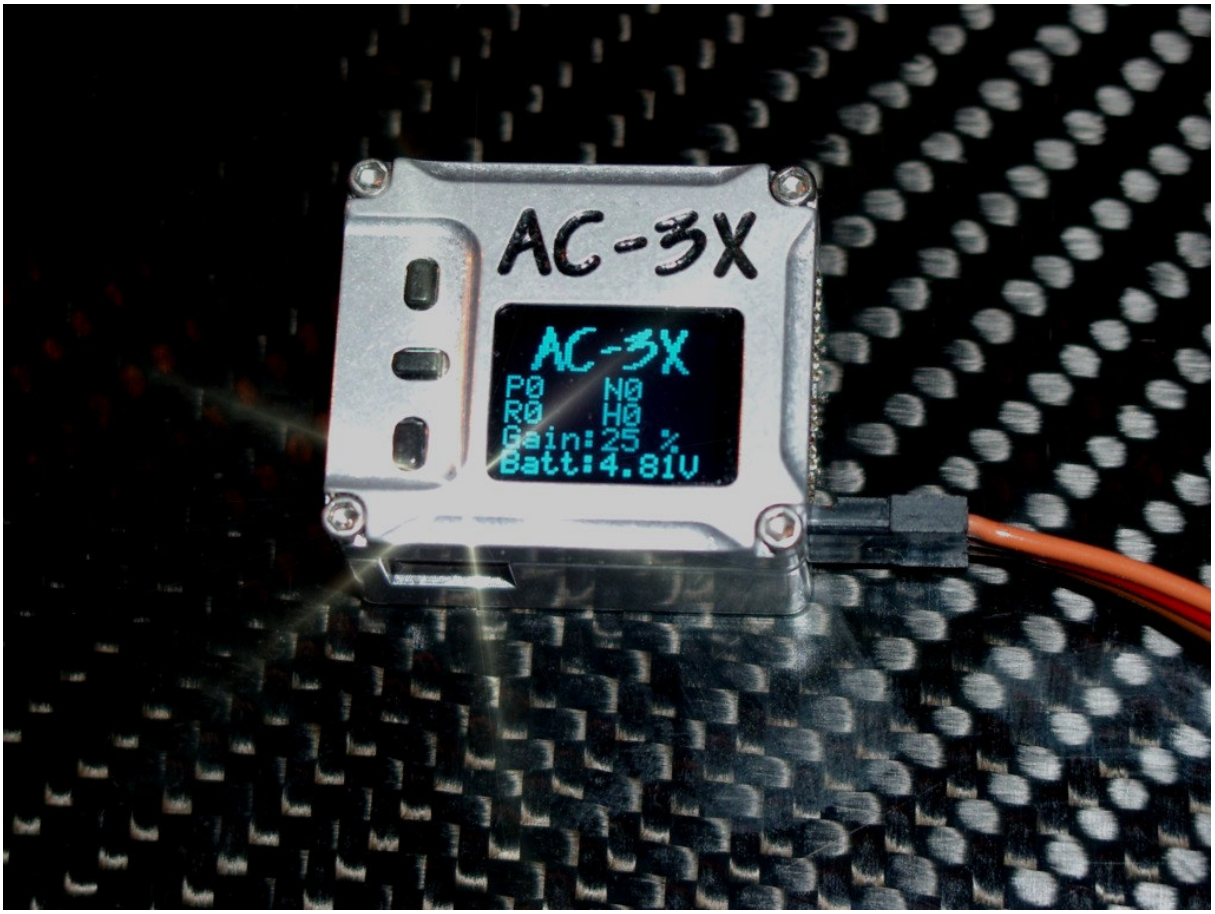
Anleitung

AC-3X

(ACRO Control - 3 Axis)

Softwareversion 4



Stefan Plöchinger

Mai 2009

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung *5*

2. Menü-Übersicht der AC-3X *7*

2.1. Benutzung des Setupmenüs **8**

2.2. Reg.-Setup (Regler Setup) **9**

2.2.1. Reg.-Setup Taumelscheibe 9

2.2.2. Heck 10

2.3. SWSH. Setup **11**

2.4. Servosetup **12**

2.4.1. Servonullstellung 12

2.4.2. Servoumpolung 12

2.4.3. Servowegeinstellung 13

2.4.4. Servolimit 13

2.4.5. Servo Typ Konfig. 13

2.5. Sensor Setup **14**

2.6. STK.-Setup **15**

2.7. Tools **16**

3. Erstflug in 7 Schritten *17*

3.1. Vorbereitung des Hubschraubers **17**

3.2. Montage im Helikopter **20**

3.3. Sender Grundsetup **24**

3.4. Grundeinstellung im Heli **26**

3.5. Erstflug **31**

3.6. Setup im Flug -Heckrotorsetup **32**

3.7. Setup im Flug -Taumelscheibeneinstellung **33**

4. AC-3X Setups *36*

4.1. Acrobat SE Setups **37**

Servoweg TS 37

Servoweg TS 37

4.2. Acrobat Shark Setups **38**

4.3. Logo Setups **39**

4.4. TRex 250 Setup **40**

4.5. TRex 450 SE V2 Setups **40**

4.6. TRex 500 Setup **41**

4.7. Revolution Setup **42**

www.acrobat-helicopter.com

E-Mail: stefanp@eheli-tuning.de

4.8. Three Dee Rigid Setup **42**
5. Fragen zur AC-3X – FAQs ***45***
6. Fehlermeldungen beim Betrieb der AC-3X ***48***
7. Wichtige Sicherheitshinweise und Haftungsausschlüsse ***49***

www.acrobat-helicopter.com

E-Mail: stefanp@eheli-tuning.de

Änderungen zwischen den bisherigen SW Versionen der AC-3X:

SW Version	**Änderungen zur Vorversion**
2	- erste veröffentlichte Version
3	- optimierte Sensorkalibrierung zur Vermeidung von Servodriften im Stand.
4	- optimierter Heckregelalgorithmus - Parameterumschaltung - Gain Lock Funktion - Aktivierung der USB Schnittstelle - vereinfachte Einstellung Sensorrichtungen und der Achsdrehrichtung - Servopulsausgabe direkt nach dem Einschalten (Savox und Align Servounterstützung) - Taumelscheibendrehung für alle TS Servos synchron

www.acrobat-helicopter.com

E-Mail: stefanp@eheli-tuning.de

1. Einleitung

AC-3X steht für ACRO Control 3-Axis, einer neuartigen 3-Achsen Fluglagenregelung für Modellhubschrauber. Schwerpunkt der Entwicklung der AC-3X war es, eine Fluglagenregelung für paddellose Modellhubschrauber zu entwickeln, die mit minimalem Abstimmungsaufwand eine Flugperformance erreicht, die deutlich über der gängiger Paddelköpfe liegt und gleichzeitig eine Flugstabilität und Neutralität aufweist, die mit der eines Paddelkopfes vergleichbar ist. Es sollte ein System werden, dass von Größe und Gewicht auch in einem kleinen Elektrohubschrauber Platz findet und für dessen Einstellung keine weiteren Komponenten, außer dem Heli mit Sender, benötigt werden.

In der Fluglagenregelung AC-3X werden auf allen drei Achsen intelligente PI-Regler eingesetzt, die die Signale von drei SMM-Drehratensensoren zur Regelung verarbeiten. Besonderes Augenmerk beim Design der Regelung lag auf dem Einrastverhalten des Helis aus schnellen Steuerbewegungen. AC-3X verwendet hier einen bisher einzigartigen Algorithmus der ohne Einstellung der Eigenfrequenzen des Helis jegliche Oszillation des Helis beim Stoppen unterdrückt so dass das Stoppverhalten unter Berücksichtigung der mechanischen Gegebenheiten der Mechanik immer optimiert ist. Darüber hinaus verfügt der in die AC-3X integrierte Heading Hold Gyro über eine Drehmomentvorsteuerung für den Heckrotor.

Ein besonderes Highlight der AC-3X ist die kalibrierte und achsenentkoppelte Sensorik. Nur durch die individuelle Kalibration einer jeden AC-3X ist es möglich, sicherzustellen, dass die drei Achsen (Nick, Roll und Heck) auch wirklich entkoppelt sind und so z.B. Rollen ohne jeglichen Nick- oder Heckeinsatz gerade wie an der Schnur geflogen werden können. Die Sensoren sind temperaturkompensiert, so dass auch bei starken Temperaturschwankungen kein im Flug fühlbares Driften auftreten kann.

Im Ergebnis ermöglicht die AC-3X eine hohe Wendigkeit (3D-Flugstil), neutrales Flugverhalten (F3C-Flugstil) und stabilen Schwebeflug in einer einzigen Einstellung.

In AC-3X ist ein universeller 3-Servo-Taumelscheibenmischer integriert, so dass für den Betrieb des Helis nunmehr keinerlei Mischer im Sender benötigt werden. AC-3X kann alle derzeit am Markt befindlichen Taumelscheibenservos mit 1.5 ms Neutralimpuls ansteuern. Der integrierte Heckkreisel unterstützt neben 1.5 ms Neutralimpulslänge (Standard Digitalservos) auch 960 µs (Logictech) und 760 µs (Futaba 9251/9256 & BLS 251). Die Framerate für die Taumelscheibenservos liegt bei 50-200Hz, die Framerate fürs Heckrotorservo bei 165 bzw. 330 Hz. Die Spannungsversorgung der AC-3X ermöglicht einen Betrieb von AC-3X bis unter 3 V und wurde mit besonderem Augenmerk auf die EMV-Entstörung entwickelt, so dass die AC-3X mit allen gängigen RC-Komponenten kombiniert werden kann und es zu keiner nennenswerten Reichweitenreduktion durch die AC-3X kommt.

Sensorik und Mikroprozessor wurden bei AC-3X in einem einzigen gefrästen Aluminiumgehäuse integriert, so dass kein zusätzlicher Raum für eine Recheneinheit im Modell gebraucht wird. Das Benutzerinterface der AC-3X ist über ein blaues OLED-Display und drei Taster realisiert. Die Helligkeit des Displays ist dabei so gewählt, dass auch bei

hellem Tageslicht eine einwandfreie Ablesung des Displays möglich ist. Über das integrierte Display können jederzeit mit einem Blick eine Vielzahl hilfreicher Informationen gewonnen werden, wie z.B. die Stellungen der Steuerknüppel oder die Spannung des Empfängerakkus, was beim Einstellen des Helis am Boden sehr hilfreich ist. Die Handhabung des deutschen oder englischen Benutzermenüs über die drei Taster ist intuitiv, so dass nach einmaligem Studium dieser Anleitung der User in der Lage sein sollte, einen Hubschrauber selbständig einzustellen.

Technische Daten des AC-3X:

Gewicht	ca. 20g ohne Kabel
Abmessungen Gehäuse (LxBxH)	31mmx26mmx15,5mm
Versorgungsspannungsbereich	3-9 Volt (auch 2S Lipo)
Stromaufnahme (typ.)	60 mA
Messauflösung für Sensorik	12 Bit
CPU	32 Bit 72MHz RISC

www.acrobat-helicopter.com

E-Mail: stefanp@eheli-tuning.de

2. Menü-Übersicht der AC-3X

Bevor im folgenden Kapitel der Einbau und das Setup von AC-3X im Hubschrauber erläutert wird, wird zunächst das Benutzermenü der AC-3X, welches in Abbildung 1 in der Übersicht dargestellt ist, erläutert.

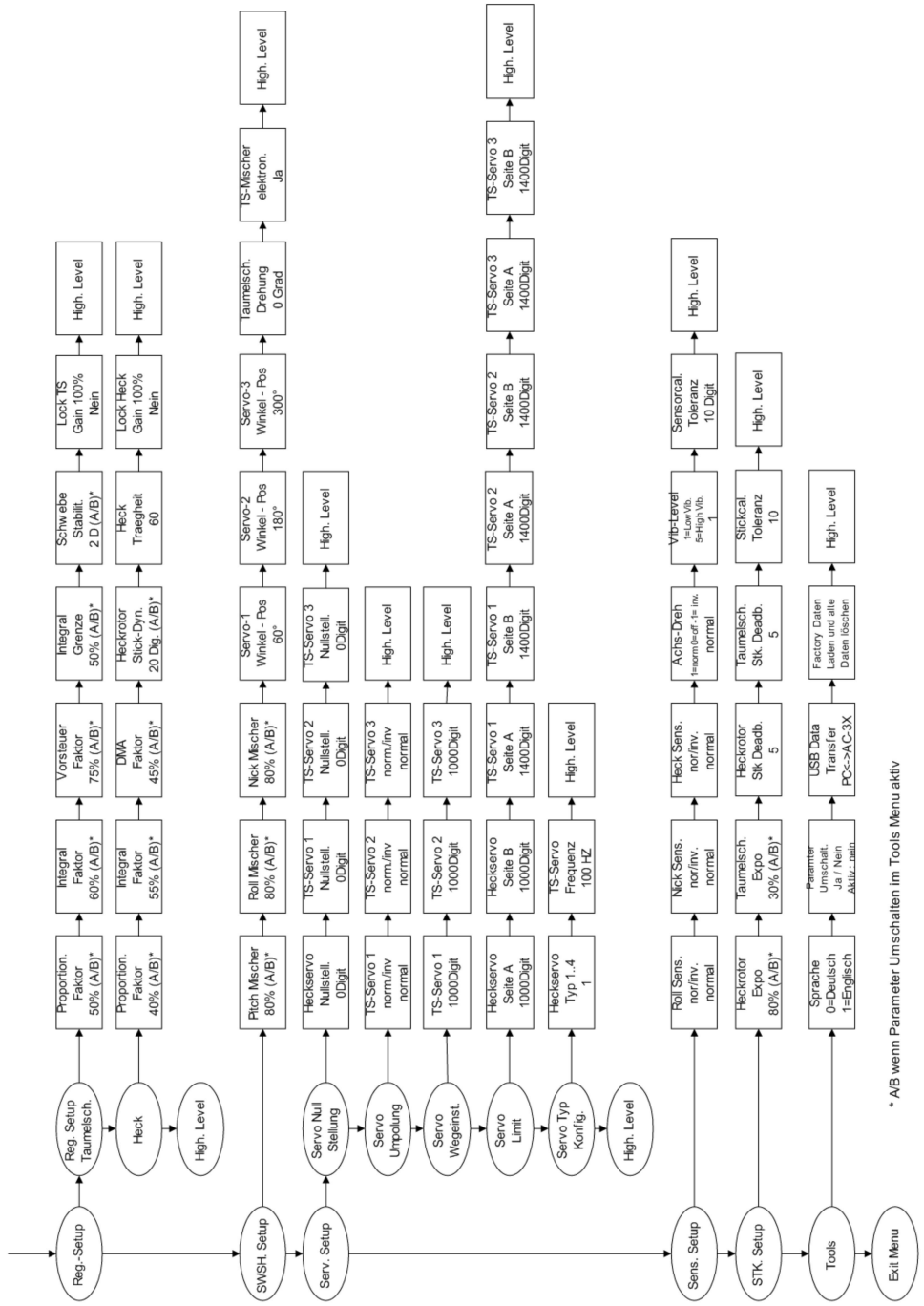


Abbildung 1: Menüstruktur der AC-3X

www.acrobat-helicopter.com

E-Mail: stefanp@eheli-tuning.de

2.1. Benutzung des Setupmenüs

Um in das Benutzermenü der AC-3X zu gelangen, gibt es zwei unterschiedliche Möglichkeiten. Man kann nach dem Einschalten, während das AC-3X Logo angezeigt wird, eine beliebige Taste drücken. AC-3X geht dann nach der Kalibrierung der RC-Nullstellungen ins Benutzermenü. Wurde AC-3X bereits eingeschaltet und ist im Flugmenü, so kann man durch einen mindestens zwei Sekunden dauernden Druck auf die obere Taste ebenfalls wieder ins Benutzermenü gelangen.
Die Struktur des Menüs ist auf dem Übersichtsflowchart auf der vorherigen Seite dargestellt.

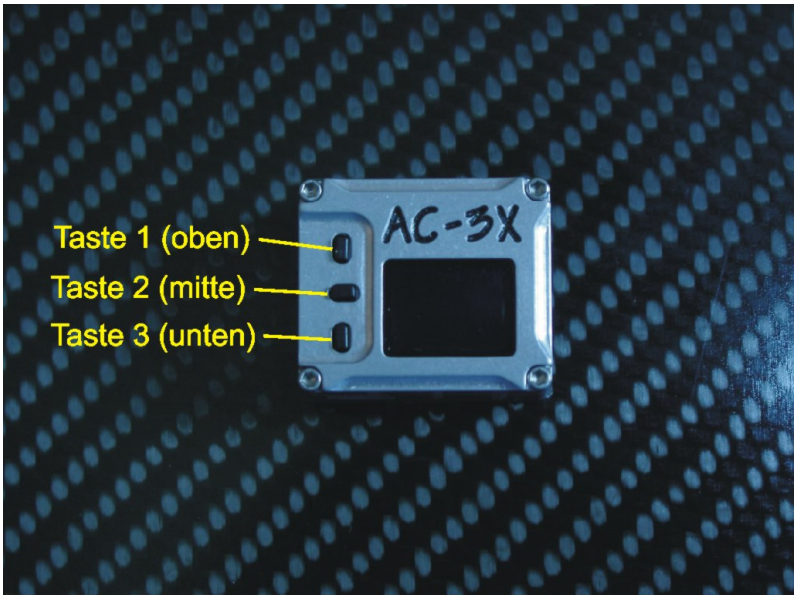


Abbildung 2: Anordnung der AC-3X Bedientasten

Das Navigieren im Menü erfolgt mit der oberen oder unteren Taste: Ein Druck oben bringt einen zum nächsten Menüpunkt, ein Druck unten zum vorherigen. Um beim gerade angezeigten Menüpunkt ins darunter liegende Menü zu gelangen, muss man auf die mittlere Taste drücken. Ist man im Menü auf der untersten Ebene angekommen, wo dann letztendlich Parameter eingestellt werden sollen, so wird mit der mittleren Taste auch der einzustellende Parameter ausgewählt. Er wird dann vergrößert dargestellt und kann mit der oberen Taste vergrößert bzw. mit der unteren Taste verkleinert werden. Hat man den gewünschten Wert eingestellt, so bestätigt man wieder mit der mittleren Taste und gelangt dadurch zurück in die Menüebene. Um aus einer Menüebene wieder auf die nächst höhere Ebene zu gelangen, gibt es auf jeder Menüebene einen „Ausgang" in die nächst höhere Ebene (High. Level). Auf der obersten Ebene führt dieser dann entsprechend in den aktiven Flugzustand der AC-3X.

An dieser Stelle ein wichtiger Warnhinweis: Bitte unbedingt darauf achten, dass nie im Benutzermenü geflogen wird. Die Regelungen sind dort nicht aktiv und der Heli daher nicht steuerbar!

Nachdem nun die Benutzung des Menüs beschrieben wurde, werden im folgenden die verschiedenen Menüpunkte erläutert. Menüpunkte, die mit (A/B)* gekennzeichnet sind kommen im Menü doppelt vor, falls die Parameterumschaltung im Menü aktiviert ist, wenn

man im Tools Menü den Menüpunkt Parameterumschaltung aktiviert ist. Das Menü untergliedert sich in:

2.2. Reg.-Setup (Regler Setup)

Im Regler Setup werden die für die Regelung der AC-3X notwendigen Parameter eingestellt. Es enthält zwei Untermenüs, die Taumelscheibeneinstellungen und die Heckeinstellungen.

2.2.1. Reg.-Setup Taumelscheibe

Die im Regler Setup für die Taumelscheibe zusammengefassten Parameter werden hier aufgeführt.

Proportionalfaktor: Der Proportionalfaktor gibt ein Regelsignal proportional zum von den Sensoren gemessenen Drehratenfehler auf die Taumelscheibe. Der P-Anteil führt dazu, dass die Roll- und Nickrate des Helikopters möglichst genau der am Steuerknüppel geforderten Drehrate folgt. Einen zu hohen Proportionalfaktor erkennt man daran, dass der Heli im Schnellflug zu einem Nickpendeln neigt und auch beim Einrasten ein schnelles Nachpendeln aufweist. Zum Einstellen sollte man den Proportionalfaktor so lange erhöhen, bis der Heli im Schnellflug merklich anfängt zu pendeln und dann anschließend wieder ca. ein viertel von diesem Wert zurückgehen. Der Defaultwert von 50 ist in der Regel ein guter Kompromiss, der normalerweise auch bei langsameren TS Servos noch nicht zum Schwingen neigt. Hat man jedoch schnelle Servos auf TS, so kann man P in der Regel deutlich erhöhen.

Integralfaktor: Der Integralfaktor ist dafür zuständig, dass der Heli unter möglichst allen Bedingungen seine geforderte Richtung beibehält. Wird das System durch einen Windstoss aus seiner Position hinausgedrückt, so hält der Integralfaktor gegen. Auch der Geradeauslauf bei hohen Geschwindigkeiten wird durch den Integralfaktor "neutralisiert". Der Integralfaktor muss so eingestellt werden, dass der Heli bei Lastwechseln möglichst stabil liegt. Ist er allerdings zu hoch eingestellt, so wird das Stoppverhalten aus Roll- und Nickbewegungen negativ beeinflusst, der Heli beginnt langsam zurückzupendeln. Ein zu hoher Integralfaktor wirkt sich auch negativ auf den Schnellflug aus, der Heli wird schwammig oder beginnt sogar mit niederer Frequenz (ca. einmal pro Sekunde) zu Pendeln. Ein zu niederer Integralfaktor bewirkt wiederum, dass der Heli sich aufbäumt. Der voreingestellte Wert von 60 sollte auch mit langsamen TS Servos noch kein schwammiges Flugverhalten liefern. Der I-Anteil sollte für das erste Grundsetup auf dem Defaultwert gehalten werden. Mit schnellen TS Servos kann man den I-Anteil in einem späteren Finetuning aber in der Regel noch etwas erhöhen und so noch mehr Flugstabilität bekommen.

Vorsteuerfaktor: Der Vorsteuerfaktor ist ein Parameter, der angibt, wie viel vom am RC-Knüppel gesteuerten Wert direkt auf die Taumelscheibe gegeben wird. Idealerweise sollte er so eingestellt werden, dass die Blätter ganz ohne P- und I-Anteil ca. 5-7° Ausschlag fahren. Dann folgt der Heli nämlich ohne Umweg über die anderen Regler direkt dem Steuerknüppel und die Regler müssen nur die Abweichung vom Sollwert ausregeln. In der Praxis stellt man die Vorsteuerung am besten so ein, dass einem die Roll- und Nickbeschleunigung des Helis möglichst angenehm ist. Je mehr Vorsteuerung man einstellt je direkter reagiert der Heli auf den Knüppel. Defaultwert ist 75.

Integralgrenze: Die Integralgrenze ist ein Parameter, der den Geradeauslauf des Helis beeinflusst. Wenn man mit viel Fahrt geradeaus fliegt und dann ruckartig Pitch steuert, dann sollte der Heli nicht allzu stark die Nase hochnehmen. Tut er es doch, so muss die Integralgrenze erhöht werden. Merkt man umgekehrt gar kein Nickwippen, so sollte man die Integralgrenze verringern, da der Heli sonst träger reagiert, als für eine gute Stabilisierung unbedingt notwendig. Defaultwert ist 50, was für Helis mit 1.0-1.3mm Rotordurchmesser normalerweise passt. Bei Helis mit 1.6m Rotordurchmesser kann man diesen Wert je nach verwendeten Blättern etwas herabsetzen (auf ca. 30). Grundsätzlich gilt, dass die Integralgrenze umso höher eingestellt werden muss, je stärker die Rotorblätter aufbäumen.

Schwebestabilität: Die Schwebestabilität wird in vier Schritten eingestellt. Je größer man sie einstellt, je ruhiger liegt der Heli bei Wind in der Luft. Gleichzeitig wird der Heli allerdings auch etwas träger bei Änderungen der Roll- und Nickrate. Eine zu hoch eingestellte Schwebestabilität kann unter Umständen zu einem leichten Nachdrehen des Helis führen. Der voreingestellte Wert von 2 muss in der Regel nicht verändert werden.

Lock TS Gain 100%: Durch aktivieren dieses Menüpunktes kann man die Taumelscheibenregelverstärkung vom Gainkanal entkoppeln. In diesem Fall steht die Gesamtverstärkung immer bei 100%, egal welcher Gain Wert über den RC-Kanal vorgegeben wird. Insbesondere kann man mit gelocktem Gain (Heck Gain auch gelocked, s.u.) die AC-3X auch ohne Input am RC-Gain Kanal fliegen.

2.2.2. Heck

Im Punkt Heck werden die folgenden Parameter für die Einstellung des Heckreglers zusammengefasst:

Proportionalfaktor: Dieser entspricht der Proportionalverstärkung eines normalen Heckkreisels. Er erzeugt ein Steuersignal proportional zum Fehler in der Heckdrehrate. Je höher der Proportionalfaktor ist, desto direkter folgt das Heck dem Knüppel. Man sollte ihn soweit erhöhen, bis das Heck zu einem hochfrequenten Pendeln neigt und dann wieder um ca. ein Drittel reduzieren. Defaultwert ist 45, dieser Wert muss individuell ans Heckservo und die Heckrotorwirkung angepasst werden.

Integralfaktor: Der Integralfaktor entspricht dem Heading-Hold Gain eines normalen Kreisels. Er ist notwendig um die Drehrate und den Heckwinkel möglichst fest am Sollwert zu halten. Er sollte möglichst hoch eingestellt werden. Ein zu hoher Wert erzeugt jedoch ein Rückpendeln beim Loslassen des Heckknüppels. Wenn er zu nieder eingestellt ist, dreht das Heck beim Pitch geben stärker weg und fährt nicht selbständig wieder auf die ursprüngliche Position zurück. Auch merkt man bei Pirouetten mit Fahrt bei zu wenig Integralfaktor einen Windfahneneffekt der Pirouettenrate. Der Intergralfaktor ist relativ unabhängig vom verwendeten Servotyp. In der Regel ist 50-60 ein guter Wert (Defaultwert 55).

DMA: Hierbei handelt es sich um eine Drehmomentausgleichs-Vorsteuerung die bei zyklischer Blattvorstellung (Roll-/ Nicksteuern) sowie kollektiver Blattverstellung (also dem Steuern der Pitchfunktion) wirkt. Um das zusätzliche, beim Steuern durch den Rotor induzierte Drehmoment zu kompensieren, muss der Heckrotor gegen das Drehmoment

angestellt werden. Um den DMA einzustellen, steuert man ruckartig Pitch und beobachtet das Heck. Dreht sich das Heck mit dem Drehmoment weg, so ist der Pitch-DMA Wert vom Betrag her zu niedrig eingestellt und sollte erhöht werden. Dreht sich das Heck jedoch beim Pitchen gegen das Drehmoment, so ist der Pitch-Drehmomentausgleich zu hoch eingestellt und sollte verringert werden. Die DMA-Werte können von –100% bis +100%, je nach Wirkrichtung des Heckrotors, eingestellt werden. Die Richtung des DMAs ist immer so einzustellen, dass bei zunehmendem Pitchwert, der Heckrotor in Richtung gegen das Drehmoment des Hauptrotors wirkt! Bei den Acrobats kann man in der Regel den voreingestellten Wert von 45 unverändert übernehmen.

Heckrotor Stick-Dyn.: Mit der so genannten Heckrotor Stick Dynamik stellt man ein, wie schnell der Heli auf Änderungen der Heckknüppelposition reagiert. Je größer der Wert ist, je direkter reagiert der Hubschrauber. Der Defaultwert von 20 ist an die maximale Heckrotorwirkung des Acrobat Shark angepasst. Fliegt man die AC-3X in einem kleineren Heli, so kann man die Stick Dynamik erhöhen. Im SE sind Werte um 25 optimal. Bei sehr großen oder Scale Helis sollte man die Heckrotor Stick-Dynamik auf ca. 10-15 begrenzen um das Heck in schnellen Pirowechseln nicht zu überlasten. Bei Hubschraubern mit sehr empfindlichen Heckrotoren kann es sinnvoll sein zum Schutz des Heckantriebs die Heckrotor Stick Dynamik bis unter 10 zu reduzieren.

Heck Trägheit: Dieser Parameter steht für die Trägheit bzw. das Trägheitsmoment des Heckrotors. Diese muss der Heckrotor beim Starten und Stoppen von Pirouetten überwinden. Der Defaultwert von 50 passt für fast alle gängigen Hubschrauber oberhalb der Größe eines Acrobat SE. Nur bei sehr kleinen Helis muss der Wert reduziert werden. Dies ist daran zu erkennen, dass das Heck beim Stoppen sichtbar zurückschlägt.

Lock Heck Gain 100%: Durch aktivieren dieses Menüpunktes kann man die Heckverstärkung vom Gainkanal entkoppeln. In diesem Fall steht die Gesamtverstärkung immer bei 100%, egal welcher Gain Wert über den RC-Kanal vorgegeben wird. Insbesondere kann man mit gelocktem Gain (TS Gain auch gelocked, s.o.) die AC-3X auch ohne Input am RC-Gain Kanal fliegen.

2.3. SWSH. Setup

Pitch Mischer: Mit dem Pitch Mischer wird eingestellt, wie viel Weg die Taumelscheibenservos fahren, wenn Pitch gesteuert wird. Der Defaultwert ist 80. Wechselt man im Pitch Mischer das Vorzeichen des eingestellten Wertes, so ändert sich die Pitchrichtung. Will man den Pitchweg in AC-3X verändern, so sollte man dies über den Pitch Mischer tun und **nicht** über die Servowege!

Roll und Nick Mischer: Über den Roll/Nick Mischer werden die Roll-/Nickdrehraten des Hubschraubers eingestellt. Anders als beim Pitchmischer, kann man über den Roll/Nick Mischer nicht die Wege begrenzen, die die Servos bei Rollausschlägen fahren. Dies sollte mechanisch über die Länge der Ruderhörner oder aber, wenn unbedingt nötig, über die Servowegeinstellung im Servomenü erfolgen. Durch Umdrehen des Vorzeichens im Roll/Nick Mischer, wird die Roll- bzw. Nickrichtung umgedreht. Der Defaultwert ist jeweils 80. Ein Wert von 100% entspricht einer relativ hohen Wendigkeit. Für den Anfang sollte man erst mal mit 70-80% beginnen und dann gegebenenfalls den Wert erhöhen.

Servo 1-3 Winkel-Position: In diesen drei Menüs werde die Servopositionen der drei TS Servos definiert. Ein Winkel von 0° bedeutet dabei, dass der Servoanlenkpunkt genau in Flugrichtung ausgerichtet ist. Schaut man von oben auf die Taumelscheibe, so ist der Winkel im Uhrzeigersinn definiert. Im Lieferzustand von AC-3X ist Servo 1 auf 60° angeordnet (Rollservo vorne rechts an einer 120° Taumelscheibe), Servo 2 bei 180° (Nickservo an der einer 120°-Taumelscheibe) und Servo 3 bei 300° (Rollservo vorne links an einer 120° Taumelscheibe). Die Winkelpositionen müssen an das jeweilige Taumelscheiben Setup des Helis angepasst werden.

Taumelsch. Drehung: Mit dieser Funktion kann man, falls es die Anlenkgeometrie des Kopfes erfordert, die Taumelscheibe virtuell um –90° bis 90° drehen. Die Taumelscheibendrehung funktioniert auch bei mechanisch gemischten Taumelscheibenanlenkungen. Der Defaultwert ist 0°.

TS-Mischer Elektronisch: In diesem Menüpunkt wird die elektronische Taumelscheibenmischung aktiviert bzw. deaktiviert. Wenn er aktiviert ist (Wert = 1), so werden die Servos so angesteuert, wie es für eine elektronisch gemischte Taumelscheibe mit einer Servoanordnung wie in den letzten drei Menüpunkten definiert, notwendig ist. Ist dieser Punkt deaktiviert, so geht AC-3X davon aus, dass es sich um einen mechanisch gemischten Heli handelt, wobei Servo 1 das Pitchservo, Servo 2 das Rollservo und Servo 3 das Nickservo ist.

2.4. Servosetup

2.4.1. Servonullstellung

Heckservo Nullstellung: In diesem Menüpunkt wird die Servonullposition des Heckservos eingestellt. Das Ruderhorn sollte so auf dem Heckservo montiert sein, dass es bei einem Wert 0 dieses Parameters, das Ruderhorn möglichst genau rechtwinkelig zum Anlenkgestänge steht. Ist dies nicht der Fall, so kann man die Servoposition über diesen Parameter feinkorrigieren.

TS-Servo 1-3 Nullstellung: In diesen drei Menüpunkten werden die Nullpositionen der drei Taumelscheibenservos eingestellt. Auch auf TS sollten jeweils die Ruderhörner bei Pitchmittelstellung zunächst so auf den Servos montiert werden, dass bei einer Servonullstellung von 0 die Steuergestänge zur Taumelscheibe möglichst senkrecht zu den Ruderhörnern stehen. Um die Gestänge genau senkrecht zum Ruderhorn auszurichten, kann dann jeweils mit der Servonullstellung nachkorrigiert werden.

2.4.2. Servoumpolung

TS-Servo 1-3 norm./inv.: Mit diesen drei Parametern lässt sich die Laufrichtung jedes der drei Taumelscheibenservos invertieren.

Eine Drehrichtungsumkehr für das Heckservo ist nicht notwendig, hier kann man die richtige Servolaufrichtung über Servoreverse im Sender einstellen.

2.4.3. Servowegeinstellung

TS-Servo 1-3: Mit diesem Parameter kann man die Servowege, die die TS Servos fahren, beeinflussen. Der Defaultwert liegt bei 1000. Wenn es nicht möglich ist, die mechanische Übersetzung von Taumelscheibe und Rotorkopf als ganzes so einzustellen, dass bei **aktivem Menü und default eingestellten TS-Mischer Roll=80 Nick=80** (nur dann werden die Knüppelausschläge ohne Regler durchgeschleift) ein Roll- oder Nick-Vollausschlag ca. 7° zyklischem Weg entspricht, so kann man über die Servowegeinstellung die Wege verändern. Man muss bei elektronischer Mischung für alle drei Taumelscheibenservos dieselbe Anpassung durchführen! Sollte man um mehr als 300 Einheiten vom Defaultwert 1000 weg liegen um 7° zyklischen Ausschlag einzustellen, so sollte man die Länge der Ruderhörner entsprechend anpassen. Je näher der Wert von 1000 Einheiten erreicht wird um so besser funktioniert später die Regelung.

2.4.4. Servolimit

Heckservo Seite A: Hier wird der maximale Servoweg des Heckservos auf Seite A eingestellt. Dies muss so geschehen, dass das Servo mechanisch nicht blockieren kann. Die Ruderhornlänge ist geeignet gewählt, wenn der Servolimit-Wert zwischen 900 und 1200 liegt. Defaultwert im Lieferzustand der AC-3X ist 1000.

Heckservo Seite B: Hier wird der maximale Servoweg des Heckservos auf Seite B eingestellt. Dies muss so geschehen, dass das Servo mechanisch nicht blockieren kann. Die Ruderhornlänge ist geeignet gewählt, wenn der Servolimit-Wert zwischen 900 und 1200 liegt. Defaultwert im Lieferzustand der AC-3X ist 1000.

Taumelscheiben Servo 1-3 Seite A: Hier wird jeweils der maximale Servoweg der TS-Servos auf Seite A eingestellt. Dies muss so geschehen, dass die Servos mechanisch nicht blockieren können. Defaultmäßig sind 1400 eingestellt. Falls es mechanisch notwendig ist, kann man den maximal erlaubten Servoweg verkleinern

Taumelscheiben Servo 1-3 Seite B: Hier wird jeweils der maximale Servoweg der TS-Servos auf Seite B eingestellt. Dies muss so geschehen, dass die Servos mechanisch nicht blockieren können. Defaultmäßig sind 1400 eingestellt. Falls es mechanisch notwendig ist, kann man den maximal erlaubten Servoweg verkleinern

2.4.5. Servo Typ Konfig.

Heckservo Typ 1-4: In diesem Menüpunkt wird die Pulsrate und Neutralimpulslänge für das Heckservo eingestellt. Die folgenden 4 Modi werden derzeit unterstützt:

	Framerate	**Neutralimpulslänge**	**Beispielservos**
Typ1	165Hz	1500 µs	Standardheckservos (Futaba 9253/4/7, DS8700 etc.)
Typ2	330Hz	1500 µs	dito aber mit hoher Framerate angesteuert
Typ3	330Hz	760 µs	Futaba 9251/9256/BLS251
Typ4	330Hz	960 µs	Logictech Heckservos

Typ 1 ist standardmäßige Liefereinstellung.

TS-Servo Frequenz: Hier wird die Impulswiederholrate, mit der die Taumelscheibenservos gerechnet und angesteuert werden, eingestellt. Es sind Werte von 50-200 Hz möglich. Digitalservos vertragen in der Regel eine Ansteuerfrequenz von 200 Hz. Bei analogen Taumelscheibenservos sollte man die Ansteuerfrequenz jedoch auf 50-80 Hz beschränken. Diese Frequenz hat einen großen Einfluss auf die Güte der Taumelscheibenregelung. Je höher sie ist, um so besser kann die Regelung funktionieren (Default 100).

2.5. Sensor Setup

Roll Sens. Norm/Inv.: In diesem Menüpunkt kann die Wirkrichtung des Rolldrehratensensors invertiert werden. Die Wirkrichtung muss so eingestellt werden, dass die Regelung einer Drehung um die Rollachse entgegenwirkt, d.h. die TS sich entgegen der Rollrichtung neigt. In diesem Menüpunkt ist die Steuerung der Taumelscheibe und des Heckrotors über den Senderknüppel deaktiviert und es wird nur das Sensorsignal aufintegriert um die Wirkrichtung der Sensoren optimal erkennen zu können! Die Servos laufen nicht von selber in Ruhestellung.

Nick Sens. Norm/Inv.: In diesem Menüpunkt kann die Wirkrichtung des Nickdrehratensensors invertiert werden. Die Wirkrichtung muss so eingestellt werden, dass die Regelung einer Drehung um die Nickachse entgegenwirkt, d.h. die TS sich entgegen der Nickrichtung neigt. In diesem Menüpunkt ist die Steuerung der Taumelscheibe und des Heckrotors über den Senderknüppel deaktiviert und es wird nur das Sensorsignal aufintegriert um die Wirkrichtung der Sensoren optimal erkennen zu können! Die Servos laufen nicht von selber in Ruhestellung.

Heck Sens. Norm/Inv.: In diesem Menüpunkt kann die Wirkrichtung des Heckdrehratensensors invertiert werden. Die Wirkrichtung muss so eingestellt werden, dass die Heckregelung eine Drehung des Hecks bedämpft, d.h. die Heckblatthinterkanten müssen sich bei einer Drehung um die Hochachse in die Richtung bewegen, in der das Heck geschoben wird. In diesem Menüpunkt ist die Steuerung der Taumelscheibe und des Heckrotors über den Senderknüppel deaktiviert und es wird nur das Sensorsignal aufintegriert um die Wirkrichtung der Sensoren optimal erkennen zu können! Die Servos laufen nicht von selber in Ruhestellung.

Achs-Dreh Nor./ Off/ Inv.: In diesem Menüpunkt kann man die Vorsteuerrichtung der Taumelscheibe bei Pirouetten einstellen bzw. die Vorsteuerung der Taumelscheibe auch ausschalten. Wenn man in diesen Menüpunkt wechselt, dann kippt die TS nach vorne oder hinten. Dreht man nun den Heli auf dem Tisch um 90° um die Hochachse so muss die TS bei dieser Drehung ihre ursprüngliche Richtung bezüglich des Tisches auf dem der Heli steht, beibehalten. Wenn man den Heli also z.B. um 90° mit der Nase nach links gedreht hat, dann hat sich die TS relativ zum Heli um 90° nach rechts gedreht.

Vib-Level 1=Low Vib. 5=High Vib.: Man kann hier die Vibrationsempfindlichkeit der Sensorik im AC-3X beeinflussen. Falls man z.B. in einem Verbrennerhubschrauber einen Drift auf einer oder mehreren Achsen im Defaultzustand 1 beobachtet, so kann man den Vib-Level Parameter erhöhen und so in der Regel den Drift abstellen. Ist dies dennoch nicht möglich, so müssen weichere Befestigungstapes verwendet werden. Den Vib-Level Parameter

sollte man generell so niedrig wie möglich einstellen, in der Regel sollte mit einem Wert von 1 geflogen werden, da hier das Sensorsignal am genauesten ausgewertet wird.

Sensorcal. Toleranz: Die Kalibrierung der Sensorik erfolgt so, dass zunächst ein Sensorruhewert gemessen wird, dann eine Zeit gewartet wird und dann erneut der Sensornullwert ermittelt wird. Beide Werte werden verglichen und wenn die Abweichung der Sensorwerte größer als die Sensorcal.-Toleranz ist, dann wird die Kalibration so lange wiederholt, bis die Differenz kleiner als die Toleranz ist. Der Defaultwert liegt bei 10. Man kann die Toleranz aber verringern, was allerdings dazu führen kann, dass die Sensorkalibrierung länger dauert. Werte unter 3 sollten nicht eingestellt werden, da dann die Kalibrierung praktisch nicht mehr fehlerfrei durchgeführt werden kann.

2.6. STK.-Setup

Heckrotor Expo: Hier kann Expo auf dem Heckrotorknüppel eingestellt werden. Beim Defaultwert von 80 ist das Hecksteuergefühl ähnlich einem Futaba GY Kreisel im F3C Mode. Je höher der Wert eingestellt wird, je weniger reagiert das Heck um die Knüppelmitte herum.

Taumelscheib. Expo: In diesem Menüpunkt kann auf die Taumelscheibenknüppel Expo gegeben werden. Beim Defaultwert von 30 ist das Steuergefühl in etwa so wie mit einem normalen Acrobat Paddelkopf. Je größere Werte man einstellt, umso träger reagiert der Heli um die Knüppelmitte.

Heckrotor Stk Deadb.: Mit dem Heckrotor Stick Deadband kann man einstellen, ab welcher Heckknüppelauslenkung AC-3X einen Ausschlag als echten Knüppelausschlag interpretiert. Knüppelwerte darunter werden ignoriert. Der Defaultwert liegt bei 5, das entspricht ca. 0.5% vom Vollausschlag. Wenn man einen Sender mit driftfreien Potis besitzt, kann man das Stick Deadband auf 0 reduzieren.

Taumelsch. Stk. Deadb.: Wie auf Heck kann auch auf Taumelscheibe ein Deadband definiert werden, das kleine Abweichungen von der Knüppelmittelstellung einfach unterdrückt. Der Defaultwert liegt auch hier bei 5, kann aber bei driftfreien Senderpotis auf 0 gesetzt werden.

Stick-Cal. Toleranz: Wie bei den Sensoren, werden auch die Knüppelnullpositionen beim Einschalten von AC-3X zweimal vermessen und miteinander verglichen. Die Kalibration gilt als erfolgreich, wenn die Differenz aus beiden Messungen unterhalb des in Stick-Cal. Toleranz eingestellten Wertes liegt. Als Defaulteinstellung ist ein Wert von 10 eingestellt der aber bei guten Potis gesenkt werden kann. Senkt man ihn zu weit, so kann es jedoch dazu kommen, dass die Knüppelkalibrierung nicht mehr korrekt durchgeführt werden kann oder zumindest sehr lange dauert.

2.7. Tools

Sprache: In diesem Menüpunkt kann die Displaysprache zwischen Deutsch und Englisch umgeschaltet werden.

Parameter Umschaltung: In diesem Menüpunkt kann man einen Modus aktivieren, in dem man über den Gain-Kanal der AC-3X die verschiedenen Parameter der Regelungen zwischen zwei Werten umschalten kann (vgl. Abbildung 3). Ist er aktiviert, so erscheinen alle im Flowchart (Abbildung 1) mit (A/B)* gekennzeichneten Elemente im Menü doppelt, jeweils für den Parametersatz A und B. Beim aktivieren der Parameterumschaltung werden zunächst alle Parameter aus Satz A auf Satz B kopiert. So ist ausgeschlossen, dass unpassende Parameter zu einer Zerstörung des Helis führen können. Man kann dann gezielt einzelne Parameter im Zustand B anpassen. Aber Achtung: Deaktiviert man die Parameter Umschaltung und aktiviert sie wieder, so werden erneut die Parameter aus Satz A auf Satz B kopiert. Man sollte sich also vor dem Deaktivieren genau überlegen, ob dies wirklich gewünscht ist!

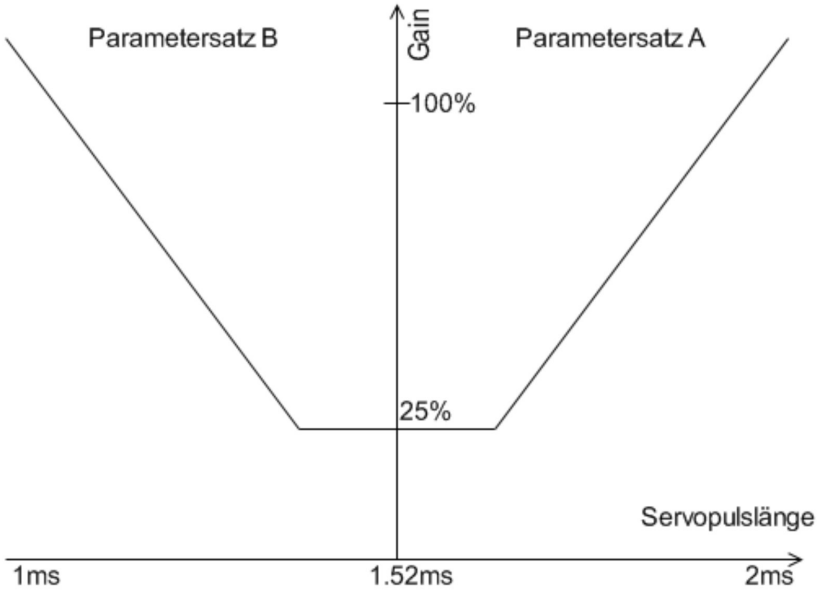


Abbildung 3: Umschalten der Parametersätze

USB Data Transfer: In diesem Menüpunkt kann man die USB-Schnittstelle zum Datenaustausch mit dem PC aktivieren. Eine entsprechende SW zum Speichern der AC-3X Einstellungen auf einem PC wird voraussichtlich im Laufe des Sommers 2009 verfügbar sein.

Factory Daten laden und alle Daten löschen: Mit diesem Menüpunkt kann man die AC-3X Parameter in den Lieferzustand zurücksetzen. Dieser Punkt sollte nur angewählt werden, wenn alle Modelldaten gelöscht werden sollen. **Er löscht alle vorher gemachten Einstellungen unwiederbringlich!**

3. Erstflug in 7 Schritten

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie die Erstinbetriebnahme der AC-3X im Hubschrauber erfolgen sollte. Anders als bei einem Rigid-Rotorkopf ohne elektronische Taumelscheibenregelung, kann man mit der AC-3X mit fast jedem Rotorblatt einen sehr neutral fliegenden, nicht aufbäumenden Hubschrauber bekommen. Um mit möglichst geringem Einstellaufwand auf dem Platz diese Neutralität zu erreichen, sollte man die Einstellung des Hubschraubers vorab in der Werkstatt möglichst akribisch durchführen und sich genau an die in diesem Kapitel beschriebenen Schritte halten. Tut man dies, so wird man sehen, dass man in der Regel mit dem Werkssetup sehr befriedigende Flugeigenschaften bekommt und nur wenig an den in Kapitel 2.2.1 und 2.2.2 beschriebenen Parametern verändern muss.

3.1. Vorbereitung des Hubschraubers

Zunächst möchte ich auf ein paar grundlegende Dinge eingehen, die man beim Betrieb eines Hubschraubers mit elektronischer Taumelscheibenregelung beachten sollte.

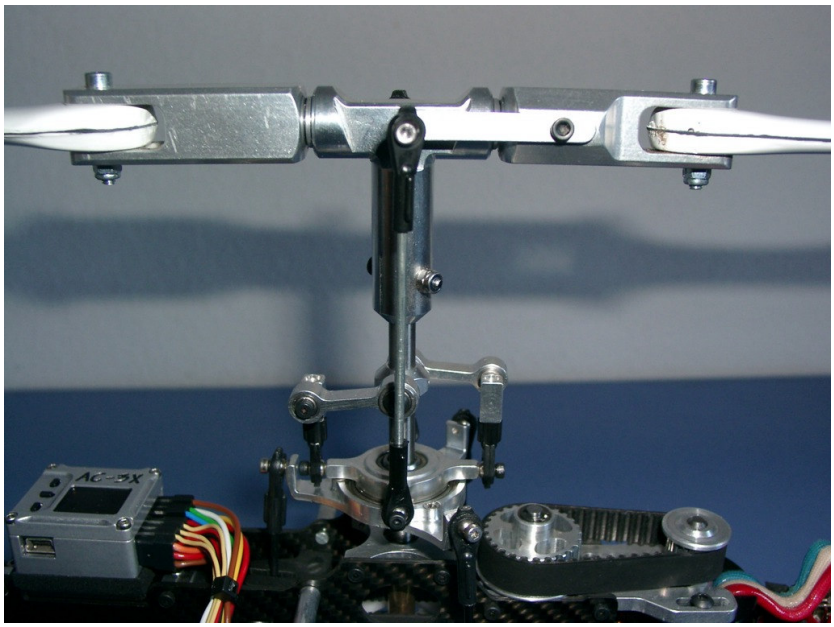


Abbildung 4: Seitenansicht Anlenkung Rigidkopf

Der Umbau des Rotorkopfes als Rigidkopf sollte so erfolgen, dass die Blatthalter direkt von der Taumelscheibe möglichst spielfrei angelenkt werden. Es hat sich dabei als sinnvoll erwiesen, entweder eine Anlenkung ganz ohne Delta 3 zu realisieren, d.h. eine Anlenkung bei der die Anlenkpunkte der Blatthalter genau um 90° versetzt zu den Blatthaltern sind. Alternativ kann man wie bei den Acrobat SE und Shark auch ein leicht rückstellendes Delta 3 verwenden, bei dem der Anlenkpunkt der Blatthalter etwas weniger als 90° dem Blatthalter selber vorauseilt (dargestellt in Abbildung 4 und Abbildung 5).

Die Bohrungen zur Kugelbefestigung der Anlenkhebel bei den Taumelscheibenservos müssen meist weiter nach innen gesetzt werden. Beim Acrobat SE sind es normalerweise **11-13mm,** beim Acrobat Shark sind es ca. **16mm**.

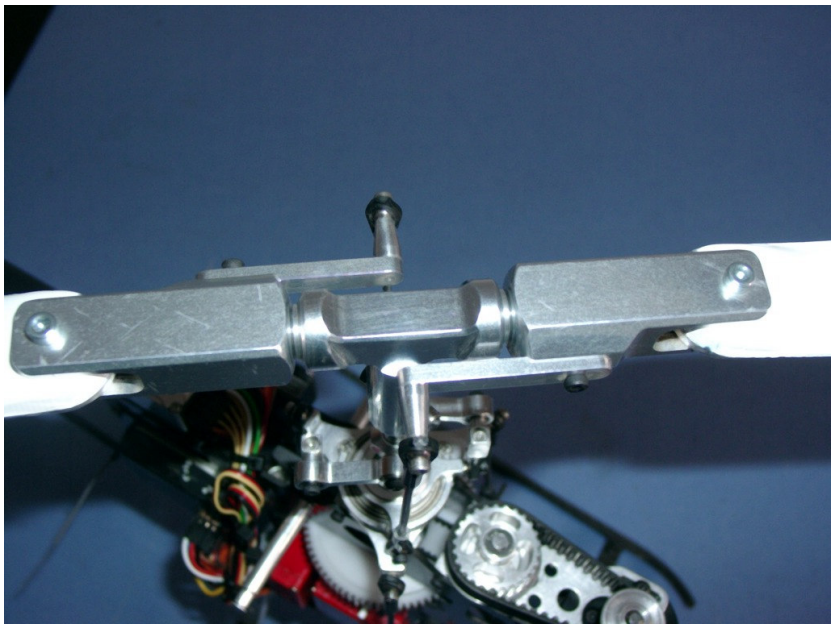


Abbildung 5: Rigid Rotorkopf Acrobat SE – leicht voreilende Anlenkung

Bei der Rotorkopfanlenkung ist es außerdem sehr wichtig, dass die für typische im Flug auftretende Blattanstellwinkel zu fahrenden Servowege in einem sinnvollen Rahmen liegen. Braucht man deutlich zuviel Servoweg, so kommt es zu Differenzierungseffekten bei großen Ausschlägen, braucht man zu wenig Servoweg, so reicht die Servoauflösung eventuell nicht für eine gute Funktion der Regelung aus. Hinzu kommt noch, dass die Taumelscheibe, dadurch, dass die Kugeln des Innenrings auf einem anderen Radius liegen wie die Kugeln des Außenrings, zyklische Ausschläge untersetzt, kollektive Ausschläge jedoch nicht.
Ein guter Daumenwert für eine für einen Rigidkopf sinnvolle Cyclic-Übersetzung der Taumelscheibe ist 1.5:1, d.h. die Taumelscheibe reduziert die zyklischen Wege um ca. 1/3 (Abbildung 6). Wie genau die mechanischen Wege bei AC-3X eingestellt werden sollten, ist in Kapitel 3.4 erläutert.

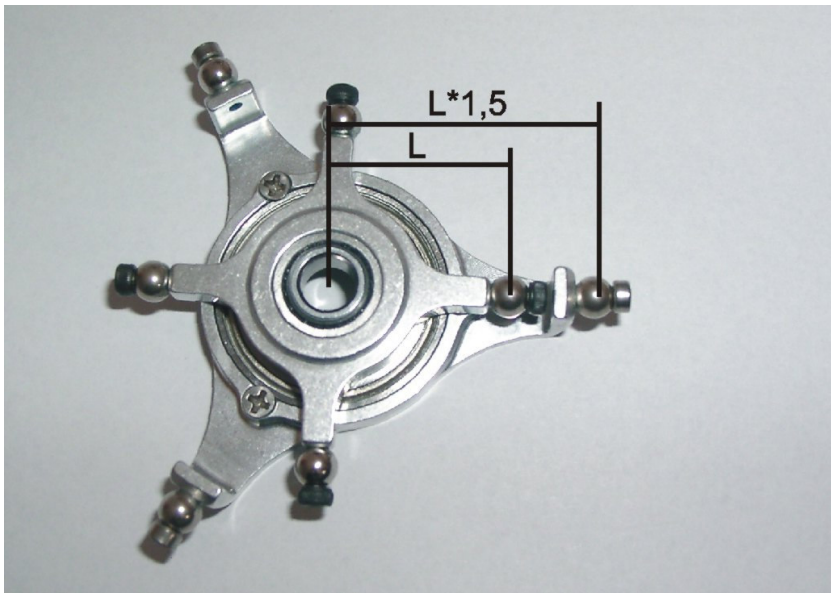


Abbildung 6: Acrobat SE Taumelscheibe, Untersetzung 1:1.5

Ich möchte vorneweg noch einen weiteren Hinweis zu elektronisch stabilisierten Hubschraubern geben: durch die elektronische Regelung bedingt, weisen die Taumelscheibenservos immer etwas mehr Unruhe und Servoknurren auf als bei einem Paddelkopf. Dies ist normal und braucht nicht zu beunruhigen. Man könnte dieses Servoknurren zwar durch Filter beseitigen, dies hat allerdings immer eine Einschränkung der Regelbandbreite zur Folge, weshalb ich mich dagegen entschieden habe. Weiterhin steigt durch die direkte Anlenkung der Blatthalter auch der Stromverbrauch der Empfangsanlage im Flug an. Bei "normalen" TS-Servos verbraucht man etwa die doppelte Kapazität pro Flug wie bei einem Paddelkopf. Bitte daher nach den ersten Flügen unbedingt den Empfängerakku nachladen und darauf achten, wie der Stromverbrauch war.

Während der Entwicklung von AC-3X habe ich eine Vielzahl unterschiedlicher Servos getestet: Prinzipiell ist ein Servo umso geeigneter für eine elektronische Taumelscheibenregelung, umso schneller und kräftiger es ist. Während der Tests hat sich zusätzlich gezeigt, dass solche Servos besonders geeignet für die Taumelscheibe sind, die selber möglichst weich und artefaktfrei regeln. Am Markt gibt es leider auch Servos, die auf Grund ihrer hohen Geschwindigkeit und großen Kraft zunächst einmal sehr gut geeignet für das paddellose Fliegen aussehen, die aber eine sehr harte Regelung mit hohem P- und D-Anteil haben und daher trotz ihrer Geschwindigkeit eher ungeeignet sind, da sie bei eher mittelmäßigen Regelergebnissen einen sehr hohen Stromverbrauch zeigen.

Getestete Servos, die sich als besonders geeignet für die TS herausgestellt haben, sind in Standardgröße, die MPX Titan Digi 4, die Futaba S9451 und die Futaba BLS 451, eher ungeeignet sind z.B. ThunderTiger DS1015. Die Graupner JR 8822 liefern ein gutes Regelungsergebnis, haben allerdings gegenüber den Futaba S9451 fast den doppelten Stromverbrauch.
In Miniaturgröße ist das Robbe FS 550 Carbon und das Futaba S9650 als sehr gut geeignet zu nennen. Die Polo Digi 4 Servos die ich bisher in meinen Acrobat SE geflogen bin, funktionieren auch an AC-3X. Bei normalem Flugstil mit einfachem Kunstflug ohne allzu

abrupte Lastwechsel liefern sie gute Regelergebnisse, will man hartes 3D fliegen, sollte man in Kombination mit AC-3X allerdings lieber auf die Futaba S9650 gehen, welche sehr unauffällig funktionieren. Die FS 550 Carbon sorgen ebenfalls für sehr gute Flugeigenschaften, haben aber den kleinen Nachteil, dass eventuell das BEC des Jazz 80-6-18 überlastet wird. Sie sollten daher mit elektronischer Taumelscheibenregelung zur Sicherheit nur eingesetzt werden, wenn das Jazz 80 BEC zusätzlich unterstützt wird. In Verbindung mit dem Jive BEC sollte es aber auch mit den FS 550 Carbon keine BEC-Probleme mehr geben.

Auch auf dem Heck habe ich unterschiedliche Servos getestet. Das derzeit überzeugendste Servo war dabei das Futaba BLS 251.

3.2. Montage im Helikopter

Zunächst wird die AC-3X mit zwei der beiliegenden doppelseitigen Klebestreifen mit dem Display nach oben auf der Kreiselplattform des Hubschraubers befestigt. Die Steckerleiste **muss** dabei entweder in Flugrichtung oder zum Heckrotor zeigen. Es ist sehr wichtig, dass die AC-3X möglichst genau zu den Hubschrauberachsen ausgerichtet sind, nur so kann man im AC-3X die volle Performance der kalibrierten Sensorik nutzen.

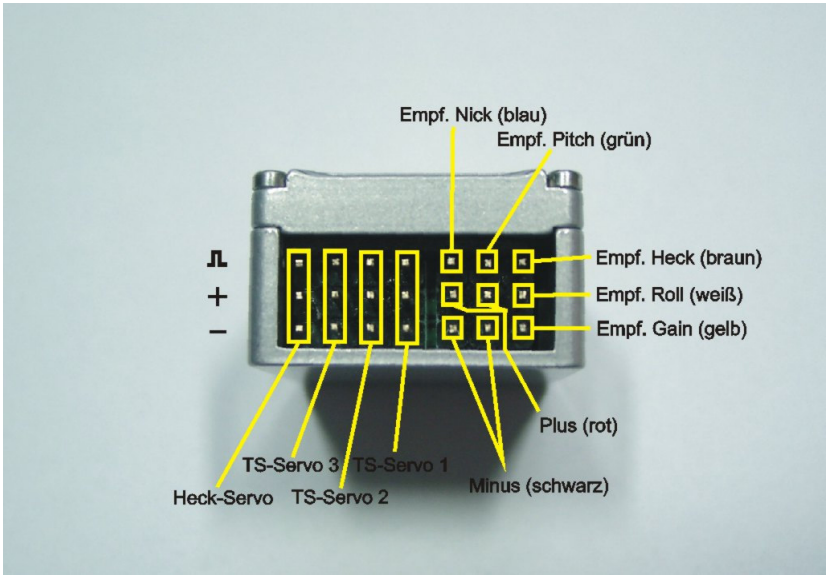


Abbildung 7: Steckerbelegung der AC-3X

Anschließend wird die AC-3X mit dem Empfänger und den Servos verbunden. Hierzu wird zunächst der beiliegende Kabelbaum, der die AC-3X mit dem Empfänger verbindet, an die AC-3X angesteckt. Die Steckerbelegung der AC-3X kann Abbildung 7 entnommen werden. Schaut man direkt auf die Steckerseite von AC-3X drauf, so wird ganz auf der rechten Seite der Kabelbaum angesteckt, der aus dem braunen, dem weißen und dem gelben Kabel besteht und dessen Kabel jeweils auf der anderen Seite in einen separaten Stecker gehen. Das braune Kabel muss nach oben zum Display orientiert sein. Als zweites Kabel von Rechts wird das schwarz-rot-grüne Kabel eingesteckt (grün nach oben) und als drittes Kabel das schwarz-rot-blaue Kabel (mit dem blauen Kabel nach oben). **Beim Anschluss des Kabelbaums zum Empfänger, ist unbedingt auf richtige Polung zu achten, sonst kann es zum Kurzschluss der Empfängerstromversorgung kommen !**

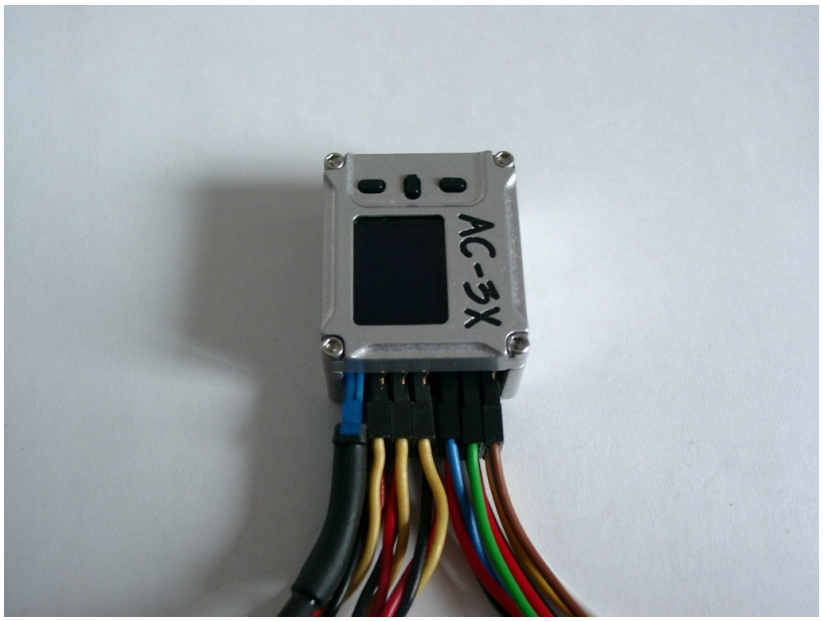


Abbildung 8: AC-3X mit angesteckten Anschluss- und Servokabeln

Nun werden die Servostecker mit dem Empfänger verbunden. Die Belegung ist dabei farbcodiert, es gilt folgende

Kanalzuordnung für die AC-3X:

Kabelfarbe	Funktion
blaues Kabel	Nickkanal
grünes Kabel	Pitchkanal
weißes Kabel	Rollkanal
braunes Kabel	Heckkanal
gelbes Kabel	Empfindlichkeitskanal

Bei einigen Empfängertypen ist es unbedingt notwendig, die Stecker im Empfänger mit einem zusätzlichen Streifen Gewebetape oder sonstigem gut haftenden Tape zu sichern.

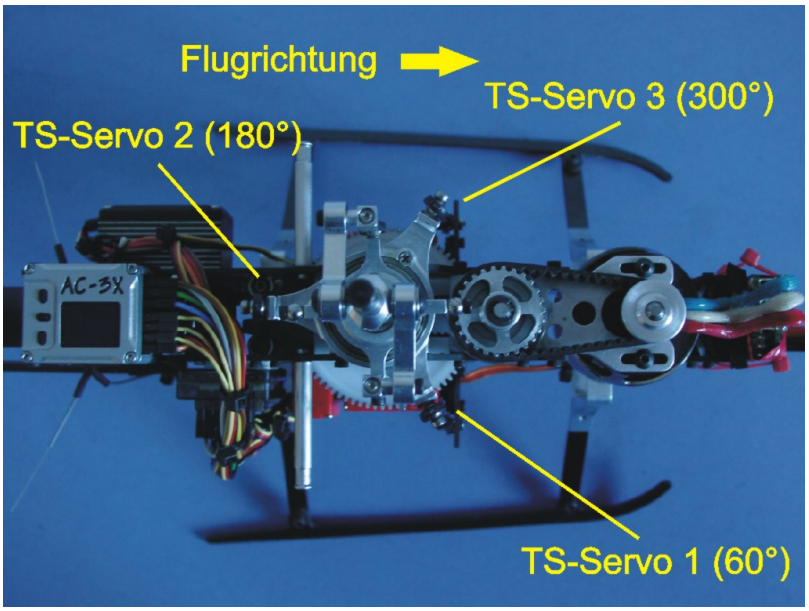


Abbildung 9: Servoanordnung im Auslieferungszustand

Anschließend werden die Servos mit der AC-3X verbunden. Der am nächsten an den Empfängerkabeln gelegene Stecker ist für Taumelscheibenservo 1, das im Lieferzustand der AC-3X vorne rechts liegt, der nächste für Taumelscheibenservo 2, defaultmäßig hinten an der Taumelscheibe gelegen und der dann folgenden Steckplatz für Taumelscheibenservo 3, welches in der Grundeinstellung vorne links liegt (Abbildung 9). Die Servopositionen können im Taumelscheibensetup eingestellt werden, dabei wird für jedes Servo die Servoposition in Grad angegeben, wobei die 0°-Richtung der Flugrichtung entspricht und die Winkel im Uhrzeigersinn definiert sind. Der vierte Steckplatz, direkt an der Gehäusekante, ist für das Heckservo. Alle 4 Servostecker müssen mit der Impulsleitung nach oben zum Display orientiert eingesteckt werden (vgl. Abbildung 8). Alle Zuleitungen zur AC-3X sollten in einer leichten Schlaufe, wie in Abbildung 10 zu sehen, verlegt werden. So stellt man sicher, dass die Kabel, die auf dem recht weichen Schaumstofftape befestigte AC-3X, nicht wegdrücken und so die Ausrichtung der AC-3X beeinflussen.

Achtung hier noch ein wichtiger Hinweis: Es darf an der AC-3X weder etwas zusätzliches befestigt werden noch das Befestigungstape mit Hilfe eines Kabelbinders „gesichert“ werden. Beides verändert die dämpfenden Eigenschaften des Tapes!

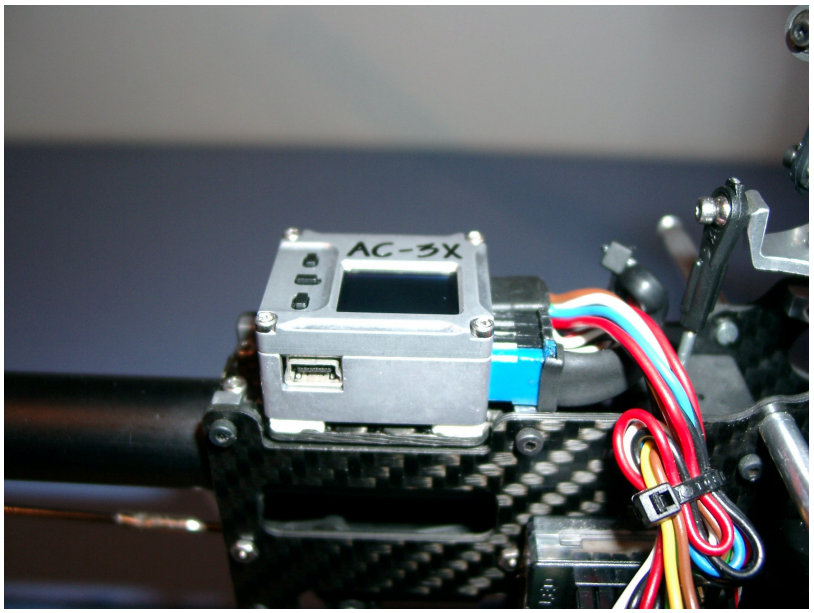


Abbildung 10: Befestigung der AC-3X mittels zweier Tapes

www.acrobat-helicopter.com

E-Mail: stefanp@eheli-tuning.de

3.3. Sender Grundsetup

Nun wird zunächst der Sender und dann der Empfänger eingeschaltet. Man sieht den AC-3X Begrüßungsbildschirm mit Logo und Seriennummer der AC-3X. Anschließend wird die Knüppelkalibration, also das Einlernen der Knüppelnullpositionen durchgeführt, was durch einen Statusbildschirm angezeigt wird. Hierbei werden von Roll-, Nick- und Heckkanal die Nullstellungen der Knüppel vom Sender eingelernt. Während des Einlernens dürfen die Knüppel nicht bewegt werden, da sonst das Einlernen nicht erfolgreich abgeschlossen werden kann. Zuletzt, wenn die Knüppelkalibration erfolgreich abgeschlossen ist, werden die Ruhespannungen der Sensoren eingelernt, was wieder durch einen entsprechenden Statusbildschirm dargestellt wird. Wenn dies alles erfolgte erscheint der normale AC-3X Statusbildschirm und die Servoausgabe wird aktiviert. Solange die Kalibration nicht vollständig abgeschlossen ist, reagieren die an der AC-3X angeschlossenen Servos nicht auf Steuerbewegungen der Steuerknüppel. Auf dem Statusbildschirm sind die aktuell vom Empfänger eingelesenen Werte für die 4 Steuerfunktionen, die eingestellte Empfindlichkeit, die gewählte Flugphase (nur wenn Parameterumschaltung im Tools Menü aktiviert) und die RC-Akkuspannung dargestellt (siehe Abbildung 11).

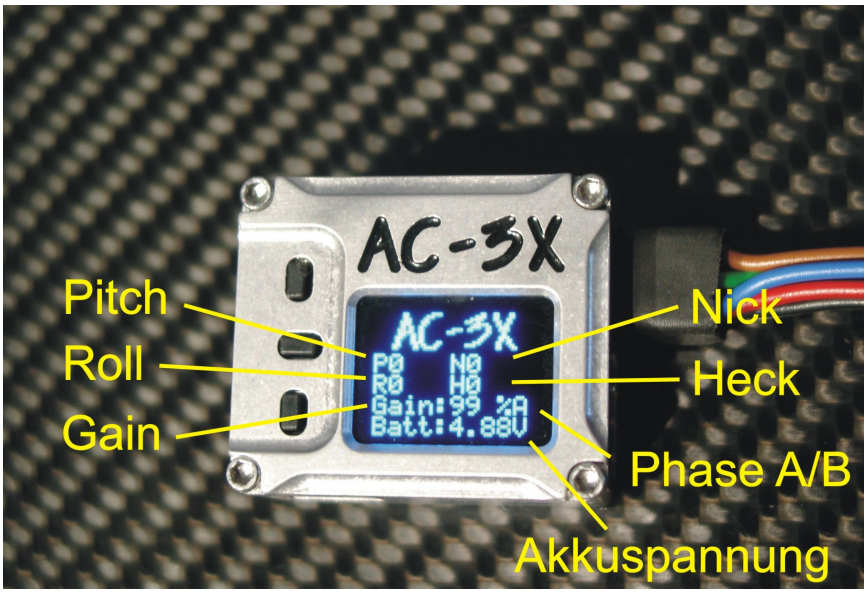


Abbildung 11: Statusbildschirm der AC-3X nach erfolgreicher Kalibration

Nun wird ein Grundsetup der Fernsteuerung durchgeführt. **Zunächst wird im Sender ein Helikopterprogramm mit mechanischer Mischung eingestellt, so dass alle Mischer im Sender deaktiviert sind. Auch ein eventuell im Sender vorhandener Drehmomentausgleich muss deaktiviert werden! Die Mischung der Taumelscheibe und Heckrotor erfolgt ausschließlich in der AC-3X!** Wenn nun die Knüppel bewegt werden, dann darf sich jeweils nur einer der im Display angezeigten Werte verändern. Ist das nicht so, so sind im Sender noch Mischer aktiv! Nun wird AC-3X zunächst noch mal ausgeschaltet und dann wieder eingeschaltet. Falls beim vorherigen Einschalten noch Mischer aktiv waren, könnte es sein, dass sich die Knüppelmittelwerte nicht korrekt initialisiert haben, von daher sollte man zur Sicherheit neu initialisieren.

Für alle Steuerkanäle (P, N, R, H) wird nun über die Servowegeinstellung (z.B. bei Futaba Anlagen ATV) im Sender der Weg so eingestellt, dass **im Display der AC-3X** ein Maximalwert von **100%** auf beiden Seiten angezeigt wird. Für den Pitchkanal muss zuvor noch der Servomittelwert so eingestellt werden, dass als Pitchwert bei Knüppelmittelstellung genau 0% angezeigt wird. Bei positivem Pitch müssen im Display hinter P auch positive Werte angezeigt werden, analog bei negativen Pitch sollen negative Werte im Display erscheinen.
Für Roll gilt, positiver Wert im Display -> Senderknüppel = Roll nach rechts. Für Nick gilt, positiver Wert im Display -> Senderknüppel = Nick nach vorne. Falls dies nicht der Fall ist, sollten die entsprechenden Kanäle im Sender invertiert werden. **Hat man die Richtungen korrekt eingestellt, bitte unbedingt noch mal prüfen, dass auch sicher bei Knüppelvollausschlägen im Display der AC-3X auf allen 4 Knüppelfunktionen möglichst genau ±100% Weg angezeigt werden!**
Bei unbekannten Setups wird der Empfindlichkeitskanal entweder über das Gyromenü des Senders, oder über Servowegeinstellung (bei Futaba ATV) zunächst einmal auf ca. **60%**, wie in Abbildung 12 dargestellt, eingestellt. Wenn bekannte Setups vorliegen, können auch gleich **100%** eingestellt werden, im letzteren Fall ist für den Erstflug eine höhere Flugstabilität gegeben. Hat man dies gemacht, wird AC-3X zunächst wieder ausgeschaltet.

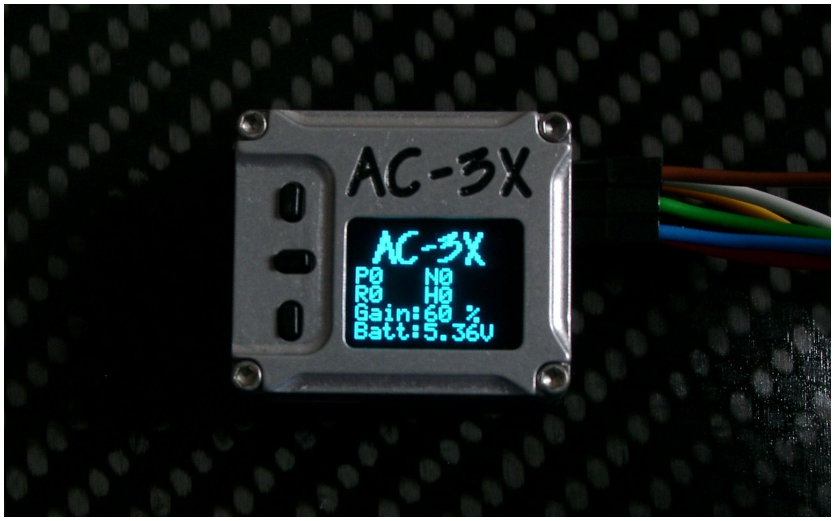


Abbildung 12: AC-3X eingestellt auf 60% Kreiselempfindlichkeit

www.acrobat-helicopter.com

E-Mail: stefanp@eheli-tuning.de

3.4. Grundeinstellung im Heli

Alle in diesem Kapitel beschriebenen Messungen werden, wenn nicht explizit auf anderes hingewiesen wird, **im Setup Menü der AC-3X durchgeführt** (die Bedienung des Menüs ist in Kapitel 2.1 erläutert)! Nur dort ist die Regelung der AC-3X deaktiviert und so eine Einstellung der Servowege und Nullstellungen möglich!
Zunächst einmal müssen nun im Servomenü die im Modell verbauten Servotypen eingestellt werden. Für das Heckservo gibt es 4 unterschiedliche Einstellungen, die sich durch die Neutralimpulslänge und die Impulswiederholrate unterscheiden:

Unterstützte Heckservos:

	Framerate	**Neutralimpulslänge**	**Beispielservos**
Typ1	165Hz	1500 µs	Standardheckservos (Futaba 9253/4/7, DS8700 etc.)
Typ2	330Hz	1500 µs	dito aber mit hoher Framerate angesteuert
Typ3	330Hz	760 µs	Futaba 9251/9256/BLS251
Typ4	330Hz	960 µs	Logictech Heckservos

Hat man den Heckservotyp ausgewählt, muss die Laufrichtung des Heckservos eingestellt werden. Im Setupmenü werden die RC-Werte einfach vom Sender durchgesteuert, so dass man, wenn man den Heckknüppel betätigt, direkt sieht, ob das Servo in die richtige Richtung läuft. Ist dies nicht der Fall, so muss man im Sender die Hecksteuerrichtung umstellen. Nach der Richtung wird die Servonullposition und der maximale Servoweg eingestellt. **Zur Einstellung der Nullposition muss man zunächst in den Menüpunkt "Servo Nullstellung" Heckrotorservo wechseln, da nur hier der Drehmomentausgleich, der Pitch und zyklische Ausschläge auf Heck mischt, deaktiviert ist.** Nun wird das Ruderhorn möglichst rechtwinkelig zum Heckservogestänge auf dem Servo montiert. Wenn man alleine durch Umstecken des Ruderhorns, das Ruderhorn nicht genau rechtwinkelig zum Heckgestänge ausrichten kann, dann sollte man die Heckservo Nullstellung entsprechend im Menü verstellen bis Gestänge und Ruderhorn, wie in Abbildung 13 zu erkennen, senkrecht zueinander stehen.

Abbildung 13: Ausrichtung des Heckservoruderhorns

Hat man diesen Zustand erreicht, wird die Länge des Heckgestänges so angepasst, dass auch am Heckrotor der Steuerhebel genau senkrecht zum Heckgestänge steht. Idealerweise sind die Heckblätter dann ca. 5-10° in Richtung gegen das Heckdrehmoment angestellt. Nun wird im Menü "Servolimit" der Weg des Heckservos in beiden Richtungen so angepasst, dass man den kompletten Verstellweg der Heckschiebehülse, wie in Abbildung 14 zu sehen, ausnutzt. An der AC-3X sollte man, um maximale Heckperformance zu erreichen, die Ruderhornlänge so wählen, dass die eingestellten Limits hier zwischen 900 und 1200 liegen. Sind die Limits kleiner, so muss der Servohebel verkürzt werden, sind sie größer, so muss der Servohebel verlängert werden.

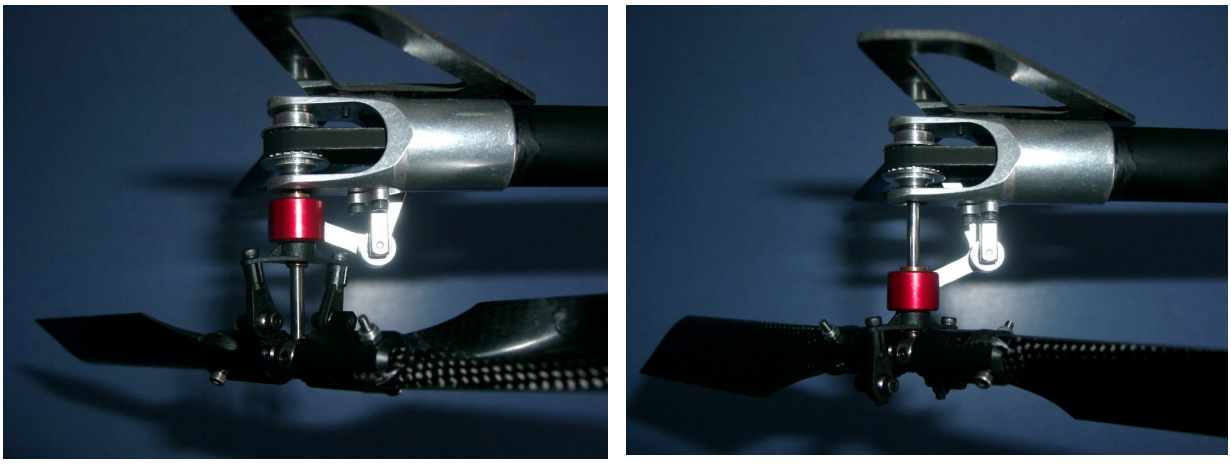


Abbildung 14: Stellung der Hecksteuerhülse bei vollem Ausschlag nach links bzw. rechts

Als nächstes wird die Framerate der Taumelscheibenservos im Menü "Servo Typ Konfiguration – TS-Servo-Frequenz" eingestellt. Verwendet man auf TS Digitalservos so kann man hier in der Regel auf 200 Hz gehen. Bei Analogservos sollte man auf maximal 80

Hz gehen. Generell ist es so, dass die Regelperformance umso besser ist, umso höher die Framerate eingestellt werden kann.

Um die richtige Laufrichtung der Taumelscheibe einzustellen, muss man im Menü „Servoumpolung“ für die Servos 1-3 die Wegrichtungen entsprechend so einstellen, dass alle Servos beim Steuern von Pitch synchron laufen. Hat man diesen Zustand erreicht, kann es noch sein, dass die Richtungen von Roll, Nick oder Pitch nicht wie gewünscht sind. Sollte dies der Fall sein, so kann man den Menüpunkt "Servosetup" verlassen und anschließend im Menüpunkt "SWSH. Setup" die Richtungen der Steuerinputs ändern. Hierzu wird einfach der entsprechende Wert von +80% auf -80% oder vice versa geändert.

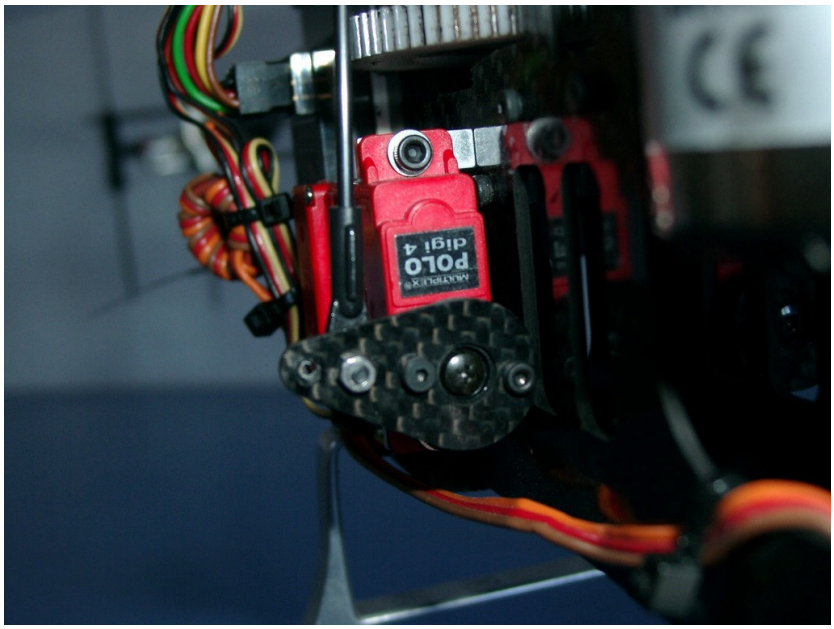


Abbildung 15: Ruderhorn steht bei 0° Pitch senkrecht zum TS-Gestänge

Stimmen die Servolaufrichtungen, werden die Ruderhörner auf den Taumelscheibenservos so ausgerichtet, dass **bei 0° Pitch** die von den Ruderhörnern zur Taumelscheibe gehenden **Gestänge rechtwinkelig zu den Ruderhörnern stehen (vgl. Abbildung 15).** Um dies zu erreichen, sollte man zunächst den Vielzahn des Ruderhorns nutzen um eine Grobausrichtung vorzunehmen. Die Feinanpassung erfolgt dann im Menü "Servonullstellung" für jedes TS-Servo einzeln.

Abbildung 16: Zyklischer Vollausschlag, 7° Blatthalteranstellwinkel

Im nächsten Schritt muss überprüft werden, ob der Heli mechanisch von der Anlenkgeometrie zur Servoauflösung bzw. dem Servoweg passt. Für die Messung **muss das Setup Menü aktiv sein** (damit keine Regler aktiv sind, die das Ergebnis verfälschen können) und im SWSH Setup müssen die Defaultwerte **Roll=80 Nick =80** stehen ! Die Blätter sollten bei Knüppelvollausschlägen ca. 7° zyklischen und 8-12° Pitchweg fahren (siehe Abbildung 16 und Abbildung 17). Prinzipiell könnte man über das Servowegsetup für die zyklischen Wege und den Pitchmischer für den kollektiven TS-Ausschlag beide Werte elektronisch in der AC-3X anpassen. Dies sollte man jedoch nur sehr begrenzt tun, da man bei einer deutlichen Verringerung gegenüber dem defaulmäßigen Weg von 1000 Skalenteilen nicht die volle Servoauflösung ausnutzt, was zu einer Verschlechterung des Regelergebnisses und damit der Flugeigenschaften des Helis führt. Müsste man die Servowege im Servowegsetup um mehr als 30% gegenüber den 1000 Skalenteilen anpassen um den 7° zyklischen Weg einzustellen, bzw. den Pitchmischer um mehr als 20% von den 80% verstellen um 8°-12° Pitch einzustellen, so sollte man die Länge der Servoruderhörner entsprechend in der Länge anpassen. Hauptaugenmerk sollte dabei darauf liegen, dass die Ruderhornlänge für die zyklischen Ausschläge passt, denn diese regelt die AC-3X. Pitch dagegen wird „nur“ gesteuert, wenn hier die Wege nicht optimal sind, dann äußert sich das nur durch eine suboptimale Reaktion auf Pitch, nicht aber durch Einbußen bei der Flugstabilität.

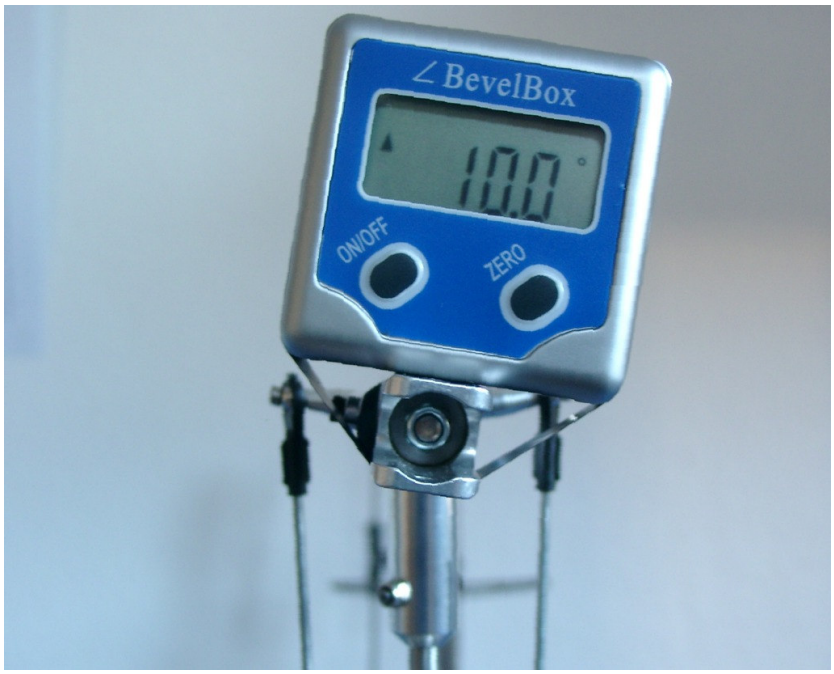


Abbildung 17: Vollpitch, 10° Blatthalteranstellwinkel

Hat man die Pitch- und die Roll-/ Nickwege wie oben beschrieben korrekt eingestellt, sollte man an dieser Stelle im Setupmenü auch noch prüfen, ob die Taumelscheibe genau gerade läuft. Auch bei gleichzeitig gekauften Taumelscheibenservos kann es durchaus sein, dass die Servos unterschiedliche Wege bei fahren. Ist dies der Fall, so müssen die Servowege für TS Servo 1-3 entsprechend angepasst werden, so dass alle Servos gleiche Wege fahren.

Hat man sichergestellt, dass die Anlenkgeometrie des Rotorkopfes passt, ist zunächst die Wirkrichtung der in AC-3X integrierten Regelungen zu überprüfen. Dazu begibt man sich in das Sensormenü. Im Sensormenü ist die Steuerung der Taumelscheibe und des Heckservos durch die Steuerknüppel deaktiviert. Die Steuerung der Servos erfolgt nur auf Basis der aufintegrierten Sensorlage der Drehratensensoren der AC-3X. Um die Wirkrichtung der Sensoren optimal erkennen zu können, laufen die Servos nicht von selber in ihren Ruhepositionen zurück. Man geht nun zunächst ins Rollsensor Setup und nimmt nun den Heli in die Hand und dreht ihn um die Rollachse. Die Wirkrichtung des Sensors ist korrekt, wenn die Taumelscheibe sich dabei in die der Drehung entgegengesetzte Richtung neigt, also relativ zur Umgebung quasi stehen bleibt. Ist dies nicht der Fall, so muss man die Sensorrichtung invertieren. Anschließend geht man ins Nicksensor Menü und dreht den Heli über Nick, auch hier muss sich die Taumelscheibe entgegen der Nickrichtung bewegen, also relativ zur Umgebung quasi stehen bleiben. Tut sie dies nicht, muss man die Nicksensorrichtung invertieren. Zu guter letzt dreht man den Heli um die Rotorwelle und beobachtet den Heckrotor. Dieser muss sich beim Drehen des Helis so verstellen, dass er der Drehung entgegenwirkt, d.h. die Heckblatthinterkanten müssen sich in der Richtung verfahren, in die man das Heck des Helis beim Drehen bewegt. Ist dies nicht der Fall, so muss man im Hecksensormenü die Richtung des Hecksensors invertieren.

Nun muss die Richtung der Drehmomentausgleichs auf Heck überprüft werden: Der DMA muss bei Vergrößerung der TS-Ausschläge entgegen dem Rotordrehmoment wirken!

Achtung: Es gibt Helis wie z.B. die Helis von Align oder der Logo 500/600 bei denen g.g.F. **die** DMA Richtung invertiert werden muss!

Bevor man nun zum ersten Flug mit der AC-3X starten kann, muss man noch überprüfen, ob die im AC-3X integrierte Pirouettenkorrekturfunktion richtig herum wirkt. Hierzu geht man in den Menüpunkt ACHS-Dreh. Die Taumelscheibe kippt in diesem Menüpunkt um eine festen Winkel nach vorne oder hinten. Dreht man nun den Heli um 90° um die Rotorwelle, so sollte die TS danach immer noch in die gleiche Richtung wie vorher geneigt sein, d.h. sich relativ zum Heli entgegen der Drehrichtung, in der man gedreht hat, gedreht haben. Ist dies nicht so, hat sich also die Taumelscheibe in die gleiche Richtung wie der Heli gedreht und steht nun quasi genau in die andere Raumrichtung geneigt wie vorher, so muss man im Setup-Menü "Sens. Setup – Achs-Dreh" die Richtung der Taumelscheibendrehung invertieren. Optional kann man die Achsdrehung auch deaktivieren. Dies kann sinnvoll sein, wenn man Analogservos auf Taumelscheibe einsetzt, die nur mit 50Hz Framerate betrieben werden und man daher im dynamischen Kunstflug Taumelbewegungen des Helis bei schnellen Pirouetten beobachtet.

3.5. Erstflug

Nun kann man den ersten Flug mit der AC-3X durchführen. Die Defaultparameter sind an einen Acrobat SE mit Polo Digi 4 Servos und 13mm Ruderhörnern auf TS und einem 9251/9256/BLS251 mit 13.5 mm Ruderhorn auf Heck angepasst. Für sehr kleine Hubschrauber wie z.B. den Trex 450 mit hohen Drehzahlen empfehle ich für den Erstflug die Knüppelvorsteuerung auf 45 runter zu nehmen, da der Heli sonst anfangs ungewohnt nervös reagieren kann. Bei Mehrblattköpfen oder sehr großen und langsam drehenden Hubschraubern, sollte man für den Erstflug für eine noch größere Sicherheit nicht wie in diesem Kapitel beschrieben vorgehen, sondern die in Kapitel 0 (FAQs) zu solchen Systemen gegebenen Hinweise beachten!
Vor dem ersten Abheben auf jeden Fall noch einmal die Wirkrichtungen der Sensorik überprüfen. Laufen die Regler verkehrt herum, so ist der Heli nicht steuerbar und eine große Gefahr für die Umstehenden! Darüber hinaus darf AC-3X niemals im Setup Menü geflogen werden, da hierbei der Heli ebenfalls unsteuerbar ist!
Hat man sichergestellt, dass die Wirkrichtungen stimmen und das Setup Menü ausgeschaltet ist, so kann man den Erstflug wagen.

Aber Achtung, vor dem Erstflug noch zwei Hinzweise:

- Eine **elektronische Taumelscheibenregelung verhält sich** etwas **anders als ein normaler Paddelkopf** beim Abheben. Wenn man im Stand beim Hochlaufen des Systems steuert und der Heli sich nicht bewegen kann, dann neigt sich die Taumelscheibe bis zum Maximalausschlag. Wenn man in diesem Zustand einfach Pitch erhöhen würde, dann kann es sein, dass der Heli sich ruckartig zur Seite neigt und die Blätter den Boden berühren. Man sollte daher **beim Hochlaufen des Systems den Pitchknüppel auf 0° Pitch stellen** (P=0 im Display der AC-3X) und nicht oder nur so wenig an der Taumelscheibe steuern, so dass sie die ganze Zeit während des Hochlaufens waagerecht bleibt und dann nach Erreichen der Flugdrehzahl einfach recht zügig abheben, d.h. Pitch erhöhen.

- Die zyklische Wendigkeit eines paddellosen Rotorkopfes kann im Prinzip beliebig hoch eingestellt werden. In AC-3X werden die zyklischen Roll- und Nickraten über den Taumelscheibenmischer eingestellt (vgl. Kapitel 2.3). Die im Lieferzustand eingestellten Defaultwerte von 80% entsprechen der Wendigkeit eines agilen Paddelkopfes. Ist man eher den Betrieb von großen, trägeren Hubschraubern gewohnt, so sollte man für den Erstflug im Taumelscheibenmischer der AC-3X die Werte für Roll und Nick vom Betrag her auf ca. 60% herunternehmen um eine etwas trägere Reaktion auf Knüppelausschläge zu bekommen (Achtung, dabei aber nicht das Vorzeichen der Mischer verändern, sonst ändert man auch die Steuerrichtung!).

Der Heli sollte mit diesem Setup schweben und auf keiner Achse zu einer Regelschwingung neigen. **Dabei kann es je nach Heli sein, dass er sich recht träge anfühlt und auch das Einrastverhalten nicht optimal ist. Dies ist durchaus normal und liegt daran, dass die Empfindlichkeit der Regelung ja nur auf 60% steht.** Man sollte nun möglichst bei Windstille etwas schweben und dabei beobachten, ob der Heli in irgendeine Richtung wegdriftet. Ist dies der Fall, so steht in der Regel die Taumelscheibe mechanisch nicht genau gerade. Man darf dieses Driften keinesfalls über die Trimmung kompensieren, sondern muss die Gestänge von den Servos zur TS etwas anpassen, um das Driften abzustellen. Beim Sendersetup in Kapitel 3.3 hatten wir für den Fall unbekannter Setups die Empfindlichkeit im AC-3X Display zunächst auf 60% gestellt um beim Erstflug nicht mit zu hoher Empfindlichkeit zu starten und dadurch eventuell auf einer der drei Achsen Regelschwingungen zu haben. In der Regel sollte man mit den im Lieferzustand voreingestellten Empfindlichkeiten bei korrekter mechanischer Anlenkung der Taumelscheibe noch recht weit von einer Regelschwingung entfernt sein und kann daher **spätestens jetzt, wo der Heli das erste mal geflogen ist, die Empfindlichkeit im Display auf 100% stellen um danach zum endgültigen Setup überzugehen.**

3.6. Setup im Flug -Heckrotorsetup

Um eine optimale Flugperformance zu erreichen, müssen nun einige Parameter an den Heli angepasst werden. Zunächst werden wir uns um den Heckrotor kümmern. Im Regler Setup des Heckrotors gibt es fünf einstellbare Parameter, die bereits im Abschnitt 2.2.2 erläutert wurden.

Bei der Einstellung der Heckrotorparameter sollte man so vorgehen, dass man ausgehend vom Factorysetup zunächst einmal das Stoppverhalten des Heckrotors untersucht. Wenn der Heckrotor recht weich einrastet und überpendelt, dann kann man P so lange erhöhen, bis man ein deutliches mehrmaliges hochfrequentes Pendeln beim Stoppen beobachten kann. Hat man dies beobachtet, geht man mit P etwa ein Drittel zurück. Nun fliegt man mit etwas Fahrt und steuert dabei Pirouetten und beobachtet, ob diese schön gleichmäßig erfolgen. Wenn ja, dann braucht man I nicht verändern, wenn man noch einen Windfahneneffekt in den Pirouetten spürt, dann sollte I erhöht werden. Bei meinen Acrobat Helikoptern sollte der bei AC-3X voreingestellte Wert von 55 beim I-Anteil für gleichmäßige Pirouetten ausreichend sein, so dass I nicht angepasst werden muss. Nun wird die Heckrotor Stick Dynamik an den Hubschrauber angepasst. Hierzu pirouettiert man zunächst mit maximaler Pirorate in die das Heck entlastende Richtung und steuert dann schlagartig Vollausschlag in die entgegengesetzte Richtung. Der Heckantrieb darf bei solch einem Manöver nicht überlastet werden. Bei einem riemengetriebenen Heck bedeutet dies, dass der Heckriemen nicht überspringen soll. Tut er

dies doch, soll man die Heckrotor Stick Dynamik reduzieren. Der Wechsel der Pirorichtung und auch das Stoppverhalten wird dadurch weicher. Piloten, die nicht in der Lage sind, durch dynamische Pirorichtungswechsel die maximale Stick Dynamik zu erfliegen, empfehle ich einfach mit dem Defaultwert von 20 zu fliegen. Dieser hat sich bis zu einem Heli der 90er Größe bewährt. Bei noch größeren Helis oder Helis mit empfindlichen Heckrotoren sollte man den Wert ggf. noch weiter reduzieren.
Der Parameter Heckrotor Trägheit muss in der Regel nicht angepasst werden, sondern kann beim Defaultwert von 50 gelassen werden. Nur wenn das Heck sichtbar beim Einrasten zurückpendelt, sollte man die Heckrotor Trägheit bei kleinen Helis verringern, bei großen erhöhen.

Die maximale Pirouettenrate von AC-3X wird über die Servowegbegrenzung im Sender eingestellt. 100% Heckknüppelanzeige im Display des AC-3X bei Knüppelvollausschlag entsprechen ca. 600 °/s Pirouettenrate. Will man Expo auf dem Heckrotorknüppel haben, um im Bereich der Knüppelmitte feinfühliger steuern zu können, so kann man dies im "Stick Setup" entsprechend einstellen. Defaultmäßig sind hier 80% eingestellt, was in etwa der Steuercharakteristik eines Futaba GY 601 Kreisel im F3C Mode entspricht.
Zum Abschluss des Heckrotorsetups wird der Drehmomentausgleich, wie in Abschnitt 2.2.2 beschrieben eingestellt. Der eingestellte Defaultwert von 45 sollten allerdings für die meisten Helis recht gut passen. **Achtung:** Es gibt Helis wie z.B. die Helis von Align oder die Logo 500/600 bei denen g.g.F. **die** DMA Richtung invertiert werden müssen. Bei Vergrößerung der TS-Ausschläge muss der DMA entgegen dem Rotordrehmoment wirken!

3.7. Setup im Flug -Taumelscheibeneinstellung

Hat man den Heckrotor soweit eingestellt, sollte man sich ans Feintuning der in Abschnitt 2.2.1 beschriebenen Taumelscheibenparameter machen.
Wie beim Heck sollte man auch auf der Taumelscheibe zunächst mit Proportionalfaktor und Integralfaktor das Einrastverhalten optimieren. Der Heli sollte möglichst neutral dem Knüppel folgen. Man erhöht daher zunächst synchron P und I und wird sehen, dass das Einrasten zunächst steifer wird, dann aber irgendwann auch zusehends Rückpendeln dazukommt. Es gilt zunächst den Punkt des neutralsten Stoppens zu finden. Hat man diesen gefunden, so geht man in den Rundflug über und tickt Nick an. Wenn der Heli nicht anfängt schnell zu pendeln, dann hat man schon das richtige Verhältnis von P und I gefunden. Wenn doch, dann sollte man den Proportionalfaktor verringern. Will man nun zyklisch noch ein kräftigeres Beschleunigen und Abbremsen, so kann man den Vorsteuerfaktor erhöhen oder alternativ auch verringern wenn der Heli einem schon zu agil ist. Als letztes stellt man die Integralgrenze so ein, dass der Heli im Schnellflug beim Pitchen nur leicht die Nase hochnimmt und dann möglichst neutral weiter geradeaus fliegt. Bäumt er deutlich auf, ist die Integralgrenze zu erhöhen, merkt man kein Aufbäumen, so kann man die Integralgrenze verringern.

An dieser Stelle noch **zwei wichtige Hinweise zur Einstellung der Taumelscheibenregler:**

- Falls der Heli beim Steuern von Roll oder Nick über die jeweils andere Achse eine Pendelbewegung macht und die Achsen scheinbar verkoppelt sind, so liegt dies oft daran, dass der Taumelscheibenmitnehmer nicht richtig ausgerichtet ist (vgl. Abbildung 4) und dadurch die Achsen verkoppelt sind.

- Wenn man bei AC-3X die Proportionalverstärkung zusammen mit der Integralverstärkung synchron erhöht, kann es passieren, dass der Heli gar nicht anfängt zu pendeln. Man beobachtet dann bei sehr großer Verstärkung nur ein kurzes Rückpendeln. Der Heli fühlt sich dann etwas schwammig an. Diesen Zustand kann man leicht als zu wenig Regelverstärkung fehlinterpretieren und dann die Verstärkungen noch weiter erhöhen, was dann jedoch keine Abhilfe schafft. Wenn man diesen Zustand hat, dann sollte man P und I um ein Drittel bis die Hälfte verringern und erneut die Grenze ausloten, wo die TS anfängt, sich schwammig anzufühlen. Generell sollte man bei AC-3X eher mit etwas weniger Proportional- und Integralanteil fliegen als maximal möglich. Die Flugeigenschaften verschlechtern sich dadurch kaum merklich, während zuviel P- und I-Regelverstärkung zu besagtem schwammigen Gefühl führen kann.

Zuletzt kann man noch die Nick und die Rollrate an seine persönlichen Vorlieben anpassen. Dies geschieht über den Roll- und Nickmischer im Taumelscheiben Setup, eine Verringerung des eingestellten Betrages bedeutet eine Verringerung der Raten, eine Erhöhung der Werte entsprechend einer Vergrößerung der maximalen Drehgeschwindigkeiten. Falls man Expo auf Taumelscheibe fliegen möchte, so kann man im Stick Setup dieses auch für die Taumelscheibe einstellen. Defaultmäßig ist hier ein Wert von 30 eingestellt, was einem Steuergefühl nahe am Paddelkopf entspricht.

Nutzung verschiedener Flugzustände

AC-3X bietet die Möglichkeit über den Empfindlichkeitskanal die Regelverstärkungen auf Taumelscheibe und Heck synchron während des Fluges einzustellen. Beim Sendersetup hatten wir die Empfindlichkeit für unbekannte Setups auf 60% am Display der AC-3X eingestellt und dann nach dem Erstflug vor der Einstellung wieder auf 100% erhöht. Diesen Wert kann man bis auf 150% erhöhen bzw. auch bis auf 25% zurückdrehen. Man kann so, analog zu einem einfachen Heckkreisel, über den Gyromischer der Fernsteuerung die Regelverstärkung flugphasen- bzw. flugzustandsspezifisch anpassen und so z.B. spezielle Flugphasen mit niedriger Drehzahl und daher höherer Verstärkung oder umgekehrt nutzen.

Man kann seit der SW Version 4 der AC-3X SW über die beiden Menüpunkte "Lock TS-Gain 100%" und "Lock Heck Gain 100 %" die Empfindlichkeiten der Taumelscheibe und des Hecks vom Gain Kanal entkoppeln. Aktiviert man also einen der beiden Punkte, so steht die Empfindlichkeit für TS bzw. Heck immer bei einem Wert, der einem RC-Gain Wert von 100% entspricht! Der jeweils andere Wert kann nach wie vor über den Gain Kanal beeinflusst werden.

Ebenfalls neu in der SW Version 4 der AC-3X ist, dass man im Menü Tools eine Paramaterumschaltung aktiviert werden kann, die dazu dient dass man die Regelparameter der AC-3X zwischen zwei unterschiedlichen Zuständen umschalten kann. Beim Aktivieren dieses Punktes werden die Parameter aus dem Standardparametersatz A in den Parametersatz B kopiert. Die in der Abbildung 1 mit einem Stern markierten Parameter können dann für beide Parametersätze getrennt eingestellt werden. In den Menüs erscheinen sie daher bei aktivierter Parameterumschaltung jeweils doppelt, einmal mit dem Index A und einmal mit dem Index B. Die Umschaltung zwischen beiden Parametersätzen erfolgt über den Gainkanal. Die Empfindlichkeit wird ähnlich wie bei einem Futaba Gyro von der Knüppelmitte weg in beiden

Richtungen erhöht, befindet man sich jedoch auf der Seite langer Impulse, so wird für die Regelung der Parametersatz A verwendet . Befindet man sich auf der Seite kurzer Impulse, so wird der Parametersatz B benutzt (vgl. **Abbildung 3**). Welcher Parametersatz gerade aktiv ist, kann man bei aktivierter Parameterumschaltung auf dem Statusbildschirm der AC-3X im Flugmode ablesen (siehe Abbildung 11).
Das Setup von AC-3X ist nun abgeschlossen. Es hat sich gezeigt, dass man nach dem ersten Setup von AC-3X in der Regel während der ersten Flüge noch Punkte beobachtet, die man fein abstimmen will. Die genaue Wirkung der einzelnen Parameter kann man in Kapitel 2 nachlesen. Im folgenden Kapitel werden nun noch einige erflogene Setups zusammengefasst.

4. AC-3X Setups

In diesem Kapitel sind Setups für diverse Hubschrauber mit verschiedenen Servos zusammengefasst. Dargestellt sind jeweils nur die Regelparameter der Fluglagenregelung, nicht aber die Servo- und Sensorparameter, die einbauspezifisch in der Werkstatt eingestellt werden müssen, bzw. die Stickparameter, die sich der Pilot individuell nach seinen Vorlieben einstellen muss.
Bei den Setups sind jeweils Drehzahlen angegeben, auf die sie sich beziehen. Erhöht man die Drehzahlen gegenüber dem angegebenen Wert, so muss man die Gesamtempfindlichkeit der AC-3X über den Empfindlichkeitskanal herabsetzen. Verringert man die Rotordrehzahl, so kann man ggF. die Gesamtempfindlichkeit auch noch etwas erhöhen, d.h. den Gain auf über 100% erhöhen.

Leider hat sich bei meinen Testflügen gezeigt, dass Servos eines Typs sich nicht unbedingt immer gleich verhalten müssen. Es gibt von einigen Servos unterschiedliche Serien, die z.B. unterschiedliche Servowege bei gleichen Servoimpulslängenänderungen fahren. Dies hat leider auch eine Auswirkung auf das Setup, da ein Servo, das einen größeren Weg fährt, effektiv zu einer größeren Regelverstärkung führt. Diese kann man natürlich kompensieren, in dem man die Servowege im AC-3X Servomenü entsprechend anpasst. Wenn man die Grundeinstellung im Heli nach Kapitel 3.4 gewissenhaft durchgeführt hat, dann sollte man allerdings mit den Setups unten zu einem guten Flugverhalten kommen. Gegebenenfalls hat sich bei den eigenen Servos ein anderer Servoweg auf TS ergeben. Diesen dann bitte nicht aus den Tabellen unten übernehmen, sondern so belassen, wie er individuell eingestellt wurde.

Die angegebenen Heckparameter beziehen sich auf ein Heckservolimit von 1000 Einheiten. Ist die Heckanlenkung so ausgelegt dass am Heck deutlich größere Limits eingestellt werden müssen, so bedeutet dies, dass auch die angegeben Heck P-, I- und DMA Anteile entsprechend vergrößert werden müssen. Wenn man z.B. 1300 Servolimit anstelle von 1000 eingestellt hat, so muss man die Werte in der Tabelle mit 1,3 multiplizieren.

4.1. Acrobat SE Setups

Alle Acrobat SE Setups beziehen sich auf ca. 2000 Umdrehungen pro Minute am Rotorkopf und 100% Empfindlichkeit im Display der AC-3X.

Setup:	**Acrobat SE & FS 550 Carbon**			
Regler Setup Taumelscheibe:			**Regler Setup Heck:**	
Servos	Robbe FS 550 Carbon		Servo	Futaba BLS251
Ruderarmlänge	11mm		Ruderarmlänge	13,5 mm
Servoweg TS	1000		P – Anteil	45
P – Anteil	60		I – Anteil	50
I – Anteil	70		DMA	45
Vorsteuerfaktor	70		Heck Stick Dyn.	25
Integralgrenze	60		Heck Trägheit	50
Schwebestabilität	2			
Stromverbrauch	recht hoch, am Jazz 80-6-18 evtl. BEC unterstützen			

Setup:	**Acrobat SE & Multiplex Polo Digi 4**			
Regler Setup Taumelscheibe:			**Regler Setup Heck:**	
Servos	Multiplex Polo Digi 4		Servo	Futaba BLS251
Ruderarmlänge	13 mm		Ruderarmlänge	13,5 mm
Servoweg TS	**800**		P – Anteil	45
P – Anteil	50		I – Anteil	50
I – Anteil	60		DMA	45
Vorsteuerfaktor	65		Heck Stick Dyn.	25
Integralgrenze	60		Heck Trägheit	50
Schwebestabilität	2			
Stromverbrauch	niedrig, Jazz 80-6-18 BEC ausreichend			

Setup:	**Acrobat SE & Futaba S9650**			
Regler Setup Taumelscheibe:			**Regler Setup Heck:**	
Servos	Futaba S9650		Servo	Futaba BLS251
Ruderarmlänge	13 mm		Ruderarmlänge	13,5 mm
Servoweg TS	**800**		P – Anteil	45
P – Anteil	60		I – Anteil	50
I – Anteil	70		DMA	45
Vorsteuerfaktor	65		Heck Stick Dyn.	25
Integralgrenze	60		Heck Trägheit	50
Schwebestabilität	2			
Stromverbrauch	niedrig, Jazz 80-6-18 BEC ausreichend			

4.2. Acrobat Shark Setups

Alle Acrobat Shark Setups beziehen sich auf ca. 1800 Umdrehungen pro Minute am Rotorkopf und 100% Empfindlichkeit im Display der AC-3X.

Setup:	**Acrobat Shark & Futaba S9451**			
Regler Setup Taumelscheibe:			**Regler Setup Heck:**	
Servos	Futaba S 9451		Servo	Futaba BLS251
Ruderarmlänge	16 mm		Ruderarmlänge	13,5 mm
Servoweg TS	1000		P – Anteil	70
P – Anteil	60		I – Anteil	50
I – Anteil	60		DMA	45
Vorsteuerfaktor	70		Heck Stick Dyn.	20
Integralgrenze	45		Heck Trägheit	60
Schwebestabilität	2			
Stromverbrauch	ca. 230 mAh pro 6 Minuten Flug			

Setup:	**Acrobat Shark & Futaba BLS 451**			
Regler Setup Taumelscheibe:			**Regler Setup Heck:**	
Servos	Futaba BLS 451		Servo	Futaba BLS251
Ruderarmlänge	16 mm		Ruderarmlänge	13,5 mm
Servoweg TS	1000		P – Anteil	70
P – Anteil	55		I – Anteil	50
I – Anteil	60		DMA	45
Vorsteuerfaktor	70		Heck Stick Dyn.	20
Integralgrenze	45		Heck Trägheit	60
Schwebestabilität	2			
Stromverbrauch	ca. 260 mAh pro 6 Minuten Flug			

Setup:	**Acrobat Shark & Multiplex Titan Digi 4**			
Regler Setup Taumelscheibe:			**Regler Setup Heck:**	
Servos	Multiplex Titan Digi 4		Servo	Futaba BLS251
Ruderarmlänge	16 mm		Ruderarmlänge	13,5 mm
Servoweg TS	1000		P – Anteil	70
P – Anteil	60		I – Anteil	50
I – Anteil	60		DMA	45
Vorsteuerfaktor	70		Heck Stick Dyn.	20
Integralgrenze	45		Heck Trägheit	60
Schwebestabilität	2			
Stromverbrauch	ca. 250 mAh pro 6 Minuten Flug			

Setup:	**Acrobat Shark & Graupner JR DS 8822**			
Regler Setup Taumelscheibe:			**Regler Setup Heck:**	
Servos	Graupner JR DS 8822		Servo	Futaba S9256
Ruderarmlänge	17 mm		Ruderarmlänge	13,5 mm
Servoweg TS	1000		P – Anteil	70
P – Anteil	55		I – Anteil	50
I – Anteil	60		DMA	45
Vorsteuerfaktor	70		Heck Stick Dyn.	20
Integralgrenze	45		Heck Trägheit	60
Schwebestabilität	2			
Stromverbrauch	ca. 440 mAh pro 6 Minuten Flug			

4.3. Logo Setups

An dieser Stelle möchte ich zunächst einen Hinweis zur Verwendung von AC-3X in Mikado Logo Hubschraubern geben. Bei diesen Hubschraubern kann es zu statischen Entladungen zwischen dem Heckriemen und RC-Komponenten kommen. Soll daher AC-3X in einem Logo verwendet werden, ist unbedingt darauf zu achten, dass eine leitende Verbindung zwischen Heckrotorwelle, Heckrohr und einem geeigneten Ableitblech sehr dicht am Riemen im Bereich wo der Riemen im Chassis das Heckrohr verlässt bestehen. Verwendet man ein Heckservo mit Metallgehäuse reicht in der Regel auch eine Verbindung zwischen Heckwelle-Heckrohr und Heckservogehäuse. Führt man keine geeignete Erdung durch, können statische Entladungen die AC-3X beschädigen oder zumindest zu Fehlfunktionen führen!

Das folgende Setup bezieht sich auf eine Kopfdrehzahl von 2050 Umdrehungen pro Minute.

Setup:	**Logo 600 & Graupner JR DS 8822**			
Regler Setup Taumelscheibe:			**Regler Setup Heck:**	
Servos	Graupner JR DS 8822		Servo	Futaba BLS251
Ruderarmlänge	17 mm		Ruderarmlänge	13,5 mm
Servoweg TS	1000		P – Anteil	80
P – Anteil	65		I – Anteil	50
I – Anteil	70		DMA	-70
Vorsteuerfaktor	85		Heck Stick Dyn.	20
Integralgrenze	50		Heck Trägheit	50
Schwebestabilität	2			
Stromverbrauch	ca. 350 mAh pro 6 Minuten Flug			

4.4. TRex 250 Setup

Das folgende Setup bezieht sich auf den Trex 250 mit einer Drehzahl von ca. 4500 Umdrehungen pro Minute am Rotorkopf. Geflogen wurden die Align Sichtcarbon Rotorblätter. Der Kopfumbau wurde so realisiert, dass die Paddelwippe ausgebaut wurde und dann die Mischhebel die sonst an der Paddelwippe befestigt sind, jeweils in der Gewindebohrung befestigt werden, wo vorher die Paddelwippe befestigt war. Die Blatthalter werden dann über die Umlenkhebel mit dem Doppelkugelgelenk von hinten angelenkt. Der Umlenkhebel untersetzt die mechanischen Wege um 2:1 und sorgt außerdem dafür, das die Taumelscheibe die normalen Steuerrichtungen beibehält obgleich von hinten angelenkt wird. Bei der Montage der AC-3X im Trex 250 ist unbedingt darauf zu achten, dass die Kreiselplattform zusätzlich versteift wird. Sie neigt sonst leicht zu Schwingungen, die eine befriedigende Regelung unmöglich machen.

Setup:	**Trex 250 SE & Align DS410**			
Regler Setup Taumelscheibe:			**Regler Setup Heck:**	
Servos	Align DS410		Servo	Futaba S9257
Ruderarmlänge	10.5 mm		Ruderarmlänge	6.5 mm
Servoweg TS	1000		P – Anteil	30
P – Anteil	50		I – Anteil	35
I – Anteil	50		DMA	-40
Vorsteuerfaktor	65		Heck Stick Dyn.	25
Integralgrenze	65		Heck Trägheit	30
Schwebestabilität	2			
Stromverbrauch	niedrig, Original Align Regler BEC ausreichend			

4.5. TRex 450 SE V2 Setups

Dies ist ein Setup für den Trex 450 SE V2 mit Hitec HS65 bei einer Drehzahl von 2700 Umdrehungen bei 100% Empfindlichkeit im Display der AC-3X. Der Trex Rotorkopf ist dahingehend modifiziert, dass die Anlenkpunkte an den Blatthaltern einen Kugelabstand von 40mm haben.
Falls der Trex mit den HS 65 mit noch mehr Rotorkopfdrehzahl geflogen wird, sollte der Vorsteuerfaktor weiter herunter genommen werden, da der Trex sonst sehr nervös um die TS-Knüppelmitte wird. Die verwendeten HS 65 Servos sollten nicht mit mehr als 65 Hz Framerate betrieben werden, da sie analog sind und der Servomotor nicht mehr verträgt. Die analogen HS65 sind zwar weit verbreitet in 450er Helis, sie sind aber für elektronische Taumelscheibenregelungen eigentlich eher ungeeignet. Wenn man die Wahl hat, würde ich den digitalen Nachfolger HS 5065MG empfehlen!

Setup:	**Trex 450 SE & Hitec HS 65**			
Regler Setup Taumelscheibe:			**Regler Setup Heck:**	
Servos	Hitec HS 65		Servo	Futaba S9257
Ruderarmlänge	10 mm		Ruderarmlänge	10 mm
Servoweg TS	1000		P – Anteil	50
P – Anteil	50		I – Anteil	50
I – Anteil	45		DMA	-50
Vorsteuerfaktor	55		Heck Stick Dyn.	20
Integralgrenze	40		Heck Trägheit	40
Schwebestabilität	2			
Stromverbrauch	niedrig, Jazz 40-6-18 BEC ausreichend			

Das zweite Setup für den Trex 450 ist für die digitalen Hitec HS5065 MG Servos bei einer Drehzahl von ca. 3000 U/Min (bei 100% Gain im Display der AC-3X). Diese Servos können mit 200 HZ Taumelscheibenfrequenz betrieben werden. Man bekommt hiermit eine deutlich bessere Regelperformance wie mit den analogen HS 65. Mechanisch wurde das Setup wieder so ausgeführt, dass der Abstand der Anlenkkugeln an den Blatthaltern auf 40mm vergrößert wurde.

Setup:	**Trex 450 SE & Hitec HS 5065**			
Regler Setup Taumelscheibe:			**Regler Setup Heck:**	
Servos	Hitec HS 5065		Servo	Futaba S9257
Ruderarmlänge	10 mm		Ruderarmlänge	10 mm
Servoweg TS	1000		P – Anteil	50
P – Anteil	50		I – Anteil	50
I – Anteil	50		DMA	-50
Vorsteuerfaktor	55		Heck Stick Dyn.	20
Integralgrenze	40		Heck Trägheit	40
Schwebestabilität	2			
Stromverbrauch	niedrig, Jazz 40-6-18 BEC ausreichend			

4.6. TRex 500 Setup

Dies ist ein Setup für den Trex 500 bei einer Drehzahl von 2700 Umdrehungen bei 100% Empfindlichkeit im Display der AC-3X. Der Trex Rotorkopf ist dahingehend modifiziert, dass die Anlenkpunkte an den Blatthaltern einen Kugelabstand von 50mm haben. Einen entsprechenden Umbausatz kann man z.B. bei der Bastler Zentrale in Stuttgart kaufen. Achtung, wenn man den Trex 500 nur mit ca. 2200 Umdrehungen fliegt, dann lässt der Heckschub drehzahlbedingt stark nach. Bei so niedrigen Drehzahlen muss man daher den P-Anteil am Heck auf ca. 80-90 erhöhen!

Setup:	**Trex 500 & Futaba S9650**			
Regler Setup Taumelscheibe:			**Regler Setup Heck:**	
Servos	Futaba S9650		Servo	Futaba S9253
Ruderarmlänge	13 mm		Ruderarmlänge	13 mm
Servoweg TS	1000		P – Anteil	65
P – Anteil	60		I – Anteil	50
I – Anteil	60		DMA	-60
Vorsteuerfaktor	75		Heck Stick Dyn.	25
Integralgrenze	50		Heck Trägheit	50
Schwebestabilität	2			
Stromverbrauch	niedrig, Jazz 80-6-18 BEC ausreichend			

4.7. Revolution Setup

Dies ist ein Setup für den Revolution von Heli-Professional. Es bezieht sich auf eine Drehzahl von 1800 Umdrehungen bei 100% Empfindlichkeit im Display der AC-3X. Die Anlenkung erfolgte gemäß dem Heli-Professional Rigid Umbau.
Beim Einstellen des Heckservos ist darauf zu achten, dass wenn man im Setup Menü in Servomittelstellung bei 0° Pitch ist, das Servo so steht, dass der Steuerhebel am Revoheck so steht, dass die dem Heckgehäuse zugewandte Seite parallel zum Heckrotorgehäuse steht. Dies entspricht gerade dem richtigen Heckpitchoffset für 0° Pitch. Die Servolimits am Heck sollten dann auf 1250 auf beiden Seiten eingestellt werden. Die damit erreichbaren Heckpitchwerte decken den gesamten aerodynamisch sinnvollen Bereich ab und reichen auf jeden Fall für eine gute Heckperformance.

Setup:	**Revolution & Futaba S9351**			
Regler Setup Taumelscheibe:			**Regler Setup Heck:**	
Servos	Futaba S9351		Servo	BLS251
Ruderarmlänge	7.5 mm (Push Pull mit 15mm Kugelabstand)		Ruderarmlänge	-
Servoweg TS	1100		P – Anteil	90
P – Anteil	65		I – Anteil	60
I – Anteil	65		DMA	60
Vorsteuerfaktor	75		Heck Stick Dyn.	20
Integralgrenze	50		Heck Trägheit	60
Schwebestabilität	2			
Stromverbrauch	Jive HV BEC ausreichend			

4.8. Three Dee Rigid Setup

Dies ist ein Setup für den TDR vom Jan Henseleit. Es bezieht sich auf die CR Rigid Blätter bei einer Drehzahl von 1700 Umdrehungen bei 100% Empfindlichkeit im Display der AC-3X. Die Anlenkung erfolgte gemäß der Anleitung des TDR. Im Speedflug bei ca. 1900

Umdrehungen sollte man den Gain über den Gainkanal auf ca. 85% reduzieren, bei niedrigen Drehzahlen auf ca. 115% erhöhen.

Setup:	**TD-Rigid & Futaba BLS 451**			
Regler Setup Taumelscheibe:			**Regler Setup Heck:**	
Servos	Futaba BLS451		Servo	BLS251
Ruderarmlänge	18mm		Ruderarmlänge	10.5mm
Servoweg TS	800		P – Anteil	55
P – Anteil	60		I – Anteil	50
I – Anteil	60		DMA	-70
Vorsteuerfaktor	55		Heck Stick Dyn.	22
Integralgrenze	50		Heck Trägheit	55
Schwebestabilität	2			
Stromverbrauch	Jive HV BEC ausreichend			

www.acrobat-helicopter.com

E-Mail: stefanp@eheli-tuning.de

www.acrobat-helicopter.com

E-Mail: stefanp@eheli-tuning.de

5. Fragen zur AC-3X – FAQs

Wiederkehrende Fragen zur AC-3X werde ich ab sofort in diesem Kapitel sammeln.

Warum hatte AC-3X keine Speicherbänke um zwischen mehreren Setups umschalten zu können?

Seit der SW Version 4 hat, kann man auf Grund zahlreicher Kundenwünsche in AC-3X zwischen zwei Parametersätzen umschalten. Dennoch bin ich der Meinung, dass dies nur bedingt notwendig ist. Wieso möchte ich im Folgenden kurz erläutern:
Ziel einer Fluglagenregelung ist es, die Servos elektronisch so zu steuern, dass der Hubschrauber möglichst exakt den an den Steuerknüppeln kommandierten Bewegung folgt. Bei einer gut funktionierenden Regelung folgt der Heli also genau dem, was am Knüppel gesteuert wird. Nun ist es natürlich so, dass die Regelverstärkung, also wie stark die Regelung eingreifen muss, um eine optimale Regelung zu erreichen, von der Systemdrehzahl abhängt. Dies liegt daran, dass die aerodynamische Wirkung der Rotorblätter mit zunehmender Drehzahl wächst. Um also ein konstantes Regelergebnis zu bekommen, muss man bei steigender Drehzahl die Verstärkung verringern. Für die Einstellung der Verstärkung muss man jedoch meiner Meinung nach nicht an vielen Stellen in der Regelung eingreifen, sondern es reicht ein einzelner Verstärkungsparameter. Diesen habe ich auf dem Gain Kanal über den Sender einstellbar ausgelegt. Analog zu einem normalen Heckkreisel kann man drehzahlabhängig, in jeder Flugphase den Gain anpassen. Wenn nun gewünscht ist, in einzelnen Flugphasen die Reaktion des Helis auf die am Knüppel gesteuerten Inputs zu verändern, so kann man dieses auch für jede Flugphase einzeln über Dual Rate (Anpassung der Maximaldrehrate) und Exponential (Anpassung des Ansprechverhaltens um die Knüppelmitte) im Sender machen. Die in AC-3X arbeitende Regelung muss dabei eigentlich nicht verändert werden!
Das „Eigentlich“ im letzten Satz ist dadurch bedingt, dass mit der SW 4 die Heckregelung grundlegend überarbeitet wurde und nun wie vorher schon auf TS über ein "intelligentes Stoppverhalten" verfügt. Für eine Optimierung des Stoppverhaltens hat es sich nun als sinnvoll erwiesen, die Heckrotor Stick Dynamik bei sehr niedrigen Drehzahlen herabzusetzen. Das Heck rastet, wenn man bei niederen Drehzahlen die Stick Dynamik um ca. 5 zurück nimmt, auch bei schwachen Hecks perfekt ein, so dass ich selber beim Parameter Heck Stick Dynamik bei niederen Drehzahlen die Parameterumschaltung verwende.

Das Heck meines Helis ist zu weich seit ich AC-3X eingebaut habe. Woran liegt das?

AC-3X ist im Auslieferungszustand auf den Heckrotor des Acrobat SE optimiert. Dieser hat die Eigenschaft, dass er mit recht niederen P-Regelverstärkungen auf Heck betrieben werden muss, da er andernfalls zu Heckschwingungen neigt. Die meisten anderen Hubschrauber benötigen am Heck deutlich höhere P-Regelverstärkungen wie der SE und werden bei den niederen Heckverstärkungen des SEs schwammig. Bei vielen Hubschraubern, wie z.B. den verschiedenen Logos, dem TD NT, dem TD MP oder auch den Trex 500-600 sollte man daher die P-Werte am Heck, wenn kein Setup angegeben ist, zunächst auf ca. 80 Stellen und dann ausgehend von diesem Wert optimieren. Dabei ist es durchaus nicht ungewöhnlich wenn man mit dem P Anteil auch über 100 hinaus gehen kann bzw. muss, um ein steifes Heck zu bekommen.

Wie finde ich die SW Version meiner AC-3X heraus?
Beim Einschalten der AC-3X wird während des Bootvorgangs die Version der AC-3X z.B. 1.3 angezeigt. Die erst Zahl steht für die HW Revision der AC-3X, in diesem Fall 1, die zweite für die SW-Version, in diesem Fall 3.

Was ist bei Verwendung von AC-3X auf Hubschraubern mit Mehrblattkopf bzw. mit ungewöhnlich großem Rotordurchmesser oder sehr wenig Kopfdrehzahl beim Einstellen zu beachten?
Prinzipiell könnte man auch bei solch einem Heli nach der in Kapitel 3 beschriebenen Setup-Prozedur vorgehen und sollte zu einem gut fliegenden Heli kommen. Es ist bei solchen Systemen jedoch oft so, dass die aerodynamische Wirkung der Rotorblätter sich recht deutlich von der eines normalen Zweiblattsystems unterscheidet und daher auch die Wege und Anstellwinkel am Rotorkopf anders eingestellt werden müssen als bei einem solchen. Der sicherste Weg für den Erstflug ist daher wie folgt:
Zunächst wird im Taumelscheiben Reglersetup der AC-3X der P- und der I-Anteil auf 0 gesetzt, so dass die Regelung der AC-3X deaktiviert ist. Nun wird der Vorsteuerfaktor auf 100 eingestellt. Die Taumelscheibe wird nun also wie bei einem normalen elektronisch gemischten Rotorkopf direkt von den Knüppeln gesteuert. Man verläst nun das Reglersetup und verifiziert, dass die Regelung nicht aktiv ist und man ca. 4° zyklische Ausschläge über den Sender steuern kann. Ist dies der Fall, so kann man sich vorsichtig an den Erstflug wagen. Der Heli sollte mit diesen Taumelscheibenausschlägen, solange man nur schwebt und keine Fahrt aufbaut, wie ein normaler Rotorkopf schweben ohne allzu nervös zu sein. Ist dies nicht so, so passt die Geometrie der Anlenkung nicht zum Rotorkopf und man wird auch mit elektronischer Regelung nicht zu einem optimalen Flugverhalten gelangen können. Man sollte also in diesem Fall die Anlenkung überarbeiten. Wenn der Heli zu nervös reagiert, ist die Anlenkung mechanisch dahingehend zu verändern, dass die zyklischen Steuerausschläge am Blatt kleiner werden,. wenn der Heli nur sehr träge steuerbar ist, dann entsprechend so, dass man mechanisch die zyklischen Ausschläge an den Blättern vergrößert.
Wenn sich der Heli stabil schweben lässt, dann beginnt man bei einem Gain über den Sender von 100, den P- und I-Anteil auf Taumelscheibe synchron in 10er Schritten zu erhöhen und prüft nach jedem Schritt, ob das Flugverhalten des Helis stabiler geworden ist. Wird es nicht stabiler, sonder eher kippliger, so ist das ein Zeichen dafür, dass die Sensorrichtungen der Taumelscheibensensoren nicht passen. In diesem Fall sollte man auf keinen Fall P und I weiter erhöhen, sondern erste die Sensorrichtungen noch einmal kontrollieren und anpassen. In der Regel sollte man jedoch den P- und I-Anteil ohne Probleme auf jeweils ca. 50 erhöhen können und kann dann die Feinoptimierung der Heck und TS Parameter wie in Kapitel 3.6 und 3.7 beschrieben durchführen.

Woran kann es liegen, wenn der Heli trotz erfolgreicher Sensorkalibrierung im Flug über eine oder mehrere Achsen zu driften beginnt?
Hierfür kann es zwei Gründe geben: Es kann zum einen daran liegen, dass Vibrationen im Helikopter vorhanden sind, die die Sensorik der AC-3X beeinflussen. Um hierdurch bedingtes Driften abzustellen, ist es am sinnvollsten, die Vibrationen des Helikopters zu beseitigen. Ist dies nicht möglich, so sollte man die AC-3X besser gedämpft montieren. Dazu kann man die AC-3X statt mit den beiliegenden zweilagigen Spiegeltapestreifen, mit zwei Streifen aus 3-4 Lagen Tesa Montagetape befestigen. In der Regel reicht dies aus um eine vibrationsbedingte Drift abzustellen.

Ein weiterer Grund, der zu Driften im Flug führen kann, sind driftende Senderpotis. Dies erkennt man unter anderem daran, dass die Steuerhülse des Heckrotors schon bei stehendem Motor auf dem Boden langsam wegdriftet. Ist dies der Fall, so sollte man das Knüppeldeadband im Stickmenü so lange erhöhen, bis das Driften nicht mehr auftritt. Dazu sollten jedoch nicht Werte größer als ca. 15 notwendig sein, andernfalls deutet dies auf defekte Senderpotis hin!

Wieso laufen die Taumelscheibenservos und das Heckservo im Flugmenu so langsam und Teilweise ungleichmäßig?

Die in der Regelung der AC-3X arbeitenden Regler führen solange der Heli am Boden steht und nicht den Steuerbefehlen folgt zu einer scheinbaren Verlangsamung der Servos. Dies ist so gewollt und muss einen nicht beunruhigen. Insbesondere ist es auch normal, dass das Heckservo beim Steuern am Boden seine Geschwindigkeit ändert und eventuell sogar kurz stehen bleibt. Im Setup Menu, wo die Regler abgeschaltet sind, kann man die korrekte Servofunktion prüfen, hier wird das RC-Signal direkt durchgeschleift!

6. Fehlermeldungen beim Betrieb der AC-3X

Wie bei jedem technischen Gerät können leider auch bei der AC-3X im Betrieb Fehler auftreten. Um jedoch zu vermeiden, dass durch eine Fehlfunktion der Hubschrauber beschädigt wird, führt AC-3X bei der Initialisierung einige Selbsttests durch und geht nur dann, wenn diese erfolgreich abgeschlossen sind, in den aktiven Flugmodus über. Gab es bei der Initialisierung Fehler, so werden diese dem User über das Display gemeldet. Es können die folgenden Meldungen auftreten:

Fehler bei der RC-Kalibration: Falls AC-3X die Knüppelmittelstellungen beim Einschalten nicht korrekt einlernen kann, wird dies durch eine Fehlermeldung dem User mitgeteilt. In der Regel liegt dies daran, dass der Empfänger keinen gültigen Steuerimpuls liefert. Man sollte daher bei Auftreten dieses Fehlerbildes zunächst alle Kabel zum Empfänger prüfen und auch kontrollieren, ob der Sender eingeschaltet ist und dann AC-3X erneut einschalten. Man kann die Fehlermeldung auch durch Drücken der oberen Taste wegdrücken um z.B. ohne Sender ins Setup-Menü zu gelangen. **Aber Achtung:** wenn die RC-Kalibration nicht korrekt erfolgte (man also die entsprechende Fehlermeldung weggedrückt hat), darf man unter keinen Umständen versuchen zu fliegen, da die Knüppelnullstellungen nicht korrekt eingelernt sind und der Heli daher über alle Achsen driften wird. Falls trotz korrekter Verkabelung und eingeschaltetem Sender die Stick Kalibration nicht korrekt beendet wird, kann sein, dass die Stick-Cal. Toleranz im Stick Setup zu niedrig eingestellt ist und erhöht werden sollte.

Fehler bei der Sensorkalibration: Wenn der Heli bei der Initialisierung nicht ruhig steht, kann es sein, dass der Heli den Statusbildschirm der Sensorkalibration nicht verlässt. Es ist daher unbedingt notwendig, den Heli nach dem Einschalten von AC-3X ca. 10s ruhig stehen zu lassen, bis alle Sensoren kalibriert sind. Falls trotz ruhig stehendem Heli die Sensorkalibration nicht erfolgte, könnte es sein, das die Sensorcal. Toleranz zu niedrig eingestellt ist. Sie muss in diesem Fall entsprechend erhöht werden.

Defekter Sensor: Die drei in AC-3X enthaltenen Drehratensensoren werden während der Initialisierung auf ihre korrekte elektrische Funktion überprüft. Sollte einer der drei Sensoren defekt sein, so wird dies durch eine Fehlermeldung z.B. „Rollsensor Error“ angezeigt. In diesem Fall ist kein Flugbetrieb möglich und die AC-3X muss zu mir eingeschickt werden.

7. Wichtige Sicherheitshinweise und Haftungsausschlüsse

AC-3X darf nur dann betrieben werden, wenn sichergestellt ist, dass durch den Betrieb des mit AC-3X ausgestatteten Modellhubschraubers weder Personen noch Sachen gefährdet werden können.
Beim Flug eines mit AC-3X ausgestatteten Modells ist daher immer ein ausreichender Sicherheitsabstand zu Personen, Tieren und Gebäuden einzuhalten.
Es muss immer damit gerechnet werden, dass irgendeine Komponente des Hubschraubers ausfallen könnte und dieser dadurch unkontrollierbar wird. Für eventuell aus solch einer Situation entstehende Schäden kann keine Haftung übernommen werden, die Verantwortung hierfür liegt alleinig beim Piloten des Hubschraubers!

Das AC-3X muss aufgrund der sensiblen Elektronik zwingend vor Feuchtigkeit geschützt werden, andernfalls kann die sichere Funktion nicht gewährleistet werden.

Beim Einsatz in Hubschraubern mit Verbrennungsmotor dürfen keine Kraftstoffrückstände an die AC-3X kommen, da andernfalls mit Funktionsstörungen der AC-3X gerechnet werden muss.

Wenn nach einem Absturz oder durch sonstige Fremdeinwirkungen die AC-3X in irgendeiner Art beschädigt wurde, darf sie nicht mehr eingesetzt werden. Im Zweifelsfall muss sie vor dem weiteren Betrieb zur Überprüfung zum Hersteller eingeschickt werden.

Die AC-3X ist nur für den Einsatz in Umgebungen vorgesehen, in denen keine elektrostatischen Entladungen auftreten können.

Schadensersatzansprüche, die durch Fehlfunktion oder Ausfall vom AC-3X verursacht werden, können nicht geltend gemacht werden.

Für Personen, Sachschäden und deren Folgen, die aus meiner Lieferung oder Arbeit entstehen, kann ich außer bei Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit meinerseits keine Haftung übernehmen, da ich keine Kontrolle über die Anwendung und Handhabung meines Produktes habe.

Allgemeines:

Die Anleitung ist nach bestem Wissen und Gewissen erstellt! Sie wird ständig um neue Erkenntnisse und Setups ergänzt. Die aktuelle Anleitung wird zum Download unter www.acrobat-helicopter.com angeboten.

Die Veröffentlichung der Anleitung, auch nur auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung von mir gestattet, das Copyright liegt bei der Firma Plöchinger.

EG-Konformitätserklärung:

Für das AC-3X wird hiermit bestätigt, das es den folgenden EMV-Richtlinien entspricht:

EG-Richtlinie Elektromagnetische Verträglichkeit:	2004/108/EG
Emission :	EN 55011 Klasse B (Wohnbereich)
Störfestigkeit:	EN 61000-6-1 (Wohnbereich)

Meine Registrierungsnummer bei der EAR für die AC-3X lautet:

WEEE-REG. Nr.: DE29755000

Firma
Stefan Plöchinger
Gernäcker 1
94116 Hutthurm
Tel:08505/915548
Fax:08505/916380
stefanp@eheli-tuning.de
www.acrobat-helicopter.com