

# Fluguntersuchungen mit den Segelflugzeugen D 36, BS 1 und ASW 12

Erweiterte Fassung eines Vortrages am  
XI. OSTIV-Kongress Leszno, Polen,  
im Juni 1968.

Von Dipl.-Ing. Helmut Laurson und  
Dipl.-Ing. Hans Zacher,  
DVL München-Riem, Germany.

## Summary

### Flight tests with the sailplanes D 36, BS 1, and ASW 12

This report gives the results of performance measurements and flight characteristic tests made by the DVL-department Soaring and Light Airplanes (DVL-Abt. Segelflug und Leichtflugzeuge).

The polar curves of the D 36 with several flap settings had been gained by exact partial glide measurements and those of the BS 1 and ASW 12 by comparison flights side-by-side with the D 36. L/D of 45 has been reached. The flight qualities showed good stalling characteristics, good maneuverability, and a time roll ( $45^\circ$  to  $45^\circ$ ) of about 4 sec. These high performance gliders do not demand extraordinary skill under normal conditions. Possibly there are some difficulties at high speeds.

## 1. Einleitung

Die DVL-Abteilung Segelflug und Leichtflugzeuge untersuchte von 1966 bis 1968 die Segelflugzeuge D 36 V 1 «Circe» der Akademischen Fliegergruppe Darmstadt (Bild 1), BS 1 der Firma Glasflügel Hänle, Schlattstall (Entwurf: Björn Stender, Bild 2), und ASW 12 der Firma Schleicher, Poppenhausen (Entwurf: Gerhard Waibel), die nach der D 36 entwickelt wurde und ihr sehr ähnlich ist.

Die D 36 wurde nach der mehrfach beschriebenen Höhenstufenmethode [1, 2, 3] exakt vermessen; die Hüll-Polaren der BS 1 und ASW 12 wurden durch Vergleichsflüge mit der D 36 annäherungsweise ermittelt [4]. Versuche, die BS 1 und ASW 12 ebenfalls nach der Höhenstufenmethode zu vermessen, schlugen aus Wetter-, Flugbeschränkungs- und Gerätegründen fehl.

Beim Braunschweiger Vergleichsfliegen der Akademischen Fliegergruppen

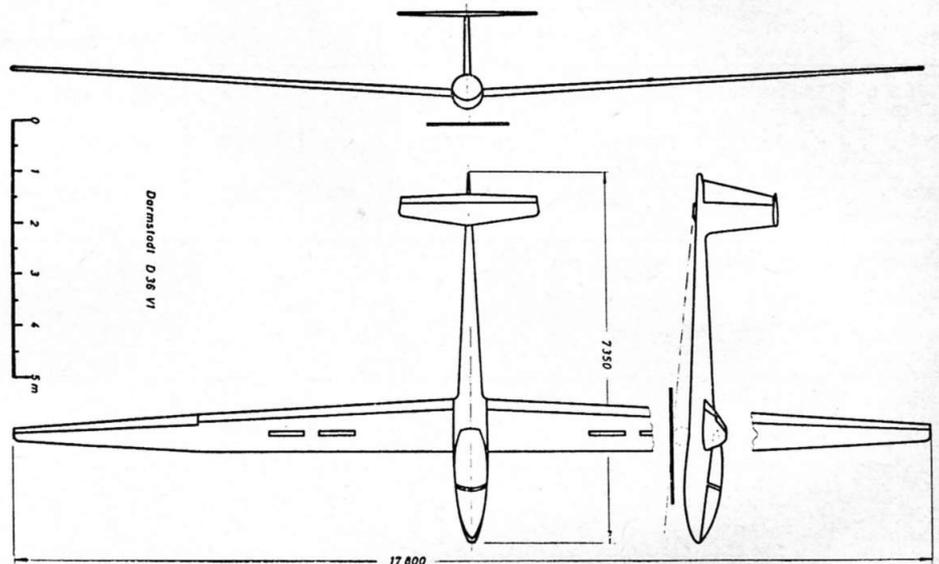
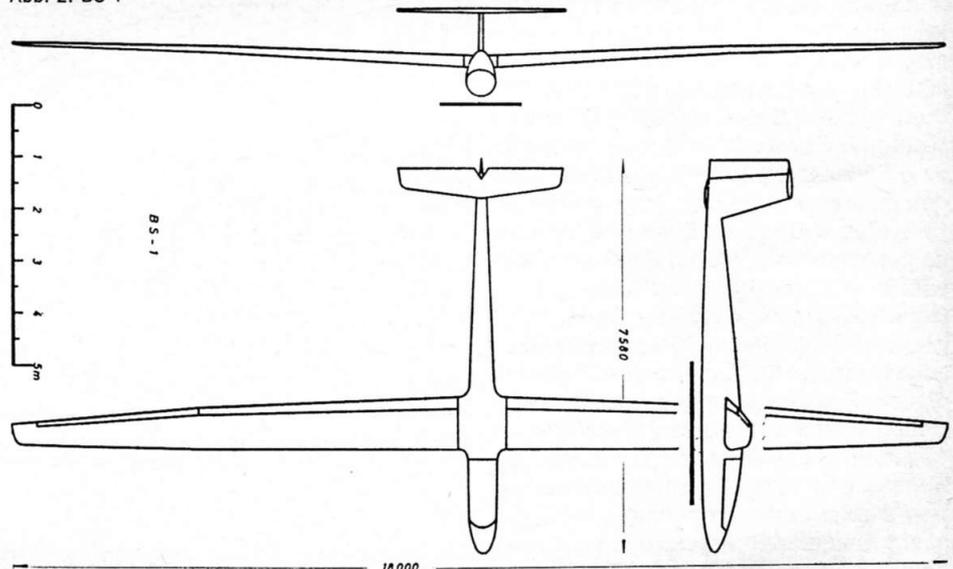


Abb. 1. D 36 V 1 «Circe»

Abb. 2. BS 1



wurden die wesentlichen Flugeigenschaften der drei Segelflugzeuge von verschiedenen Piloten geprüft.

## 2. Zur Leistungsmessung der D 36

Das Programm für die Leistungsmessung enthielt die Wölbklappenstellungen  $-10^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $+10^\circ$ ,  $+15^\circ$  und den Fall ausgefahrene Bremsklappen und ausgefahrene Fahrwerk mit Wölbklappenstellung  $+15^\circ$ . Stagge, Akaflieg Darmstadt, hatte die Messflüge bei der DVL München durchgeführt, ausgewertet und darüber berichtet [5].

- 1 H. J. Merklein, H. Zacher: Leistungsmessungen an zwölf Segelflugzeugen, Aero-Kurier 12/63 und 1/64, Köln (Deutschland); Flight performance measurements on Sailplanes, Aero-Revue 10 und 11/64, Zürich (Schweiz); und OSTIV Publication VII sowie Soaring 1/65, Los Angeles (USA).
- 2 H. J. Merklein: Schleppsondeneichflüge mit zwölf Segelflugzeugen, FFM-Bericht Nr. 60, 1963, DVL München (Deutschland).
- 3 H. J. Merklein: Bestimmung aerodynamischer Beiwerte durch Flugmessungen an zwölf Segelflugzeugen mit Brems- und Landeklappen, FFM-Bericht Nr. 63, 1963, DVL München (Deutschland).
- 4 H. Laurson: Ueber die Technik der Vergleichsflüge zur Leistungsmessung von Segelflugzeugen, DVL-interner Bericht S. 4/67, 1967.
- 5 P. Stagge: Leistungsmessungen am Segelflugzeug D 36 V 1 «Circe», DVL-interner Bericht S. 9/66, 1966; Jahresbericht Akaflieg Darmstadt 1964-67.

Daten und Messwerte der Hüllpolaren der D 36, BS 1 und ASW 12 (umgerechnet auf 90 kp Zuladung)

Muster	Profil	Spannweite [m]	Flügel- fläche F [m <sup>2</sup> ]	Seiten- verhältnis λ [-]	Rüst- gewicht G <sub>R</sub> [kp]	Flug- gewicht G <sub>F</sub> [kp]	Flächen- belastung G/F [kp/m <sup>2</sup> ]	v <sub>min</sub> [km/h]	w <sub>smin</sub> bei v [m/s][km/h]	ε <sub>best</sub> bei v [-][km/h]	w <sub>s</sub> bei	w <sub>s</sub> bei	w <sub>s</sub> bei
											v=100km/h [m/s]	v=120km/h [m/s]	v=150km/h [m/s]
D 36 V 1 «Circe»	FX 62-K-131 FX 60-126	17,8	12,8	24	285	375	29,3	64	0,53 82	43,8 87	0,65	0,88	1,47
BS 1	E 348 K	18,0	14,1	23	310	400	28,4	(64)	(0,56 83)	(44 91)	(0,62)	(0,86)	(1,44)
ASW 12	FX 62-K-131 FX 60-126	18,3	13,0	25,8	315	404	31,2	?	(0,57 ≈ 90)	(46 ≈ 100)	(0,62)	(0,82)	(≈ 1,30)

Werte in Klammern ( ) nach Vergleichsflügen

Für die Eingewöhnungsflüge, für einige Flugeigenschaftsuntersuchungen, für die Geschwindigkeitsmesser-Eichung und für die Polarenmessflüge von fünf verschiedenen Konfigurationen (mit insgesamt 270 Messpunkten) wurden 40 Starts, die meisten bis auf 5000 m NN, durchgeführt. Dabei war die D 36 etwa 50 Stunden und das Schleppflugzeug, eine Elster C mit 150 PS, etwa 35 Stunden in der Luft. Die Messflüge im Herbst 1966 erstreckten sich über zwei Monate, da die Wetterlage nicht immer geeignet war. Die Schwierigkeiten, Hochleistungssegelflugzeuge mit Sinkgeschwindigkeiten um 0,6 m/sec exakt zu vermessen, sind sehr gross. Es sei in diesem Zusammenhang nur an Föhnwellen, Turbulenz, breite Auf- oder Abwindfelder usw. erinnert, die das Konstanthalten der Fahrt erschweren bzw. Fehler in die Ermittlung der Sinkgeschwindigkeit bringen. Leider mussten aus Zuladungsgründen die Messungen mit vorderer Schwerpunkt-lage geflogen werden, da die vorn liegenden zusätzlichen Instrumente nicht mehr durch Ballast am Rumpfeinde ausgeglichen werden konnten. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass die Leistungen der D 36 bei mittlerer oder gar hinterer Schwerpunkt-lage noch um einige Prozent besser sind.

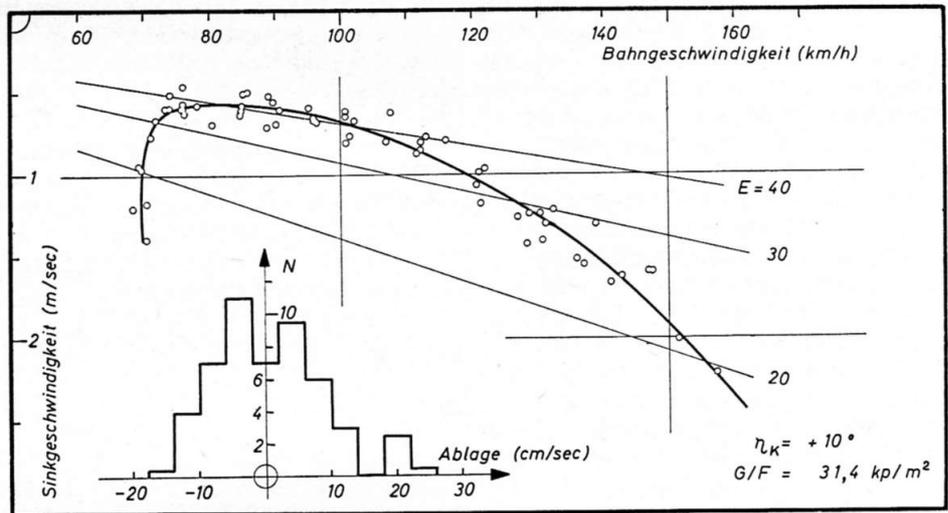
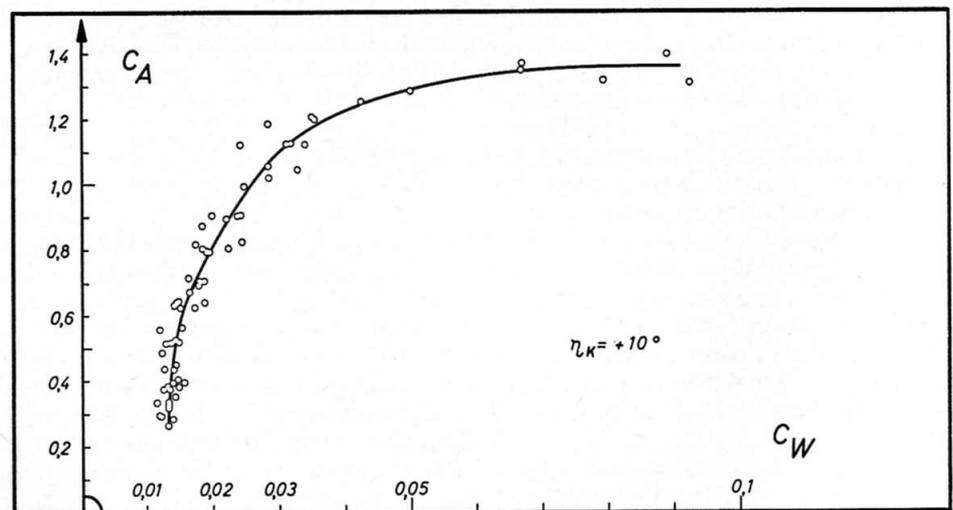


Abb. 3. Ermittlung einer Geschwindigkeitspolare der D 36 mit auf  $\theta_0$  reduzierten Messpunkten. Unten: Ablageverteilung der Messpunkte von der «wahrscheinlichen» Polare.

Abb. 4.  $c_A - c_W$  - Polare der D 36 mit Messpunkten.



### 3. Segelflugzeugdaten

Die Daten der untersuchten Segelflugzeuge sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Alle drei befanden sich in gut gewartetem, aber nicht mehr ganz neuem Zustand. Die Oberfläche des Tragwerks war von der bei GFK-Flugzeugen gewohnten Güte.

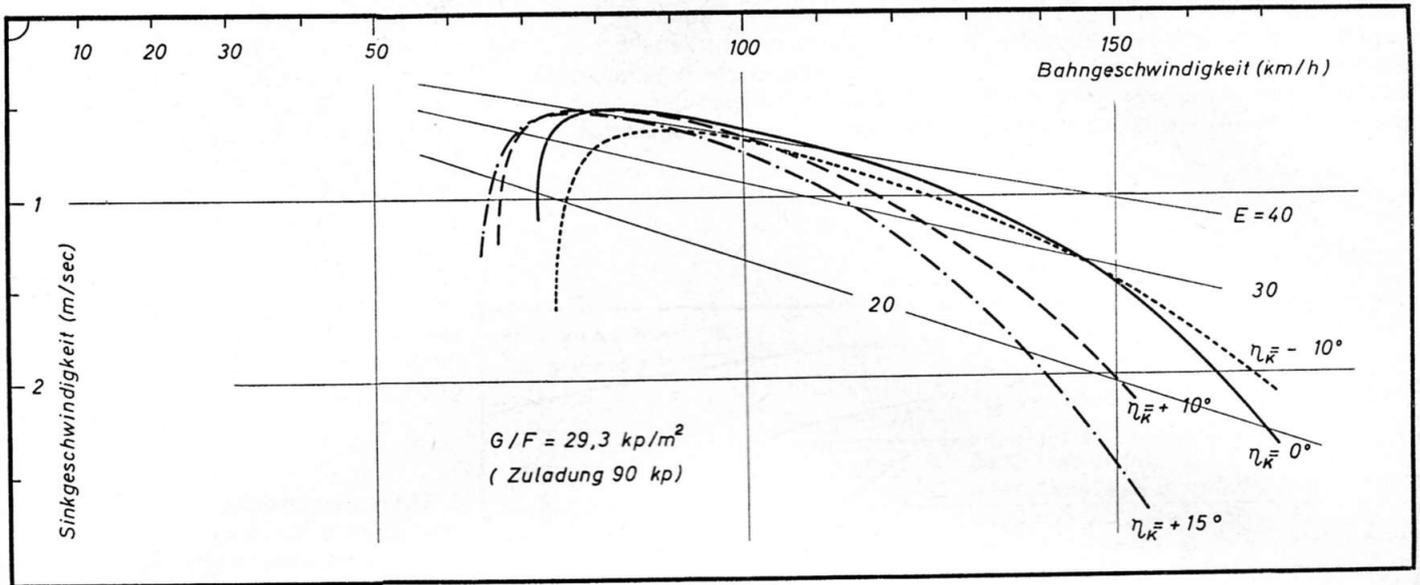


Abb. 5. Geschwindigkeitspolaren für 90 kp Zuladung bei verschiedenen Klappenwinkeln  $\kappa$  der D 36.

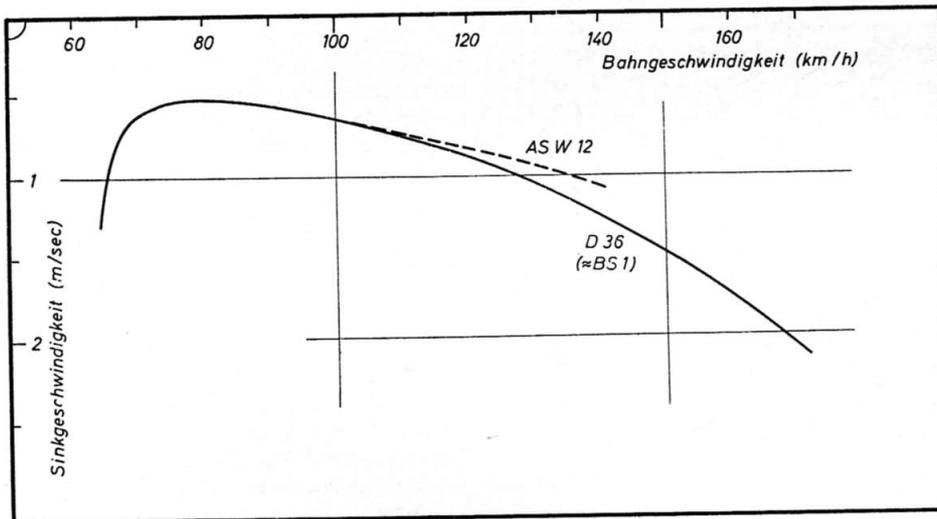
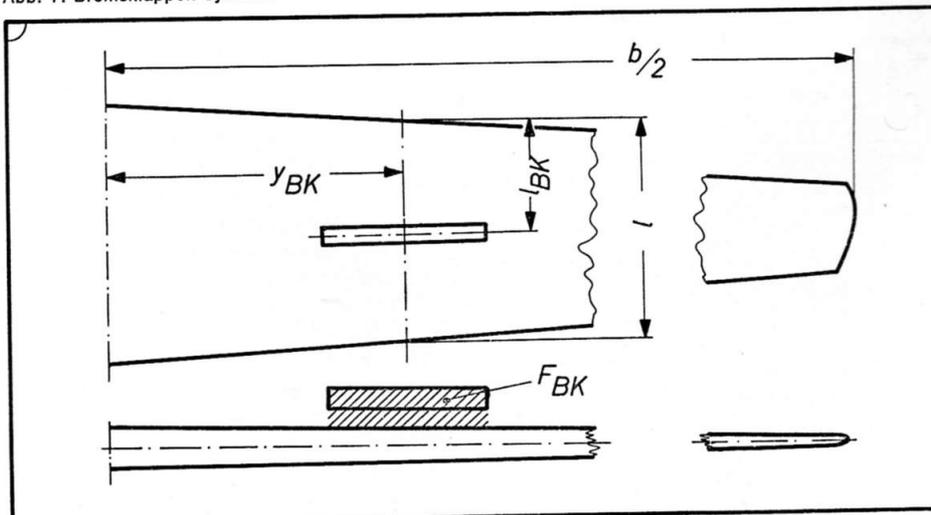


Abb. 6. Vergleich der Einhüll-Enden der Geschwindigkeitspolaren D 36 mit BS 1 und ASW 12.

Abb. 7. Bremsklappen-Symbole



#### 4. Ergebnisse

Die wichtigsten Ergebnisse der Flugleistungsmessungen sind in Tabelle 1 eingetragen und in den Bildern 3 bis 8 dargestellt. Bild 3 gibt ein Beispiel einer D 36-Polare mit Klappenausschlag  $\eta_{\bar{\kappa}} = +10^\circ$  bei dem Messfluggewicht  $G_F = 401 \text{ kp}$  (Flächenbelastung  $G/F = 31,4 \text{ kp/m}^2$ ), das die Verteilung der über 60 Messpunkte und ihre Ablage zeigen soll. Die Umwandlung dieser Geschwindigkeits- auf die  $c_A$ - $c_W$ -Polare gibt Bild 4 wieder. — Damit die Polaren mit den früher veröffentlichten Polaren anderer Segelflugzeuge [1, 6, 7] vergleichbar sind, werden die Werte auf eine Zuladung von 90 kp umgerechnet. Auf Bild 5 sind diese Polaren mit verschiedenen Klappenstellungen dargestellt; die Hüllpolare ergibt damit die besten Klappenstellungen bei den gewählten Geschwindigkeiten. Bild 6 lässt die Unterschiede der drei Segelflugzeuge erkennen: Hierbei sei bemerkt, dass die BS 1 vor und die ASW 12 nach der D 36 gebaut wurde und dass auch die Vergleichsflugpolaren von geringerer Genauigkeit sind, jedoch eine Relation ergeben, die auch von den Piloten bei Wettbewerben als richtig bezeichnet wird. Von besonderem Interesse war auch die Wirkung der Bremsklappen bzw. des Bremsschirmes, da die neueren Bauvorschriften für die Gleitzahl beim Landeanflug ziemlich harte Forderungen

- 6 H. Zacher: Flugmessungen mit Segelflugzeugen von 12 bis 13 m Spannweite, Aero-Revue 1/66, Zürich (Schweiz); OSTIV Publication IX.
- 7 H. Zacher: Flugmessungen mit Standardsegelflugzeugen, Aero-Revue 2/68, Zürich (Schweiz); OSTIV Publication IX; Soaring 12/68, Los Angeles (USA).

gen stellen, die von Hochleistungssegelflugzeugen nicht immer erfüllt werden können. So soll nach den OSTIV Airworthiness Requirements [8], Abschnitt 2.33, die Gleitzahl im Lande-

anflug bei  $1,4 \cdot v_{\min}$  den Wert von 7 nicht überschreiten. Tabelle 2 zeigt die Werte mit den Bezeichnungen nach Bild 7. Daraus wie auch aus Bild 8 ist zu erkennen, dass die Bremsklappen-

wirkung bei der D 36 sehr gut und die der BS 1 mässig war. Sogar ein Bremschirm von 1,3 m Durchmesser konnte die Gleitzahl der BS 1 nicht so verschlechtern, dass das Segelflugzeug den neueren Forderungen voll entsprochen hätte. Mit dem Bremschirm der ASW 12 konnten leider keine Vergleichsmessungen gemacht werden. Die Flugeigenschaften wurden von mehreren Piloten [9] nachgeprüft und diskutiert. Die wesentlichen Feststellungen sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

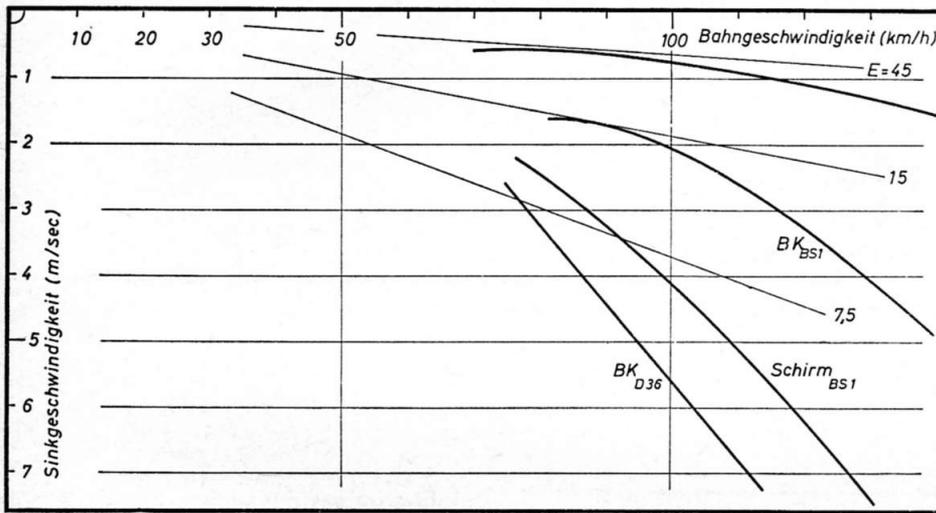


Abb. 8. Wirkung von Bremsklappen und Bremschirm 1300 mm  $\phi$  bei D 36 und BS 1.

Tabelle 2

**Wirkung von Luftbremsen**

Muster	Gesamt-bremsfläche $\Sigma F_{BK}$ [m <sup>2</sup> ]	Flügel-tiefen-lage der Bremsflächen $l_{BK/1}$	Spannweiten-lage der Bremsflächen $y_{BK} \quad b/2$	Gleitzahl mit Bremsflächen bei $1,4 \cdot v_{\min} \triangleq 90 \text{ km/h}$ $\epsilon_{\max}$
D 36	0,55	0,55	0,35	5,5
BS 1	0,40	0,75	0,22	15
BS 1 mit Schirm	(2.15) $\triangleq 1,3 \text{ m } \phi$	hinter Rumpf	-	8

Tabelle 3

**Flugeigenschaften**

	D 36	BS 1	ASW 12
Führerraum	geräumig (für grosse Piloten wenig Kopfbewegungsfreiheit); Liegesitz etwas unbequem; Sicht nach vorn sehr gut, seitlich wegen hoher Bordwand mässig.	eng; Liegesitz etwas unbequem; Sicht gut.	geräumig; Liegesitz bequem; Sicht gut.
Ueberziehverhalten	Leitwerkschütteln; Taumeln; Nickschwingungen, noch steuerbar.	keine Ueberziehwarnung; langsames Flügelkippen, noch steuerbar; grosser Höhenverlust.	Leitwerkschütteln; langsames Flügelkippen, steuerbar.
Steuerbarkeit im Normalflug	gut; gut abgestimmt (Feder im Höhensteuer).	im allgemeinen gut; schlecht abgestimmt (z. B. Quer- zu Höhensteuerkräfte; Quer- zu Seitensteuerwirkung).	gut; gut abgestimmt.
Slip	Hängen $\approx 10^\circ$ , Schieben $\approx 20^\circ$ ; wenig wirksam.	nicht wirksam.	Hängen $\approx 5^\circ$ , Schieben $\approx 10^\circ$ ; nicht wirksam.
Kurvenwechselzeit von $+45^\circ$ bis $-45^\circ$ bei $1,4 \cdot v_{\min}$	3,5" ... 4,0" je nach Klappenstellung.	4,5" ... 6,5" je nach Klappenstellung.	3,8" ... 4,5" je nach Klappenstellung.

**5. Zusammenfassung**

Die Leistungsmessungen mit den drei Hochleistungssegelflugzeugen der Offenen Klasse haben gezeigt, dass eine Gleitzahl von 45 als erreicht gelten darf. Sinkgeschwindigkeiten von 0,55 bis 0,60 m/s bei Fluggeschwindigkeiten von 80 bis 90 km/h und von 1,5 m/s bei 150 km/h sind möglich. Das  $c_{W\min}$  liegt bei 0,009.

Wenn auch Bremschirme nicht voll befriedigen und gewisse Handhabungsmängel mit sich bringen, so werden sie bei Hochleistungssegelflugzeugen (leider) doch immer wieder einmal verwendet, da man Wert auf eine hervorragende, ungestörte Oberfläche des Flügels legt.

Die Eigenschaftsprüfung ergab harmloses Abkipperverhalten, gute Steuerbarkeit und bei  $1,4 \cdot v_{\min}$  eine  $45^\circ$ -Kurvenwechselzeit von etwa 4 sec. Sie vermittelte den Eindruck, dass diese Hochleistungssegelflugzeuge unter normalen Bedingungen keine aussergewöhnlichen Anforderungen an den Piloten stellen. Es ist jedoch sehr wohl möglich, dass bei hohen Geschwindigkeiten Schwierigkeiten auftreten, die durch schnelles Fahrtaufholen, Pendelruder-Charakteristiken, Böen, den weichen Flügel sowie Flattern bedingt sind. Aussenlandungen sind wahrscheinlich manchmal problematisch.

**6. Schlussbemerkungen**

Den Eigentümern der Segelflugzeuge wie auch den Akafliegern als Prüfern und Berichterstattern möchten wir ebenso danken wie unseren Mitarbeitern, den Herren Ing. H. Gnatz, Ing. M. Karg, Dipl.-Phys. H. J. Merklein und cand. ing. P. Stagge, die bei der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung behilflich waren.

8 OSTIV Airworthiness Requirements, decembre 1966, OSTIV Schiphol-Oost (Niederlande).

9 H. Zacher: Flugeigenschaftsuntersuchungen an 14 Segelflugzeugen, FFM-Bericht Nr. 40, 1960, DVL München (Deutschland).