wellhausen & marquardt
Mediengesellschaft

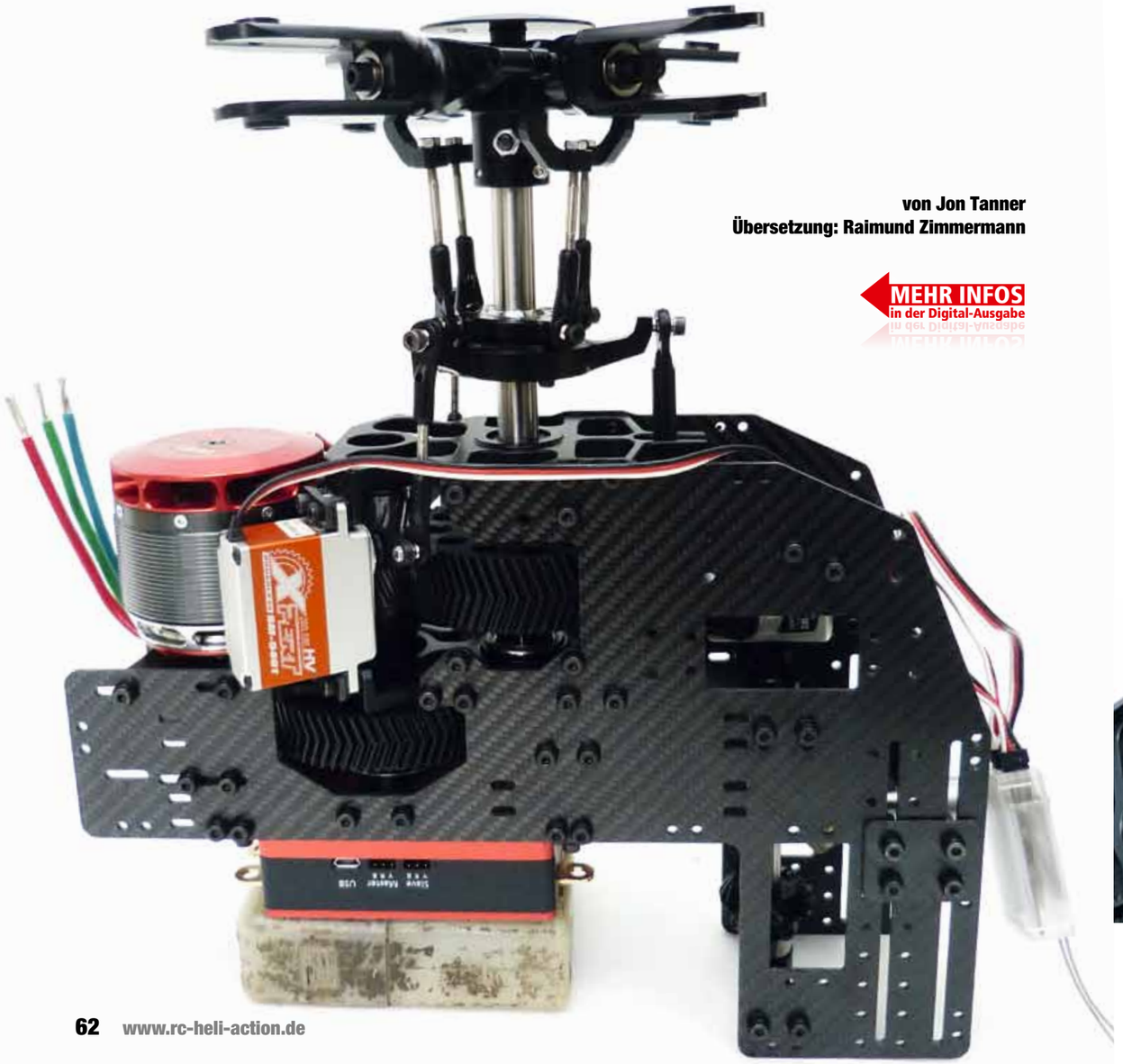
Der folgende Bericht ist in RC-Heli-Action, Ausgabe 6/2016 erschienen.

www.rc-heli-action.de
www.modell-aviator.de

SCALE FORCE

Die kompakte Scale-Elektro-Mechanik von PSG Dynamics

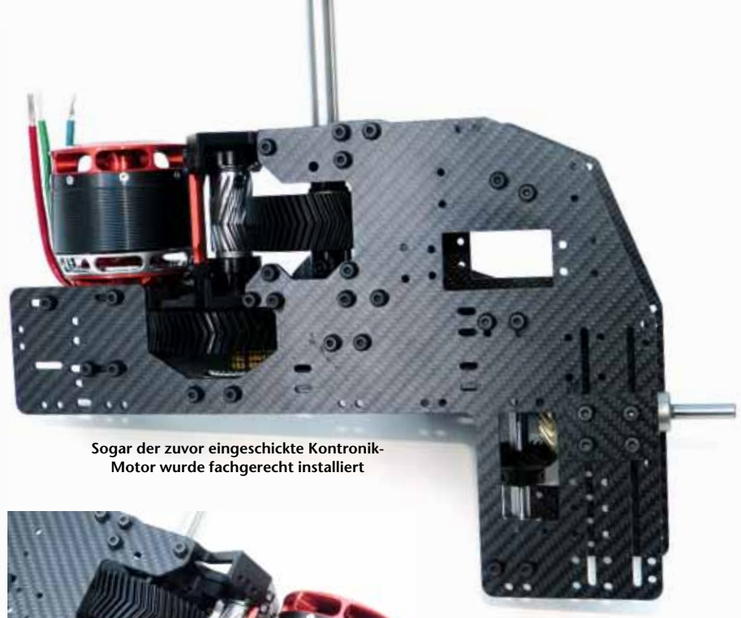
Als wir im vergangenen Jahr auf der Heli-Messe in Iffezheim durch die Gänge schlenderten, entdeckten wir unter anderem den Stand der Firma PSG Dynamics. Im Mittelpunkt stand das neue Trainermodell Zenyt der 700er-Größe. PSG Dynamics ist ein deutsches Feinmechaniker-Unternehmen, das bereits eine lange Tradition in Sachen Fertigung von hochwertigen Teilen für die Modellbau-Industrie im Allgemeinen und den Hubschrauber-Markt im Speziellen aufweisen kann. Unser Autor Jon Tanner entdeckte unter anderem auch eine für Scale-Modelle ausgelegte Mechanik, die mit vielen Features aufwartete. Das Mechanik-System schien ihm optimal geeignet zu sein für eines seiner künftigen Scale-Projekte, sodass er sich einige Monate später zum Kauf der PSG Pro Scale TT-Mechanik entschloss. Im Folgenden beschreibt er die außergewöhnliche Konstruktion und seine entsprechenden Erfahrungen beim Aufbau.



von Jon Tanner
Übersetzung: Raimund Zimmermann

MEHR INFOS in der Digital-Ausgabe

Der Inhalt ist so beeindruckend wie die edle Holzbox, in der die vormontierte PSG Pro Scale TT-Mechanik ausgeliefert wird



Sogar der zuvor eingeschickte Kontronik-Motor wurde fachgerecht installiert

Hier erkennt man sehr gut die Pfeilverzahnung. Das Zahnrad der zweiten Getriebestufe ist höher, um dem höheren Drehmoment gerecht zu werden

Oberer und unterer Rotorwellen-Lagerbock werden mit der roten, frontseitigen Platte verbunden. Gut zu erkennen sind auch die Befestigungsslöcher für die Rollservos

Der Grund, warum ich mich für die PSG-Scale-Mechanik entschieden habe, war die offensichtliche Qualität der Technik, kombiniert mit ihrer universellen Verwendbarkeit, sodass sie in viele Scale-Modelle passen würde. Die Pro Scale TT-Mechanik besitzt ein kompaktes, zweistufiges Zahnradgetriebe zum Antrieb des Hauptrotors.

Riemen oder Starrwelle

Der Heckrotorabtrieb erfolgt aus der ersten Stufe heraus über ein Zahnriemengelege, das mit einer senkrecht stehenden Welle verbunden ist. Zwei Versionen der TT-Mechanik sind lieferbar. Die von mir gewählte Version hat für den Heckabtrieb ein 90-Grad-Kegelradgetriebe für einen Starrwellenantrieb, während die andere dort ein Zahnriemenrad sitzen hat, von wo aus der Zahnriemen-Heckabtrieb erfolgt. Der Clou an der Konstruktion ist die Tatsache, dass die Getriebeteile beliebig auf der Welle verschoben werden können, um die Höhe des gesamten Heckabtriebs an die entsprechenden Anforderungen des Rumpfs anpassen zu können. Die alternative lieferbare PSG 700 Scale-Mechanik ähnelt im Aufbau dem T-Rex 700, jedoch ist sie aufgrund ihrer Getriebekonstruktion genau so flexibel beim Heckrotorantrieb.

Die lange Welle des Kontronik Pyro 850-50L mit montiertem Ritzel wird am Ende zusätzlich abgestützt. Links im Bild erkennt man das Riemenrad für den Heckabtrieb

Schmalbau-Versionen beider Mechaniken sind ebenfalls lieferbar, bei denen sich jeweils die Taumelscheiben-Servos hinter der Rotorwelle und die Anlenkung des Rotorkopfs über außen am Chassis angebrachte Umlenkhebel erfolgen. Das reduziert die Breite der Pro-Scale-Mechanik von 108 auf etwa 90 Millimeter (mm). Darüber hinaus gibt es auch „Engine Down"-Versionen, bei denen durch die hängende Montage des Motors im Dombereich mehr Platz zur Verfügung steht. Entsprechende Conversion-Sets werden für beide Mechaniken ebenfalls angeboten.

Flexible Untersetzung

Das, was mir auf Anhieb sehr gut gefallen hat, ist das überaus große Angebot seitens des Herstellers, die Untersetzung von Motor und Hauptrotor sowie die Übersetzung von Haupt- zu Heckrotor in einem sehr großen Bereich auswählen zu können. Das ist für die Scale-Heli-Piloten ein großes Plus, denn in den meisten Fällen ist zwar sehr wohl das Motorritzel nebst spezifischer Drehzahl des Motors beliebig wählbar, jedoch die Übersetzung zum Heckrotor fix vorgegeben und nicht veränderbar. Es gilt bei Scale-Helis ein generelles Gesetz: Je größer der Rotordurchmesser und je mehr Blätter, desto niedriger die Rotordrehzahl. Daraus resultiert eine entsprechend reduzierte Heckrotordrehzahl, die entweder mit längeren Heckblättern oder mit drehzahlerhöhender Übersetzung kompensiert werden muss. Und hier kommen die Vorzüge der PSG-Mechanik zum Tragen, bei der schon beim Kauf sowohl die richtige Hauptrotor-Untersetzung als auch entsprechende Heckrotor-Übersetzung gewählt werden können.

Auf der vom Zahnriemengelege angetriebenen Welle sitzt das Kegelradgetriebe für den Heckrotor-Starrwellenantrieb. Die Höhe des Abtriebs lässt sich beliebig verschieben; im Chassis befinden sich entsprechende Langlöcher

Planung

Bereits beim Kauf wird man bei PSG nach dem Einsatzzweck gefragt, um entsprechende Zahnrad-Kombinationen auszuwählen. In meinem konkreten Fall wählte ich eine angestrebte Hauptrotordrehzahl von 1.130 und eine Heckrotordrehzahl von 5.932 Umdrehungen pro Minute (U/min). Die Spezifikation bei der Pro Scale TT-Mechanik sieht konkret wie folgt aus: Rotordrehrichtung links; Hauptrotordurchmesser 2.000 mm; Vierblatt-Hauptrotor-System; Zweiblatt-Heckrotor; Antriebsmotor Kontronik Pyro 850-50; Antriebsakkus 12s-LiPos.

Die so komplettierte Bestellung wurde im Voraus bezahlt, wobei ich den Motor auf Vorschlag der Firma PSG zusandte, um ihn passend einbauen zu lassen. Kurze Zeit später erhielt ich die Ware und war begeistert, denn die vormontierte Mechanik befand sich in einem passenden Schaumstoff-Inlet in einer Holzbox. Ich wusste sehr wohl, dass es sich um eine spezielle Mechanik handelt, hatte aber diese schöne Präsentation keineswegs erwartet.

Besonderheiten

Das zweistufige Zahnradgetriebe sitzt in den beiden Carbon-Seitenteilen vor der Rotorwelle. Bei beiden Zahnrädern handelt es sich um pfeilverzahnte Exemplare. Das erste Zahnrad hat eine Höhe von 16 mm und besteht aus zwei Schrägverzahnungen, die zu einem V zusammengesetzt sind. So gibt es zwei Mal die Kontaktfläche eines einzelnen 8-mm-Zahnrads, wobei der Zahnflanken-Eingriff an den äußeren Rändern beginnt und dann nach innen „rollt“, um die Einheit insgesamt sehr geräuscharm zu machen. Die Ausrichtung der ersten Getriebestufe erfolgt durch die Positionierung des Metallritzels auf der Motorwelle und das Einstellen des Zahnflankenspiels durch Verschieben des Motorträgers in entsprechenden Langlöchern im Chassis.

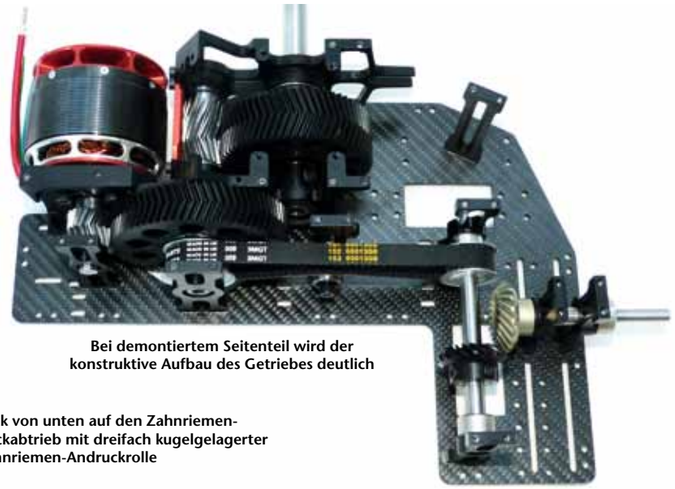
Die zweite Getriebestufe verwendet 22 mm hohe Zahnräder, um in dieser langsamer drehenden Stufe dem höheren Drehmoment gerecht zu werden. Das perfekte Getriebespiel ist hier herstellerseitig durch die Lagerböcke und Bohrungen im Chassis bereits vorgegeben. Durch die sehr hohe Fertigungsqualität all dieser Baugruppen ist gewährleistet, dass das vorgegebene Zahnflankenspiel perfekt stimmt.

Touren

Die gewünschte Drehzahl wurde in der ersten Stufe mit einem 18-Zähne-Ritzel und einem Hauptzahnrad mit 71 Zähnen realisiert (1:3,9444). PSG wählte in der zweiten Stufe aus dem Bereich von 1:9,04 bis 15,53 eine Paarung, die mit dem vorgegebenen Achsabstand harmonierte. Zum Beispiel 24 und 55 Zähne ergibt eine Untersetzung von 1:2,29, während aus 16 Zähnen mit 63 kombiniert eine Untersetzung 1:3,94 resultiert. Beide unterschiedlichen Paarungen haben den gleichen Achsabstand, weitere drei andere Untersetzungen stehen zur Auswahl. In meinem Fall treibt der 500 KV-Motor mit seinem 18-Zähne-Ritzel das 71-Zähne-Zahnrad nebst Ritzelwelle an, auf dem ein 16-Zähne-Ritzel sitzt, das widerum das Hauptzahnrad mit 63 Zähnen antreibt. Es resultiert eine Gesamt-Untersetzung von 15,53:1. Um die zu erwartende Hauptrotor-Drehzahl auszurechnen, setzt PSG 3,9 Volt Zellenspannung an mit einer Motor-Controller-Vorgabe von 75 Prozent: 12 x 3,9 x 500 x 75% = 1.130 U/min. Bei der Paarung 24/55 Zähne würden sich 1.942 U/min ergeben.

Der Heckrotor wird aus der ersten Getriebestufe heraus über ein Zahnriemengelege angetrieben. Hier stehen Zähnezahlen von 15 bis 32 zur Auswahl, sodass viele Optionen möglich sind – in meinem Fall treibt ein 28- ein 21-Zähne-Exemplar an. Bei einer Ausgangsdrehzahl von 4.449 U/min ergibt sich eine Abtriebsdrehzahl fürs Heck von 4.449 x 28 ÷ 21 = 5.932 U/min, wobei die Heckrotordrehzahl in einem Bereich von 5.932 bis zu 9.492 U/min gewählt werden kann. Die Kegelräder haben jeweils 19 Zähne. Ein Autorotationsfreilauf in der ersten Stufe führt zu einem in der Autorotation mitdrehenden Heckrotor.

Blick von unten auf den Zahnriemen-Heckabtrieb mit dreifach kugelgelagerter Zahnriemen-Andruckrolle



Bei demontiertem Seitenteil wird der konstruktive Aufbau des Getriebes deutlich

Herausragende Qualität, sehr gute Verarbeitung

Robustes Getriebe

Ausgeklügelte, variable Servobefestigung

Extrem breites Einsatzspektrum

Haupt- und Heckdrehzahl nach Wunsch

Noch kein Scale-Heckrotor im Programm

Erste Getriebestufe mit Pfeilverzahnung, die aus jeweils zwei aufeinandergesetzten, schrägverzahnten Rädern bestehen. Besonders stolz ist unser englischer Autor Jon Tanner auf den Zahnriemen „Made in UK“

Detail der zweiten Getriebestufe mit der zwischen oberem und unterem Lagerbock befindlichen Ritzelwelle

Das robuste Zentralstück des Vierblatt-Kopfs mit den Blattlagerwellen. Perfekter zentrischer Sitz der Wellen wird durch einen angedrehten Bund erreicht, der beim Eindrehen saugend in die Nabe passt

Klassische Lagerung der Ganzmetall-Blatthalter mit zwei Radial- und einem Axiallager

Die Mitnahme des Taumelscheiben-Innenrings erfolgt durch die Mitnehmerarme, die …

… jeweils mit zwei Kugellagern am Blattverstellhebel montiert werden

Der betriebsfertig montierte Vierblatt inklusive seiner Anlenkgestänge

Rotorkopf und Taumelscheibe

PSG bietet eine Reihe an Hauptrotorsystemen für 500er, 600er, 700er- und 800er-Helis an, wobei Versionen von Zwei- bis Fünfblatt angeboten werden. Ich bestellte das PSG 800/4P Pro-Kit – also 800er-Größe und Vierblatt-Ausführung. Der 500er-Kopf ist für 8-mm-Rotorwellen ausgelegt, der 600er für 10- und der 700/800 für 12-mm-Rotorwellen. Die Qualität aller Teile ist auch hier hervorragend, zum Beispiel handelt es sich bei dem verwendeten Aluminium-Material um ENAW 7075-T6, das auch in der Luftfahrt eingesetzt wird. Der Rotorkopf hat ein solides Zentralstück, in das die Stahl-Blattlagerwellen eingeschraubt sind. Die Wellen haben jeweils einen angedrehten Bund, der saugend in die Bohrungen des Zentralstücks passt und bündig bis zum Sechskant-Anschlag eingedreht wird. Das gewährleistet perfekten Sitz.

Die solide gefrästen Metall-Blatthalter mit ihren Verstellarmen haben jeweils zwei Radiallager auf der 8-mm-Welle sitzen, den Abschluss bilden ein Drucklager sowie eine M4-Stahlschraube. PSG empfiehlt die Verwendung von Loctite 243 zur Sicherung

Anzeige

Die exzellent gefertigte Taumelscheibe mit Schwenk- und Radiallager

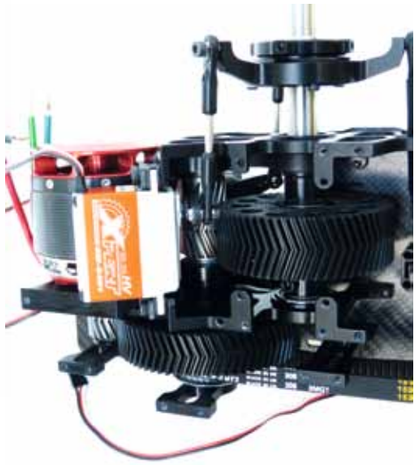
aller Metallverbindungen, was auch bei der herstellerseitigen Montage bereits berücksichtigt wurde. Die Kugellager der Blattlagerwelle passen zwar saugend, wurden jedoch zusätzlich von mir mit etwas Loctite zusätzlich auf der Welle verklebt. An die einteiligen, L-förmigen Mitnehmerarme, die den üblichen 90-Grad-Phasenversatz haben, werden die Rotorkopf-Gestänge angeschraubt. Mit Hilfe von zwei nebeneinander sitzenden Kugellagern wird der Arm spielfrei im Blattverstellhebel montiert. Eine formschöne Abdeckscheibe komplettiert den Hauptrotor.

Das Schwenklager der spielfreien Taumelscheibe wird mit fünf Schrauben zwischen dem oberen und unterem Ring fixiert. Die Kugel ist in PTFE-Kunststoff-Material gelagert, was Leichtgängigkeit ohne Spiel gewährleistet. Ein großes Radiallager trägt Außen- und Innenring und wird mit Hilfe von drei Schrauben in seiner Position gesichert. Die 3-mm-Gestänge mit ihren robusten Kugelgelenken werden am Innenring mit M3-Schrauben und die kleineren Servogestänge mit M2-Schrauben befestigt. Das Nickgestänge ist mit einer 7-mm-Hülse versehen, mit der in Verbindung mit einem Schlitz im oberen Lagerbock die Führung des Taumelscheiben-Außenrings realisiert wird.

Die Einzelteile der genialen Nickservo-Befestigung

Durch die pfiffige Konstruktion lässt sich das Servo in der Aufnahme verschieben, …

… bevor es innerhalb der Chassis perfekt für ein lotrecht stehendes Nickgestänge ausgerichtet und endgültig fixiert werden kann



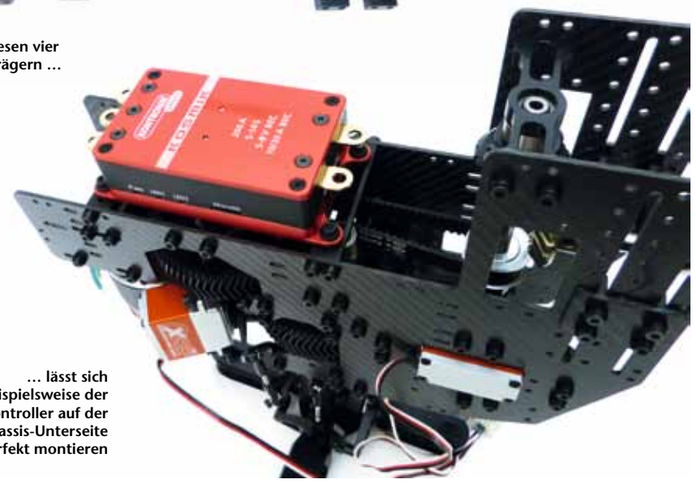
Die Montage der Rollservos erfolgt mit M3-Schrauben und Servo-Plättchen

Servo-Befestigung

Zur Mechanik gehört ein Servo-Befestigungs-Set, das bisher das beste ist, was ich gesehen habe – und ich habe schon viel gesehen. Die Rollservos werden senkrecht vor der Rotorwelle mit Hilfe der beiliegenden M3-Schrauben und Carbonplättchen montiert – ich setze übrigens die Typen XPERT SM-5401 HV in Verbindung mit Gummitüllen, aber ohne Messingbuchsen ein. Interessanter ist die Nickservo-Befestigung, bei denen das Servo so zwischen den Seitenplatten untergebracht wird, dass das Gestänge exakt parallel zur Rotorwelle verläuft. Bei vielen anderen Systemen müsste je nach verwendetem Servotyp mit Unterlegscheiben gearbeitet werden, um exakte Ausrichtung zu erreichen – anders bei PSG. Hier erlaubt das System das Verschieben des Servos auf den Servoträgern. Zwei mit der Rudermaschine verschraubte Metallkörper greifen in entsprechende Nuten der Gegenstücke ein, sodass sich das Servo optimal ausrichten und anschließend mit den beiden M4-Schrauben in optimaler Position arretieren lässt. Exzellent.

Die Taumelscheiben-Führung erfolgt durch das im oberen Lagerbock geführte Nickgestänge, das mit einer passenden Hülse versehen ist

Mit diesen vier Querträgern …



… lässt sich beispielsweise der Controller auf der Chassis-Unterseite perfekt montieren

Mit Hilfe von vier Chassis-Querverbindern lässt sich die Installation der verwendeten Komponenten optimal durchführen, die an verschiedenen Positionen verschraubt werden können. Die Bohrungen passen übrigens perfekt zum verwendeten Kontronik Kosmik-Controller. Zufall? Ich denke nicht.

Fexiblel

Bestellt wurde auch noch das PSG-Winkelgetriebe, das beim Einsatz von hochliegenden Heckrotoren zum Einsatz kommt. Es ist in einem Alu-Gehäuse untergebracht, in dem auch die beiden Zyklo-Palloid-verzahnten Spiralkegelräder untergebracht sind. Der Clou: Im Gehäuse ist darüber hinaus noch zwischen Ein- und Ausgangswelle eine zweite, um 90 Grad versetzte Achse

DATEN + KOMPONENTEN

Mechanik-Typ: PSG Pro Scale TT
Hauptrotorsystem: PSG 800/4P Vierblatt
Hauptrotordurchmesser: etwa 2.000 mm
Rotor-Drehrichtung: links
Durchmesser Rotorwelle: 12 mm
Hauptrotordrehzahl: 1.130 U/min
Heckrotordrehzahl: 5.932 U/min
Untersetzung Motor/Hauptrotor: 15,53:1
Übersetzung Haupt-/Heckrotor: 1:5,25
Heckrotorantrieb: Starrwelle (TT = Torque Tube)
Taumelscheiben-Anlenkung: 120 Grad
Antriebsmotor: Kontronik Pyro 850-50L lange Welle
spezifische Drehzahl: 500 U/min/V
Controller: Kontronik Kosmik 200HV
Antriebsakkus: 12s-LiPos
Taumelscheibenservos (3): XPERT SM-5401 HV
Preis Mechanik PSG Pro ScaleTT: ab 1.280,– Euro
Preis Heck-Umlenkgetriebe HD: 369,– Euro
Bezug: direkt
Internet: www.psg-dynamics.de

Optimale mechanische Blatthalter-Anlenkung mit 90 Grad Phasenversatz

Anzeigen

Der Clou beim PSG Heck-Umlenkgetriebe: Der Winkel lässt sich anwenderspezifisch verstellen

Deutlich zu erkennen sind die beiden palloidverzahnten Kegelräder von Ein- und Ausgangswelle, die über die Kegelräder der Zwischenwelle angetrieben werden

Die Winkelverstellung erfolgt durch Verschieben der Ausgangswelle innerhalb der bogenförmigen Langlöcher

mit Spiralkegelrädern untergebracht. Mit Hilfe von entsprechend angebrachten Langlöchern kann der Winkel des Getriebes variiert werden. Meines Wissens ist das bisher einmalig.

Das Ergebnis ist ein sehr ruhig laufendes Getriebe, das für größere Helis mit etwa 2-Meter-Rotor ausgelegt ist. Die Standard-Version hat auf der mittleren Zwischenwelle ein Kegelrad sitzen und lässt sich von von 15 bis 80 Grad einstellen. Die HD-Version besitzt zwei auf der Zwischenwelle sitzende Kegelräder, was höhere Kraftübertragung und Stabilität mit sich bringt und sich in Schritten von 9,5 Grad verstellen lässt (von 19 bis 76 Grad). Ein- und Ausgangswelle sind 8 mm stark und die Aufnahmen für 23,4/25-mm-Heckrohre. Einzig die Breite der Getriebebox von 44 mm ist unüblich und könnte bei manchem Modell möglicherweise nicht passen.

In Sachen Heckrotorantrieb bietet PSG auch ein Auswahl an geeigneten Komponenten an, angefangen von 6- und 8-mm-Starrwellen mit doppelter O-Ring-Lagerung, die in deren 23,4-mm-Heckrohr passen. Entsprechende Klauenkupplungen mit 20 mm Durchmesser stehen auch zur Verfügung, sodass sich hier je nach Anwendungszweck und Modell das Passende finden lässt.

Prinzipielles Aufbau-Beispiel des Heckantriebs. Klauenkupplungen, 6- oder 8-mm-Starrwellen und Heckrohre hält PSG bereit

Beeindruckt

Die erste Inaugenscheinnahme der PSG-Mechanik hinterließ schon einen guten Eindruck, doch der Aufbau und die nähere Betrachtung aller Details attestiert die tatsächliche Genialität dieses Heli-Systems. Die Qualität aller Teile überzeugt, das technische Konzept noch mehr. Hinzu kommt, dass jede Mechanik werkseitig zusammengebaut ist, um den hohen Anforderungen an ein hochwertiges Heli-System gerecht zu werden. Das hat einen Nachteil: Solche Qualität kann nicht zum Schnäppchenpreis angeboten werden und hat ihren Preis.

Auch der Rotorkopf ist edel gefertigt, robust, funktional und scalegerecht, das Umlenkgetriebe eine technische Meisterleistung, das für hohe Übertragungskräfte ausgelegt ist. Das einzige, was momentan noch fehlt, ist ein für Scale-Modelle ausgelegter Heckrotor. Vermutlich ist PSG momentan noch emsig damit beschäftigt, erst einmal die Zenyt-Mechaniken zu fertigen und auszuliefern, bevor hier etwas Entsprechendes angeboten wird. Hier gilt es abzuwarten.

Apropos abwarten: Wer sich fragt, in welchem Scale-Modell meine PSG-Mechanik eigentlich zum Einsatz kommen wird – das ist eine andere Story, die ich Euch nach Fertigstellung des Projekts ausführlich in einer der nächsten Ausgaben erzählen werde. ■