Risiken und Nebenwirkungen:

Über die Wirkungen von Ruderklappen-Kombinationen an Modellflugzeugen
und was man gegen unerwünschte Wirkungen unternehmen kann.

Sehr viele Steuerbefehle bewirken nicht nur die beabsichtigte Lageänderung des Flugmodelles sondern haben auch noch andere, unerwünschte Folgen; ein weithin bekanntes Stichwort zu diesem Thema ist das "Negative Wendemoment", das durchaus lästige Auswärtsgieren aufgrund eines Querruder-Ausschlages. Manche Ruderausschläge können unter gewissen Bedingungen ganz besonders unerwünschte Wirkungen haben mit z.T. fatalen Folgen (z.B. Trudeln). Risiken müssen ausgeschlossen werden; wenn das nicht möglich ist muß dem Piloten klar sein, was er keinesfalls tun darf wenn er noch lange Freude an seinem Flugmodell haben will.

Nicht so extreme Nebenwirkungen sollten kompensiert werden um ein angenehmes, präzises Steuern des Modelles zu ermöglichen. Viele der Nebenwirkungen sind gering genug um nur von wirklich erfahrenen, sensiblen Modell-Piloten explizit wahrgenommen zu werden; oft ist es jedoch so, daß sich das Modell "irgendwie schlampig" benimmt, und man kann nicht genau sagen warum.

Die Kompensation kann - selten - bei den Ursachen der Nebenwirkung ansetzen (Stichwort "Querruder-Differenzierung") oder sie muß einen unerwünschten Effekt durch zusätzliche Ruder-Ausschläge brutal niederkämpfen (Stichwort "Combi-Switch"). Die Auswahl der Kompensationsmethode, sofern man eine hat, hängt stark vom Einsatzzweck des Flugmodelles ab. Beispiel: Für einen Thermikschleicher wird man das "Negative Wendemoment" eher durch Differenzierung angehen, bei einer Hangfräse oder einem Kunstflug-Modell geht man anders vor - insbesondere wird man die Kompensation abschaltbar gestalten um bei Bedarf auch die Kontrolle "en nature" ausüben zu können.

Einige Begriffe

Wir tun gut daran, in der folgenden Diskussion die gleiche Sprache zu verwenden; daher bringe ich zuerst einige Fachbegriffe aus der Flugmechanik mit ihren allgemein gültigen Bedeutungen:

Drehachse	Begriff	Beschreibung
X: Längs- bzw. Rollachse des Flugzeuges	Rollen	Drehung um die Längsachse
Y: Quer- bzw. Nickachse des Flugzeuges	Nicken	Auf- bzw. Abwärts-Drehung des Flugzeuges; Aufwärtsnicken wird positiv gezählt.
	Anstellwinkel	Die Nickachse nimmt insofern eine Sonderstellung ein als auch im ungestörten Flug, also *regelmäßig* Drehmomente auftreten, die im Soll-Flugzustand nicht Null werden; die Momente und Bewegungen um die Nickachse sind beileibe nicht symmetrisch. Das führt dazu daß das Höhenruder in geringem Maß auch dann ausgeschlagen (getrimmt) wird wenn das Flugzeug geradeaus fliegt. Bei den anderen Achsen werden nur Störungen ausgeglichen.
Z: Hoch- bzw. Gierachse des Flugzeuges	Gieren	Drehbewegung um die Hochachse
Ortsfeste (also nicht Flugzeug-bezogene) Vertikale	Wenden	Drehbewegung um die Vertikale, also ein Kurswechsel (Kurve fliegen). Wenden bedeutet für das Flugzeug **beides**: Gieren und (Aufwärts-) Nicken, denn es hält ja einen geeigneten Rollwinkel ein.

Ferner werden in der Flugmechanik oft Begriffe der Art «Ursache-/Wirkung-"Moment"» verwendet. Die Ursache ist entweder ein vom Piloten verursachtes Ereignis (ein Ruderausschlag) oder ein äußerer Einfluß. Dem Titel des Aufsatzes entsprechend beschäftigen wir uns hier nur mit Ruderausschlägen als Ursachen; äußere Einflüsse (=Störungen) gehören in die Stabilitäts-Lehre.
Beispiel 1: Querruder/Roll-Moment - die erwünschte Drehung des Modelles um die Längsachse (Rollen) bei Ausschlag der Querruder.
Beispiel 2: Querruder/Gier-Moment - das unerwünschte Gieren (um die Hochachse) eines Modelles aufgrund eines Querruder-Ausschlages.
Wenige dieser Begriffe haben auch "gewachsene" Namen; (einziges) Beispiel: das "Negative Wendemoment" heißt korrekt eigentlich Querruder-/Gier-Moment.

Noch ein paar ganz grob überschlägige Bemerkungen zur Wirkungsweise von Steuer-Klappen:
Wenn man eine 25%ige Klappe um einen kleinen Winkel, sagen wir mal 5°, ausschlägt dann...

- erhöht man die geometrische Wölbung des Profiles um maximal eine %-Zahl die in der Nähe von folgendem Wert liegt:
  k·<0.6..0.8>·<Ausschlag-Winkel in °>
  Bei der 25%igen Klappe ist k=0.25 (das 0.25-fache der Profiltiefe), +5° Ausschlag vergrößert die Wölbung also um irgendwas in der Nähe von 0.75% bis 1% (je nach Profil). Das ist eine ganze Menge!!
- Ferner erhöht man den Profil-Anstellwinkel um etwa k·<Ausschlag-Winkel in °>
  Also: +5° Ausschlag bei einer 25%igen Klappe bedeutet einen um gut 1° erhöhten Anstellwinkel.
- Mit der erhöhten Wölbung vergrößert sich auch das Nickmoment des Profiles; laut Theorie erhöht sich das Nickmoment im gleichen Maße wie die Wölbung (und sooo daneben liegt die Theorie nun auch wieder nicht). Bei einem flachen Profil (na, sagen wir mal 1% Wölbung) kann man also mit einem moderaten WK-Ausschlag von 5° möglicherweise das Nickmoment fast verdoppeln.

Die beiden erstgenannten Effekte zusammen bewirken, daß eine Klappe deutlich besser wirksam ist als ihr Anteil an der Profiltiefe erstmal vermuten läßt: Die nebenstehende Graphik findet man in einer Reihe von aerodynamischen Lehrbüchern; sie besagt z.B., daß ein Ausschlag-Winkel an einer 25%igen Klappe (Abszisse) etwa so viel wirkt als hätte man den Anstellwinkel des ganzen Flügels um etwa halb so viel erhöht (Ordinate - laut Theorie sogar noch mehr, das 0.6-fache). Ein Ausschlag von 5° an der Klappe bewirkt aerodynamisch also etwa so viel wie 2.5° bis 3° Anstellwinkel-Erhöhung.

Zur Umrechnungshilfe - oft mißt man einen Ausschlag in mm an der Hinterkante und muß das dann in ° umrechnen:
<Ausschlag in °>= asin(<Ausschlag in mm>/<Klappentiefe in mm>) bzw.
  ≈ (<Ausschlag in mm>/<Klappentiefe in mm>)·57.3
<Ausschlag in mm>=<Klappentiefe in mm>·sin(<Ausschlag in °>)
  ≈ <Klappentiefe in mm>·<Ausschlag in °>/57.3

Das Höhenruder

Völlig klar, das Höhenruder kontrolliert die Nickbewegung. Klar ist auch, daß übertriebenes Ziehen das Flugzeug zu langsam macht und zum Überziehen / Abschmieren führen kann. Wenn keine Baufehler vorliegen hat das Höhenruder natürlich aufgrund der Symetrie keine Nebenwirkungen um die Gier- und Rollachse.
Wie oben schon erwähnt wird das Höhenruder auch regelmäßig getrimmt (in kleinem Bereich halbfest ausgeschlagen); als einziges Steuerruder kontrolliert es damit also nicht nur eine Drehbewegung sondern auch die Lage im Raum, den Anstellwinkel.
Für weitere Angaben siehe auch Snapflap und Diverse Mischer auf das Höhenruder.

Das Seitenruder

Beabsichtigte Wirkung: Kontrolle der Gierbewegung (beabsichtigtes Gieren herbeiführen, unerwünschtes Gieren unterdrücken). Es fällt ein wenig schwer sich vorzustellen, daß das simple Seitenruder auch um die beiden anderen Achsen unerwünschte Drehungen verursachen könnte...
Nebenwirkung **Rollen** (Seitenruder/Roll-Moment): Allgemein liegt der größere Teil des Seitenleitwerkes über der Flugzeug-Längsachse; sowas landet sich leichter... Damit hat es aber auch einen Hebelarm gegenüber der Längsachse und der läßt das Flugzeug bei Seitenruder-Ausschlag rollen; diese Drehung geht "nach außen" und ist daher garantiert unerwünscht. Kompensieren könnte man das durch symmetrischere Bauweise des Seitenleitwerkes, aber das wird sehr selten gemacht. Andererseits ist die Wirkung nur schwach und das Seitenruder wird gewöhnlich in Verbindung mit dem Querruder verwendet und so bemerkt man kaum, daß man mit dem Querruder auch das Seitenruder/Roll-Moment kompensiert.
Nebenwirkung **Nicken** (Seitenruder/Nick-Moment): Ein stark gepfeiltes Seitenruder verursacht auch ein Nickmoment (rückgepfeiltes Ruder → Aufwärtsnicken). Keine Idee zur Kompensation, das muß der Pilot "selber machen".

Das V-Leitwerk

Diese hochinteressante Leitwerk-Form soll hier nur kurz besprochen werden (Ihr könnt ja in meinem V-Leitwerk-Aufsatz nachsehen). Die beiden Seiteneffekte, die für das Normal-Seitenruder besprochen wurden, gelten auch hier; das Seitenruder-Roll-Moment ist bei einem V-Leitwerk deutlich stärker ausgeprägt als bei einem normalen Leitwerk aber sicherlich immer noch klein genug um nicht allzusehr aufzufallen (der Kunstflieger wird jetzt zurecht widersprechen; deshalb mag er auch das V-Leitwerk nicht so gerne). Es gibt einzelne Flugzeuge mit "inversen" V-Leitwerken (Knick oben, Doppel-Leitwerk-Träger), die nahezu kein Seitenruder-Roll-Moment erzeugen - und das restliche Rollmoment geht auf die angenehmere, kurven-innere Seite. Das Problem beim V-Leitwerk ist aber eher, überhaupt eine wirklich ausreichende Seitenruder-Wirkung zu bekommen.
Das V-Leitwerk hat auch ohne Pfeilung ein Seitenruder/Nick-Moment (Details im V-Leitwerk-Aufsatz). Bei kleinen Ausschlägen ist es nicht spürbar, nimmt aber bei großen Ausschlägen stärker zu; dies macht eine Kompensation schwierig, aber da es sich um eine insgesamt schwache, nicht kritische Nebenwirkung handelt macht das nichts (ich selbst habe das Seitenruder/Nick-Moment beim Fliegen noch nicht sehen können).

Das Querruder

Mit diesem Ruderpaar stellt man eine Rollgeschwindigkeit ein; in asymmetrischen Flugzuständen stellen sich bei "normalen" Flugzeugen weitere Rollmomente ein (sowohl stabilisierende als auch destabilisierende) und man muß mit dem Querruder auch einen gewünschten Rollwinkel beibehalten.

Risiko: Bei sehr geringer Fluggeschwindigkeit, kurz vor dem Abschmieren, leitet man mit einem kräftigen Querruderausschlag durch einen Stömungsabriß am nach unten ausgeschlagenen Querruder das Trudeln ein. Geringe Fluggeschwindigkeit ist ungesund für ein Fluzeug - dann auch noch "Querrudern" führt gerade im Landeanflug zu sehr unangenehmen Überraschungen.

Nebenwirkung: Jetzt endlich - das "negative Wendemoment"; das Querruder verursacht unter bestimmten (normalen) Bedingungen, z.B. beim Einleiten einer Kurve (Wenden), eine unerwünschte Drehung um die Hochachse, eben das Querruder/Gier-Moment. Die Ursache: Der kurven-äußere Flügel muß angehoben werden, das äußere Querruder wird also nach unten ausgeschlagen, dort verursacht aber der Flügel mehr Widerstand als am anderen Querruder, das ja nach oben ausgeschlagen wird. Der äußere Flügel wird also nachgezogen.

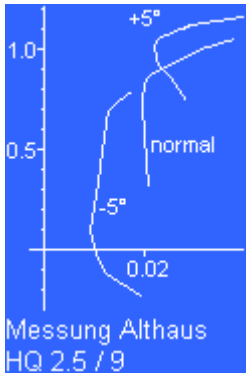
"Wieviel"? Schon eine überschlägige Schätzung des Grades des unerwünschten Gierens ist für den Modellpiloten nicht möglich oder doch viel zu aufwendig. Stärker gewölbte Hochauftriebs-Profile verursachen ein stärkeres Querruder/Gier-Moment als "schnelle" Profile.

Zur Kompensation des Querruder/Gier-Momentes: Man kann an den Ursachen ansetzen oder an den Symptomen - beides ist sinnvoll.

An der Ursache: Man kann den zusätzlichen Widerstand des kurven-äußeren Querruders vermindern indem man es weniger nach unten ausschlägt; dies wird Querruder-Differenzierung genannt. Falls das Flugzeug durch den Querruder-Ausschlag nur in eine Schräglage (Rollwinkel) für eine Kurve gebracht werden soll ist diese Art der Kompensation gut geeignet; sie ist sogar ohne Mischerelektronik (oder -Software) im Sender erreichbar und war daher früher das einzige Mittel. Die Kompensation ist u.U. mit der Differenzierung nicht vollständig möglich - besonders bei stark tragenden Profilen und muß durch einen Seitenruderausschlag ergänzt werden, siehe unten. Bei Kunstfliegern ist die Differenzierung der Querruder nicht sinnvoll, denn sie funktioniert nur in Normalfluglage.

An den Symptomen ansetzen: Das unerwünschte Gieren wird durch ein Gegenmoment bekämpft. Im manntragenden Flugzeug macht das der Pilot (und er merkt es schon garnicht mehr, so ist's ihm in Fleisch und Blut übergegangen), beim Modellflug sollte sich jeder erfahrenere Pilot ernsthaft überlegen, ob er sich's nicht auch angewöhnen will... Für alle anderen bietet die Industrie den Combi-Switch an.

Nebenwirkung Querruder/Nick-Moment: Ein Querruder-Ausschlag, meistens auch ein symmetrischer, führt zu einer Veränderung des Gesamt-Auftriebes - ein differenzierter Ausschlag verringert den Auftrieb. Bei normalen Flugzeugen ist dieser Effekt kaum spürbar, aber bei Nurflügel-Auslegungen und besonders auch bei Canards würde eine Differenzierung der Querruder-Ausschläge wie oben beschrieben eine gefährliche Nickbewegung aufwärts (Aufbäumen) verursachen und ist daher auf keinen Fall sinnvoll . *Im Gegenteil*: Der einzige Sinn der Differenzierung bei Nurflügeln und Canards ist, eine Querruder-Wirkung *ohne* Querruder/Nick-Moment hinzubekommen.



Wölbklappen

Wölbklappen dienen in erster Linie zur Veränderung der Profilwölbung - der Name sagt es. Dies bedeutet, daß die Wölbklappen für ihren primären Einsatz mit relativ kleinen Winkeln ausgeschlagen werden.
Risiko: Ich zitiere sinngemäß aus einer Bau- und Einfluganleitung von Multiplex:
...Wölbklappen *niemals* bei hoher Fluggeschwindigkeit setzten (=nach unten ausschlagen). Überlegt mal, was Ihr macht, wenn Ihr im Schnellflug die WK "setzt": Erstens, der Flügel liefert sofort größeren Auftrieb, das Flugzeug macht also einen Satz nach oben sofern es nicht den Flügel abwirft oder glaubt, die Klappen nicht mehr zu brauchen; zweitens, das Nickmoment vergrößert sich (*Abwärtsnicken*), die Neigung des Modelles zum Unterschneiden vergrößert sich also. Was jetzt? Rauf oder runter? Keiner weiß es wirklich - sowas nenne ich unbeherrschbar, unvorhersehbar, gefährlich.
Wölbungskontrolle bei Nurflügeln zur Auftriebserhöhung gibt es nicht, man kann das veränderte Nickmoment nicht kompensieren.
Bei Canards ist eine Wölbklappe zur Auftriebserhöhung theoretisch möglich wenn im (vorne montierten) Höhenleitwerk noch genug Reserven sind, das erhöhte Nickmoment auszugleichen - dies ist jedoch üblicherweise nicht der Fall.
Sinn der Wölbklappe ist natürlich, durch Erhöhung der Wölbung langsamer fliegen zu können (Erhöhung des Auftriebes) und durch Verringerung der Wölbung schneller fliegen zu können (Verringerung des Widerstandes). Daß das durchaus gelingen kann zeigt die nebenstehende Skizze, die ungefähr ein Meßergebnis von D. Althaus an einem HQ 2.5/9 wiedergibt.

Die Größe der Wölbklappenausschläge erfliegt man. Es gibt Modellpiloten, die eine Verbesserung der Sinkgeschwindigkeit bei verschiedenen WK-Ausschlägen vom Boden aus sehen und beurteilen/vergleichen können; ich gehöre nicht zu diesen Genies. Ich habe bei meinem Flieger die WK für den Langsamflug so eingestellt, daß er noch nicht allzu oft überzieht - ich schätze, es sind so um die 4 oder 5°. Ob das optimal ist oder nicht, ich kann's nicht sagen.
Folgendes noch: Ab 5° Ausschlag beginnt die Wirkung der Wölbklappen nicht mehr in dem Maße zuzunehmen wie der Ausschlagswinkel zunimmt (8° ist nicht genau doppelt so "gut" wie 4°); ab 10° Ausschlag beginnt die Strömung an der Klappe mit dem Ablösen, die Wirkungszunahme verlangsamt sich also noch mehr und es treten zusätzliche Widerstände auf. Bei mehr als 15° Klappenausschlag stimmt garnichts mehr.

Querruder als Wölbklappen

Grober Unfug! Querruder alleine beschränken sich auf einen kleinen Teil der Spannweite (weniger als die Hälfte); bei Ausschlag nach unten ergibt sich dadurch eine Auftriebs-Verteilung die mit der optimalen elliptischen Verteilung nichts mehr gemein hat.
Wenn das Flugzeug rollen soll nimmt man das hin, aber für den (möglichst effizienten) Geradeausflug oder zur Verbesserung der Leistung am Hochstartseil ist das kontraproduktiv.
Ich habe mal versucht, bei hohen Lasten (z.B. beim Hochstart) die Querruder beide ganz wenig nach oben auszuschlagen, um einen eventuellen Strömungsabriß nicht außen sondern innen zu haben (mit nicht so gefährlichen Folgen), aber ich glaube, das hat nichts gebracht. Ordentlicher Umgang mit dem Höhenruder und eine gute Lage des Hakens ist in diesem Zusammenhang viel nützlicher; und wenn das nicht reicht dann taugt der Tragflächengrundriß nicht viel.

Eine Klappe als Wölbklappe und Querruder zusammen

Man kann die über die ganze Spannweite reichenden Klappen sowohl gegensinnig als Querruder als auch gleichsinnig als

Wölbklappen ausschlagen. Wie im nächsten Abschnitt noch auseinandergesetzt wird können dabei aber die beiden Aufgaben «Auftriebserhöhung» und «Querruder» nicht optimal erfüllt werden, denn bei Benutzung als Wölbklappe ist der Ausschlag außen zu groß, bei Benutzung als Querruder ist er außen zu klein. Dennoch ist diese Lösung bei *kleinen* Modellflugzeugen durchaus akzeptabel, besonders dann, wenn man es nicht schafft wenigstens die Korpusse der Flächenservos ganz im Flügel verschwinden zu lassen.
Zur Gleitwinkel-Steuerung (beide Klappen kräftig nach oben ausschlagen) taugt diese Anordung nur begrenzt. Wenn diese "Bremse" bei geringer Fluggeschwindigkeit "gezogen" wird funktioniert die ordentlich: sehr steiles Sinken und kaum noch eine Möglichkeit das Modell zu überziehen; *aaaber* wer das auch nur bei normaler Fluggeschwindigkeit macht verwandlt sein Flugmodell in ein unberechenbares Biest.

Klappensysteme über die ganze Spannweite

...die hohe Kunst, den Flügel möglichst gut für die jeweilige Flugaufgabe zu optimieren. Folgende Aufgaben werden hier untersucht:

- Anpassung an die (vorwiegend geringe) Fluggeschwindigkeit: "Flaperon"
- Querruder mit den Wölbklappen unterstützen: "Quadroflap"
- Bremsen: "Butterfly"

Im Einzelnen:

Quadroflap

Dieser Mischer läßt die Wölbklappen zusammen mit den Querrudern gegensinnig ausschlagen, die Wölbklappen unterstützen also die Querruder-Funktion. Durch Rollen entsteht am Flügel eine Überlagerung des Anstellwinkels mit einer zusätzlichen Strömung, die beim aufwärts rollenden Flügel den Auftrieb verringert; im äußeren Bereich wird dies gerade durch die ausgeschlagene Klappe kompensiert, im inneren Bereich kommt es allerdings zum Auftriebsverlust bis hin zum Abtrieb. Beim abwärts rollenden Flügel ist es umgekehrt. Beide Effekte erzeugen zusätzlichen induzierten Widerstand (und auch zusätzlichen Reibungswiderstand) - dies kann man zwar nicht ganz verhindern aber wenigstens kann man es dämpfen indem man in den inneren Flügelbereichen die Wölbklappen zusammen mit den Querruderklappen ausschlägt. Da das Rollen sich innen am Flügel geringer auf den Anstellwinkel auswirkt als außen sollen die Ausschläge innen auch geringer ausfallen als außen - Faustwert: Die WKs (=innere Klappen) ganz grob halb so stark ausschlagen wie die Querruder (=äußere Klappen). Falls die Querruder differenziert werden ist das auch für die WKs nützlich, vielleicht nicht ganz so stark (rein gefühlsmäßig).

Flaperon

Natürlich kann man es auch umgekehrt machen: Wenn die Wölbklappen gesetzt werden gehen die Querruder mit. Nur innen am Flügel die Wölbung zu erhöhen würde die Auftriebsverteilung ungünstig "verformen" und so den induzierten Widerstand erhöhen; ferner würde der innere Teil des Flügels (bei den Wölbklappen) stärker gewölbt und angestellt werden während die äußeren Teile (bei den Querrudern) sich langweilen. Wieder die Frage nach dem "wieviel": Optimal ist es, wenn die elliptische Auftriebsverteilung einigermaßen beibehalten wird. Das läuft darauf hinaus, die Querruder etwas weniger stark auszuschlagen wie die Wölbklappen. Wer die Einstellung ausprobiert sollte darauf achten, daß die Querruderwirkung nicht leidet. Eventuell lohnt es sich, die Differenzierung an diesen Zustand anzupassen; es ist also sinnvoll, die Flaperon-Einstellung als Flugzustand im Sender einzustellen.

Butterfly

Dies ist keine Optimierung, ganz im Gegenteil: eine Bremse. Die Wölbklappen werden übertrieben stark abgesenkt, die Querruder übertrieben stark nach oben ausgeschlagen.
Bedenkt: Die ganze Tragfläche fliegt in diesem Zustand mit an der Hinterkante abgelöster Strömung; die Ablösungsstellen sind jedoch durch die Klappenscharniere genau definiert und deshalb gibt es (hoffentlich) keinen spontanen Abriß über die ganze Profillänge. Bei geringer Fluggeschwindigkeit wirkt die Butterfly-Stellung recht stark zur Gleitwinkel-Steuerung; man muß beim Einstellen auch hier sorgfältig darauf achten, daß die Querruderwinkung einigermaßen beibehalten wird - notfalls den Butterfly-Querruder-Ausschlag verringern.
Als Sturzflugbremse ist Butterfly *völlig ungeeignet*.

Weitere Kombinationen

Wenn man sich dafür entschieden hat, als Kompensationsmethode die unerwünschte Nebenwirkung durch weitere Ruderausschläge zu verhindern muß man neben dem eigentlichen Steuerausschlag (z.B. Querruder) einen weiteren Steuerausschlag "geben" (z.B Seitenruder gegen das Querruder-/Gier-Moment). In manntragenden, nicht comutergesteuerten Flugzeugen muß das der Pilot "selbst" machen und es ist ihm bereits vor dem ersten Alleinflug in Fleisch und Blut übergegangen. Bei Modellflugzeugen ist das anders: Der Pilot sitzt nicht "drin", was das exptizite Steuern der Kompensation nicht einfach macht; außerdem ist es sehr leicht möglich, den Micro-Computer im Sender zu allerlei Mischfunktionen zu überreden...
Wenn man jedoch so einen Mischer verwenden will muß man natürlich auch festlegen, *wieviel* das andere Ruder mit dem einen Ruder mitgehen soll. Das geht so gut wie immer π·Daumen oder wenigstens nach Erfahrungen, Berechnungsverfahren stehen dem Flugmodellamateur nicht zur Verfügung.
So ein, ich sage mal Kompensationsmischer ist natürlich fest eingestellt: Das mitgehende Ruder folgt dem führenden Ruder immer um einen fixen Anteil (z.B. 50%), der im Mischer einzustellen ist. Das bedeutet also, daß die Kompensation nur für einen Flugzustand "passen" eingestellt werden kann; in anderen Flugzuständen erreicht man dann eine Über- oder Unterkompensation. Manche Modellpiloten können der Versuchung nicht widerstehen, Mischfunktionen zu verwenden um zwei "sowieso zusammengehörige" Drehbewegungen zusammen auf einen Steuerknüppel zu legen. Beispiel: Beim V-Leitwerk wird zur Seitenruder-Funktion ein wenig Höhenruder (Ziehen) dazu gemixt nach dem Motto: "In der Kurve muß ich eh ziehen". Ich halte davon garnichts: Solche Mischer "stimmen" nie und außerdem erziehen sie zum schlechten Fliegen.

Snapflap

Dies ist eine Kombination von Höhenruder und Wölbklappe. Die Idee dahinter:

- Ein Flugzeug, das "hoch" getrimmt wird fliegt langsamer, kann also ein stärker gewölbtes (besser tragendes) Profil vertragen. Wer einen Sender besitzt, der verschiedene Flugzustände speichern und durch einfaches Schalten abrufen kann, sollte sich allerdings fragen, ob es nicht gescheiter ist, HR-Trimmung und WK-Stellung für bestimmte Flugzustände abzuspeichern (mehr als 2 oder 3 Zustände sind's eh nicht) und auf das unflexible Snapflap zu verzichten.
  Wer unbedingt den SnapFlap-Mixer in der hier beschriebenen Weise ausprobieren will sollte bedenken, daß bereits bei kleinen HR-Ausschlägen (im Trimmbereich) der gesamte beabsichtigte Ausschlag der Wölbklappen erfolgen sollte, bei größerem HR-Ausschlag aber keinesfalls mehr; es muß also eine Charakteristik wie im Bild links angegeben benützt werden.
- ein Flugzeug im Abfangbogen muß neben dem Eigengewicht auch noch die Zentrifugalkraft durch erhöhten Auftrieb überwinden, braucht also ein stärker gewölbtes Profil... Einspruch: Ein Flugmodell im Abfangbogen fliegt schneller als im Normalzustand; bereits eine um 20% erhöhte Geschwindigkeit ermöglicht dem Tragflügel 44% mehr Auftrieb (bei gleichem Anstellwinkel), verdoppelte Geschwindigkeit reicht "für 4g". Wer hier noch den um wenige Prozent erhöhten Auftrieb der ausgeschlagenen Wölbklappe braucht, der fliegt eh schon gefährlich nahe an der Abschmier-Grenze.
  Ich würd's bleiben lassen.
- Kunstflieger verwenden den Snapflap-Mischer um "eckige" Figuren fliegen zu können. Praktische Erfahrungen dazu habe ich als Sonntags-Nicht-Kunstflieger nicht und so steht mir auch kein Urteil darüber zu (und eine Empfehlung kann ich auch nicht abgeben).

Der "Combi-Switch"

Hinter diesem Stichwort verbirgt sich eine Senderseitige Maßnahme zur Kompensation des Querruder-/Gier-Momentes (negatives Wendemoment). "Combi" soll heißen: Kombination von Querruder und Seitenruder - bei Betätigung des Querruders wird das Seitenruder gleichsinnig mit ausgeschlagen (links-links); ein vom Piloten gegebener Seitenruder-Ausschlag bleibt ohne Wirkung auf das Querruder. "Switch" heißt, daß diese Funktion sinnigerweise abschaltbar ist.
Selbstverständlich ist die Funktion hilfreich für den etwas weniger geübten Piloten, man kann leichter einkreisen und muß sich eigentlich nicht mehr um das Querruder-/Gier-Moment kümmern.
Wie schon erwähnt ist das Querruder-/Gier-Moment bei hoher Fluggeschwindigkeit weniger stark ausgeprägt als bei geringer, das mitgeführte Seitenruder wirkt aber immer gleich stark, daher stellt der Quer-Seite-Mischer im Schnellflug eine Überkompensation dar wenn er (wünschenswert) für das langsame Fliegen optimal eingestellt ist. Das fällt jedoch nicht sonderlich auf, außerdem kann man diesen Mischer ja auch abschalten. Der Kunstflieger kann mit dem Combiswitch nichts anfangen.

Winglet-Mixer

Eine Ruderklappe an einem Winglet hat unmittelbare Wirkung in **2** Richtungen:

- Seitlich: Natürlich erzeugt ein Klappenausschlag an einem senkrecht stehenden Ruder eine Seitenkraft; wenn das Winglet weit genug hinter dem Schwerpunkt angebracht ist (gepfeilter Flügel, Canard) wirkt die Klappe am Winglet wie ein Seitenruder; wenn nicht, dann verpufft die Seitenkraft.
- Ein Winglet beeinflußt auch den Auftrieb am äußeren Flügel; simple Regel: Winglet-Ruder nach außen ausschlagen erhöht auch den Auftrieb im äußeren Flügelbereich - und umgekehrt. Damit hat auch ein als doppeltes Seitenleitwerk genutztes Winglet-Paar leider auch ein Seitenruder/Roll-Moment in die unangenehme Richtung (Rollen nach außen). Dieses unerwünschte Moment kann natürlich mit dem Querruder bekämpft werden, was aber dann leider, leider, leider die Seitenruder-Wirksamkeit ebenfalls wirksam bekämpft...

Generell muß darauf hingewiesen werden, daß ein Klappenausschlag nach außen die Abrißgefahr an der Innenkante Winglet/Flügel erhöht, das kann zum Trudeln führen.

Delta-Mixer

Eine Kombination Quer/Höhe, anders kann ein Delta nicht gesteuert werden.

Diverse Mischer auf das Höhenruder

Es gibt eine ganze Reihe von Empfehlungen, wie man "Irgendwas" auf's Höhenruder mischt. Die Intension ist immer die gleiche: Das "Irgendwas" verändert die Trimmung und dies soll durch eine Gegentrimmung des HR ausgeglichen werden. Auch hier gilt wieder: Solche Mischer sind fest eingestellt, können also nur für eine Situation optimal justiert werden.

- Gas - die Idee: Wenn die Maschine mehr Vortrieb liefert steigt das Modell weg, dies soll durch Tieftrimmen kompensiert werden. Konventionell ist hierfür der Motorsturz zuständig, aber wenn der nicht stimmt nimmt man halt die Elektronik zuhilfe. Dieser Mischer hat ein Problem: Zwischen der Ursache (=Gas geben) und der unerwünschten Nebenwirkung (Steigen aufgrund der höheren Geschwindigkeit) vergeht etwas Zeit, in der sich schwer zu überschauende Dinge abspielen. Das Flugzeug kann also auch bei gut eingestelltem Mischer während der Beschleunigungsphase die Fluglage ändern. In fortschrittlichen Fernsteueranlagen wird daher für einen Mischer auch die Möglichkeit angeboten, einzelne Eingänge erst mit Verzögerung und dann "weich" wirksam zu werden.
- Spoiler, andere Bremsen: Bremsen, auch die angeblich Nickmoment-freien Schempp-Hirth-Klappen erfordern ein Umtrimmen des Höhenruders; dies kann man natürlich mit einem Mischer automatisieren. Auch hier bleibt das Problem, daß je nach der Fluggeschwindigkeit, bei der die Bremse gezogen wird, das Umtrimmen anders ausfallen muß, doch von der augenblicklichen Geschwindigkeit weiß der Mischer nichts...
  Dies ist ein einfach nachvolziehbares Beispiel dafür, daß der Einsatz von Elektronik oder von Computern sehr bald an seine Grenzen stößt, wenn man keine vollständigen Regelkreise implementiert.

- Fahrwerk: Sinngemäß gilt das für Bremsen gesagte auch hier.