

Flugmessungen mit Segelflugzeugen von 12 bis 13 m Spannweite

Erweiterte Fassung eines Vortrages am X. OSTIV-Kongress, South Cerney, England, Juni 1965.

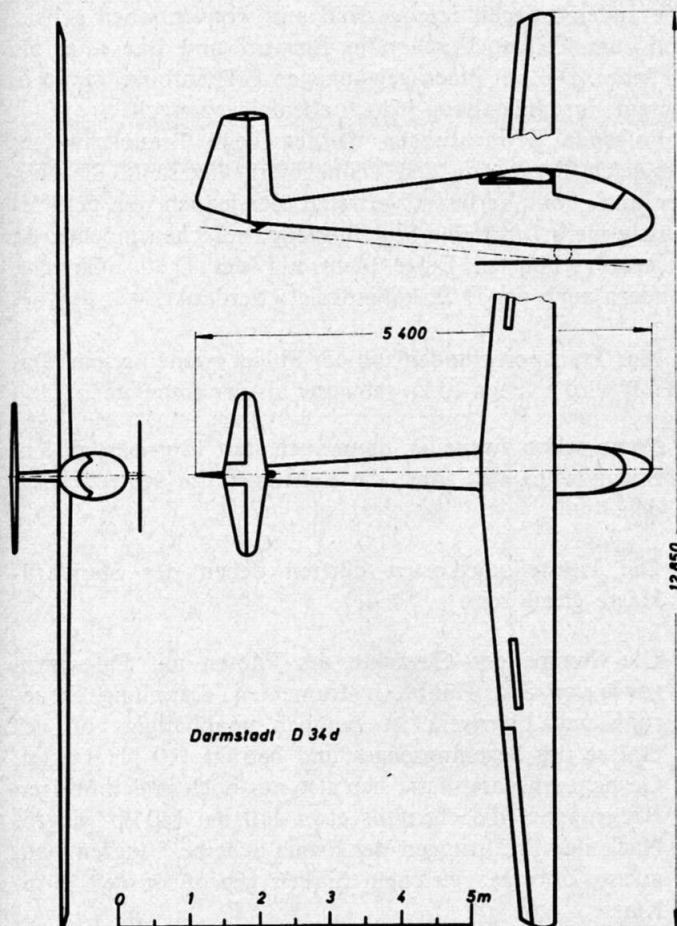
Von Dipl.-Ing. Hans Zacher, DVL, München-Riem

Summary:

Flight Measurements on Sailplanes with a span of 12 to 13 meters.

The Academic Flight Groups of the Technical Universities (Akafliugs) compared a few small span sailplanes (D 34 d, Kria, Delphin, AV 36, B-Spatz) during their technical competition at Braunschweig (Germany) in August 1964. Performances and flight qualities as well as some other details were measured, checked, and considered. The results could be a new base for further considerations of OSTIV [9] concerning a special class of small sailplanes.

Darmstadt D 34 d



I. Einleitung

Anfang der zwanziger Jahre hatten fast alle Leistungs-Segelflugzeuge Spannweiten um 12 m (z. B. Vampyr¹, Greif, Geheimrat), Mitte der dreissiger Jahre nur wenige (z. B. D 28 «Windspiel»¹, H 28 I, Kolibri), weil inzwischen die Gleitzahl- und Sinkgeschwindigkeitsforderungen, die der Leistungsflug stellte, berücksichtigt wurden: Vergrösserung des Seitenverhältnisses und der Spannweite

$$(\varepsilon = f[\sqrt{A}], w_s = f[\sqrt{\frac{G}{b^2}}]).$$

Erst Ende der vierziger Jahre findet man wieder – besonders in den USA – mehrere erfolgreiche Kleinsegler (z. B. Screamin' Wiener, Tiny Mite, Prue 160). Die Entwicklungsfreudigkeit der Segelflug treibenden Länder brachte dann in den letzten 10–15 Jahren eine grössere Zahl neuer Typen mit kleiner Spannweite hervor, die jedoch mit wenigen Ausnahmen (D 34¹, Kria) im Bereich der mässigen Leistungen lagen, das heisst zu den guten Übungsflugzeugen zählten (in Australien, Polen, Rumänien, Ungarn, USSR [6]). Schliesslich gehörten auch die meisten Nurflügelflugzeuge hierzu (Brochocki, Fauvel, Nietoperz, XM 1 B und andere).

II. Durchführung der Untersuchungen

In Deutschland ist eine kleine Auswahl der 12-m-Segler mit verschiedenen Bauweisen, Leistungen und Eigenschaften vorhanden; von ihnen standen 5 für eine Untersuchung beim Braunschweiger Vergleichsfliegen der Akafliugs zur Verfügung. Die geometrischen und Gewichtsdaten dieser 5 Segelflugzeuge D 34 d, Kria, Delphin, AV 36 und B-Spatz sind der Tabelle 1 zu entnehmen, in der zum Vergleich auch noch 3 historisch interessante und 2 neuere Muster grösserer Spannweite aufgeführt sind. Die Übersichtszeichnungen in Bild 1 bis 5 lassen weitere Einzelheiten erkennen. D 34 und Kria sind in Kunststoffbauweise mit ausgezeichneter Oberfläche, Delphin und AV 36 in üblicher Holzbauweise und der B-Spatz mit Flügel in Holz, Rumpf in Stahlrohrbauweise hergestellt.

Die Leistungen wurden durch Nebeneinanderfliegen verglichen: ein exakt vermessenes Segelflugzeug (Ka 6 CR oder D 34 d [8]) flog aus gleicher Anfangshöhe mit gleicher Geschwindigkeit parallel zu dem Vergleichsflugzeug. Nach einer gestoppten Zeit von etwa 1 bis 3 Minuten wurde die Höhendifferenz von beiden Piloten geschätzt, gelegentlich ergänzt durch die Beobachtung eines hinterherfliegenden Motorflugzeugführers. Die Verständigung erfolgte über Funk. Für jede Polare wurden auf diese Weise 5 bis 10 verschiedene Geschwindigkeitspunkte, manche zum Teil doppelt und dreifach, ermittelt. Eine Fahrteichung ergab sich damit nebenbei.

Die Ergebnisse wurden auf gleiche Zuladung von 90 kg und auf Bodenluftdichte ρ_0 umgerechnet, so dass die Polaren mit den früher veröffentlichten [8] vergleichbar sind.

¹ Gemessene Polaren hierzu siehe Seite 16 in [6].

Wenn diese Ergebnisse auch nicht so exakt sind wie die nach der Höhenstufenmethode gewonnenen [8], so geben sie doch ein besseres Bild von den wahren Leistungen als die meist auf Rechnungen, Schätzungen oder gar Propaganda beruhenden Werte.

Die Flugeigenschaften wurden nach dem bewährten Programm [5] geprüft. Dabei standen die Führerraumgestaltung, das Überziehverhalten, die Steuerbarkeit und die Kurvenwechselzeit im Vordergrund.

III. Ergebnisse

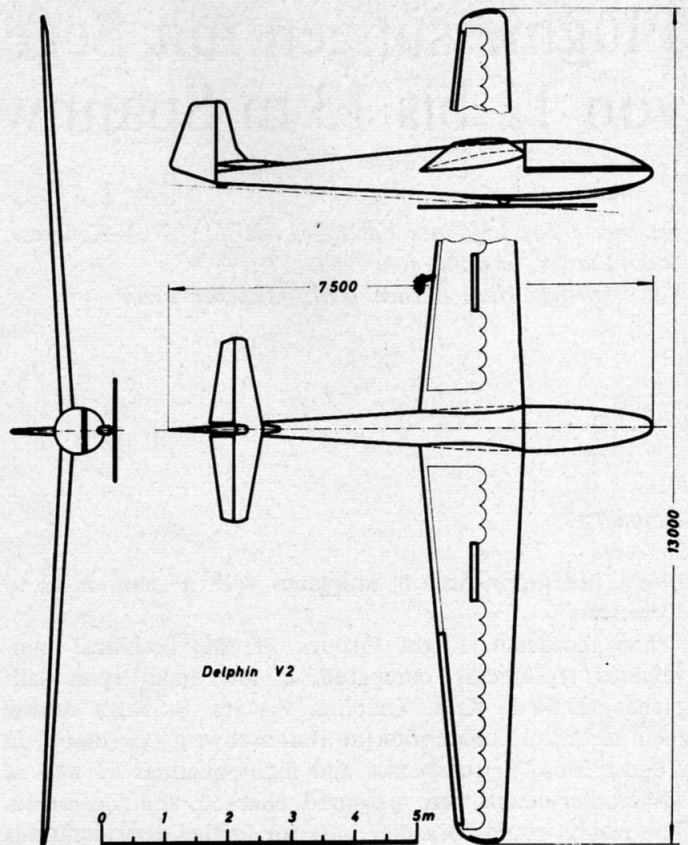
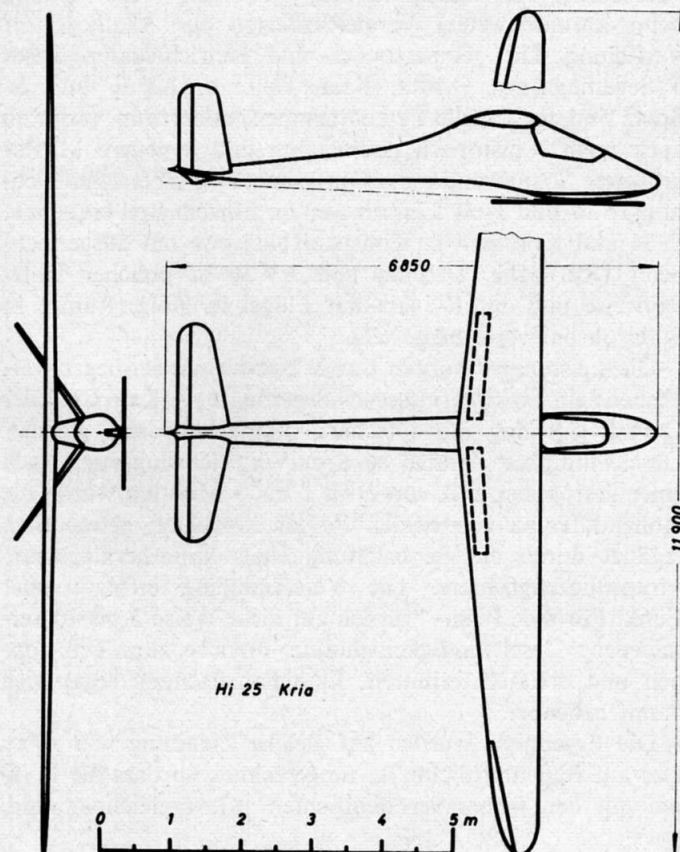
Die Polaren der untersuchten Segelflugzeuge (zum Vergleich: Ka 6 CR) sind in Bild 6 dargestellt: sie sind auf eine Zuladung von 90 kp, eine mittlere Schwerpunktlage und die Bodenluftdichte ρ_0 bezogen. Es muss jedoch erwähnt werden, dass die Geringstgeschwindigkeit und alle Werte in ihrer Nähe noch etwas ungenauer sind als diejenigen im höheren Bereich, weil das Nebeneinanderfliegen im überzogenen Flugzustand nicht ungefährlich ist und ungleiche Reaktionen der Piloten möglich sind.

Über die Flugeigenschaften wird ein zur Zeit in Arbeit befindlicher DVL-Bericht weitere Auskunft geben. Hier seien in Tabelle 2 nur die wichtigsten Punkte angegeben.

IV. Diskussion der Ergebnisse und Folgerungen

Dass mit normal bequemem Führerraum bei 12,7 m Spannweite und guter Kunststoffoberfläche des Flügels gute Flugleistungen und Flugeigenschaften erreichbar sind, zeigt

Hi 25 Kria

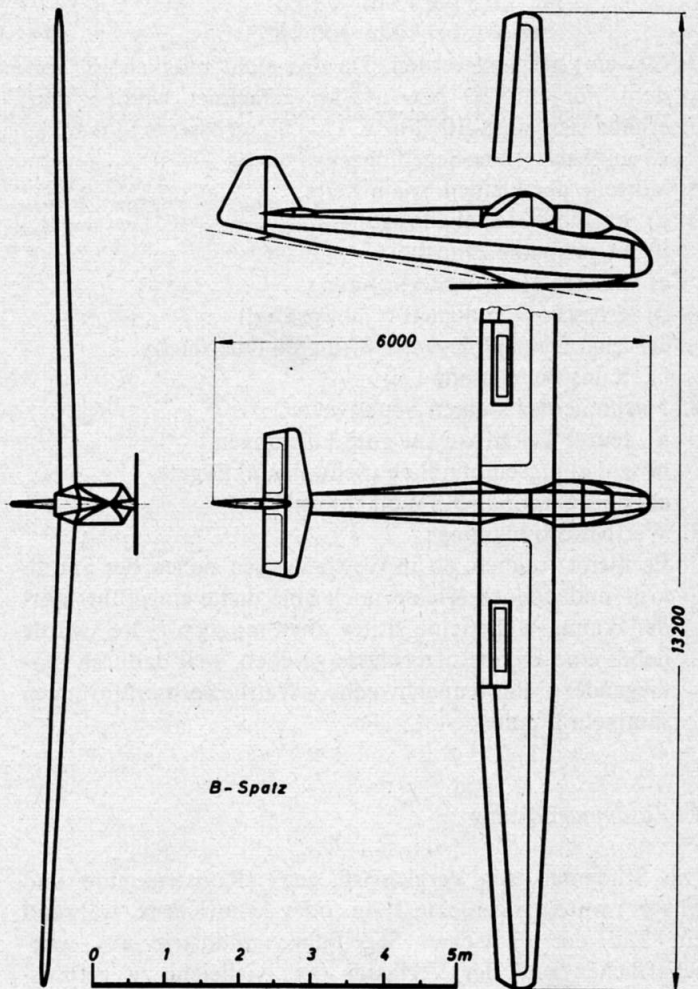
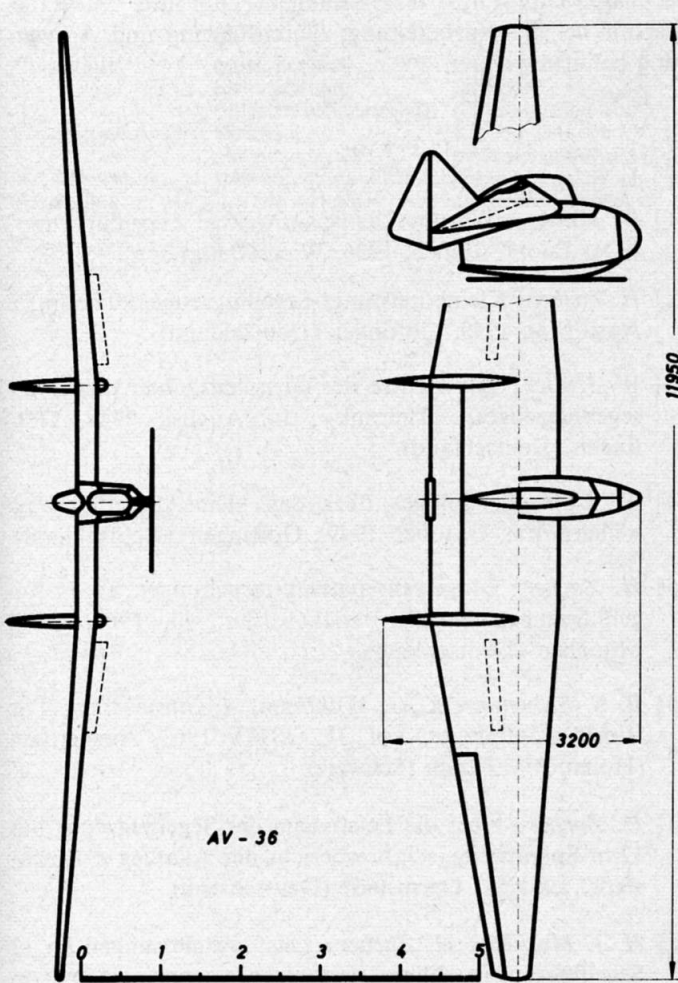


Ahrens Delphin V 2

die D 34 d. Bessere Wendigkeit und ein etwas grösserer Führerraum würden auch die Kria gleichwertig machen. – Die anderen Segelflugzeuge sind sehr konventionell gebaut und zum Teil auch schon in Entwurf und Bau älter als 10 Jahre. Die mit ihnen gewonnenen Erkenntnisse waren in diesem Zusammenhang jedoch ebenfalls wertvoll.

Folgende Betrachtungen wurden beim Braunschweiger Vergleichsfliegen von den Teilnehmern angestellt. Sie werden auch vom Verfasser vertreten, der jedoch rein gefühlsmässig mehr für kleine Segelflugzeuge sprechen möchte, da er seine schönsten Flüge nicht nur der D 30 «Cirrus», sondern auch der D 28 «Windspiel» verdankt.

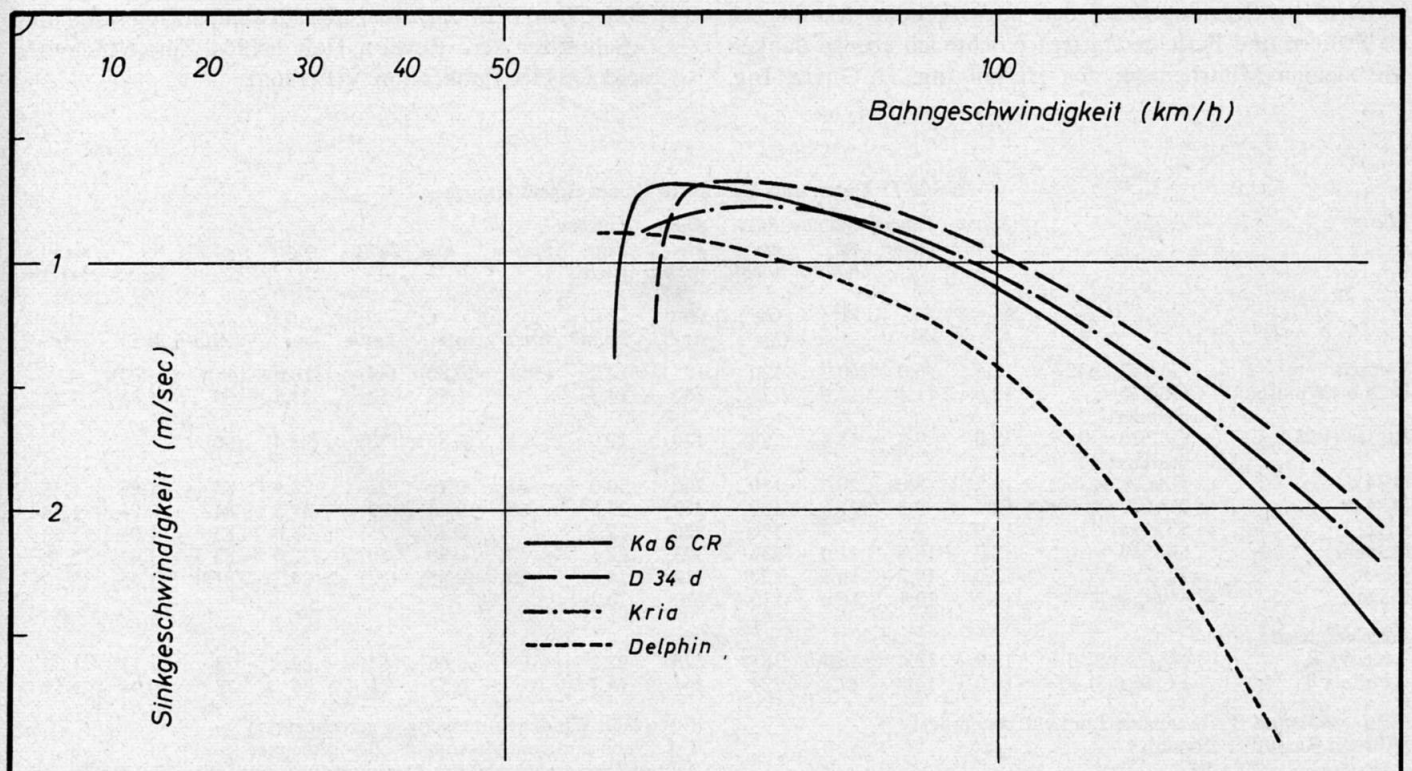
1. Aus Transportgründen soll der Flügel zweiteilig sein. Damit wird er etwa 10 kp schwerer als der einteilige.
2. Wenn schon zweiteilig, dann auch statt 12 m besser 13 m Spannweite, weil sonst die Leistungen zu schlecht werden.
3. Die Herstellungskosten dürften denen der Standardklasse gleich sein.
4. Die Summe der Gewichte des Piloten mit Fallschirm sowie von Sitz, Haube, Instrumenten, Kupplung, Steuerung und Fahrwerk ist ziemlich unabhängig von der Grösse des Segelflugzeuges und beträgt 110 bis 140 kp. Gewicht einsparen lässt sich also nur noch in den übrigen Baugruppen, die ebenfalls etwa 110 bis 140 kp wiegen. Nach den Erfahrungen der Firma Scheibe, Flugzeugbau, müsste aber bei gleichem Sinken gegenüber der 15-m-Klasse



Fauvel A V 36

Scheibe B - Spatz

Geschwindigkeitspolaren Ka 6 CR, D 34 d, Kria, Delphin nach Vergleichsflugmessungen, alle umgerechnet auf 90 kp Zuladung (siehe Tabelle 1)



bei 13 m 75 kp
 bei 12 m 100 kp

Gewicht gespart werden. Da das nicht möglich ist, sondern nur mit 30 bzw. 45 kp gerechnet werden darf, ergäbe sich ein 8–10% bzw. 15–17% grösseres Sinken für 13-m- bzw. 12-m-Segelflugzeuge.

5. Vorteile der kleinen Spannweite:
 - a) leichtere Handhabung
 - b) bequemerer Transport
 - c) bessere Hallenunterbringung
 - d) grössere Wendigkeit (Gebirgsflug!)
 - e) leichtere (?) Pflege der kleineren Oberfläche
 - f) Kunstflugeignung (!?)
6. Nachteile der kleinen Spannweite:
 - a) teurer Leichtbau für gute Leistungen
 - b) zuladungsempfindlich (Schwerpunktlage!)
 - c) böenempfindlich (Wolkenflug?)
7. Wettbewerbseignung:

Es bleibt fraglich, ob in Wettbewerben neben der Standard- und offenen Klasse noch eine dritte eingeführt werden kann. Wenn eine dritte aber möglich wäre, würde lieber eine Doppelsitzerklasse gesehen, weil dadurch mitfliegender Pilotennachwuchs Wettbewerbs Erfahrungen sammeln könnte.

V. Zusammenfassung

Die Studenten des Vergleichsfliegens (Konstrukteure und Flieger) waren gegen eine 12-m- oder 13-m-Klasse, während ein Teil der deutschen Segelflugzeugindustrie aus wirtschaftlichen und der Verfasser (aus vielleicht zu gefühlbetonten Erwägungen heraus) für eine 13-m-Klasse sind.

VI. Schlussbemerkung

Den Akademischen Fliegergruppen als Eigentümern und Haltern der Segelflugzeuge, den mitwirkenden Akafliegern als Prüfern und Berichterstattern möchte ich ebenso danken wie meinen Mitarbeitern, den Herren Ing. H. Gnatz, Ing.

M. Karg, Dipl.-Phys. H. J. Merklein, Dipl.-Ing. M. Rade, die mir bei der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung behilflich waren.

Schrifttum

- [1] U. Hütter: Warum kleinspannweitige Segelflugzeuge? «Der Pilot», Heft 3, 1936, Wien (Österreich).
- [2] H. Zacher: Kleine Leistungs-Segelflugzeuge. «Thermik» April/Mai, 1949, Göttingen (Deutschland).
- [3] W. Hütter: Die Grösse des wirtschaftlichen Leistungs-segelflugzeuges. «Thermik», Juli/August, 1949, Göttingen (Deutschland).
- [4] A. Lippisch: Einiges über das kleine Segelflugzeug. «Thermik», Oktober 1949, Göttingen (Deutschland).
- [5] H. Zacher: Flugeigenschaftsuntersuchungen an 14 Segelflugzeugen. «FFM-Bericht», Nr. 40, 1960, DVL München (Deutschland).
- [6] B. S. Shenstone, K. G. Wilkinson, A. Stirnemann: The World's Sailplanes, Vol. II, OSTIV 1963, Amsterdam (Holland) – Zürich (Schweiz).
- [7] H. Zacher: Über die Leistungen der Segelflugzeuge mit 12 m Spannweite. «Jahresbericht der Akaflieg», Darmstadt, 1961/63, Darmstadt (Deutschland).
- [8] H. J. Merklein, H. Zacher: Leistungsmessungen an 12 Segelflugzeugen (Flight performance measurements on Sailplanes). «Aero-Kurier» 12/63 und 1/64, Köln (Deutschland); «Aero-Revue», 10 und 11/64, Zürich (Schweiz); «Soaring», 1/65, Los Angeles (USA). (Genauere Werte und aerodynamische Daten in «FFM-Bericht», Nr. 63, bei DVL zu beziehen.)
- [9] B. J. Cijan, B. S. Shenstone: Small competition sailplanes, «Schweizer Aero-Revue», Heft 7, 1964, Zürich (Schweiz) und OSTIV Publication VII (1965).

Tabelle 1: Daten und Messwerte kleiner Segelflugzeuge

Muster	Profil	Spann-	Flügel-	Seiten-	Rüst-	Flug-	Flächen-	w_{\min}	$w_{s_{\min}}$	bei v	$\varepsilon_{\text{best}}$	bei v	w_s bei $v=100$	w_s bei $v=120$
		weite	fläche	ver- hältnis	ge- wicht	ge- wicht	belas- tung							
		b m	F m^2	Λ —	G_R kp	G_F kp	G/F kp/ m^2	km/h	m/s	km/h	—	km/h	m/s	m/s
Vampyr	Gö 482...427	12,6	16,0	10,0	120	195	12,2	(38)*	(0,80)*	(44)*	(16,0)*	(48)*	(>5,0)*	—
D 28 b «Windspiel»	Gö 535 geändert	12,0	11,4	12,6	72	160	14,5		0,66	52	23,5	60	1,95	3,20
Hütter H 28 I	Gö 535 geändert	12,0	7,8	18,5	88	178	22,9		(0,86)	(70)	(23,4)	(90)		
D 34 b	NACA 64 ₄ -621	12,7	8,0	20,0	150	240	30,0	≈67	0,79	77	28,3	85	1,06	1,46
D 34 d	NACA 64 ₄ -618	12,7	9,2	17,5	169	259	27,8	65	0,69	73	31,5	84	0,98	1,44
Kria	STE 961 516	11,9	9,9	14,4	130	220	22,2		0,78	75	28,6	85	1,05	1,58
Delphin	Gö 549	13,0	16,9	11,0	283	373	22,1	≈58	0,88	60	22,0	82	1,42	2,35
AV 36	F ₂	12,0	14,2	10,1	120	210	14,8	(50)	(0,85)	(72)	(24,2)	(81)	(1,45)	(2,20)
B-Spatz	Mü	13,2	10,9	16,0	130	220	20,2							
Zum Vergleich:														
Ka 6 CR	NACA 63 ₃ -618	15,0	12,4	18,1	185	275	22,2	61	0,68	67	29	78	1,13	1,70
Phönix T	EC 86 (-3)-914	16,0	14,4	17,8	174	264	18,3	50	0,57	72	36	78	0,94	1,55

Kursiv gedruckte Werte umgerechnet auf Daten der Messung Raszpet-Györgyfalvy

(*) Nach Windkanalmessungen gerechnet
 () Nach anderen Messungen oder gerechnet
 Übrige Werte nach eigenen Messungen

Tabelle 2

	<i>D 34</i>	<i>Kria</i>	<i>Delphin</i>	<i>AV 36</i>	<i>B-Spatz</i>
Führerraum	gross, bequem Sicht sehr gut (Pilot aufrecht sitzend)	sehr eng, Sicht gut (Pilot zurückgelehnt)	ziemlich bequem, Sicht ausreichend (halb liegender Pilot)	etwas eng, Sicht gut (Pilot aufrecht sitzend)	mittel, Sicht sehr gut (Pilot aufrecht sitzend)
Überziehverhalten	Sackflug, gut steuerbar	Kippen über den Flügel, noch steuerbar	Sackflug, steuerbar	Sackflug, gut steuerbar	Sackflug, sehr gut steuerbar
Steuerbarkeit im Normalflug	sehr gut, empfindlich um alle Achsen	gut, empfindlich ausser im Quersteuer	gut, unempfindlich, Seitensteuer wirkt mässig	gut, Höhensteuer empfindlich (Schwerpunktlage!)	sehr gut, unempfindlich
Kurvenwechselzeit von 45° zu 45° bei 1,4 · v_{min}	3,6 sec.	6,3 sec.	4,0 sec.	4,8 sec.	3,7 sec.