



Bild rechts: Eine direkte Ruderwirkung ist wichtig zum präzisen Fliegen an der Kante. Man sollte mit den Wölbklappen etwas Querruderausschlag beimischen, um schnellere Wenden fliegen zu können. Dieser „Erwin“ hat sich nach der Wende etwas aufgebäumt und der Rumpf kommt schräg daher wegen ungenügender Querruderdifferenzierung. Der Pilot muss jetzt nachdrücken um die Strecke mit minimalem Geschwindigkeitsverlust abzufliegen.



Alles Einstellungsache

Die Optimierung von Hochleistungs-Segelflugmodellen

In AUFWIND 3/2011 behandelten wir die Grundlagen der Einstellungen von Hochleistungsseglern; jetzt geht's weiter mit speziellen Mischern.

Butterfly

An einem typischen Vierklappenflügel werden die Wölbklappen so weit wie möglich nach unten ausgeschlagen – also von 45 bis 90 Grad. Gleichzeitig fahren die Querruder um etwa die Hälfte ihres normalen Ausschlags nach oben, um das Profil außen zu entwölben. Normalerweise muss auch etwas Tiefenruder beigemischt werden, um ein Aufbäumen des Modells zu verhindern. Butterfly wird normalerweise proportional mit dem „Gasknüppel“ angesteuert und manchmal wird der Mischer erst durch einen Schalter aktiviert. Das könnte dann gleich die „Landung“-Einstellung am Flugmodus-Schalter werden. Am sorgfältigsten muss die Tiefenruderbeimischung erfolgen werden, je nach Vorliebe des Piloten. Mit Butterfly kann man selbst die schlüpfrigsten Hochleistungssegler sehr schnell und effektiv abbremsen. Steile Landeanflüge können präzise geflogen werden und mit etwas Übung kann man sich – dank proportionaler Steuerung – mit dem Gasknüppel den genauen Landepunkt oft vorweg aussuchen.

Kopplung Querruder/Wölbklappen

Hier geht es um die Zumischung der Wölbklappen zum Querruder, sodass sich die Klappen zeit- und

richtungsgleich mit den Querrudern mitbewegen. Dieser Mischer ist bei vielen Sendern vorhanden. Das Modell wird dadurch wendiger. Es entsteht eine Querrudersteuerung, die sich über fast die gesamte Spannweite erstreckt. Die Rollrate wird hierdurch erhöht und die Querruder sprechen schneller an. Das ist durchaus brauchbar im Schnellflug und kann effizienter sein, als nur mit dem Querruder zu steuern. Wegen ihrer Dichtlippen können Wölbklappen oft nicht so weit nach oben ausschlagen wie die Querruder, aber eine 50-prozentige Zumischung der Klappen reicht meist schon aus. Ruderausschläge erzeugen Widerstand! Man könnte daher meinen, dass dieser Mischer unerwünscht ist. Beim langsamen Thermikkreisen kann das durchaus so sein, aber für den rasanten Hangflug wird die Kopplung benötigt. Gerade bei F3F – wo die Wenden nur 100 Meter auseinander liegen – kann es sein, dass die Rollrate mit Querrudern alleine zu gering ist. Zu starke Querruderausschläge erzeugen auch deutlichen Widerstand. Bei meinen Modellen lass ich die Kopplung immer eingeschaltet, da insgesamt geringere Ausschläge oft doch weniger Widerstand erzeugen.

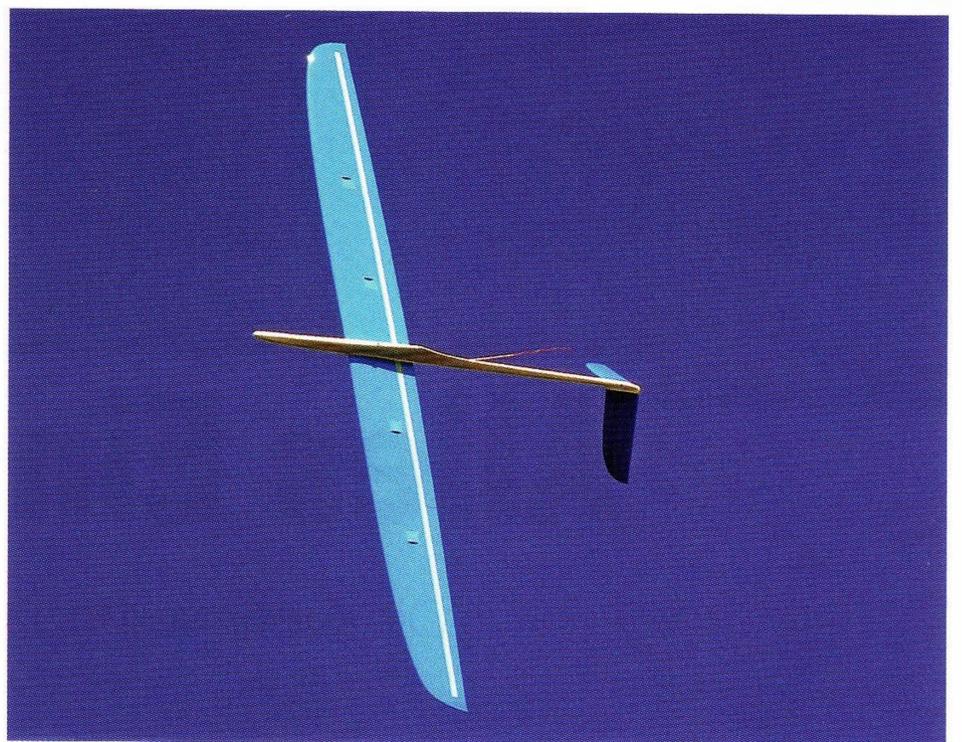
Kopplung Wölbklappen/Querruder

Bei diesem Mischer schlagen die Querruder sinnig gleich mit den Wölbklappen aus, wodurch die gesamte Endleiste des Flügels abgesenkt und angehoben werden kann; die Profilwölbung wird also verändert. Die meisten Sender haben diesen Mischer für

Seglerprogramme verfügbar. Er wird zum Verwölben (englisch: Camber), zum Entwölben (englisch: Reflex) und als Verwölbung zugemischt zum Höhenruder (englisch: Snap-Flap) angewendet. Normalerweise lässt man die Querruder etwas weniger ausschlagen als die Wölbklappen, was einem Strömungsabriss an den Flügelspitzen entgegenwirken soll. Oft werden zwei Schalter für diesen Mischer verwendet: Ein dreistufiger Schalter für Camber, Normal und Reflex. Dieser Schalter wird beim Hangflug dazu verwendet, um Flugzustände wie „Thermik“ oder „Start“, „Normal“ und „Speed“ auszuwählen. Ein weiterer Schalter mischt dann Snap-Flap hinzu.

Camber und Reflex

Die Profile unserer modernen F3-Segler sind gut zum Ver- und Entwölben geeignet. Werden Klappen und Querruder etwas nach unten ausgeschlagen, erhöht sich die Profilwölbung und anders herum verringert sie sich. Mit erhöhter Profilwölbung erzeugt der Flügel mehr Auftrieb, das Modell wird langsamer, aber es steigt auch besser in der Thermik. Bei F3F-Modellen wird Camber oft in der Steigphase vor dem Einflug in die Strecke angewendet. Mit Reflex wird der Auftrieb des Profils verringert und somit auch der Widerstand. Jetzt fliegt das Modell schneller als mit den Klappen im Profilstrak. Reflex ist also die Einstellung für den Speedflug. Normalerweise nimmt man für Camber etwa drei Millimeter Ausschlag her, aber manche Profile können das Doppelte vertragen. Re-



Für enge Wenden muss man etwas „Snap-Flap“ (Flügelwölbung) anwenden, um den Widerstand des Flügels während des hohen Anstellwinkels in der Wende zu verringern. Mit Butterfly kann man das Modell dosiert und effektiv abbremsen. Wenn hier alles richtig gemischt ist, kann man auf dem Punkt landen. Ein guter Start kann höhere Ausgangshöhe und Vorteile bringen. Etwas mehr Profilwölbung kann hier größere Startüberhöhung und einen schnelleren Einflug gewährleisten. Richtige Querruderdifferenzierung hält das Modell auf optimalem Kurs, was durch geringeren Widerstand höhere Geschwindigkeit erbringt.

flex ist weniger, etwa ein Millimeter. Für manche Quabeck- und Drela-Profile kann allerdings erheblich mehr Reflex eingestellt werden. Meist werden die Querruder etwas weniger ausgeschlagen als die Klappen, sowohl bei Camber als auch bei Reflex.

Snap-Flap

Die Flügelklappen werden hier gegensinnig mit dem Höhenruder gekoppelt. Anders als bei Motormodellen sind die Klappenausschläge allerdings gering, etwa drei bis sechs Millimeter je nach Profil. Ziehen (Höhe) am Höhenruder lässt die Klappen nach unten ausschlagen und umgekehrt. Snap-Flap ermöglicht engere Wenden am Hang durch erhöhte Profilwölbung (Camber) und möglicherweise bessere Leistung im Rückenflug durch Reflex. Die meisten modernen Profile erlauben besseres Wenden mit etwas Camber. Das verringert den Widerstand bei hohem Anstellwinkel, wie eben bei einer Wende. Die Verwölbung ist aber unerwünscht beim Geradeausflug, daher wird Snap-Flap meist mit Verzögerung - etwa

erst ab dem halben Höhenruderausschlag - zugemischt. Oft wird auch nur mit Höhenruder gemischt, nicht mit dem Tiefenruder. Manche Piloten tun dies dennoch, um ein Beinahe-Schneiden einer Wende mit Tiefenruder und Reflex auszusteuern. Man sollte bedenken, dass Snap-Flap das Modell nicht durch die Wende „trägt“. Es verringert nur den Widerstand. Daher fühlt es sich manchmal an, als würde Snap-Flap das Modell durch die Wende beschleunigen. Dies ist aber nicht so, es verlangsamt sich nur weniger als gewöhnlich.

Bei einer engen Wende mit voll gezogenem Höhenruder und Verwölbung entlang der ganzen Spannweite muss das Profil viel Auftrieb erzeugen um den Richtungswechsel beibehalten zu können. Wir wollen den Widerstand hier gering halten. Und deshalb wenden wir Snap-Flap an. Zuviel des Guten bremst das Modell allerdings kräftig ab und wir müssen daher den besten Kompromiss zwischen Kurvenradius und Geschwindigkeitsdurchzug erfliegen.

Querruder-Differential

Durch Ruderausschläge entsteht unterschiedlicher Widerstand an unseren tragenden Profilen, bei nach unten ausschlagendem Querruder mehr als bei dem nach oben. Dadurch wird ein negatives Wendemoment erzeugt, das ein Gieren des Modells in die entgegengesetzte Richtung der Wende bewirkt. Das heißt, der Rumpf des Modells fliegt nicht gerade durch die Wende, sondern er schiebt, wodurch mehr Widerstand entsteht. Um dem entgegen zu wirken setzen wir Ruder-Differential ein. Dabei schlägt das Querruder mehr nach oben aus als nach unten. Dadurch ist der Widerstand an beiden Rudern in etwa gleich. So ein Differential ist immer ein Kompromiss, selbst wenn es richtig eingestellt ist. Manche Modelle benötigen trotzdem noch Seitenruderausschlag, um das negative Wendemoment vollständig auszugleichen. Die Größe des Differentials ist vom Anstellwinkel des Flügels abhängig. Und obwohl wir es nie genau richtig einstellen können, bekommen wir es dennoch gut genug hin. Als Faustregel gilt: Je lang-



Dieser „Wizard Compact“ hat die Ideallinie nach der Wende, was auf richtige Querruderdifferenzierung hindeutet. Die Nase zeigt leicht nach unten und der Pilot kann das Modell geradelegen und die Strecke mit minimaler „Knüppelei“ abfliegen. Die Endleiste kann man etwas absenken (positiv = „+“) oder anheben (negativ = „-“).

samer das Modell fliegt, desto größer das benötigte Differential. Je schneller es fliegt, desto weniger. Das heißt aber auch: Die verschiedenen Flugzustände (Thermik, Normal, Speed) erfordern verschiedene Differentialwerte.

Wölbklappen-Differential

Das ist im Prinzip wie bei den Querrudern, nur erlaubt die Geometrie der Wölbklappenanlenkungen nur wenig Ausschlag nach oben, dafür aber umso mehr nach unten. Das trägt zum negativen Wendemoment bei.

Bei einigen Sendern kann man Klappen- und Querruderdifferenzial getrennt einstellen. Zum Einfliegen programmiert man zunächst das gleiche Differential für Klappen und Querruder. Viele Sender können das aber nicht. Deshalb wird hier das Querruder-Differential so hoch eingestellt, dass ein positives Wendemoment entsteht, das wieder das Negative der Klappen aufhebt.

Kopplung Querruder-Seitenruder

Hier wird dem Querruder ein passender Seitenru-

derausschlag beigemischt (Combi-Switch), der beim Kurven und Wenden den Rumpf auf Kurs hält. Die meisten F3F-Piloten fliegen diese beiden Ruder aber getrennt, der Mischer wird daher eher selten angewendet.

Im letzten Teil dieses Beitrags werden wir Flugzustände behandeln und auch das genaue Einstellen aller Werte durch praktische Flugerprobung besprechen.

Andrew Ellison

Übersetzt von Dieter Mahlein