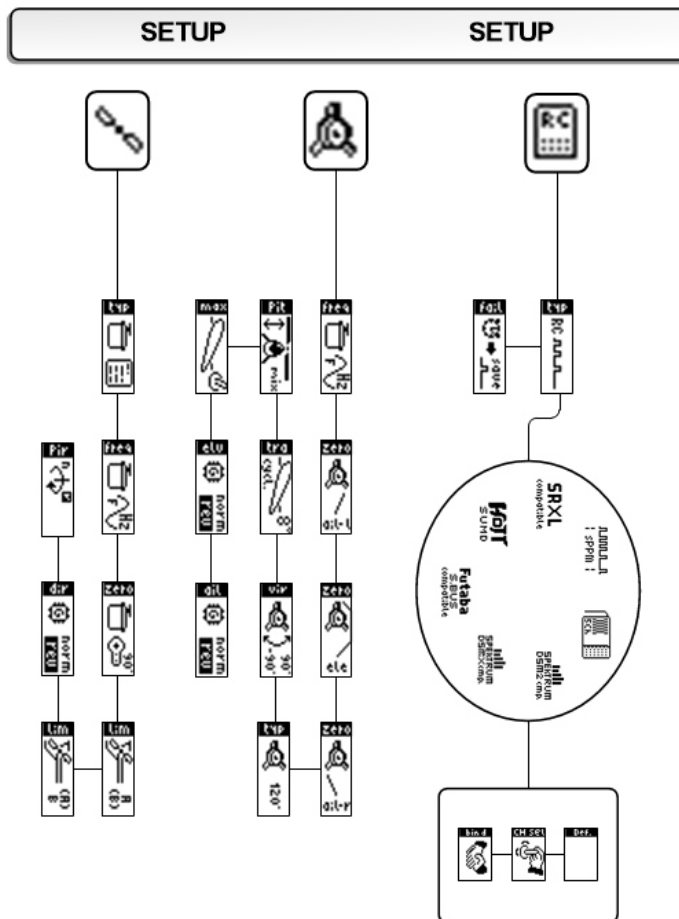


Temperaturkalibrierung

Dieser Punkt ist gesperrt und wird nur für Servicezwecke benötigt.

Diese Seite bleibt aus technischen Gründen frei.

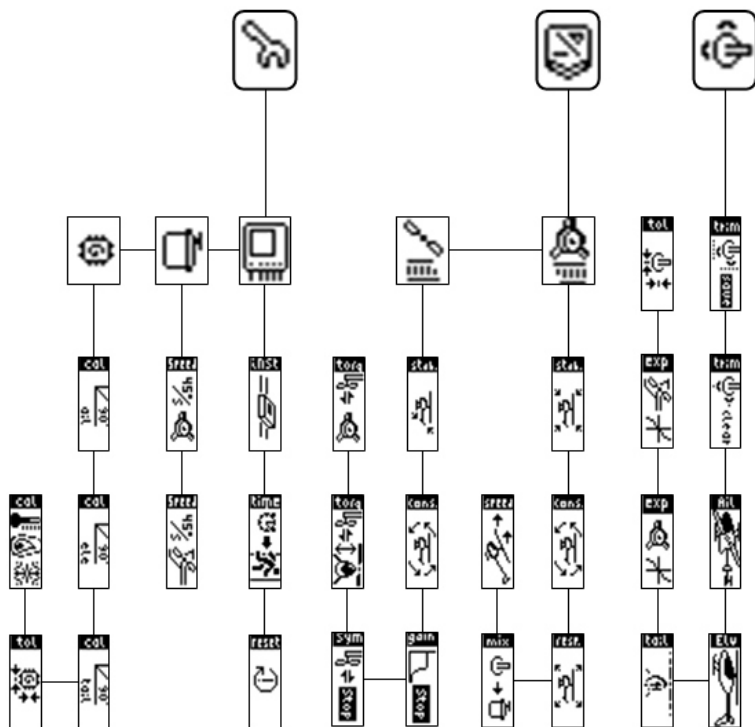
GT 5.2 - Menü



struktur

SETUP

CONTROL



ACE RC®



THUNDER TIGER GROUP
thundertiger.com

Diese Anleitung beschreibt die GT5 Software Version: 2.0x

www.thundertiger-europe.com

Thunder Tiger Europe GmbH
Rudolf-Diesel-Str. 1
86453 Dasing
GERMANY

Schadensfall - Abwicklung

- Zur Vermeidung von unnötigen Verzögerungen & Kosten sollten Sie bitte in Eigeninteresse den nachfolgenden Service & Reparatur - Auftrag gewissenhaft und vollständig ausfüllen.
- Warensendungen können von uns aus vertriebstechnischen Gründen nur angenommen werden, wenn sie frei von Kosten für den Empfänger sind. Unfreie Sendungen gehen zu Lasten des Absenders zurück.
- Reparaturen, die darauf zurückzuführen sind, dass Produkt-Anleitungen nicht beachtet wurden, fallen unter die Kategorie fahrlässige Fehlbedienung und sind demnach auch im Zeitraum der gesetzlichen Gewährleistungsfrist kostenpflichtig.
- Reparaturen und Gewährleistungs-Fälle können nur bearbeitet werden, wenn dem betroffenen Artikel eine aussagekräftige FEHLERBESCHREIBUNG beiliegt. Das beliebte Wort „defekt“ ist KEINE aussagekräftige Fehlerbeschreibung und produziert Prüfungskosten zu Ihren Lasten.

Gewährleistung

FÄLLE im Rahmen der gesetzlichen Gewährleistungsfrist können nur als solche bearbeitet werden, wenn die nachfolgenden Punkte erfüllt sind:

- Es müssen rechtskräftige Rechnungskopien für den Kauf des Benutzers (Elektronisch erstellte Kassenbelege, andere Belege mit Datum, Unterschrift, Name, Firmenstempel) des betroffenen Artikels vorgelegt werden. Für die Durchführung dieser Maßnahme ist der den Fall Einreichende selbst verantwortlich. Es ist nicht unsere Pflicht, diese anzufordern, dennoch werden wir es im Regelfall zum Wohle unserer Kunden tun. Wir bitten um Verständnis, dass wir in diesem Fall eine Aufwandspauschale von 5,00 € berechnen müssen.
- Schadhafte Artikel MÜSSEN uns vorgelegt werden - Ferndiagnosen sind nicht möglich.

Wichtige Extras

- Die schnellstmögliche Weiterverarbeitung von Fällen, die nach unserer Prüfung nicht als Gewährleistungsfall eingestuft werden können, kann nur erfolgen, wenn Sie uns bereits im Voraus zusätzlich einen Auftrag zur kostenpflichtigen Reparatur erteilen.
 - Bei allen von unserer Seite - Thunder Tiger Europe GmbH - angebotenen und durchgeführten Regelungen auf Kulanzbasis handelt es sich jeweils um einen für sich allein stehenden Fall, aus dem sich AUSDRÜCKLICH keine generell gültigen Leistungen und Rechte ableiten lassen.
 - Es muss grundsätzlich IMMER ein klar formulierter Service und ggf. Reparatur-Auftrag vorgelegt werden!
 - Verbindliche Kostenvoranschläge können auf Grund der daraus resultierenden Zusatzkosten nicht erstellt werden. Die Rentabilitätsquote bei Reparaturen würde dadurch deutlich sinken. Der Grundsatz der „generellen Rentabilität“ wird bei Reparaturen immer berücksichtigt.
- Ab Reparaturkosten oberhalb 60% der aktuellen UPE des betroffenen Artikels wird mit dem Auftraggeber Rücksprache gehalten. Die Rücksendung an den Endverbraucher kann nur per Nachnahme erfolgen!

Service & Reparatur-Auftrag

Name:		Tel:	
Adresse:		Produkt:	
E-Mail:		Kauf- datum:	
Reparatur, auch wenn keine Gewährleistung vorliegt: ☐ Ja ☐ Nein			
- Servicepauschale 5,00 C, wenn Kaufbeleg von uns angefordert werden muss - Servicepauschale 5,00 C, wenn Fehlerbeschreibung von uns angefordert werden muss			
<u>WICHTIG</u> Fehler- Beschreibung <u>WICHTIG</u> Sparen Sie 5,00 C			
Wie und mit welchen anderen Komponenten bzw. in welchem Modell erfolgt der Einsatz? Bei Verbrennungs-Motoren bitte zusätzlich UNBEDINGT die Laufleistung in Litern und die genaue Bezeichnung der Sprit- Sorte sowie die verwendete Kerze angeben			
Datum/ Unterschrift			