

Fachgerechtes Setup des Heckrotors

DANGERZONE TAILROTOR

von Wolfgang Maurer

Der Heckrotor stellt von mechanischer Seite ein vergleichsweise einfaches und überschaubares Steuerorgan dar. Das Hinzukommen der elektronischen Komponente in Form eines Gyro-Systems (oder auch veraltete Bezeichnung „Kreisel“) lässt dieses Steuerorgan allerdings schon wieder etwas delikater anmuten. Ganz klar – immer dann, wenn zwischen Empfänger und Servo noch ein zusätzliches Gerät geschaltet wird, entsteht mehr Freiraum für potentielle Fehler – und da sind wir auch schon bei der „Danger Zone“ angelangt. Eine umfassende Grundeinstellung der gesamten Heckpartie setzt eine strategische Herangehensweise voraus. Größere Fehler oder Unachtsamkeiten können gerade hier ganz schnell ein Servoleben aushauchen oder einen Heckrotor zum Blockieren bringen. Also ist Vorsicht angebracht!



Die Kombination von Elektronik und Mechanik und deren Abstimmung aufeinander ist an keinem Bereich unseres Hubschraubers, abgesehen von paddellosen Rotorköpfen mit elektronischer Stabilisierung, inniger als beim Heckrotor. So herrschen eben in diesem Bereich teilweise sehr komplexe Gesetzmäßigkeiten vor, denen wir mit Sorgfalt und Sachverstand entgegen müssen. Bei der nun folgenden Fokussierung auf das Thema dürfen wir keinesfalls vergessen, dass alle Steuerungskomponenten des Modells gleich wichtig sind und gleichrangig behandelt werden müssen.

Ausgangsbasis

Um unseren Exkurs übersichtlicher und für jedermann leichter nachvollziehbar zu gestalten, setzen wir ein gängiges Modell mit rechtsdrehendem Hauptrotorsystem ein, das mit einem zeitgemäßen Gyro-System, das über die Betriebsart Heading-Lock (oder auch AVCS genannt) verfügt. Um unser

Vorhaben zu strukturieren, sind alle folgenden Arbeitsschritte in eine numerische Gliederung gefasst. So fällt es leichter die logischen Zusammenhänge zu verstehen und umzusetzen. Ergänzend sei an dieser Stelle erwähnt, dass die vorliegende Anleitung selbstverständlich auch für Modelle mit linksdrehendem Hauptrotor anzuwenden ist; hier muss jedoch verständlicherweise spiegelbildlich zu diesem Artikel verfahren werden.

Schritt 1 – Vorbereiten von RC-Anlage und Gyro-System

Wie bereits erwähnt, setzen wir in unserem Fallbeispiel einen modernen Gyro mit Heading-Lock-Modus voraus, dessen Betriebsart und Empfindlichkeitseinstellung üblicherweise über einen dafür vorgesehenen Zusatzkanal am Sender erfolgt. Dieser Zusatzkanal kann in verschiedener Art in der Sendersoftware vorliegen:



Bild 1: Die beiden blauen Balken symbolisieren den vollen senderseitigen Geberwert des Zusatzkanals, der die Empfindlichkeit des Gyro-Systems steuert. In Gebermitte ist das Gyro-System inaktiv. Wird der Geberwert beispielsweise in Richtung Minus erhöht, stellt sich eine zunehmende Empfindlichkeit im Normal-Modus ein. Wird hingegen in Richtung Plus erhöht, so wird eine zunehmende Empfindlichkeit im Heading-Lock-Modus aktiviert

HEADING LOCK ⇔ NORMAL MODE

Der Unterschied zwischen den beiden gängigen Gyro-Betriebsarten Normal-Modus und Heading-Lock-Modus liegt in der unterschiedlichen Arbeitsweise und damit Signalaufbereitung seitens der Gyro-Elektronik. Vereinfacht erklärt können die Betriebsarten wie folgt klassifiziert werden.

NORMAL-MODUS

In dieser Betriebsart ist die Dauer des vom Gyro erzeugten Korrektursignals abhängig von der Dauer der Auslenkung. Es wird also nur für die Dauer der Auslenkung bzw. Abweichung ein Korrektursignal erzeugt. Danach kehrt das Heckservo wieder in seine Neutralposition zurück

HEADING-LOCK

Hier arbeitet das Gyro-System nicht zeitabhängig, sondern versucht vielmehr den Winkel der Abweichung zu kompensieren. Bei einer Ablenkung liegt das Korrektursignal des Gyros so lange an, bis das Modell annähernd wieder seine ursprüngliche Hochachsen-Richtung eingenommen hat. Daher gibt es in dieser Betriebsart keine reproduzierbare Servo-Mittelstellung. *

* Gyro-Systeme wie beispielsweise das Futaba GY401 können auch in der Betriebsart Heading-Lock die tatsächliche Servo-Mittelstellung anzeigen. Dies stellt aber immer noch die Ausnahme und nicht die Regel dar.

Weitere Bezeichnungen für Heading-Lock sind unter anderem: Heading-Hold, AVCS (Active Angular Velocity Control System), AHTCS (Active Helicopter Tail Control System) und noch einige andere Begriffe mehr, die aber immer das gleiche umschreiben. All diese Bezeichnungen stehen für eine zeitunabhängige Heckstabilisierung.

Kurz-Zusammenfassung: Mit Heading-Lock bezeichnet man eine aktive Winkelgeschwindigkeitskontrolle. Das Gyro-System misst mit Hilfe des Sensors präzise die Drehrichtung und -geschwindigkeit des Hubschraubers um die Hochachse, vergleicht diese Werte mit dem Heckrotor-Gebersignal (Steuerknüppel) und sorgt durch entsprechende Befehle an das Heckrotorservo für eine eventuelle Kurskorrektur. Vereinfacht formuliert: Das Gyro-System bremst bzw. stabilisiert also nicht nur das Heck (Normal-Modus), sondern steuert es in der Betriebsart Heading-Lock wieder in seine Ursprungsposition zurück.

A: Als freier Geber, beispielsweise in Form eines Schiebers, der auf den Kanal „Gyro“ wirkt.

B: Die Anlage verfügt über ein eigenständiges „Gyro-Menü“. In diesem Falle kann die Werteingabe ohne Geber direkt im Menü des Senders erfolgen.

Es liegt klar auf der Hand, dass ein eigenständiges Gyro-Menü, wie in Punkt B beschrieben, vorteilhafter und vor allem sicherer ist, denn es liegt stets ein Wert für die Empfindlichkeits-Vorgabe an. Bei einem externen Geber kann es jederzeit vorkommen, dass sich dieser just beim Einschalten des Empfängers – und damit während des Initialisierungsvorganges des Gyro-Systems – in Mittelstellung, also in Position „Gyro aus“ befindet. Bei vielen Gyro-Systemen (nicht bei jedem) kommt es in einem derartigen Falle zu einem Initialisierungsfehler. Der Betrieb des Modells ist somit unmöglich, da es je nach Gerätetyp zu unrealistischen Wegausgaben seitens des Gyro-Systems kommt. Das Rätseln um die Ursache nimmt nun meist seinen Lauf. Schuld ist dann natürlich immer das Gerät, und nie derjenige der den Fehler tatsächlich verursacht hat. Aber das kennen wir ja ohnehin alle.

Ein weiterer, ganz klarer Vorteil eines eigenständigen Gyro-Menüs ist die bei den meisten RC-Anlagen sehr komfortabel stattfindende Anknüpfung an weitere Flugphasen. Denn jede senderseitig zusätzlich programmierte Flugphase benötigt ihren eigenen Wert für die Empfindlichkeit des Gyro-Systems. Dies sei jedoch nur der Vollständigkeit halber erwähnt, denn in diesem Exkurs beschäftigen wir uns vorerst lediglich mit der Grundeinstellung.

Als Betriebsart unterscheiden wir zwischen den Betriebsmodi „Normal“ und „Heading-Lock“ (siehe Bild 1). Je nachdem, ob der Zusatzkanal für die Gyro-Empfindlichkeit einen positiven Wert oder einen negativen Wert ausgibt, wechselt die Betriebsart.

An dieser Stelle sei nun ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sämtliche mechanische Einstellungen am Modell ausschließlich in der Betriebsart Normal erfolgen dürfen. Der Grund hierfür ist einfach: Nur im Normal-Modus verfügt das Heckservo über eine definierte Mittelstellung. Im Heading-Lock-Modus läuft das Heckrotorservo in eine beliebige Position, was eine mechanische Einstellung unmöglich macht.

Ein weiterer elementarer Punkt bei der Vorbereitung der RC-Anlage besteht darin, einen üblicherweise vorhandenen, in der Sendersoftware vorprogrammierten statischen Heckmischer abzuschalten. Der Grund: Ein statischer Heckmischer ist bei einem Heading-Lock-Gyro nicht erforderlich, da die Gyro-Elektronik jedes senderseitige Signal – auch das eines Heckrotor-Mischers – als Steuersignal interpretieren würde, was eine ungewollten Kurskorrektur zur Folge hätte. Ungeachtet dieses wichtigen Punkts wäre es sowieso äußerst schwierig, eine mechanische Grundjustage vorzunehmen, da sich die Mitte des Heckrotorservos in Abhängigkeit der Pitchstellung dauernd verändern würde.

Schritt 2 – Mechanische Anlenkung

Wenn das Modell ordentlich nach Anleitung aufgebaut wurde, sollte es vor allem auch über eine vernünftige und präzise Heckanlenkung verfügen. Hier muss vor allem das Ganze auf Leichtgängigkeit geprüft werden. Zudem ist besonders bei langen Anlenkungen darauf zu achten, dass sich das entsprechende Gestänge, das Rohr oder der Bowdenzug unter Last nicht durchbiegen können. Eine nachgiebige Anlenkung ist für ein hochselektives Gyro-System pures Gift. Es gibt fast nichts, was das Hochachsen-Steuergerät mehr aus der Fassung bringen könnte, als federnde Anlenkungen (Bild 2).

Auch der Heckantrieb spielt eine tragende Rolle in der Qualität der Heckrotorsteuerung und sollte daher auch an dieser Stelle kurz angesprochen werden. Beispielsweise kann ein sich aufspulender Zwei-Millimeter-Stahldraht für so manches Gyro-Schwingungsphänomen verantwortlich sein und scheidet bei vielen Anwendern für zeitgemäße Modelle praktisch aus. Schlupffreie Zahnriemen oder Starrantriebe mit Hohlwelle sind Stand der Technik. Nur mit derartigen Heckantrieben kann man das volle Potential moderner Gyro-Systeme umsetzen. Letztlich sollte auch unnötiges Spiel in der gesamten Kette der Anlenkung, wo immer möglich, vermieden werden. Jedoch sollte dieser Punkt nicht überbewertet werden, da ein geringes Spiel, sofern dies nicht durch federnde oder nachgiebige Anlenkungsteile entsteht, die Funktion nicht merklich stört. Auch trägt in vielen Fällen ein geringes Spiel zur absoluten Leichtgängigkeit der Anlenkung bei.

Schritt 3 – Die Koordination von Mechanik und Elektronik

Hört sich weit komplizierter an, als es tatsächlich ist. Bei entsprechend systematischer Vorgehensweise verschaffen wir uns schnell den nötigen Durchblick. Die Abbildung 3 fasst alle relevanten Grundparameter übersichtlich zusammen. Selbstverständlich wurde das Heckgestänge bereits grob abgelängt und eingehängt. Das schon fertig im Modell installierte Gyro-Servo-System wird nach Herstellervorschrift initialisiert und in die Betriebsart Normal-Mode gebracht. Bei der Installation des Gyros ist unbedingt auf die passende Sensorachse (siehe Abbildung 4) zu achten.

Wir unterteilen die nun folgenden Aufgaben in die Teilabschnitte A bis C

A: Laufrichtung des Heckservos ermitteln:

Wird der Steuerknüppel nach rechts gesteuert, muss der Ausschlag am Heckrotor so eingestellt werden, dass sich die Nase des Hubschraubers nach rechts bewegt. Blickt man also von oben auf das Modell, so wird vom Heckrotor ein Schub erzeugt, der das gesamte Modell im Uhrzeigersinn dreht. Achtung: Hier wird oft fälschlicherweise angenommen, das Heck müsse sich nach rechts bewegen. Hier gilt stets der Grundsatz: Immer die Nase des Helis steuern, nicht des Heck!



Bild 2: Der Pilot sollte unbedingt darauf achten, dass die Heckrotor-Anlenkung nicht federt und möglichst wenig Spiel hat. Eine ordentlich geführte Schubstange und der passende Einbauort für das Gyro-System und das Heckrotorservo sind von entscheidender Bedeutung für die Qualität der maximal erreichbaren Heckstabilisierung



Abbildung 3: Die blauen Pfeile geben die Rotordrehrichtung an, während der rote Pfeil das entstehende Gegendrehmoment symbolisiert. Der grüne Pfeil steht für den Heckrotor-Grundscharb. Dieser liegt in Neutralstellung des Heckrotors an, um den Gegendrehmoment des Hauptrotors entgegen zu wirken.



Abbildung 4 zeigt die Sensorachse des Gyro-Systems. Um einwandfreies Arbeiten der Elektronik zu gewährleisten, muss das Gerät so im Hubschrauber eingebaut werden, dass die Sensorachse absolut parallel zur Hauptrotorwelle verläuft

B: Korrektur-Steuerrichtung des Gyro-Systems bestimmen

Nun simulieren wir eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn, indem wir das ganze Modell mit der Hand ruckartig nach links um die Hochachse bewegen. Unser Gyro-System muss daraufhin mit einem entsprechenden Gegenimpuls – also Rechtsausschlag (siehe Punkt A) – antworten. Diese simulierte Drehung gegen den Uhrzeigersinn entspricht auch in unserem Beispiel dem natürlichen Drehmoment des Antriebsmotors.

C: Justierung des Grundschubs und Festlegung der Steuergrößen

Da unser Modell wie bereits erwähnt über ein rechtsdrehendes Hauptrotorsystem verfügt, muss auch der Grundschub (Neutralstellung) des Heckrotors nach rechts (Steuerrichtung Nase!) gerichtet sein. In Punkt A und B haben wir die Laufrichtungen von Servo und Gyro bereits ermittelt und eingestellt, so können wir uns nun dem mechanischen Abgleich des Heckrotors widmen.



Heckrotorausschlag bei Heckrotor-Neutralstellung: Hier ist deutlich der in Servomitte ständig anliegende Grundschub entgegen Drehmoment zu erkennen



Heckrotorausschlag bei Steuerknüppel-Kommando Heckrotor rechts: Der Heckrotor steuert die Nase des Modell nach rechts, erzeugt also eine Drehung des Hubschraubers im Uhrzeigersinn.



Heckrotorausschlag bei Sender-Kommando Autorotation: Der Heckrotor zeigt null Grad Einstellwinkel, gleichbedeutend keinen Schub. Diese Grundposition wird nur während der Autorotation benötigt (kein Drehmoment vorhanden), wenn das Gyro-System nicht im Heading-Lock-Modus betrieben wird

Zuerst selektieren wir einen Servohebel, der genau in Neutralstellung auf das Heckservo montiert wird (über die Selektion von Servohebeln haben wir bereits Grundlegendes in RC-Heli-Action 3/2009 im Rahmen dieser Beitragsserie berichtet). Das Heckrotorgestänge wird nun exakt so abgelängt, dass sich der Heckrotor-Umlenkhebel in Neutralstellung befindet. Nun wird sich der benötigte Grundschub von etwa 4 bis 5 Grad Einstellwinkel an den Heckrotorblättern ergeben.

Abschließend ist das Heckrotorsystem auf mechanische Kollisionen bei Heckrotor-Vollausschlag nach beiden Seiten zu überprüfen. Sollte es zum mechanischen Anlaufen der Heckrotor-Steuerbrücke oder zu extremen Anstellwinkeln der Heckrotorblätter kommen, ist ein etwas kürzerer Servoarm zu wählen.

Schritt 4 – Fertig zum Testflug

Für den ersten Testflug kann im Normal-Modus eine Gyro-Empfindlichkeit von etwa 70 Prozent bei größeren Modellen und etwa 50 bis 60 Prozent bei kleineren Modellen gewählt werden. Der Hubschrauber wird nun mit einer für das Modell typischen Drehzahl (Herstellerhinweise in der Bedienungsanleitung beachten) abgehoben. Sollte der Heli nun um die Hochachse leicht wegdrehen, so darf dies keinesfalls mittels Heckrotor-Trimmung am Sender behoben werden. Viel mehr ist hier ein feines mechanisches Nachjustieren der Heckenlenkung nötig, bis der Heli ohne senderseitige Trimmkorrekturen keinerlei Tendenzen zum Abdrehen zeigt. Erst nachdem diese Endjustage erledigt wurde, darf in den Heading-Lock-Modus umgeschaltet werden. Nun kann die maximal mögliche Empfindlichkeit des Gyro-Systems erfolgen. Dies gehört jedoch nicht mehr zur mechanischen Grundeinstellung, sondern setzt bereits Feineinstellungen, die nur im Flug durchführbar sind, voraus. ■