F1C-X: Die aerodynamische Balance

Gerhard Wöbbeking

Im Freiflug gibt es viel mehr Motormodelle ohne Steuerung des Höhenleitwerks als solche mit VIT[1]. Auch im Land des Motorfreiflugs, in den USA. Selbst die erfolgreichsten F1J- Modelle dort sind „locked up" – das zeigte jüngst eine Aufstellung –, sie haben also fest fixierte Höhenleitwerke. Diese haben alle gering gewölbte Profile mit gerader Unterseite.

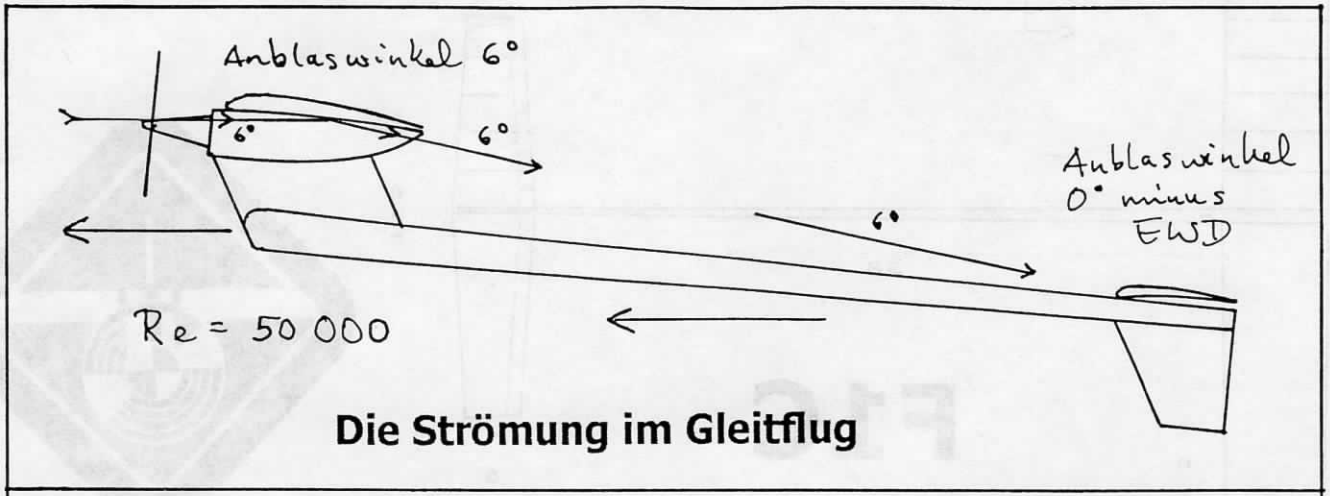
Ausgangspunkt: der Flügel

Auch die Flügelprofile dieser Modelle haben gerade Unterseiten und eine Mittellinienwölbung von nur 3 bis 4 %. Das vereinfacht nicht nur das Bauen und das Trimmen, es beschleunigt auch den Kraftflug. Bei ihm wird der Flügel – nach den Berechnungen von Frank Zaic – mit minus 3° angeblasen. Ein Profil wie das des „Standard" hat miss. Auch Frank Seja und ich mochten uns bei der Entwicklung des „Standard" nicht darauf einlassen, wenn auch der Leistungsvergleich mit einem echten Amerikaner noch aussteht.

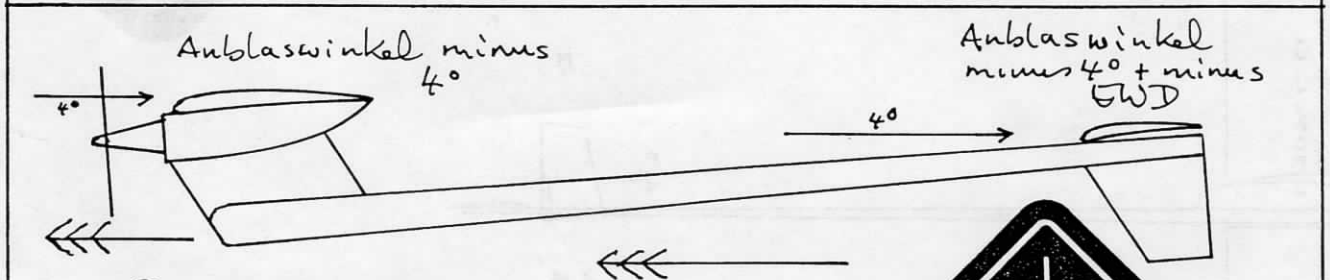
Flügelprofil bei 50 km/h

Was bedeuten minus 4°? Wer immer ein Modell auf dem Fahrrad (Motorrad) gegen den Wind zurückbringt, kann es fühlen. Er fasst es nämlich so, dass der Flügel deutlich negativen Anstellwinkel hat. Nicht nur, dass er sich dabei nicht durchbiegt. Auch der Luftwiderstand ist am geringsten – wir wollen ja im Gegenwind keine zusätzliche Bremse. *Das entspricht der Situation im Kraftflug.*

Der Flügel wird im Kraftflug sehr wenig belastet. Nicht nur die Biegekräfte sind – anders als z.B. im Hochstart



Die Strömung im Gleitflug



Darum müssen auch Flügel einfacher Motormodelle einigermaßen steif sein. Und biegesteif: Wenn sie z.B. nach der Landung vom Wind umgedreht werden.

Gleitflug mit 6°

Wir trimmen unsere Modelle zunächst für den Gleitflug, denn dieser entscheidet über die Flugleistung. Da wird der Flügel mit +6° angeblasen – das ergaben wieder die Untersuchungen von Frank Zaic. Das Höhenleitwerk ungefähr mit 0°.



Wo kommt diese gigantische Einstellwinkeldifferenz her? Die Wirbelschleppe des Flügels erzeugt sie. Sie besteht aus der nach unten abgelenkten Strömung, und das Höhenleitwerk liegt voll darin. Umso deutlicher, wenn es unterhalb der Flügelsehne liegt. Beim Mustermodell „Standard" mit einem zurückliegenden Schwerpunkt (71% Flügeltiefe) lässt das ursprüngliche 3% gewölbte Höhenleitwerksprofil

zeugs ist eh gering[2]; man käme auch ganz ohne Auftrieb, also nur mit seinem Abtrieb aus! Soweit der Gleitflug.

Looping im Kraftflug

Anders als beschleunigte Segler, die hohe Geschwindigkeit in mehr Auftrieb (durchgebogene Flügel!) und diesen dann in Höhe umsetzen, brauchen Motormodelle im Kraftflug nur einen Bruchteil des möglichen Auftriebs der vorhandenen Flügelfläche. Sie haben ja den Propeller, der bei kräftigem Antrieb für mehr Zug nach oben sorgt als das Modell wiegt. Da der Flügel aber derweil nicht zusammenklappt, trägt er die Verantwortung für die Tendenz, dass sich das Modell aufbäumen will und in einen Looping rückwärts fällt. Diese Tendenz soll das Höhenleitwerk aussteuern.

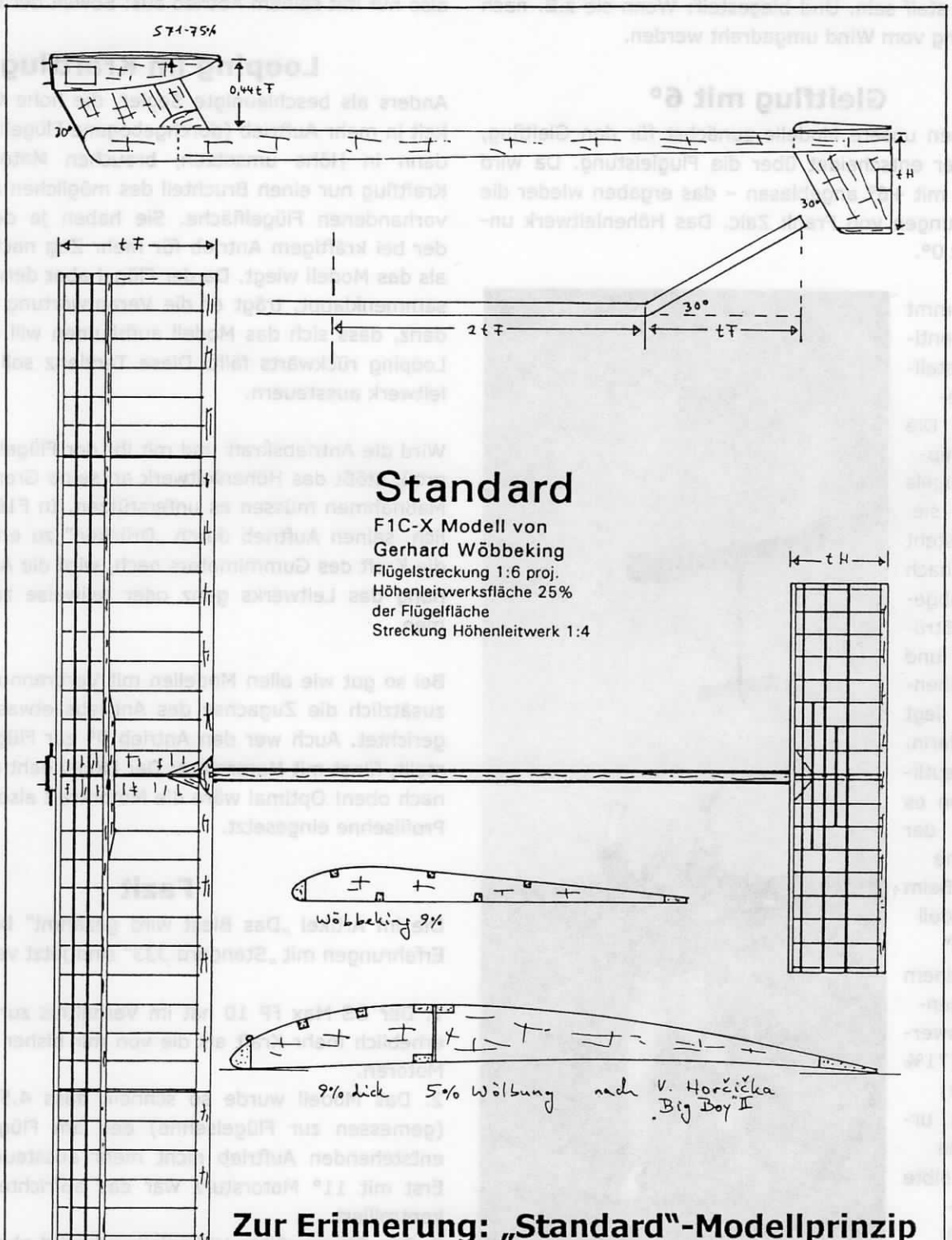
Wird die Antriebskraft und mit ihr der Flügelauftrieb sehr groß, stößt das Höhenleitwerk an seine Grenzen. Andere Maßnahmen müssen es unterstützen. In F1B ist z.B. üblich, seinen Auftrieb durch „Drücken" zu erhöhen. Lässt die Kraft des Gummimotors nach, wird die Auftriebserhöhung des Leitwerks ganz oder teilweise zurückgenommen.

Bei so gut wie allen Modellen mit Verbrennungsmotor ist zusätzlich die Zugachse des Antriebs etwas nach unten gerichtet. Auch wer den Antrieb 0° zur Flügelsehne einstellt, fliegt mit Motorsturz: Der Flügel geht mit minus 4° nach oben! Optimal wäre die Motorkraft also mit +4° zur Profilsehne eingesetzt.

Fazit

Die im Artikel „Das Biest wird gezähmt" beschriebenen Erfahrungen mit „Standard 333" sind jetzt verständlich.

1. Der OS Max FP 10 hat im Verhältnis zur Modellgröße erheblich mehr Kraft als die von mir bisher eingesetzten Motoren.
2. Das Modell wurde so schnell, dass 4.5° Motorsturz (gemessen zur Flügelsehne) den am Flügel zusätzlich entstehenden Auftrieb nicht mehr aussteuern konnten. Erst mit 11° Motorsturz war das aufrichtende Moment kontrolliert.



Standard

F1C-X Modell von
Gerhard Wöbbeking
Flügelstreckung 1:6 proj.
Höhenleitwerksfläche 25%
der Flügelfläche
Streckung Höhenleitwerk 1:4

Zur Erinnerung: „Standard"-Modellprinzip

fert im Falle des „Standard 333" mit OS Max sofort Abtrieb. Damit trifft es nicht den Bedarf und machte das Modell aerodynamisch instabil, „unbeherrschbar" Das Modell ist aus der Balance 3).

Sind die Erfahrungen übertragbar?

Nach den derzeit in Europa vorliegenden Erfahrungen gelingt es offenbar nicht, den „powerburst", die Kraftspitze eines TAN II- Wakefield-Gummimotors ohne mechanisch gesteuerte Auftriebserhöhung des Höhenleitwerks in den Griff zu kriegen. Aber die Kraft des TAN II-Powerbursts ist viel geringer als die meines OS Max 10 FP! Ein richtig konstruiertes Wakefield (hoher Pylon, abgestimmte Wölbung des Höhenleitwerks) wird sich genau so einfach handhaben lassen wie mein Motormodell – und benötigt nur eine Glimmschnur.

3) Der Anblaswinkel, bei dem ein Profil keinen Auftrieb mehr liefert, scheint von rein akademischem Interesse. Im Höhenleitwerk eines hochmotorisierten Freiflugmodells jedoch kann die Lage des Nullauftriebs über Crash oder Nicht-Crash entscheiden.

Das Biest wird gezähmt

Gerhard Wöbbeking

Es gibt nicht nur Modellflugwettbewerbe, die für immer in Erinnerung haften. Es gibt auch sonst Freiflug-Stunden, -Minuten oder -Sekunden, die allen Aufwand vergessen lassen.

Aerodynamisch bankrott?

Mein neues F1C-X-Modell „Standard 333" (ca. 21,5 dm² Flügelfläche) hatte ich leichtsinnigerweise mit einem OS Max FP 10 ausgestattet. Es ergab sich ein Geschoss von gerade mal 314 g Fluggewicht mit einem 0,3 PS starken Motor, der im Stand äußerst wirkungsvoll einen 7x4 Propeller auf 16.400 Touren bringt.

Das Gerät erwies sich an drei nervenaufreibenden Flugtagen denn auch als nicht beherrschbar. Telefonate mit Frank Seja – in Sachen hochmotorisierter, ungesteuerter Modelle mit Erfahrung voraus – wiesen einen einzigen Weg: Einstellen von Seitenzug und Seitenruderklappe in mikroskopisch feinen Dosen. Beim Motorsturz war ich bereits bei minus 11° zur Flügelsehne angelangt, um die Loopingtendenz in den Griff zu kriegen. Eine aerodynamische Bankrotterklärung.

%) nahm ich das 5 % gewölbte Wortmann M2 (siehe TS 1/2000, Seite 17).

Am 14. Juni stellte sich endlich die ersehnte Windstille ein, wie oft in Hamburg verbunden mit hoher, dichter Bewölkung und Westdrift - ideal fürs Trainingsgelände bei Kaltenkirchen.

Gleitflüge auf der ruhigen Waldwiese zeigten, dass sich die Aerodynamik des Modells stark verändert hatte. Die Einstellwinkeldifferenz musste um ca. 1,5° erhöht werden verglichen mit der bisherigen 0 – 0 Einstellung tatsächlich eine andere Welt.

Nach dem Gleiten der Kraftflug

Wie würde der Kraftflug werden? Unschlüssig entschied ich, 11° Motorsturz beizubehalten. Doch die folgenden 4 Sekunden Motorlauf gehören zu den längsten meines Lebens. Statt senkrecht nach oben marschierte der Flieger waagerecht nach vorn; kurz vorm Einschlag stoppte der Motor. Spaziergängerinnen, wunderschöne englische Hunde ausführend, lachten höhnisch. Immerhin be-



Problem:

trachteten die Hunde den zerlegten Balsavogel nicht als ihre Beute.
Es waren – wie schon ein paar Male zuvor – nur die Gummis abgefatzt, mit denen der Flügel befestigt wird. Mutig beschränkte ich mich auf den Motorsturz, der sich bei den Vorgängermodellen bewährt hatte (minus 4,5°), und entfernte alle Unterlagen.
Leider unterließ ich, beim Start den Zeitschalter für den Motorlauf anzustellen. Einfangen ließ sich das Modell nicht mehr Wenigstens stieg es jetzt auf 25 m Höhe, ehe es in waagerechten Schnellflug überging. Dieser führte zunächst 200 m geradeaus über die ersten Baumwipfel im Westen und dann – immer knapp über den Nadelbäumen einer lang gezogenen südlichen Waldzunge – im großen Bogen zurück. Um meine Nerven nur ja nicht zu schonen, hatte der Flieger mit aufheulendem Motor dabei erheblich Höhe verloren, setzte jedoch über freiem Feld neu zum Steigflug an, den die Thermikbremse in 30 m Höhe jäh unterbrach. Nach einer halben Minute war der von 0,5° zur Flügelsehne geworden, aus einem bockigen Biest ein sanftes Lamm.
Nur der Übergang am Ende des Steigflugs ließ noch zu wünschen übrig: Nach dem Motorstopp fiel das Modell Schwanz voran zurück, drehte, tauchte tief ab, und segelte erst in halber Höhe in der vorgesehenen Kurve. Zwei, drei Trimmflüge erbrachten das richtige Maß von weniger Leitwerkskippung und mehr Seitenruder (vgl. TS 2/99, S. 21), um das Modell hoch oben aus dem geraden Steigflug in die Kurve zu drehen.

Krönender Abschluss

Bislang hatte ich die Motorlaufzeit auf etwa 5 Sekunden beschränkt. Zum Abschluss des späten Abends sollte das gebändigte Biest noch einmal ausfliegen dürfen. Motorlauf ca. 9,5 Sekunden (10 Sekunden sind Maximum für den Glow), die Glimmschnur lang genug für 3 Minuten.
Es war wie eine Offenbarung. Mit einer einzigen Korken-

