
Die Entwicklung von A-1-Hochleistungsmodellen

Seit etwa vier Jahren beschäftige ich mich mit dem Bau von A-1-Leistungsmodellen. In dieser Zeit wurde eine Reihe von Entwürfen durchgerechnet und ausgeführt; sie hatten anfänglich zum Ziel, das Modell „Non plus ultra“ von L. Piesk zu verbessern, das ich während der Militärdienstzeit gebaut hatte, dessen Sinkgeschwindigkeit und Hochstarteigenschaften mich jedoch nicht zufriedenstellten. Es sollte ein A-1-Allwettermodell entwickelt werden, das gute Hochstarteigenschaften hat, zuverlässig in Thermikschläuche einkreist und hervorragende Gleitflugeleistungen erreicht.

Meine Eigenkonstruktionen dienten bis zum Herbst 1962 nur dem Privatsport, den ich mangels Fahrgelegenheit am Samstagnachmittag im unwegsamen, bergigen Gelände abseits aller Wettbewerbe betrieb. Der erste Versuch endete wenig erfreulich; das Modell hatte zu viele Mängel. Die Nachfolgerkonstruktionen reiften aber innerhalb von 1½ Jahren doch so schnell, daß 1963 in drei Wettbewerben die Leistungsstufen A und B und 1964 in sechs Wettbewerben vier C-Leistungen erfliegen werden konnten. Die besten Erfolge sind der 4. Platz bei den Bayer. Meisterschaften 1964 und die in den Bereich der A-2-Leistungen zu rechnende Rekordzeit von 157 sec Durchschnitt aus 5 Starts beim Sunrise-Wettbewerb in München mit einem Sondermodell. Leider war ich aus persönlichen Gründen verhindert, an den DMM-Ausscheidungen teilzunehmen.

Der folgende Bericht soll meine Erfahrungen sowie meine richtigen und falschen Gedanken darlegen. Viele Fehler, die ich gemacht habe, können sich junge Modellflieger ersparen; erfahrene Leute werden vielleicht ihre eigenen Irrwege erkennen oder wiedererkennen; manche finden wohl auch die Antwort, warum sich einige Eigenkonstruktionen so „charakterlos“

verhalten. Was im Ergebnis etlicher Morgenstunden zwischen 4 und 6 Uhr an Flugleistungsmessungen und Profilsteigzahlen festgestellt wurde, soll vor allem zur Information der Experten dienen, denn Profildaten für kleine Reynoldszahlen sind leider Mangelware.

Der Bericht wird in 6 Abschnitte unterteilt.

I. Übersichtszeichnungen der ausgeführten Allwettermodelle mit kurzer Schilderung ihrer Vor- und Nachteile sowie Angabe der Gleitflugeleistung.

II. Konstruktive Einzelheiten, die sich bewährt haben.

III. Aerodynamische Leistungsanalyse der Modelle mit erfliegenen Steigzahlen einiger Profile.

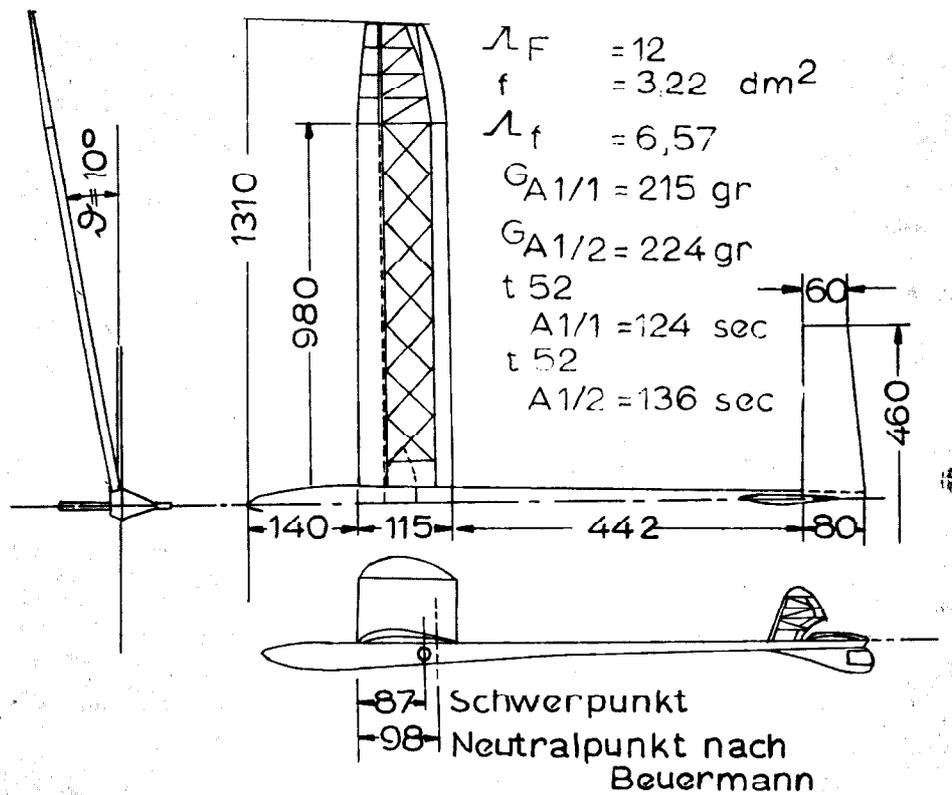
IV. Flugstabilität, besonders Längsstabilität und etwas über das Einkreisen in Thermikschläuche. Dieses Kapitel wird viel über Höhenleitwerke bringen.

V. In diesem Kapitel möchte ich die Schlüsse aus meiner Erfahrung ziehen und einen Weg weisen für alle dem Bauplan-Alter entwachsenen jungen Modellflieger, damit sie sich nicht hilflos im Dickicht der aerodynamischen und flugmechanischen Möglichkeiten herumtasten müssen. Es soll gezeigt werden, daß mit dem vorhandenen Zahlenmaterial auf einfache Weise ein zuverlässiges Modell projektiert und das Baurisiko erheblich verringert werden kann.

VI. Als Abschluß soll das Sunrise-Rekordmodell beschrieben werden, mit Rechenunterlagen über das Modell und die Entwicklung des Profils. Diese Konstruktion gehört aber so wenig zu den Allwettermodellen, daß eine getrennte Behandlung zweckmäßig erscheint.

I. 1. Modelle A 1/1 und A 1/2

Die beiden ersten Modelle entstanden im Winter 1960 auf dem Papier; sie flogen etwa



Abstand Schwerpunkt - Neutralpunkt $\frac{\Delta x_{sn}}{t_F} = 9,6 \%$

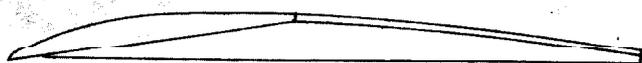
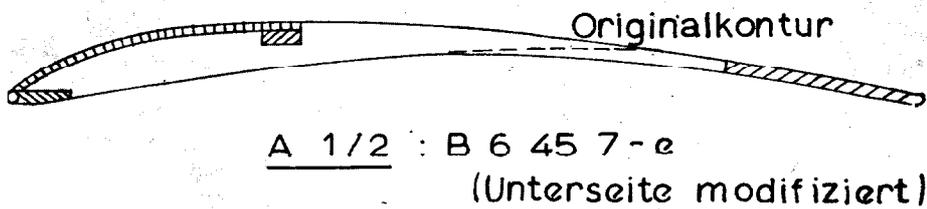
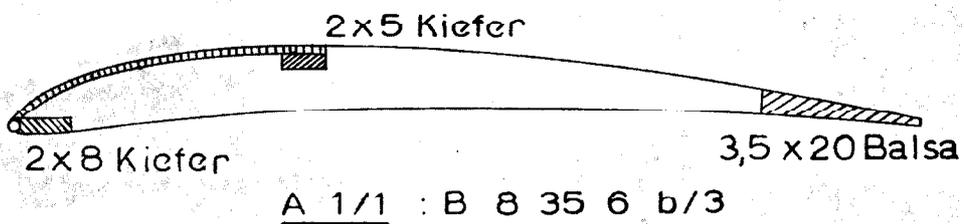


Abb. 1

Höhenleitwerksprofil HWP I
(Gö 417 a modifiziert)

Mitte 1961. Eigentlich handelte es sich dabei nur um ein Modell, denn bei gleichen Grundrissen, identischen Rümpfen und Leitwerken, unterschieden sich nur die Tragflügelprofile voneinander. Die Version A 1/1 hatte das 8°-dicke B 8-35-b/3 mit verkleinertem Nasenradius; in der Version A 1/2 wurde das B 6-45-7-e verwendet, das Georg Benedek ohne nähere Angaben in der Zeitschrift „Flugmodellbau“ (9/1959) veröffentlichte. Mir imponierte es damals gewaltig (und jetzt erst recht). Bei der Version A 1/2 wurde das Profil im hinteren Teil auf endliche Dicke modifiziert (s. Abb. 1).

Abb. 1 zeigt neben den Profilkonturen die charakteristischen Merkmale des Entwurfs: mäßige Streckung, elliptische Flügelspitzen, einfache V-Form der Flügel, großes Höhenleitwerk. Man muß dazu anmerken, daß das Vorbild das genannte Modell von L. Piesk war, und daß ich das Modell sonst nur nach meinen spärlichen aerodynamischen Schulkenntnissen entwarf. Wettbewerbs Erfahrungen fehlten mir ganz. Die für heutige Begriffe überholte einfache V-Form kam von so berühmten Leuten wie R. Linder und M. Hacklinger; außerdem war sie verlockend einfach zu bauen. Die geodätische Tragflügelbauweise übernahm ich von L. Piesk; die Rumpfbauweise, bei der ein hochkantgestelltes Balsa-T-Stück seitlich papierbepannt wurde, verdankte ich einer Anregung meines Bruders. Die Idee, elliptische Flügelspitzen zu bauen, rührte von der klassischen Ableitung des induzierten Widerstandes her; er wird bekanntlich ein Minimum für elliptische Auftriebsverteilung, wenn ... und darüber wird in Kapitel III mehr stehen.

Die beiden Modelle hatten ursprünglich gespannte Höhenleitwerke mit dünnen, gewölbten Profilen, und diesen schrieb ich fälschlicherweise die miserable Längsstabilität zu; heute weiß ich, daß die Vögel einfach überstabil waren. Als auch das vierte Vollbalsa-Leitwerk mit Spaltflügel nach Jedelsky nichts brachte, war mein Latein erschöpft. Die Modelle waren zwar im Gleitflug besser als das „Non-plus-ultra“, aber nur bis zur ersten Bö, dann pumpten sie sich regelmäßig zu Tode. In meiner Hilflosigkeit las ich alle Veröffentlichungen, deren ich habhaft werden konnte. Ich erhielt allerlei Behauptungen – richtige und falsche – und oftmals recht drittrangige Argumente in die Augen gestreut: der kleine Nasenradius zur Erzwingung der überkritischen Strömung mit seiner erhöhten Druckpunktwanderung; die 7% große Wölbung; vielleicht wechselndes Laminar- und Turbulentwerden mit dem Anstellwinkel; zu großes Trägheitsmoment des Rumpfes; zu schwere Leitwerke und Leitwerksprofile, die zu wenig wirksam seien. Es nützte nichts, wenn ich einen Turbulator anbrachte; er vergrößerte nur die Sinkgeschwindigkeit und kein noch so raffiniertes Höhenleitwerk half. Durch glücklichen Zufall bekam ich aber die Veröffentlichung in die Hand, in der K. P. Beuermann über den Neutralpunkt und seinen Zusammenhang mit der Längsstabilität berichtete.*

Von da an war die Längsstabilität meiner Modelle – mit sämtlichen Profilen die ich flog, auch mit dem anrühlich gewordenen, in unserem Club schon als „Höllprofil“ verschrienen B 6-45-7-e – kein eigentliches Problem mehr. Auf Grund vieler Versuche kann ich sagen, daß es zwei Arten von Einflüssen gibt: eine wichtigen und eine Reihe von zweitrangigen bzw. vermuteter, an die man nur in Ermangelung genaueren Kenntnis denkt. Der entscheidende Parameter ist immer die richtige Lage des Schwerpunktes, und daraus ergibt sich der Zusammenhang: Höhenleitwerksgröße und Hebelarmlänge. Unter die sekundären fällt das Argument des möglichst geringen Trägheitsmoments, und das der großen Druckpunktwanderung spitznasiger, stark gewölbter Profile. Ein vernünftig ausgelegtes A 1-Modell, wie es heute üblich ist, hat so viel Eigenstabilität, daß es die sekundären Einflüsse in 99 von 100 Fällen ohne weiteres verträgt; von Profilformen mit sehr weit hinten liegendem Wölbungsmaximum ($X_f > 55\% t$) hat man dabei selbstverständlich abzusehen, zumal sie nach E. Jedelsky ohnehin keine allzu interessanten Leistungen erwarten lassen. Der wechselnde Umschlag von turbulenter in laminare Grenzschicht kann sich zwar sehr übel bemerkbar machen, er wird aber beherrscht bzw. unterdrückt durch Anbringung entsprechender Turbulatoren oder durch Verwendung kleinerer Nasenradien. Jedenfalls danke ich an dieser Stelle Herrn Beuermann aufrichtig für seine Arbeit, ohne die ich vielleicht heute noch nicht weiter wäre. Die beiden Modelle wurden um 1962 herum itugfähig. Die Zungenanschlüsse ihrer Tragflügel rissen bald der Reihe nach ab (weil es 1960 noch keinen UHU-plus gab). Ich klebte sie stumpf wieder zusammen und seither flogen die Modelle sehr längs- und querstabil; sie kreisten eng genug, aber sie hatten keine Einrichtung zum selbständigen Einkreisen in Thermikschläuche. Nur die Hochstarteigenschaften waren anfänglich ganz unbefriedigend; nach Anbringung eines verschiebbaren Hochstartthakens und einigem Probieren wurden sie erträglich, blieben aber stets sehr kritisch. Heute sind mir die Gründe halbwegs klar: Das Modell hatte wahrscheinlich ein zu großes Seitenleitwerk, dazu noch die einfache V-Form und vor allem einen weit hinten liegenden Schwerpunkt, der durch die Auslegung bedingt war. Hervorragend bewährte sich die geodätische Bauweise beim A1/1 mit dem B 8-35-6 b3. Dieses Modell liegt jetzt seit vier Jahren auf dem Dachboden – Sommer wie Winter ohne Einspannung – und ist völlig unverzogen. Der Flügel hat eine enorme Biege- und Verdrehfestigkeit und zeichnete sich mehrmals durch hohe Beulsteifigkeit aus, wenn er auf massive Hindernisse traf. Mindestens zehnmal flog das Modell mit Rückenwind und voller Fahrt in Bäume oder Zäune, ohne jemals Schaden zu nehmen. Die Anordnung der Holme und

* Anm. d. Verf.: K. P. Beuermann; Der Vogel soll das Fliegen lernen; Me. 7/1959, S. 291–294

die kräftige 2×8 Kiefernleiste in der Flügel-
nase bewährte sich auch bei meinem Klasse L-
Versuchsmodell, das nach meist nur kurzen
Kraftflügen eine Reihe eindrucksvoller Ab-
stürze überlebte. Wer einmal auf einem größe-
ren Wettbewerb bei starkem Wind die wegen
Flügelbruchs an der Hochstartleine abstürzen-
den Modelle gezählt hat, wird vermutlich zu
der Überzeugung gelangen, daß robuste Flä-
chen vorteilhaft sind. Die Zungen sind bei
meinen Modellen aus 1,2 mm Dural und 44 mm
breit; die Festigkeit reicht aus; bleibende Ver-
formungen habe ich nie beobachtet.

Der Rumpf ist nach dem ursprünglichen Ent-
wurf zu umständlich zu bauen, außerdem hat
er zu wenig Verdrehfestigkeit. Abhilfe ließ sich
dadurch schaffen, daß die beiden zunächst ge-
trennten Modelle „wiedervereinigt“ wurden.
Im Herbst 1964 erhielten sie dann einen neuen,
meinen jetzigen Vorstellungen entsprechen-
den einfachen Rumpf, der aus 3 Balsabrettchen
zusammengeklebt ist und elliptisch bzw. kreis-
rund geschliffen wurde. Ergänzende Neuerun-
gen waren ein kleines Seitenleitwerk und ein
neues Höhenleitwerk, wie es in Kapitel IV
noch beschrieben werden soll. Der Rumpf
ähnelt stark dem des A 1/9 (Me. 2/66, Abb. 3).
Das Modell dient jetzt als Türkenhüßer bei
Sturmwettkämpfen mit dem B 8 35 6 Flügel;
als Versuchsobjekt verwendete ich es mit dem
empfindlichen B 6 45 7-c.

Die reine Gleitflugzeit, bezogen auf die Luft-
dichte in München bei Normalzustand
 $\rho = 0,118 \frac{\text{kp s}^2}{\text{m}^4}$ betrug für A 1/1 124 sec. und

beachtliche 136 sec. für A 1/2 (Starthöhe 52
Meter). An diesen beiden Modellen habe ich
vieles gelernt, das den Nachfolgern zugute
kam.

A. Schüller

(wird fortgesetzt)