

■ ROBIN VON PP-RC ■ LIPO-CHECKER VON JETECH ■ WINGO SOMMER EDITION VON FREESCALE
■ TANKANLAGE VON SCALE SPECIALS ■ GILES G-300 VON ENGEL ■ KIRARA GYROKOPTER VON MHM



Modell AVIATOR

www.modell-aviator.de

TEST & TECHNIK FÜR DEN MODELLFLUG-SPORT

GEWINN MICH!

Gewinnen Sie einen Caliber 5 von Kyosho oder noch mal eines von 6 weiteren wertvollen Freescale-Wing-Sets

Durchschlagskraft: Caliber 5 von Kyosho



Koffein-Flash: Cappuccino von Schmierer

**PLUS AVIATOR-BAUPLAN:
ENTEN-SEGELFLUGMODELL PHÖNIX**

Angebote 4/06
Juli/August
D: € 4,30
A: € 4,90
Preis € 4,30
T: € 4,90 inkl. MwSt.



wellhausen
& marquardt
Mediengesellschaft

Der folgende Bericht ist in der Ausgabe 4/2006 des Magazins Modell AVIATOR erschienen.
www.modell-aviator.de

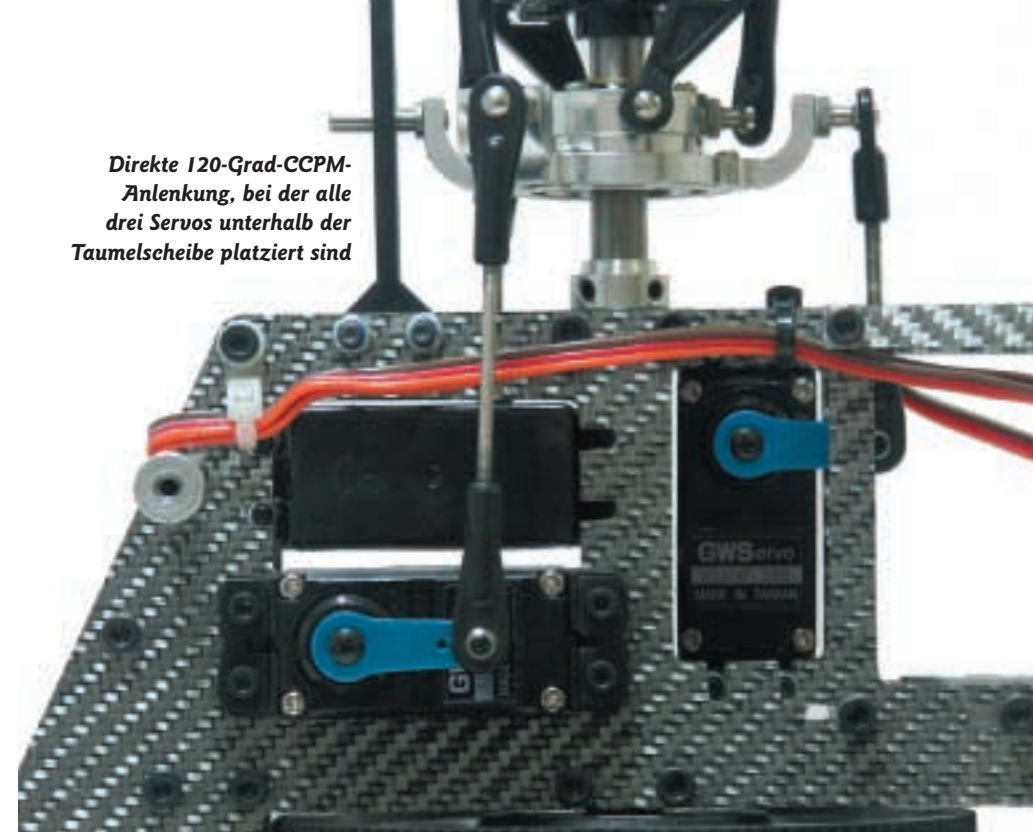
**Text und Fotos:
Wolfgang Maurer**

120° CCPM

Alles gleichmäßig unter Kontrolle

Allgegenwärtig und seit vielen Jahren als absoluter Standard geltend, wird die 120-Grad-CCPM-Anlenkung praktisch in nahezu allen aktuellen Modellhubschrauberkonstruktionen eingesetzt. Die unterschiedlichen Hersteller moderner RC-Fernlenksysteme optimieren ihre Anlagen laufend, um immer ausgefeilteren Anforderungen gerecht zu werden. Sogar die grundsätzliche Menüführung unterschiedlicher Fernsteuersysteme hat sich in den letzten Jahren sehr stark einem einheitlichen Standard untergeordnet. Dennoch scheint es in der Praxis eine hohe Anzahl Anwender zu geben, die mit den mechanischen und programmiertechnischen Grundsätzen der CCPM-Anlenkung nicht vertraut sind.

Als RC-Ausstattung eines Modells mit CCPM-Ansteuerung benötigen wir zunächst einen Sender. Es sollte sich um eine Computeranlage mit Heliprogramm handeln. Die Software muss dabei über einen 120-Grad-CCPM-Mischer verfügen, bei Anlagen mit deutscher Menüführung auch als 120-Grad-Taumelscheibenmischer bezeichnet. Eben dieser Mischer ermöglicht es uns auf direktem Weg Einfluss auf die gesamte CCPM-Steuerung zu nehmen. Das heißt, der Mischer koordiniert gleichzeitig alle drei Taumelscheibenservos und ermöglicht es, einzelne Wege zu justieren oder die Funktionen Roll, Pitch und Nick umzukehren. Da beispielsweise an der Funktion Nick alle drei Servos beteiligt sind, ist es also nicht möglich, wie gewohnt die Servoumkehr zu verwenden, da hier lediglich auf die Laufrichtung eines einzelnen Servos Einfluss genommen werden kann. Der CCPM-Mischer erledigt die komplexe Umkehr einer einzelnen Funktion, ohne weiteren Einfluss auf die beiden verbleibenden Funktionen Roll und Pitch zu nehmen. Anhand dieses Beispiels kann man die komplexen Zusammenhänge des Mixers nachvollziehen. Um die senderseitige Programmierung so übersichtlich und einfach wie möglich zu gestalten, funktionieren die CCPM-Mischer der in den Sendern der Marktführer JR-Radio und Futaba sehr ähnlich und folgen in etwa derselben Grundstruktur. Des Weiteren werden drei Servos benötigt, die sich alle Funktionen der Taumelscheibe teilen. Dass die Servos gleicher Bauart sein müssen, versteht sich von selbst. Besonderes Augenmerk ist auf Rückstellgenauigkeit, Spielarmut sowie auf das Anlaufmoment zu legen. Von der Präzision der verwendeten Servos hängt letztlich unter anderem die Qualität der Anlenkung ab. Parameter, nach denen üblicherweise Servos angeschafft werden, wie zum Beispiel Stellkraft oder ob das Servo Metallgetriebe besitzt, sind eher zweitrangig. Wenn man sich veranschaulicht, dass bei einem konstruktiv durchdachten Rotorkopf die bewegten Massen relativ gering sind und entstehende Kräfte (man spricht hier vom sogenannten „Stik Shaking“) durch konstruktive Maßnahmen und der Verwendung hochwertiger



Direkte 120-Grad-CCPM-Anlenkung, bei der alle drei Servos unterhalb der Taumelscheibe platziert sind

ger Rotorblätter zwar nicht ganz aufheben, aber sich zumindest auf ein Minimum verringern, wird klar, dass hier nicht absolute Stellkraft, sondern Präzision gefragt ist. Man spricht in diesem Falle von einem momentarmen Lauf des Rotorsystems. Die am einzelnen Servo wirkenden Kräfte sind so gering, dass ausgereifte CCPM-Ansteuerungen je nach Herstellerfreigabe sogar mit stellmomentschwachen Heckrotorservos betrieben werden dürfen, um eine Steuerung nahe an Echtzeit zu erreichen. Grundsätzlich sind jedoch die Herstellerangaben bezüglich Servoanforderungen strikt einzuhalten, da es immer noch Hubschrauber-

Systeme beziehungsweise Rotorköpfe gibt, die aufgrund hoher bewegter Massen sowie aus anderen konstruktiven Hintergründen keinen momentarmen Lauf des Rotorsystemes gewährleisten. In den allermeisten Fällen ist man mit einem guten hubschraubertauglichen Digital-servo der mittleren bis oberen Preisklasse bestens bedient. Einige Hersteller bieten sogar eigene Servos mit Schwerpunkt zur Anwendung in Modellen mit CCPM Anlenkungen an.

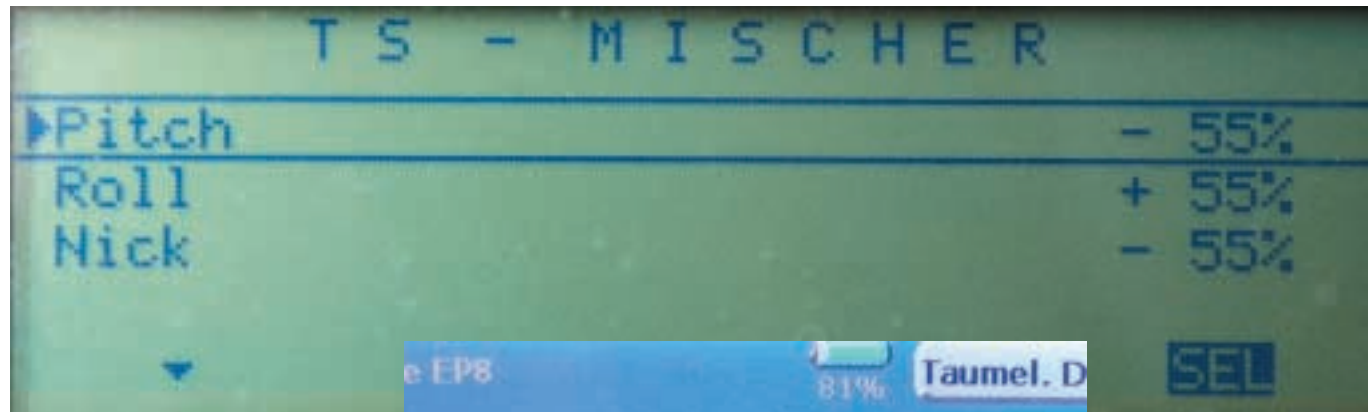
Als eiserne Regel gilt, vor jeder Neuprogrammierung des Senders einen neuen Speicherplatz für das Modell aufzurufen, sowie einen Reset, also die Löschung eventuell noch im Speicher befindlicher Dateninhalte, durchzuführen. Sämtliche Geber und Trimmungen müssen sich in Neutralstellung befinden. Wir gehen davon aus dass die Servos bereits in das Modell eingebaut und an die jeweiligen Ausgänge des Empfängers angeschlossen sind. Die entsprechenden EmpfängerAusgänge für die drei Taumelscheibenservos sind in der Dokumentation der jeweiligen RC-Anlage meist in Form eines so genannten Blockschaltbilds dargestellt. Der Anschluss der Servos an die vorgegebenen Ausgänge ist zwingend erforderlich, um die Funktionalität des CCPM-Mischers sicherzustellen.



Push & Pull-CCPM-Anlenkung

Wussten Sie schon, ...

... dass CCPM „collective cyclic pitch mix“ bedeutet und dass die zyklischen und kollektiven Komponenten der Steuerung nicht mechanisch, sondern elektronisch von der Software des Senders bereitgestellt werden? Die Taumelscheibe besitzt drei um 120 Grad versetzte Anlenkpunkte und wird von Servos mit den entsprechenden Steuerbewegungen versorgt.

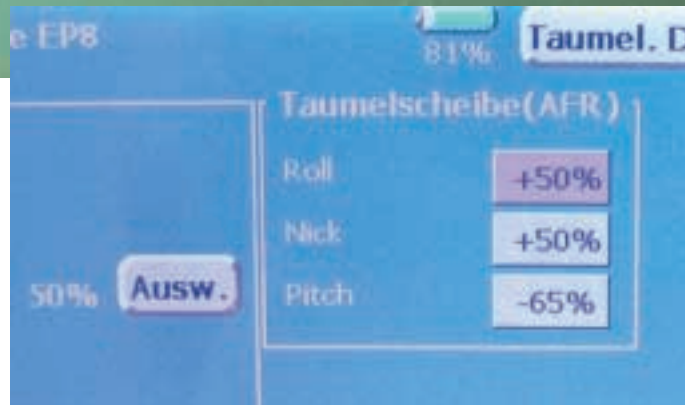


Schritt für Schritt

Eine weitere unumstößliche Grundregel stellt die Abfolge der Arbeitsschritte bei der Erstellung der Anlenkung dar. Generell arbeitet man sich vom Servo ausgehend zum nächst folgenden Anlenk-punkt vor, bis man letztlich am Rotor-kopf angelangt ist. Da jeder folgende Arbeitsschritt auf den Vorhergehenden aufbaut ist, ist die Reihenfolge der Abläufe entscheidend für das Endergebnis. Nachdem das Modell nun „einstellbereit“ mit provisorisch angeschlossenen Gestängen auf uns wartet, gehen wir folgendermaßen vor, um eine jederzeit reproduzierbare Einstellung zu verwirklichen:

1. Schritt

Aufrufen des CCPM-Mischers am Sender: Als Erstes geben wir die allgemeinen Grundwerte in die Software des Senders ein. Dazu zählen insbesondere die Belegung der Steuerknüppel (stik mode) und ob sich Vollpitch beziehungsweise Vollgas unseren Steuergewohnheiten entsprechend am vorderen oder hinteren Anschlag des Senderknüppels befinden soll. Wir wählen nun den dem Modell entsprechenden 120-CCPM-



Displayansichten einer Futaba TM14 sowie einer preiswerteren MC22 aus dem Hause JR/Graupner veranschaulichen den grundsätzlich gleichen Menüaufbau für CCPM-Anlenkungen

Taumelscheibenmischer mit zwei Rollservos und einem Nickservo im Menü des Senders aus. Entscheidend hierbei ist einzig die 120-Grad-Aufteilung der Servos.

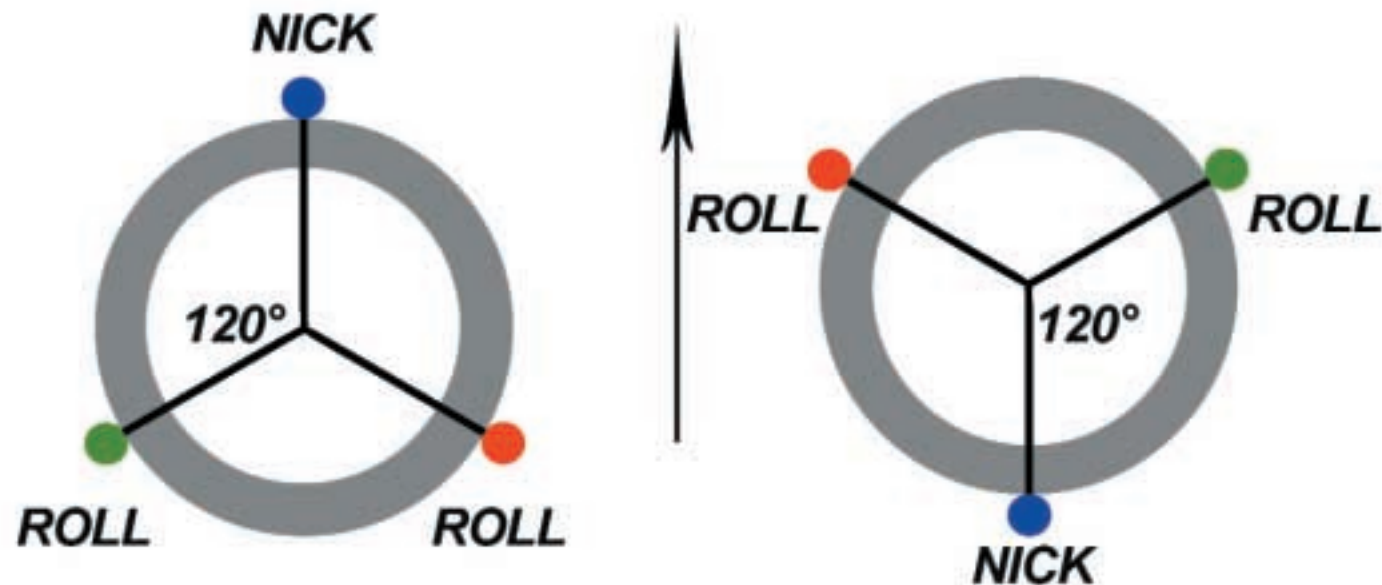
2. Schritt

Herstellen der drei Steuerfunktionen Roll, Nick und Pitch mittels Servoupolung: Bei der ersten Funktionskontrolle wird sich nun eine beliebige, um nicht zu sagen chaotische Schwenkrichtung der Taumelscheibe ergeben, sobald wir die einzelnen Knüppel am Sender bewegen. Spätestens hier treten gerade bei Neueinsteigern die ersten Panikattacken mit nachfolgender Ratlosigkeit auf. Dieser Ratlosigkeit ist sehr einfach beizukommen, indem wir mit Hilfe der Servoupolung die einzelnen

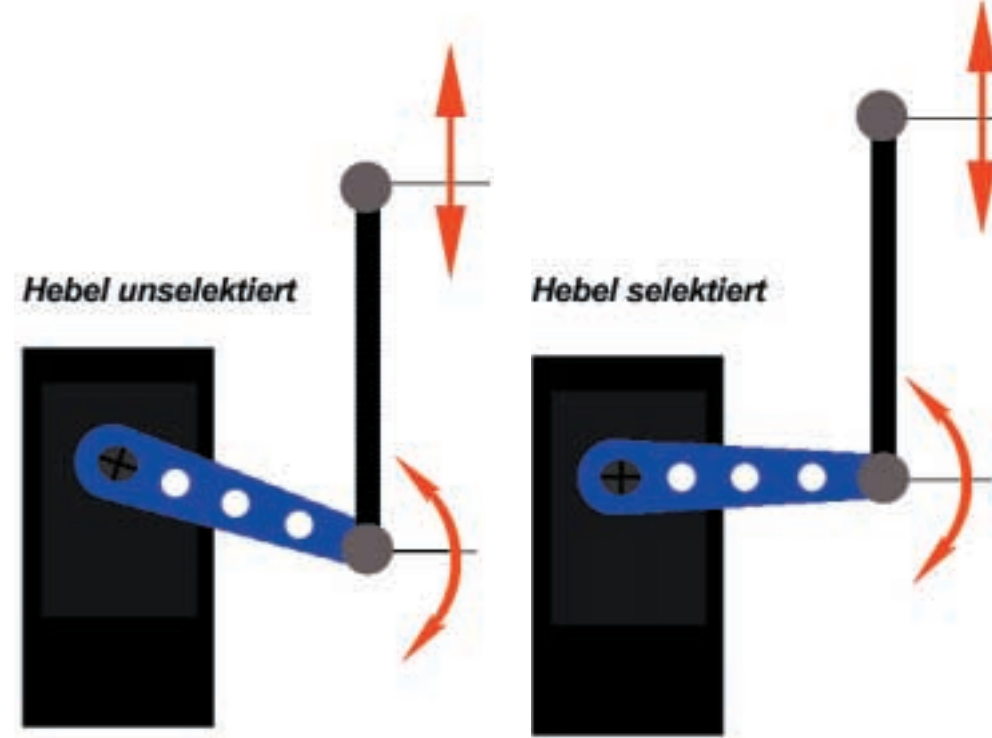
Funktionen, also Roll, Nick und Pitch, herstellen. Da die Servoupolung des Senders lediglich Einfluss auf ein einzelnes Servo hat, nutzen wir nun diese Möglichkeit, um beispielsweise die Laufrichtung eines der beiden gleichlaufenden Rollservos umzukehren. Sobald die beiden Rollservos gegengleich laufen, ist die Funktion Roll grundsätzlich hergestellt. Anschließend wird auch die Nick-Funktion mit Hilfe der Servoupolung bereitgestellt. Sobald die Funktionen Roll und Nick arbeiten, ergibt sich die Pitch-Funktion automatisch.

3. Schritt

Anpassen des CCPM-Mischers: Der CCPM-Mischer im Sender stellt alle drei Steuerfunktionen gleichwertig mit ihrem Mischanteil am



Die im 120-Grad-Winkel angeordneten Anlenkpunkte an der Taumelscheibe. Zur Programmierung spielt es weder eine Rolle, ob sich das einzelne Nickservo in Flugrichtung vorne oder hinten befindet, oder ob die Anlenkung direkt oder via Push & Pull-Umlenkung erfolgt



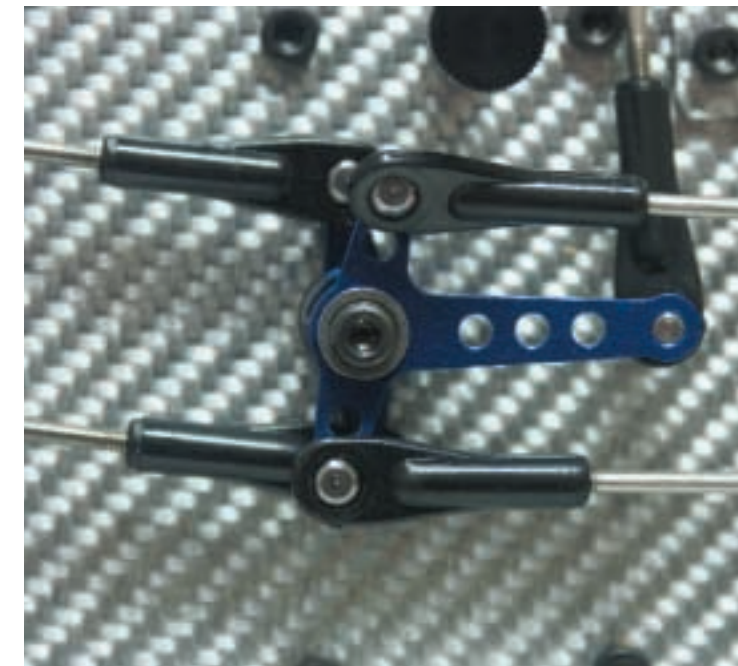
Am Servo links entspricht die Ausrichtung des Servoarms nicht der mechanischen Neutralstellung. Dies führt zu einer ungleichen Aufteilung des nutzbaren Wegs in axialer Richtung, was deutlich am geraden Pfeil zu erkennen ist. Am Servo rechts ist der Hebel mechanisch richtig positioniert, was zu gleichen Wegen nach oben und unten führt (selektierter Servohebel)

Display dar. Die übersichtlichen Displays moderner Anlagen listen sogar alle drei Funktionen gleichzeitig mit ihrem Mischanteil, welcher in der Werkseinstellung meist zwischen 50 und 60 Prozent liegt, und der Funktionslaufrichtung in tabellarischer Ansicht. Die Laufrichtung wird üblicherweise mit dem Vorzeichen +, - oder auch mit einem kleinen Pfeil-Symbol angegeben. Durch Änderung des Vorzeichens wird die Laufrichtung der jeweiligen Funktion umgekehrt. In Schritt 2 haben wir mittels Servoupolung die grundsätzlichen Funktionen hergestellt. Im folgenden Beispiel laufen nun die Funktionen Roll und Pitch verkehrt. Um diese Funktionen umzukehren genügt es, das Vorzeichen der beiden von + auf - zu ändern. Der werksseitig eingestellte Mischwert entspricht üblicherweise dem maximal erreichbaren Weg und sollte keinesfalls vergrößert werden. Eine geringfügige Reduzierung des maximalen Mischerwertes ist hingegen unkritisch und bei manchen Hubschraubersystemen auch durchaus nötig. In die-

sem Zusammenhang erscheint es auch sehr wichtig darauf hinzuweisen, dass sämtliche Wegbegrenzungen, Mittelstellungen und dergleichen, sofern sie die drei Taumelscheibenservos betreffen, unbedingt auf ihren voreingestellten Basiswerten zu belassen sind, um den CCPM-Mischer nicht negativ zu beeinflussen.

4. Schritt

Ermitteln der mechanischen Neutralstellungen: Das Ermitteln der Servoneutralstellungen wird oft auch als Selektieren der Servohebel bezeichnet und genießt bei CCPM-Anlenkungen einen besonders hohen Stellenwert. Da die Servos im Modellhub-schrauber eine Drehbewegung ausführen, erscheint



Push & Pull-Umlenkhebel: Der eigentliche Servoweg wird aufgrund der unterschiedlichen Hebellängen vergrößert, was einer „linearisierung“ der Steuerbewegung zu Gute kommt

Ursprünge

Die Ursprünge der direkten Taumelscheibensteuerung gehen weit bis in die 80er-Jahre zurück. Damals war es im deutschsprachigen Raum die bekannte und weit verbreitete Heim-Mechanik, welche wohl erstmals auf diese simple wie auch geniale Art der Anlenkung setzte. Drei im 120-Grad-Winkel angeordnete Servos wurden unmittelbar unterhalb der Taumelscheibe angeordnet und lenkten diese auf geradlinigem Weg direkt mit je einem einzigen Gestänge an. Diese „Minimallösung“ der Taumelscheibenanlenkung findet man nicht zuletzt aufgrund der enormen Gewichtsersparnis gegenüber herkömmlichen Mischersystemen heute noch in nahezu unveränderter Ausführung, vorwiegend jedoch eher bei kleineren Modellen, und Elektrohelis. Nachteilig an dieser Grundversion ist unter Anderem der relativ große Platzbedarf aller drei Servos sowie deren oft ungünstigen Einbaupositionen bei Verbrennermodellen nahe am Antriebsmotor. Am anderen Ende der Welt machten sich etwa zeitgleich helle Köpfe daran, den mechanischen Mischer aus dem Modellhubschrauber zu verbannen. Naturgemäß ist die asiatische Art etwas umzusetzen, etwas aufwändiger und komplexer, was im vorliegenden Fall jedoch alles andere als von Nachteil ist. Man kombinierte die Vorteile der direkten Taumelscheibenanlenkung mit der optimalen Anordnung der Servopositionen von mechanisch gemischten Modellen. Als mechanisches Bindeglied zwischen Servo und Taumelscheibe kommt jeweils ein Umlenkhebel zur Anwendung. Dieser Umlenkhebel trägt die prägnante Bezeichnung Push & Pull-Hebel, weil er gleichzeitig sowohl von der Zug- als auch der Druckseite des Servohebels angesteuert wird. Die eben geschilderte Anlenkungsart ist unter der Bezeichnung CCPM via Push & Pull in die Modellhubschraubergeschichte eingegangen und wird praktisch in allen zeitgemäßen Modellkonstruktionen der gehobeneren Klasse verwendet. All die mit der CCPM-Anlenkung gewonnenen Vorteile, nämlich geringes Gewicht, Wegfall vieler mechanischer Teile, präzise und spielfreie Übertragung der Servosignale, geringere Belastung der Servos, direkteres Steuerempfinden des Piloten und viele mehr, haben natürlich ihren Preis. Dieser Preis besteht in der Notwendigkeit einer Computeranlage, welche ein entsprechendes Programm zur Verfügung stellt. Da heute praktisch jede handelsübliche Computeranlage über ein vernünftiges Heli-Programm verfügt, ist dieser Preis wohl als sehr gering anzusehen.

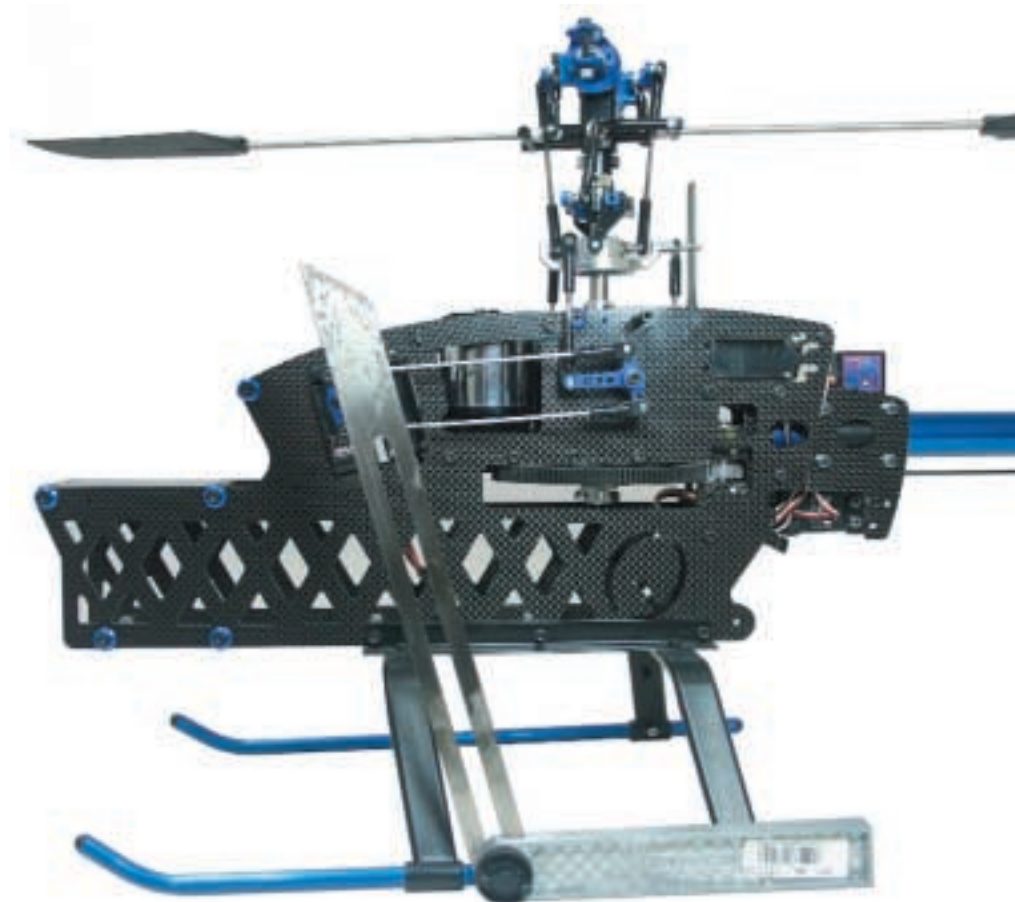
es nur plausibel, die Bewegungen der einzelnen Servos so genau wie möglich zu synchronisieren, um Abweichungen aufgrund unterschiedlicher Drehwinkel zu minimieren. In der Praxis geht man so vor, dass man als erstes den Pitch-Knüppel des Senders exakt in Mittelstellung bringt. Anhand der graphischen Darstellung am Display des Senders im Menü „Pitch-Kurve“ kann der Gebereingangswert exakt abgelesen werden. Das ist wesentlich genauer als den Hebel nach Augenmaß in die Mitte zu schieben. Nun greift man sich einen entsprechenden Servohebel und prüft, ob er sich exakt in Neutralstellung befindet. Das Glück eines auf Anhieb passenden Servohebels wird einem nur selten beschert sein und so ist es erforderlich, eine ganze Reihe von Hebeln zu probieren bis der Passende gefunden ist. Viele Hersteller nummerieren die einzelnen Segmente eines Hebels. Bei jedem der nummerierten Segmente ändert sich die Neutralstellung um einige Grad, so kann das passende Segment selektiert werden. Erst wenn für alle drei Servos der passende Hebel gefunden ist, kann dieser Arbeitsschritt abgehakt werden.

5. Schritt

Die vom Servo weiterführenden Gestänge: Hier unterscheiden wir, ob es sich um eine CCPM-Anlenkung mit Push & Pull-Hebeln oder um eine direkte Version handelt, bei der die Servos direkt unterhalb der Taumelscheibe platziert sind. Beginnen wir also zuerst mit der etwas komplizierteren Push & Pull-Variante. Hier besitzt die Mechanik je Servo einen Push & Pull-Umlenk-

hebel. Ausgehend von der Servoneutralstellung sind nun lediglich die jeweiligen Gestänge zwischen Servo und Hebel so abzulängen, dass sich auch der Hebel in seiner Neutralstellung befindet. Die Neutralstellung der Umlenkung ist leicht zu erkennen, da der Teil des Hebels, der das weiterführende Gestänge zur Taumelscheibe anlenkt, stets waagrecht ausgerichtet sein muss. Der dem Servo zugewandte Teil des Push & Pull-Hebels orientiert sich stets parallel zum Servoarm, von dem er angesteuert wird. Diese Orientierung muss nicht zwingend 90 Grad betragen, sondern richtet sich stets nach der Einbaulage der Servos im Modell. Viele Push & Pull-Hebel verfügen über eine Geometrie, die den Gegebenheiten der Mechanik angepasst ist. Das macht eine sehr kompakte und gedrungene Bauweise mit opti-

mierten Servopositionen erst möglich. Als nächstes werden die Gestänge zwischen Umlenkhebel und Taumelscheibe entsprechend abgelängt. Die Taumelscheibe muss in axialer Richtung mittig ausgerichtet werden, da dies den Offset für die kollektive Pitchfunktion ergibt. Außerdem wird die Taumelscheibe um beide Achsen, also längs und quer, waagrecht ausgerichtet. Dies ergibt die Neutrallage für die zyklischen Funktionen, also Roll und Nick. Was die mittige Ausrichtung in axialer Richtung, also dem Verstellweg für Pitch anbelangt, so wird diese durch verschiedene Parameter des Rotorkopfs definiert. Damit sind die grundlegenden Justagearbeiten erledigt. Die restliche Einstellung des Systems unterscheidet sich nun nicht weiter von einem Modell mit mechanischer Pitchmischung.



Push & Pull-Anlenkungen müssen nicht zwingend um 90 Grad erfolgen. Um die Mechanik kompakt zu halten, werden die Servos oftmals in einem günstigeren Winkel zur Anlenkung verbaut. Die Geometrie der Push & Pull-Hebel entspricht dabei exakt der Einbauposition der Servos. Um die Gestängelängen exakt anzupassen, bedient man sich am besten eines verstellbaren Winkels. Der Winkel des sich in Neutrallage befindlichen Umlenkhebels entspricht exakt der Einbauposition des Servos

