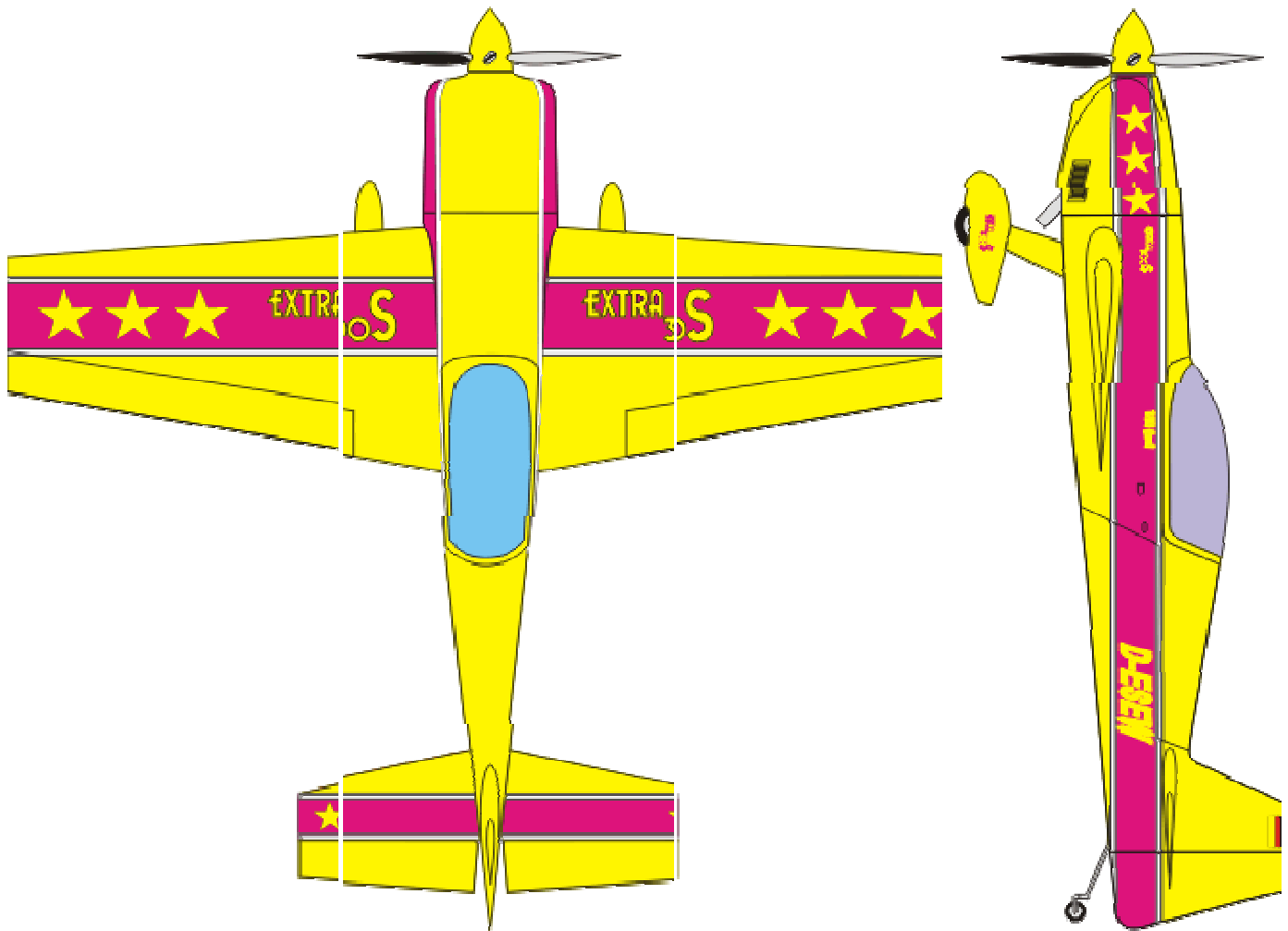


# Trimming for Aerobatics oder: ..wie stelle ich ein Kunstflugmodell ein









Früher musste man viel Zeit investieren, bis ein neues Kunstflugmodell exakt durchs Wendefigurenprogramm flog. Irgendwann riss der Faden der Geduld, und man suchte nach neuen Möglichkeiten, einen F3A- oder F3A-X-Flieger schnell und kompromisslos für den Kunstflug zu trimmen. Die hier veröffentlichten Tipps & Tricks haben sich über viele Jahre hinweg in der Praxis erprobt und verbessert.

Jeder Kunstflugpilot braucht ein Flugmodell mit ausgewogenen Flugeigenschaften. Obwohl die Kunstflugmaschine beim Bau genau ausgerichtet und vermessen wurde, quält sie sich durchs Wendefigurenprogramm: Entweder bricht sie beim Looping nach links oder rechts aus, kann im Messerflug kaum mit Quer- und Seitenrudder gehalten werden oder dreht beim Trudeln eine viertel oder halbe Umdrehung nach. Im Rückenflug benötigt der Vogel

zu viel Tiefenruder, vom exakten Einrasten bei Vierpunkttrollen kann nicht die Rede sein.

Entwickelt ein Kunstflugmodell so viel perverses Eigenleben, taugt es nicht fürs Wendefigurenprogramm. Werden jedoch Schwerpunkt, Motorsturz, EWD, die V-Form des Flügels und ein paar andere Parameter richtig eingestellt, dann fliegt sogar eine solche Krücke recht gut durch alle Kunstflugfiguren. Allerdings müssen folgende Voraussetzungen unbedingt erfüllt sein:

-  Das Kunstflugmodell muss sehr leicht gebaut sein: Ein F3A-Modell mit etwa 2 Meter Spannweite darf zwischen 3,5 und 4,5 kg auf die Waage bringen, ein F3A-X-Modell mit etwa 2,4 Meter Spannweite und einem 60-ccm-Einzylinder-Motor muss unter 9 kg wiegen.
-  Flügel, Höhenleitwerk und Rumpf dürfen weder verzogen noch verwunden sein.
-  Flügel, Höhen- und Seitenleitwerk müssen genau ausgerichtet sein.
-  Die Ruderblätter dürfen nicht verwunden sein und müssen eine gerade Endkante haben.
-  Ruderblätter und Servos müssen starr, also ohne Spiel miteinander verbunden sein
-  Die Servos müssen die auftretenden Ruderkräfte verkraften, der Stellfehler muss unter einem Prozent liegen.

**Bevor Sie ein Kunstflugmodell für den Aerobatic-Einsatz optimieren, müssen mehrere Parameter bereits voreingestellt sein: Schwerpunkt, Motorsturz, Motorseitenzug, EWD (Einstellwinkeldifferenz) sowie die Größe der Ruderausschläge müssen annähernd stimmen. Da jeder Kunstflugpilot hier seine eigenen Vorlieben hat, möchte ich ein paar Anhaltspunkte geben, die Sie einfach auf Flugzeug übertragen können.**

### **Zwei Faustregeln**

Bei einem Kunstflugmodell ist der Flügel im Horizontalflug zwischen 0,5 und 1,5 Grad gegen die anströmende Luft angestellt. Je höher das Modellgewicht, desto größer muss der Einstellwinkel sein. Mitteldecker kommen mit einem geringeren Einstellwinkel des Flügels aus: 0 bis 0,5 Grad reichen bei leicht gebauten Modellen völlig (F3A ca. 0,2Grad)

Die Profilversehnung des Höhenruders verläuft bei fast allen Kunstflugmodellen parallel zur Rumpfmittellinie, das heißt Null Grad Einstellwinkel. Zum Ausmessen des bzw. der Einstellwinkeldifferenz benötigt man eine EWD-Waage, die eine Auflösung von einem viertel Grad haben sollte.

### **Motor: Seitenzug und Sturz**

Auch der Seitenzug und Sturz des Motors spielen beim Kunstflug eine wichtige Rolle. Hier haben sich einige Werte herauskristallisiert, die man auf die meisten Kunstflugmodelle direkt übertragen kann: Wird der Motor zum Beispiel mit einem

Seitenzug von 1,5 bis 2 Grad und einem Sturz zwischen 1 und 1,5 Grad eingebaut, dann hat man schon recht gute Ausgangswerte, der Rest muss erfolgen werden.

Bei F3A Modellen beträgt der Seitentug min 3.5Grad und der Motorsturz bei fast Null Grad.

Eine Ausnahme bilden jedoch Kunstflugdoppeldecker wie zum Beispiel der Ultimate. Hier sieht die Nasenleiste des Höhenleitwerks im Horizontalflug etwa 1,5 Grad nach oben, und die beiden Flügel sind nicht gegen die anströmende Luft angestellt. Das heißt, die Profilsehne der Tragfläche verläuft parallel zur Rumpfmittellinie

(Einstellwinkel = 0 Grad). Auch der Sturz und Seitenzug des Motors sehen bei einem Doppeldecker anders aus als bei einem Tief- oder Mitteldecker. Sowohl bei meinem Goldberg-Ultimate (Spannweite 1,4 Meter) als auch bei meinem Voll-GFK/CFK-Ultimate (Spannweite 2 Meter) schaut der Motor um 1,5 Grad nach rechts in Flugrichtung (Seitenzug) und um 1,5 Grad nach oben (negativer Motorsturz!).

Doppeldecker sind eben Kunstfluggeräte der besonderen Art, denn hier gilt das Motto: Ein Doppeldecker muss krumm eingestellt sein, damit er gerade aus fliegt.

### **Sender: Steuerknüppel und Trimmhebel**

Am Sender werden die Steuerknüppel und alle Trimmhebel in die Neutralstellung gebracht. Die Drehkreuze bzw. Steuerscheiben werden so auf die Abtriebsachse gesteckt, dass Servos und Ruder nach beiden Seiten hin uneingeschränkt in die Extremstellung laufen können. Weder die Drehkreuze auf den Servos noch die Rudergestänge dürfen gegen irgendein Hindernis laufen. Befinden sich die Servos in der Neutralstellung, dann muss die Länge der Rudergestänge so eingestellt werden, dass sich die Ruderblätter von Quer-, Höhen- und Seitenruder ebenfalls in der Nullposition befinden.

Dann werden alle Ruder nacheinander in die beiden Extrempositionen gefahren. Der Ausschlag nach beiden Seiten soll für den Anfang gleich groß, also symmetrisch sein. Sollte sich beim Einfliegen herausstellen, dass das Flugzeug mit differenziert angesteuerten Querrudern besser durch die Figuren zieht oder beim gedrückten Looping einen erhöhten Tiefenruderausschlag benötigt, dann nehmen wir später bei der Feinabstimmung entsprechende Maßnahmen vor.

Wichtig ist: Der maximale Ruderausschlag muss dem maximalen Stellweg der Servos entsprechen. Das heißt, eine elektronische Wegbegrenzung mit der Dual-Rate-Funktion hat beim Einfliegen und Austrimmen eines Kunstflugzeuges nichts zu suchen. Hat man einen Computersender, dann erweisen sich 20 bis 40 Prozent separat zuschaltbarer Exponentialanteil auf Quer- und Höhenruder oft als nützlich: Beim Erstflug eines neuen Modells ist meist die Ruderwirkung unbekannt. Durch gezieltes Zuschalten der Exponentialfunktion auf giftig reagierende Ruder kann man das Flugmodell beim Erstflug lammfromm machen und ohne Probleme landen.

### **Gerissene Figuren: Starke und schnelle Servos müssen rein**

Aus Sicherheitsgründen wird bei Kunstflugmodellen jedes Höhenruderblatt mit einem eigenen Servo angelenkt. Selbst sogenannte Profiservos haben wegen Fertigungstoleranzen verschiedene Stellzeiten. Bei vollem Ruderausschlag erreichen deshalb nicht beide Höhenruder gleichzeitig den gewünschten Ruderausschlag. Besonders bei den sogenannten Snap-Figuren machen sich Höhenruderservos mit verschiedenen Stellzeiten unangenehm bemerkbar: Statt einer gestoßenen Rolle entsteht eine Fassrolle oder der Flieger bricht unkontrolliert aus.

Reißt die Strömung bei gerissenen Figuren nicht ab, dann reagiert meist das Seitenruderservo wegen zu hoher Ruderkräfte viel zu träge. Diesem Problem rücken Sie so zu Leibe: Koppeln Sie einfach zwei oder drei C4451-Servos mit Kohlestangen parallel. Über zwei Fesselfluglitzen lenken Sie dann das Seitenruderblatt an.

## **Schwerpunkt**

Bevor ein Kunstflugmodell zum ersten Mal in die Luft geht, muss natürlich der Schwerpunkt grob eingestellt werden. Bei Bausatzmodellen stellt man zunächst den im Plan eingezeichneten Schwerpunkt ein. Bei Eigenkonstruktionen oder gekauften Modellen muss man den Schwerpunkt selbst ermitteln.

Bei Doppeldeckern ist die Ermittlung des Schwerpunkts eine äußerst komplizierte Sache. Bisher habe ich drei ganz verschieden Ultimate geflogen, die alle jedoch eines gemeinsam haben: Der erflogene Schwerpunkt liegt exakt an der gleichen Stelle, nämlich am hinteren Pylonträger. Nicht nur meine kleine Goldberg-Ultimate (Spannweite 1,4 Meter) sondern auch der von Peter Erang konstruierte Ultimate in Styro/Balsabauweise (Spannweite 1,8 Meter, Bauplan: Neckar-Verlag) und mein 2-Meter-Voll-GFK-Ultimate gingen problemlos mit einem so eingestellten Schwerpunkt zum ersten Mal in die Luft. Beim Doppeldecker kann man die exakte Lage des Schwerpunktes eigentlich nur erfliegen. Wie das funktioniert, zeige ich später.

## **Ausbalancieren: Nichts darf kippen**

Ein weiterer wichtiger Punkt vor dem Erstflug ist das Ausbalancieren des Flugzeugs. Hierzu wird das Schwanzende des Modell zum Beispiel auf ein Sperrholzbrett gelegt, das in einem Schraubstock eingespannt ist. Dann hebt man den Flieger am Spinner soweit hoch, dass die Rumpfmittellinie etwa waagrecht verläuft. Kippt das Modell nach einer Seite weg, dann muss im Randbogen des Flügels, der nach oben weist, soviel Blei angebracht werden, bis der Kunstflieger um die Längsachse die Balance hält. Selbstklebende Bleigewichte, die zum Auswuchten von Autoreifen verwendet werden, eignen sich hierfür vorzüglich.

## **Erster Eindruck: Trimmen und Ruderreaktion**

Bevor Sie das Flugmodell für den Kunstflug in neun Schritten optimieren, machen Sie einen Probeflug. So finden Sie schnell heraus, ob die Ruder wirklich neutral stehen, wenn das Modell gerade aus fliegt. Gehen Sie dabei folgendermaßen vor: Nach dem Start wird das Modell für den Geradeausflug grob getrimmt. Im horizontalen Vorbeiflug sollte der Flieger bei losgelassenen Steuerknüppeln und Halbgas zumindest für ein paar Sekunden geradeaus fliegen und nicht über eine Fläche wegkippen. Verstellen Sie die Trimmhebel am Sender solange, bis das Flugzeug nach einigen Vorbeiflügen den Kurs hält, also geradeaus fliegt.

Jetzt kommt die Ruderreaktion an die Reihe. Ein Exponentialanteil sollte zunächst beim Einfliegen keinem Kanal zugemischt sein. Hier ein Anhaltspunkt, wie schnell ein Kunstflugmodell rollen sollte: Bei vollem Querruderausschlag sollte das Modell in knapp 1 Sekunden etwa 1 Rollen fliegen. Das ist ein guter Ausgangswert für die folgenden neun Schritte. Zum Vergleich: Die manntragende Extra 300L rollt etwa 400 Grad pro Sekunde!

Die optimale Ruderreaktion des Höhenruders kann man recht einfach mit der stehenden Acht und einem eckigen Looping ermitteln. Weder Quer- noch Höhenruder dürfen mehr als 35 Grad nach oben und unten ausschlagen. Reagiert das Modell zu träge auf große Ruderausschläge, dann sind die Ausschläge zu klein oder die

Ruderspalte zu groß. Ein Abdichten der Ruderspalte mit Scharnierband löst fast immer das Problem, im Extremfall müssen die Ruderblätter vergrößert werden. Doch das ist eine aufwendige Angelegenheit, da ein neuer Flügel, neue Höhenruderblätter oder ein neues Seitenruder fällig werden.

### TOC-Modelle: 3-Meter-Flieger und mehr

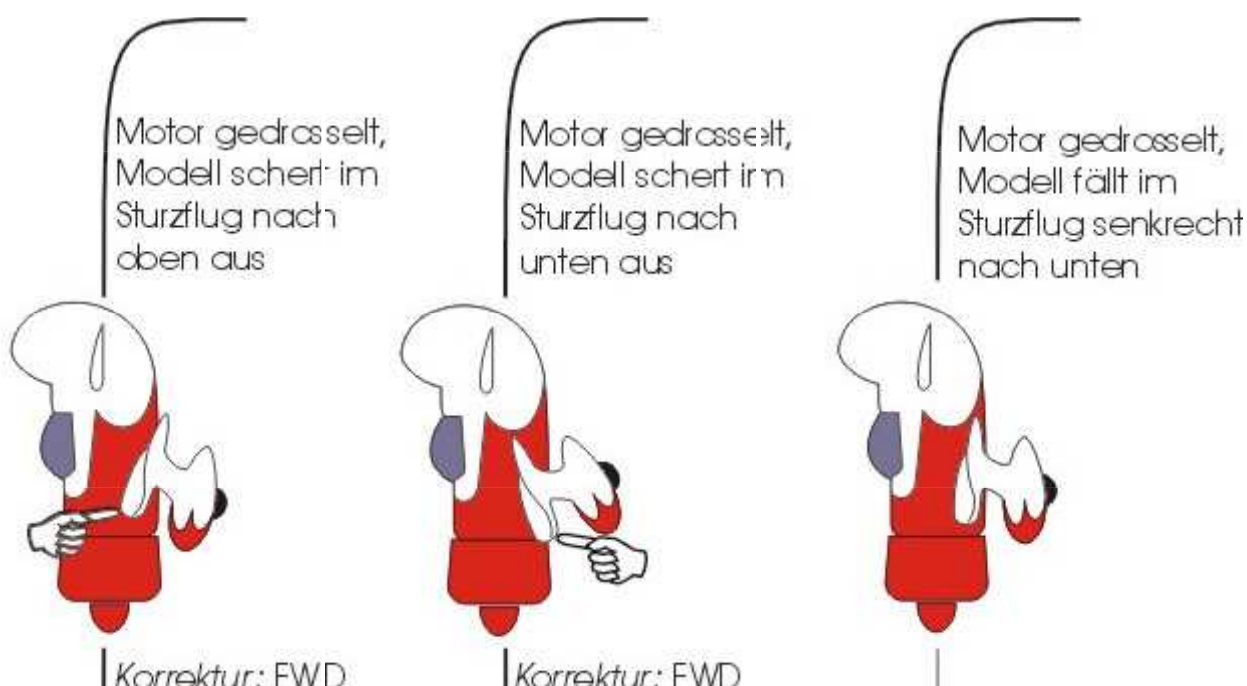
Soll ein großes Flugmodell ab 3 Meter Spannweite für den Kunstflug optimiert werden, dann gelten eigene Gesetze: Diese Boliden bringen zwischen 15 bis 20 kg auf die Waage, unter Motorhaube werkelt ein kräftiger Boxermotore ab 150 ccm und die Ruderflächen sind überdimensional groß. Die Servos müssen nicht nur hohe Ruderkräfte sondern auch die harten Motorvibrationen verkraften. Analog- oder Digitalservos heißt hier die Frage?

### Optimieren: Neun Schritte zum perfekten Kunstflugmodell

Sie zeigen, wie man ein durchschnittliches Kunstflugmodell in ein perfektes Aerobatikmodell verwandelt. Als Grundlage für die Illustrationen habe ich die Empfehlungen aus einem Newsletter der NSRCA (National Society of Radio Controlled Aerobatics) verwendet, die Mike Chipchase, Australien, vor vielen Jahren zusammengestellt hat. Leider ist dieses interessante Textdokument (in Englisch) nicht mehr im Internet verfügbar.

Doch jetzt geht es ans Eingemachte: Mit geeigneten Kunstflugfiguren erfliegen Sie die optimalen Einstellungen für Ihr Aerobatikmodell. Damit Sie die Fluglage des Modells jederzeit sehen können, sollten Sie sich zwei bis drei sonnige und nahezu windfreie Tage aussuchen. Fliegen Sie das Modell so an sich vorbei, dass die Sonne immer auf Ihren Rücken scheint. So werden Sie niemals geblendet und können das Verhalten des Flugzeugs in allen Fluglagen genau studieren und beurteilen. Bitten Sie Ihre Modellflug-Kollegen, nicht zu fliegen und keine Motoren laufen zu lassen, wenn Ihr Flugzeug in der Luft ist und auf Aerobatic getrimmt wird.

## 1. Schritt: EWD einstellen





## 1. Schritt: EWD einstellen

Nachdem die Ruderreaktionen auf die Steuergewohnheiten des Piloten abgestimmt sind, das Modell um die Längsachse ausbalanciert und der Schwerpunkt grob eingestellt ist, geht es der EWD an den Kragen. Dazu wird der Motor gedrosselt und das Modell in der Mitte des Flugfensters in den senkrechten Sturzflug gebracht. Mindestens 50 Meter sollte es im Sturzflug nach unten gehen. Fällt das Modell die gesamte Strecke senkrecht nach unten, dann ist die EWD fürs erste in Ordnung. Bei zuviel EWD bricht der Flieger in Richtung Cockpit aus, bei zu wenig EWD in Richtung Fahrwerk.

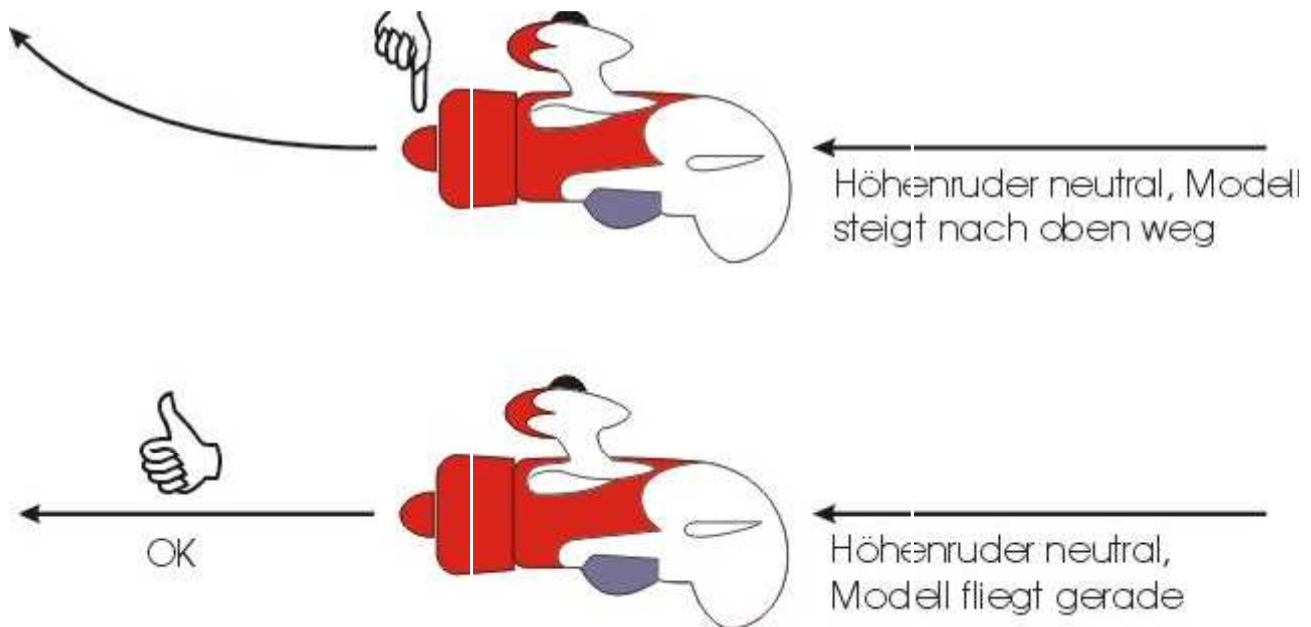
Es gibt mehrere Möglichkeiten die EWD nachträglich zu modifizieren. Ist bei einem Mittel- oder Tiefdecker die Tragfläche über ein zentrales Steckrohr am Rumpf befestigt, dann fällt es nicht schwer, die beiden Flächenhälften in die gewünschte Richtung zu verdrehen.

Bei einer durchgehenden Tragfläche ist es angebracht, das Höhenleitwerk über ein zentrales Steckrohr zu montieren; denn auch mit dem Höhenleitwerk kann man bekanntlich die EWD beeinflussen. Beim Kunstflug-Doppeldecker empfiehlt es sich, das Höhenleitwerk immer mit einer Rohrsteckung zu befestigen: So können Sie die EWD mit dem oberen Flügel und dem Höhenleitwerk einstellen.

Bei allen Flugmodellen lässt sich die EWD am einfachsten einstellen, wenn das Höhenleitwerk als Pendelruder ausgeführt ist. Doch weder in der bemannten Kunstfliegerei noch im Modellkunstflug konnte sich das Pendelruder durchsetzen.

## 2. Schritt: Schwerpunkt einstellen





## 2. Schritt: Schwerpunkt einstellen

Bis jetzt ist der Schwerpunkt nur grob ermittelt und zwar nach dem Motto: Das Modell bei etwa 30 Prozent der Flügelmittellinie aufhängen; zeigt die Schnauze ein wenig nach unten, dann stimmt der Schwerpunkt schon irgendwie. Selbst ein sauber gebautes Modell, dessen Schwerpunkt so grob eingestellt ist, kann seine Kunstflugfähigkeiten wohl kaum entfalten.

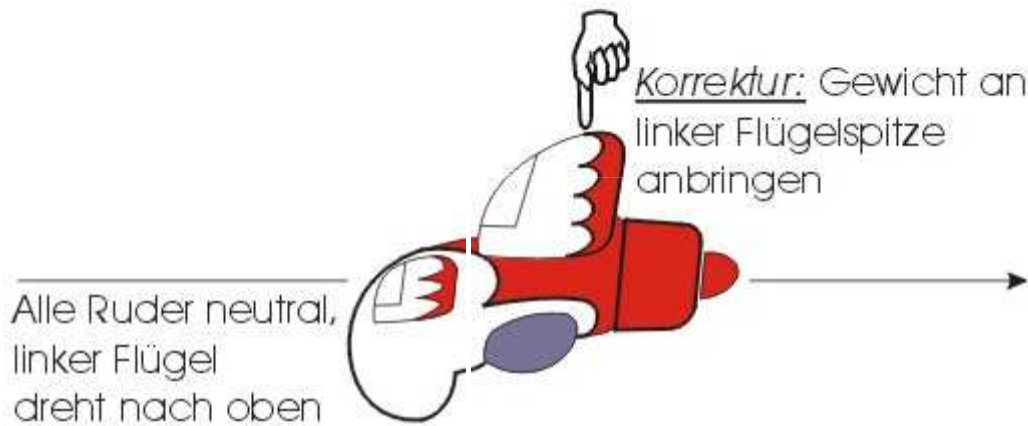
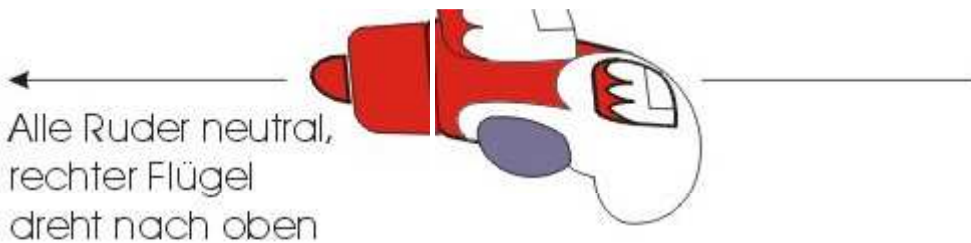
Deshalb muss die exakte Schwerpunktlage erfolgen werden. Geben Sie etwa 50 bis 75 Prozent Gas und rollen Sie das Modell auf den Kopf. Fliegt der Vogel mit nur viel Tiefenruder geradeaus, dann ist der Flieger kopflastig und benötigt mehr Gewicht im Schwanz. Entweder entfernen Sie Trimmblei aus der Schnauze oder verschieben den Akku nach hinten. Doch Vorsicht, das Stromkabel für die Empfangsanlage darf nicht zu lang werden: Vor allem bei Benzinmotoren mit Zündanlage wirkt sich eine lange Stromzuführung oft negativ auf die Reichweite der Fernsteuerung aus. Es spielt dabei keine Rolle, ob es sich um eine FM- oder PCM-Anlage handelt.

Es kann jedoch auch eine andere Situation eintreten: Mit neutralem Höhenruder fliegt das Modell auf dem Kopf und steigt nach oben weg. Jetzt ist die Kunstflugmaschine geringfügig schwanzlastig und benötigt Blei in der Nase.

Richtig ist der Schwerpunkt eingestellt, wenn das Modell mit neutralem Höhenruder oder ganz wenig Tiefenruder geradeaus fliegt.

## **3. Schritt: Modell lernt gerade aus zu fliegen**





### 3. Schritt: Das Modell lernt geradeaus fliegen

Grundvoraussetzung für ein Kunstflugmodell ist, dass es von selbst geradeaus fliegt. Nur dann kann sich der Pilot voll aufs Wendefigurenprogramm konzentrieren und muss nicht ständig das Eigenleben des Flugmodells ausbügeln.

Bisher ist das Modell nur statisch um die Längsachse ausbalanciert: Dazu wurde es vor dem Erstflug am Schwanzende unterstützt und am Spinner hochgehoben. Selbstklebende Bleigewichte im Randbogenbereich sorgen dafür, dass der Flieger nicht auf einer Seite den Flügel hängen lässt.

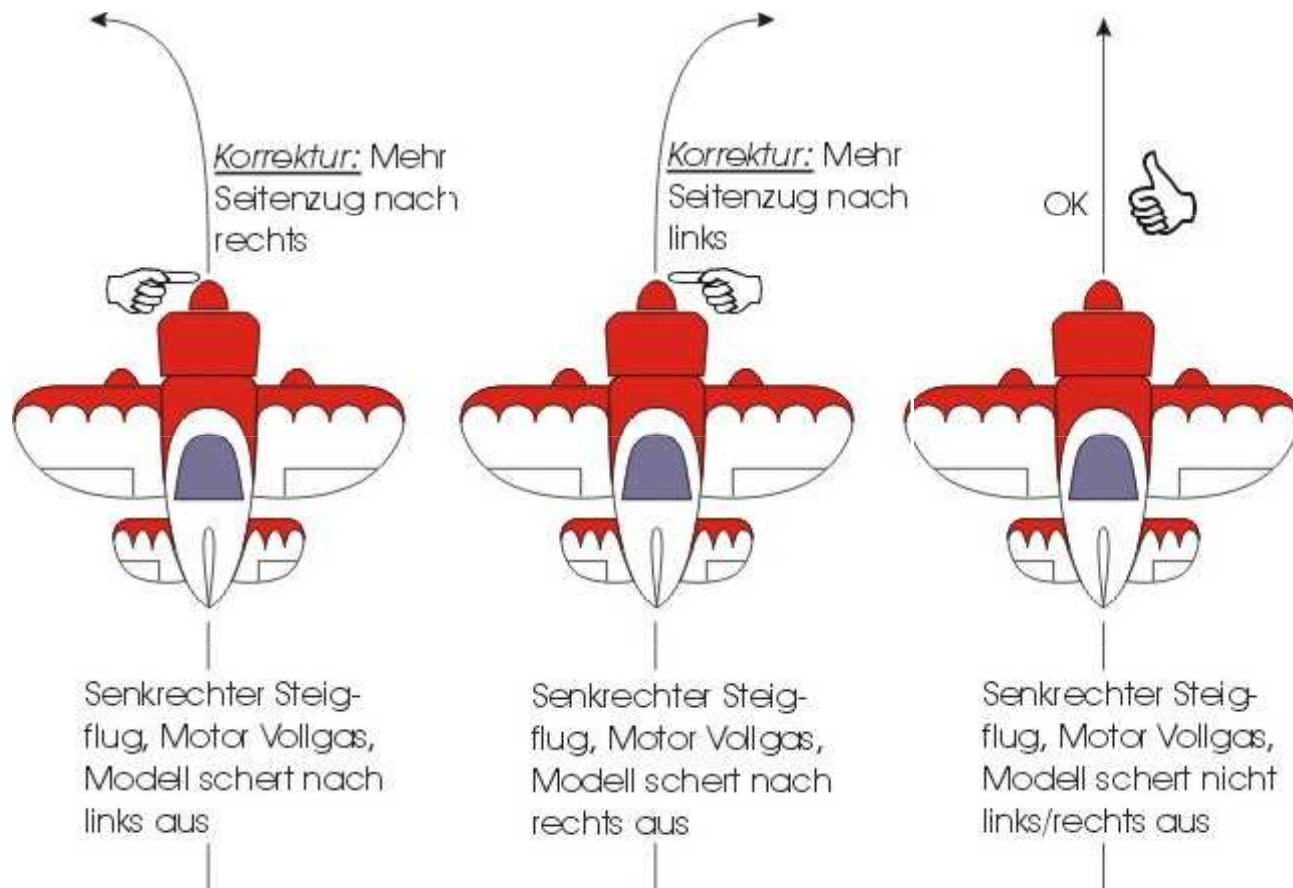
Im Flug wirken jedoch auch dynamische Kräfte auf das Flugzeug. Zum einen drückt die Wirbelschleppe des Propellers auf das Seitenleitwerk, und zum anderen macht sich das Drehmoment des Motors bemerkbar. Deshalb kann man das Modell nur im Flug exakt um die Längsachse ausbalancieren.

Geben Sie etwa 50 bis 75 Prozent Gas und rollen Sie das Modell in die Rückenlage. Halten Sie für mindestens 10 Sekunden alle Ruder in der Neutralposition. Dreht dabei ein Flügel nach oben weg, dann muß an dessen Randbogen ein Gewicht angebracht werden. Nehmen Sie sich für das Ausbalancieren um die



Längsachse viel Zeit. Geben Sie sich erst zufrieden, wenn das auf den Kopf gerollte Modell bei neutraler Ruderstellung absolut geradeaus fliegt und sich nicht aus der Rückenlage herausdreht.

#### 4. Schritt: Seitenzug des Motor einstellen



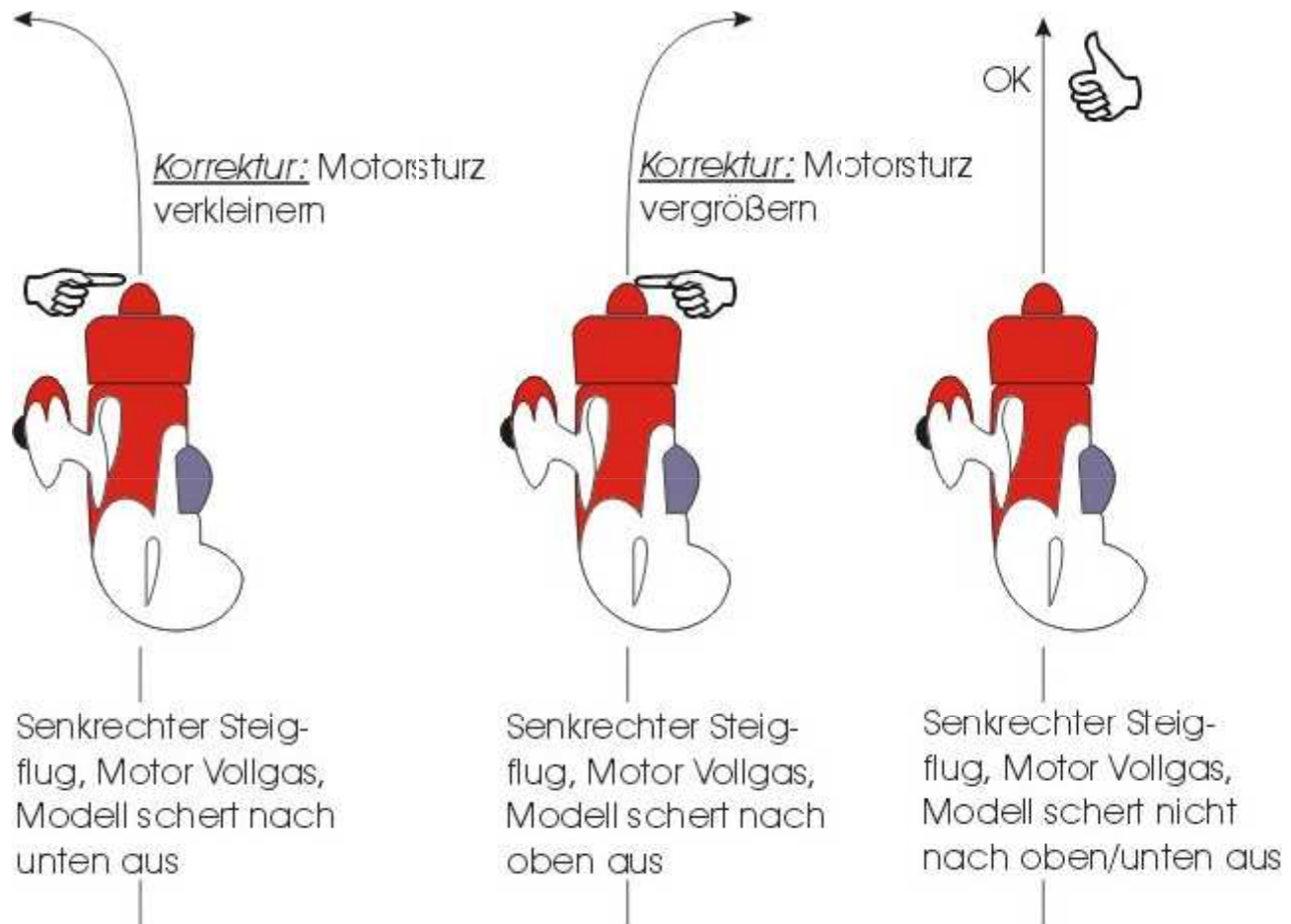
#### 4. Schritt: Seitenzug des Motors einstellen

Das Wendefigurenprogramm ist vollgespickt senkrechten Steigpassagen. Man denke nur an die vielen Humpty-Bumps, Quadrat-Loops, den hohen Hut und neuerdings auch das Männchen. Alle diese Figuren werden während des senkrechten Steigflugs mit mehreren Rollen oder Punktrollen geflogen, beim Männchen ist es sogar eine 8-Punkt-Rolle in der senkrechten Aufwärtspassage. Solche Figuren kann man nur mit leichtgewichtigen und stark motorisierten Kunstflugmodellen fliegen. Bei soviel Motor-Power müssen Seitenzug und Motorsturz genau eingestellt sein. Nur dann fliegt das Modell horizontal und vertikal geradeaus.

Zunächst erfliegen Sie den richtigen Seitenzug des Motors. Fliegen Sie das Modell mit Vollgas in horizontaler Fluglage von rechts nach links. Die Flughöhe sollte niedrig sein, etwa 20 Meter Höhe sind genau richtig. Ist das Modell vor Ihnen, ziehen Sie es in einem engen Bogen senkrecht nach oben, und fliegen Sie unmittelbar danach eine viertel Rolle nach links. Wie die Illustration zeigt, sehen Sie jetzt auf das Cockpit des nach oben schießenden Modells. Bricht Ihr Flugzeug nach links aus, dann kann der Motor mehr Seitenzug vertragen. Schert hingegen das Flugzeug nach rechts aus, dann hat der Motor zuviel Seitenzug

nach rechts. Verstellen Sie den Seitenzug des Motors solange, bis das Modell im senkrechten Steigflug weder nach links noch nach rechts ausbricht. Erst dann können Sie diesen Punkt abhaken.

## 5. Schritt: Motorsturz einstellen

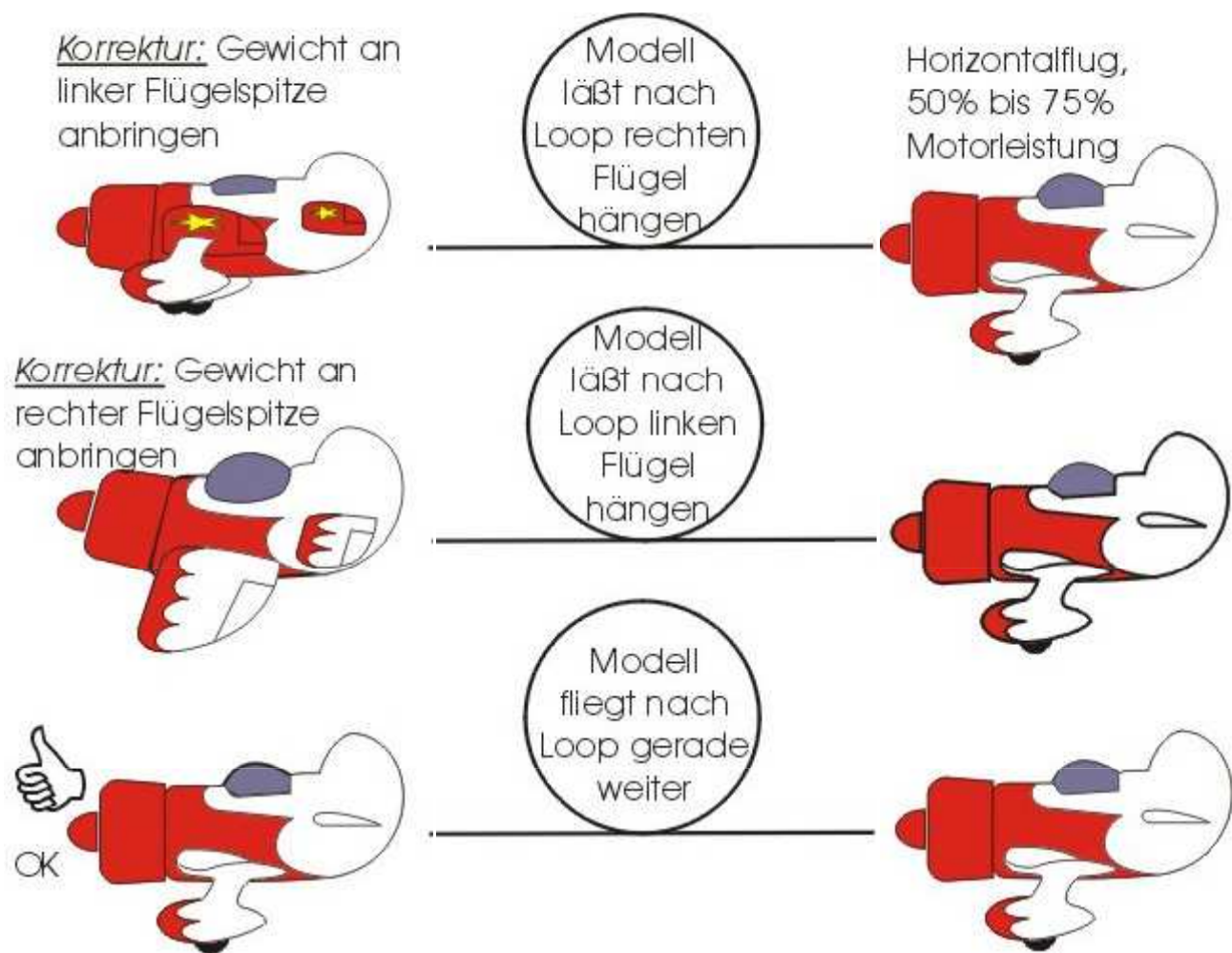


## 5. Schritt: Motorsturz einstellen

Jetzt kommt der Motorsturz an die Reihe. Fliegen Sie abermals das Modell mit Vollgas in horizontaler Fluglage von rechts nach links. Auch hier sollte die Flughöhe etwa 20 Meter Höhe betragen. Ist das Modell vor Ihnen, ziehen Sie es in einem engen Bogen senkrecht nach oben.

Wie die Illustration zeigt, sehen Sie jetzt die Seitensilhouette Ihres Modells. Bricht das Flugzeug nach unten, also in Richtung Fahrwerk aus, dann hat der Motor zuviel Sturz. Schert Ihr Flieger hingegen nach oben, also in Richtung Cockpit aus, dann muss der Motorsturz vergrößert werden. Verstellen Sie den Motorsturz solange, bis das Modell im senkrechten Steigflug weder nach oben noch nach unten ausbricht. Bis Motorsturz und Seitenzug exakt stimmen, fließen mehrere Tankfüllungen durch den Vergaser.

## 6. Schritt: Feinabstimmung für den Geradeausflug



## 6. Schritt: Feinabstimmung für den Geradeausflug

Nach den Einstellungen in den Schritten zuvor fliegt das Modell bei horizontalen und vertikalen Flugmanövern schon recht gut geradeaus. Aber gut ist noch lange nicht gut genug. Denn optimaler Geradeausflug ist die Grundvoraussetzung für exakten Kunstflug. Das heißt, fliegt man zum Beispiel mit horizontal ausgerichtetem Flügel in einen Innen- oder Außen-Looping dann kommt das Modell auch wieder exakt horizontal ausgerichtet aus der Kunstflugfigur heraus.

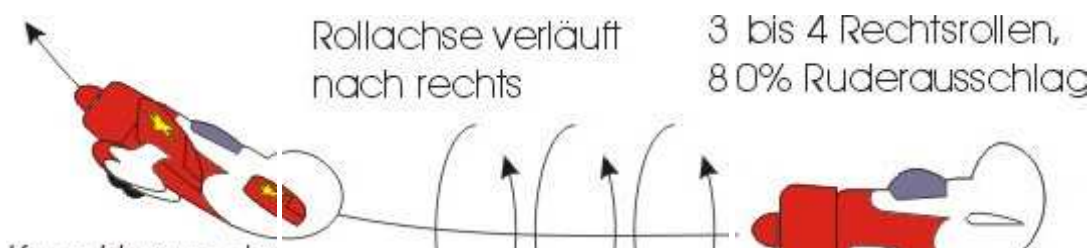
Bisher wurde das Modell nur statisch um die Längsachse ausgewogen. Sie erinnern sich: Den Schwanz unterstützen, am Spinner hochheben und am Randbogen soviel Gewicht anbringen, bis der Vogel die Balance hält. Beim Kunstflug wirken jedoch auch dynamische Kräfte auf das Modell ein, die auf das Flugverhalten einen großen Einfluss haben.

Im Rumpf sind schwere Komponenten wie Motor, Krümmer, ein oder zwei Resorohre sowie Empfänger- und Zündakku eingebaut. Auch ein voller Tank bringt bringt ganz schön Gewicht auf die Waage. Leider lässt es sich nicht realisieren, dass diese schweren Brocken symmetrisch zur Rumpfmittellinie montiert sind. Da Akkus, Resorohre und Krümmer nicht symmetrisch um die Rumpfmittellinie montiert sind, drehen diese Komponenten das Flugmodell bei hoher G-Belastung aus der Kunstflugfigur heraus. Besondere Übeltäter sind Motore mit einem Zylinder: Wegen der asymmetrischen Bauweise dieser Zerknalltreiblinge liegt der Motorschwerpunkt weit entfernt von der Rumpfmittellinie. Und das wirkt sich bei hohen dynamischen Belastungen negativ auf das Flugverhalten aus: Folgende Flugfigur soll das verdeutlichen: Fliegen Sie einmal mit Ihrem Modell drei oder vier Loopings hintereinander, die sich decken. Bewegt sich der Flieger bei neutralem Quer- und Seitenruder auf einer einer Korkenzieherbahn, dann ist noch einiges an Feinabstimmung nötig.

Obwohl die englische Fachliteratur ausführlich auf das soeben beschriebene Problem eingeht, kann man hierzulande kaum etwas darüber lesen. Im Internet finden Sie mit Suchbegriffen wie „wing walk“, „heavy wing effect“ oder „muffler effect“ weitere Informationen. Doch jetzt wird wieder gestartet:

Fliegen Sie das Modell im Horizontalflug von rechts nach links mit etwa 50 bis 75 Prozent Gas an. Querruder und Seitenruder müssen absolut neutral sein, und der Flieger darf keinen Flügel hängen lassen (Querruder) noch um die Hochachse gieren (Seitenruder). Befindet sich das Modell vor Ihnen, also in der Mitte des Flugfensters, dann fliegen Sie einen gezogenen Looping. Der Durchmesser des Loop sollte bei einem F3A-Modell (10 bis 20-ccm-Klasse) etwa 50 Meter sein, bei einem F3A-X-Modell sind 80 bis 100 Meter ein guter Wert. In der Abwärtspassage des Loops wird das Gas nicht zurückgenommen: Der Flieger sollte beim Abfangen schnell sein, damit eine ordentliche G-Belastung zustande kommt. Lässt zum Beispiel das Modell den rechten Flügel nach dem Looping hängen, dann verträgt die linke Flügelspitze mehr Gewicht. Geben Sie sich erst zufrieden, wenn das Modell gerade aus dem Loop herauskommt.

## 7. Schritt: Querruder-Differenzierung



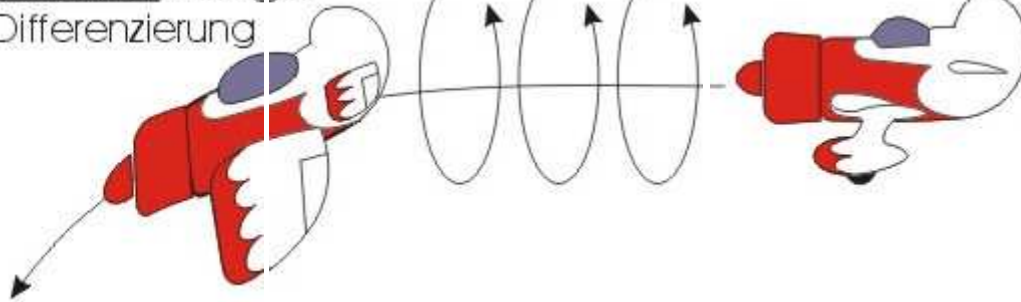
Korrektur: mehr  
Differenzierung



Rollachse ver-  
läuft nach links

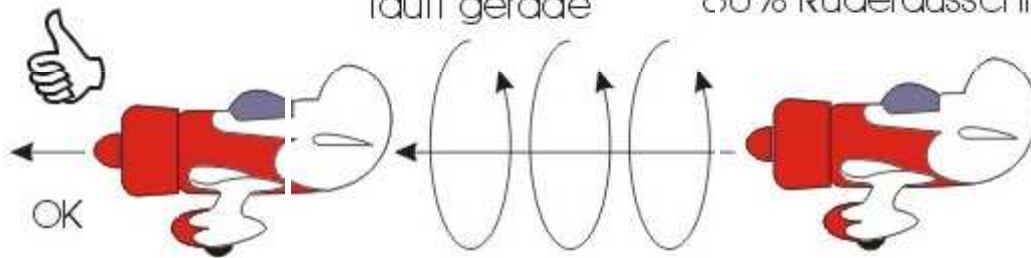
3 bis 4 Rechtsrollen,  
80% Ruderausschlag

Korrektur: weniger  
Differenzierung



Rollachse ver-  
läuft gerade

3 bis 4 Rechtsrollen,  
80% Ruderausschlag



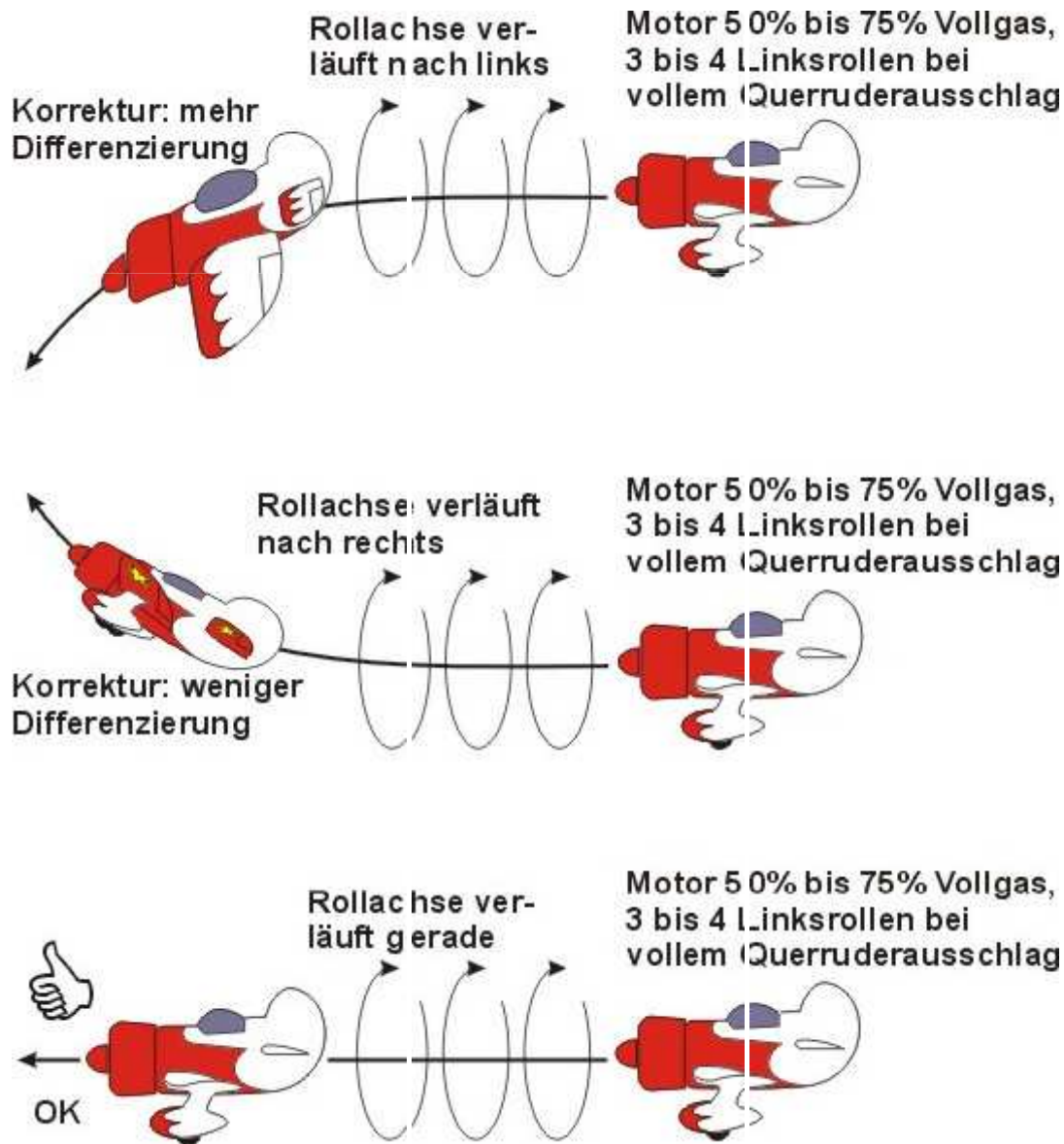
## 7. Schritt: Querruder-Differenzierung

Bei der Vierpunkt-, Achtpunkt- und der langsamen Rolle kommt es auf die Querruder-Differenzierung an. Viele Modellpiloten fliegen diese drei Figuren ganz ohne Differenzierung der Querruder. Kommt beim Rollen um die Längsachse das Flugmodell etwas von der Bahn ab, dann korrigiert ein erfahrener Pilot mit Seiten- und Höhenruder.

Mit der Querruder-Differenzierung kann sich aber jeder Newcomer das Leben beim Modellkunstflug erleichtern: Meist ist beim Rollen um die Längsachse keine Korrektur nötig, da das Modell von sich aus geradeaus fliegt und kaum vom Kurs abkommt.

Zur Ermittlung der Querruder-Differenzierung fliegen Sie das Modell von rechts nach links mit etwa 50 bis 75 Prozent Gas und in etwa 50 Meter Höhe an. Fliegen Sie drei Rechtsrollen, die zusammen etwa 6 bis 9 Sekunden dauern, also 2 bis 3 Sekunden pro Rolle. Bricht das Modell dabei nach rechts aus, dann benötigt es mehr

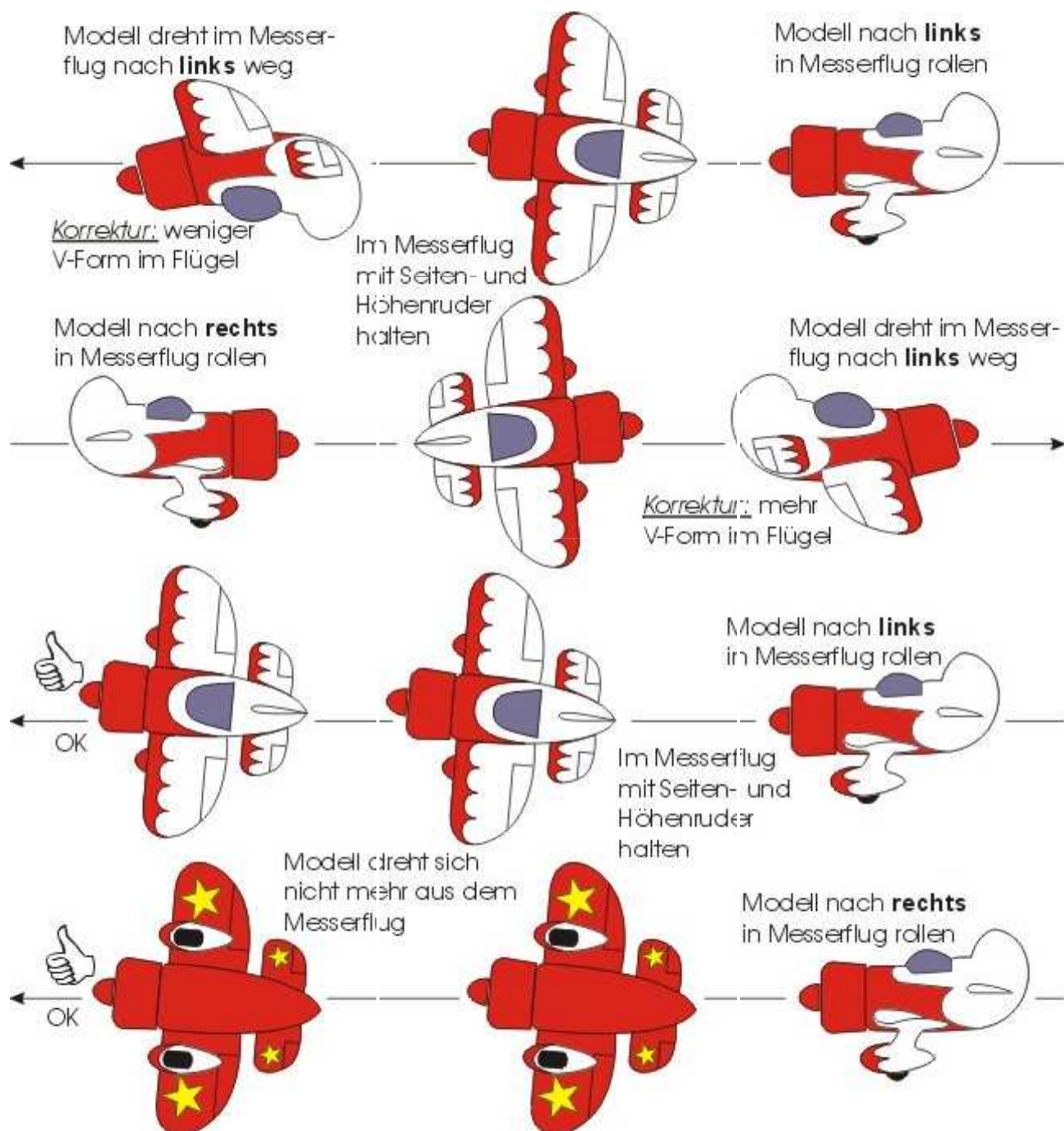
Querruder-Differenzierung. Weicht hingegen das Flugzeug während der drei Rechtsrollen nach links aus, dann sind die Querruder zu stark differenziert. Mischen Sie im Sender soviel Differenzierung bei, bis die Rollachse gerade verläuft.



Anschließend drehen Sie den Spieß um: Jetzt werden mit 50 bis 75 Prozent Gas drei Linksrollen hintereinander geflogen. Bricht das Modell nach links aus, dann kann es mehr Querruder-Differenzierung vertragen. Weicht der Kunstflieger nach rechts vom Kurs ab, dann muss die Querruder-Differenzierung zurück genommen werden. Meist müssen Sie jedoch bei der Kursabweichung zwischen den Links- und Rechtsrollen einen

Kompromiss finden.

## 8. Schritt: Optimale V-Form erfliegen



## 8. Schritt: Optimale V-Form erfliegen

Die optimale V-Form ist vor allem bei Kunstflug-Tiefdeckern wichtig. Modellpiloten, die einen Mitteldecker wie die Extra 300 oder einen Doppeldecker wie den Ultimate fliegen, müssen sich über die V-Form des Flügels nicht den Kopf zerbrechen: Diese Flugmodelle benötigen im Messerflug kaum Seitenruder und drehen sich auch nicht heraus.

Fliegen Sie das Modell von rechts nach links mit etwa 50 bis 75 Prozent Gas und in etwa 50 Meter Höhe an. Rollen Sie das Flugzeug nach links in den Messerflug und halten Sie es mit ganz wenig Höhen und Seitenruder für mindestens 10 Sekunden in dieser Fluglage. Das Querruder darf nicht mehr betätigt werden, sobald die Messerfluglage erreicht ist. Dreht sich das Kunstflugmodell nach links aus dem Messerflug, dann benötigt es weniger V-Form im Flügel.

Zur weiteren Kontrolle der exakten V-Form fliegen Sie jetzt das Modell von links nach rechts an. Rollen Sie das Flugzeug nach rechts in den Messerflug, und halten Sie es abermals für mindestens 10 Sekunden in der Messerfluglage. Das Querruder muss in der Neutralstellung bleiben, sobald das Modell die Messerfluglage erreicht hat. Dreht sich der Flieger nach links aus dem Messerflug, dann benötigt er mehr V-Form im Flügel.

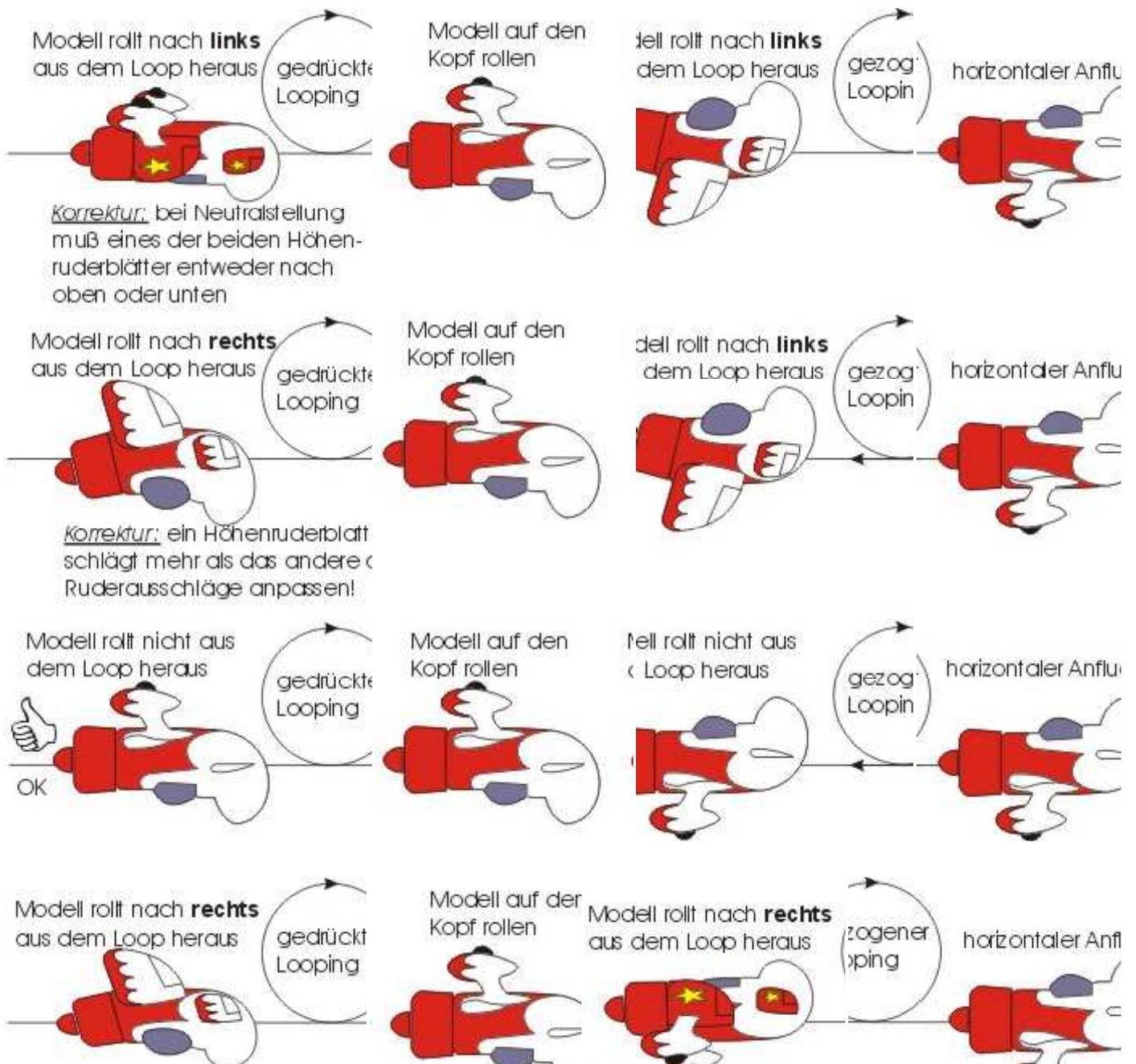
Bei einteiligen Tragflächen kann man die V-Form recht einfach korrigieren: Der Flügel wird in der Mitte mit einem Metallsägeblatt etwa zu 90 Prozent der Profildicke durchgeschnitten. Durch den gesägten Schlitz läßt sich jetzt die Tragfläche in die gewünschte V-Form bringen. Mit etwas Epoxy und Gewebepapier wird der Flügel wieder zusammengeklebt.

Schwieriger wird die ganze Sache, wenn das Kunstflugmodell mit einer gesteckten Tragfläche ausgestattet ist. Vor ein paar Jahren baute ich eine Supra-Fly 2500 (FMT-Bauplanmodell von Hanno Pretzner, Spw. 210 cm, 30-ccm-Super-Tigre). Abweichend vom Bauplan wurde der Rumpf etwas höher gebaut, der Flügel so tief wie möglich gesetzt und mit einer 30-mm-Alusteckung (Simprop) versehen. Beim Fliegen zeigte sich, dass die modifizierte Supra-Fly mehr V-Form benötigt. Mit einem Heißluftföhn habe ich das in den Rumpf geharzte Alurohr solange erhitzt bis das Harz weich wurde. Ein paar kräftige Drehbewegungen, und dann konnte ich das Rohr mit sanfter Gewalt aus dem Rumpf herausziehen.

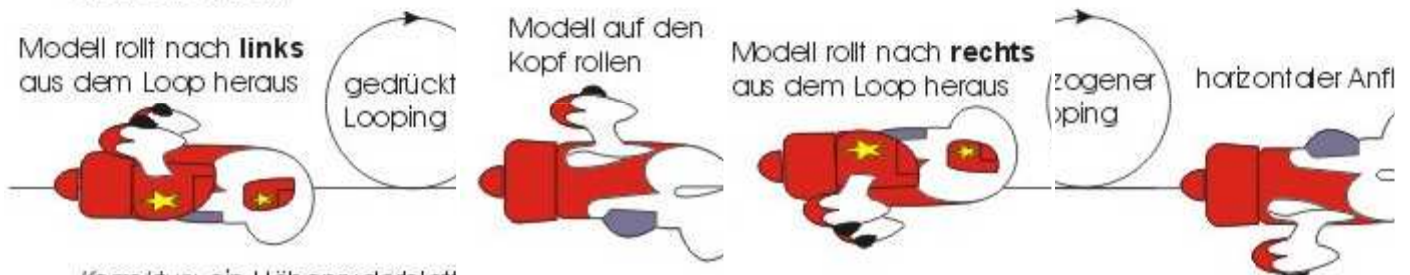
Dann wurde das Alurohr in der Mitte mit einer Metallsäge bis etwa zu 90 Prozent des Durchmessers durchtrennt. Durch den gesägten Schlitz läßt sich das Rohr in die gewünschte V-Form biegen. Das V-förmige Steckungsrohr wurde jetzt in der Mitte mit einer Glasgewebemanschette versehen und wieder in den Rumpf eingeharzt. Danach bestand die Supra-Fly den "8. Schritt" einwandfrei, weil die V-Form stimmte.



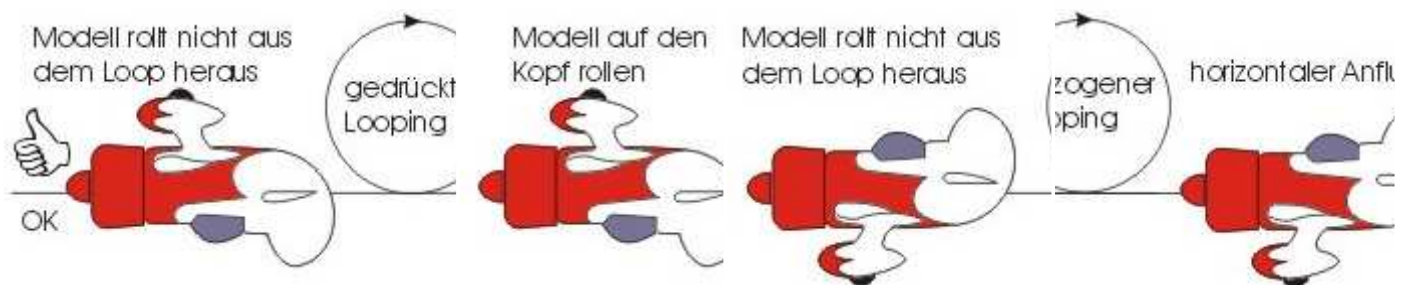
## 9. Schritt: Höhenruder abstimmen



Korrektur: bei Neutralstellung muß eines der beiden Höhenruderblätter entweder nach oben oder unten



Korrektur: ein Höhenruderblatt schlägt mehr als das andere. Ruderausschläge anpassen!



## 9. Schritt: Höhenruder abstimmen

Obwohl das Kunstflugmodell um die Längsachse perfekt ausgewogen und optimal für den Geradeausflug getrimmt ist, macht es bei Loopings und Humpty-Bumps noch eine ganz leichte Rollbewegung. Mit den im 3. und 6. Schritt beschriebenen Einstellarbeiten lässt sich das letzte Quäntchen Eigenleben nicht austreiben.

Fast immer ist das Höhenruder der Übeltäter. Um dem Problem auf die Schliche zu kommen, werden hintereinander ein gezogener Looping, gefolgt von einer halben Rolle und aus dem Rückenflug und dann ein gedrückter Looping geflogen. So kann man sehr gut beobachten, ob die beiden Höhenruderservos gleich schnell laufen und/oder die Ruderausschläge der beiden Höhenruderblätter gleich groß sind. Schleichen sich bei der Höhenruderanlenkung mechanische Ungenauigkeiten ein, dann entsteht bei gezogenen und gedrückten Kunstflugfiguren eine nicht erwünschte Rollbewegung.

Bei F3A-X-Modellen werden die beiden Höhenruderservos oft unter dem Höhenleitwerk in die Rumpfsseitenwand eingebaut. An dieser Stelle sind viele GFK-Rümpfe nicht als Sandwich ausgeführt. Fehlt der Stützstoff um das Servo herum, dann verbiegt sich die Rumpfsseitenwand bei einem hohen Ruderdruck. Deshalb schlagen die Höhenruderblätter verschieden stark nach oben und unten aus, und das

Kunstflugmodell entwickelt bei gezogenen und gedrückten Figuren Eigenleben, es beginnt zu rollen. Hier hilft nur eines, der Rumpf muss am Schwanzende mit ein paar Balsaleisten ausgesteift werden.

Um herauszufinden, ob die Höhenruderblätter bei Neutralstellung in einer Ebene liegen, ob sie verschieden stark ausschlagen oder ob die Stellzeiten beider Höhenruderservos übereinstimmen, müssen Sie wieder den Motor anwerfen und starten. Fliegen Sie das Modell von rechts an, und führen Sie mit neutralem Querruder einen gezogenen Looping aus. Rollen Sie jetzt das Modell auf den Kopf und fliegen Sie mit neutralem Querruder einen gedrückten Looping. Rollt das Kunstflugmodell sowohl beim gezogenen als auch beim gedrückten Looping in die gleiche Richtung dann liegen die beiden Höhenruderblätter nicht in einer Ebene. Das heißt ein Ruderblatt schaut etwas nach oben und das andere nach unten. Und dadurch kommt eine unerwünschte Querruderwirkung zustande.

Rollt das Modell hingegen beim gezogenen Looping zum Beispiel nach links und beim gedrückten Looping nach rechts, dann schlägt ein Höhenruderblatt mehr aus als das andere. Dieser Effekt tritt meist dann auf, wenn die Höhenruderservos verschiedene Stellzeiten aufweisen oder bei der Kraftübertragung vom Servo zum Höhenruderblatt irgendwelche Verbiegungen auftreten.

Sind die Höhenruderservos in die Rumpfseitenwand eingebaut und gibt dies bei hohem Ruderdruck nach, dann muss der Rumpf ausgesteift werden. Auch Rudergestänge sowie Ruderhörner dürfen sich nicht verbiegen und müssen absolut spielfrei sein. Paddeln die beiden Höhenruderblätter, wenn sie in die Extremstellungen gefahren werden, dann sollten Sie zwei Höhenruderservos paaren.