

Flugmessungen an Motorseglern

Von Dipl.-Ing. Hans Zacher, DFVLR, München-Riem, Deutschland
Erweiterte Fassung des Vortrages beim XII. OSTIV-Kongress,
Alpine, Texas, USA (1970)

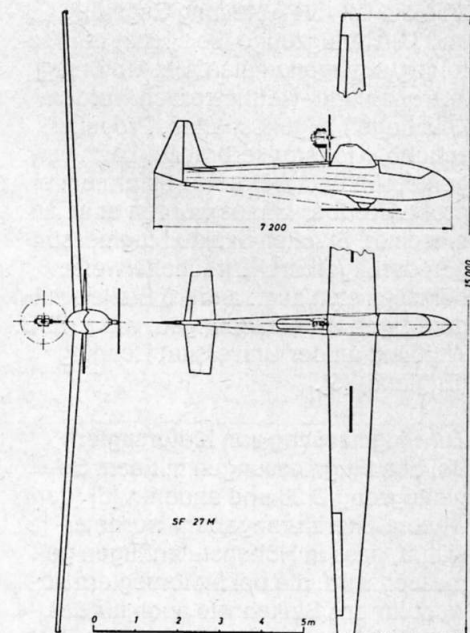
Einleitung

Motorsegler haben sich bewährt; in Deutschland fliegen 500 Übungs- und Leistungsmotorsegler. Der Aufschwung ist vor allem auf die Verfügbarkeit brauchbarer Triebwerke zurückzuführen, aber auch auf die Anerkennung, die der Motorsegler sich im Ausland erworben hat. Beim OSTIV-Kongress in Junin, Argentinien (1963), hat der Verfasser über Sinn und Zweck des Motorseglers und seine technischen Einzelheiten berichtet [2]; dieser Bericht wurde auf den neuesten Stand gebracht und in Holland veröffentlicht [3]. Die daraus entnommene Tabelle V führt fast alle die Motorsegler an, die in Deutschland entwickelt und geflogen wurden.

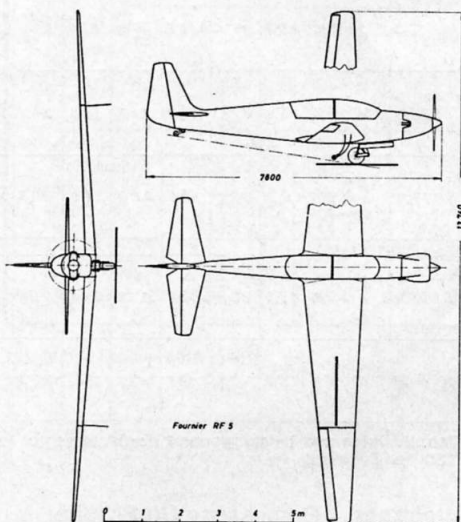
Mit der Frage, was ein Motorsegler ist, hat man sich lange und an mehreren Stellen befasst. Tabelle I zeigt einen Ausschnitt aus den verschiedenen Forderungen bzw. «Definitionen» einiger Organisationen, die auch zu einer Anerkennung durch die FAI geführt haben [4]. Selbstverständlich weichen die behördlichen Vorschriften, die in erster Linie der Flugsicherheit dienen sollen, von den sportlichen Forderungen in vielen Punkten ab. Man kann jedoch dankbar sein, dass das Luftfahrt-Bundesamt in Braunschweig in seinen «Richtlinien» [1] grossen Spielraum für die technische Entwicklung gelassen und so auf seine Weise den Motorsegler gefördert hat. Leider wird demgegenüber allzuoft von Sportkommissionen eine sehr enge Definition der Motorsegler gewünscht: Würde man diese Definition auch auf Segelflugzeuge an-

wenden, so würden fast alle Übungssegler ihre Zulassung verlieren. Die technische Entwicklung der Motorsegler vollzog sich ohne staatliche Unterstützung und auch gegen den Widerstand der Aero-Clubs bzw. Segelflug-Kommissionen. Der Industrie, einigen Gruppen und Einzelpersonen ist es jedoch gelungen, ein Fluggerät zu schaffen, das in der Zeit der Luftraumbeschränkungen wertvoll ist, wenn nicht gar notwendig wird.

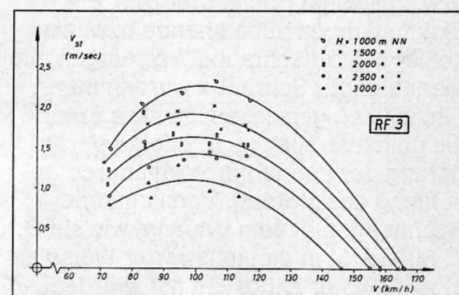
An Vorschriften und Definitionen wird immer noch gearbeitet. Aus den «Richtlinien» sollen Forderungen werden. Da ist es wichtig, dass die Leistungen und Eigenschaften der Motorsegler gemessen und geprüft werden. Deshalb hat



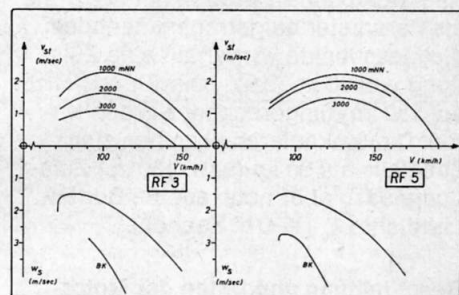
4 Einsitziger Motorsegler SF 27 M.



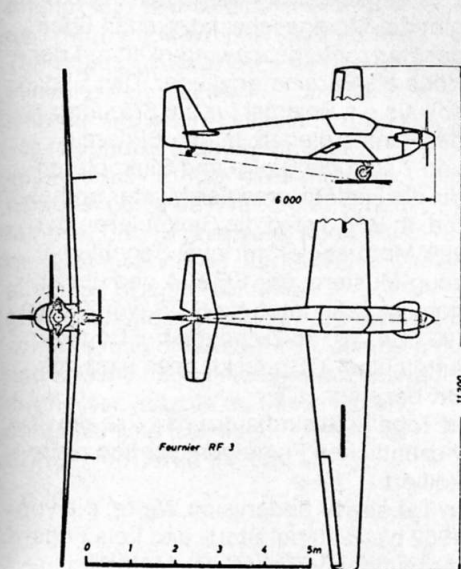
2 Zweisitziger Motorsegler RF 5.



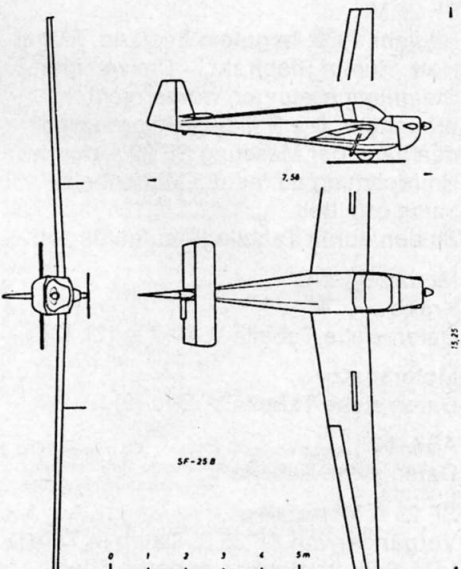
5 Steiggeschwindigkeitspolaren RF 3 mit Messpunkten für verschiedene Höhen (Beispiel).



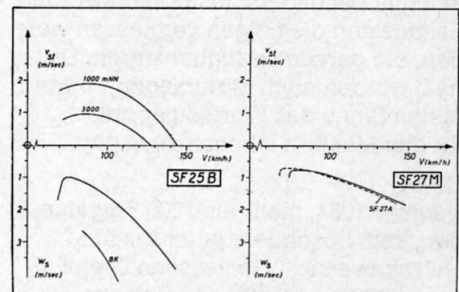
6 Steig- und Sinkgeschwindigkeitspolaren RF 3 und RF 5.



1 Einsitziger Motorsegler RF 3.



3 Zweisitziger Motorsegler SF 25 B.



7 Steig- und Sinkgeschwindigkeitspolaren SF 25 B und SF 27 M.

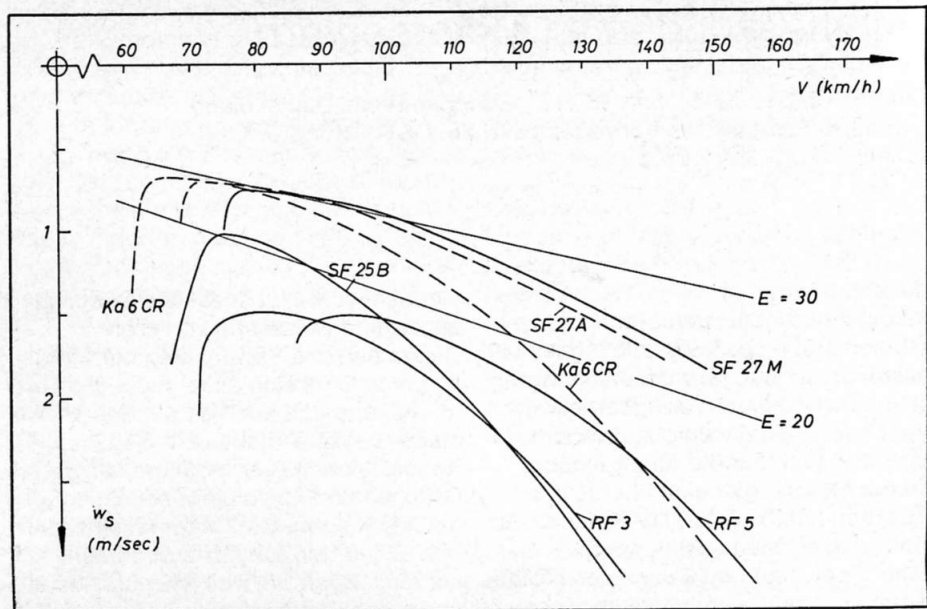
Motorsegler - „Definitionen“ verschiedener Organisationen					
	Maximal- gewicht (kg)	Steig- geschw. (m/s)	Minimal- geschw. (km/h)	Gleit- zahl	Sink- geschw. (m/s)
ARB England	750	1,25	75	1:20	-
FAA USA	-	1,00	-	1:20	1,0
FAI - CIVV	750	1,25	75	1:20	-
LBA Germany	700	1,25	(65)	-	1,5
L+A Switzerland	600	1,25	60-65	1:20	1,0
ČSSR	600	1,50	65	1:17	1,5

8 Sinkgeschwindigkeitspolaren der 4 Motorsegler, verglichen mit 2 Segelflugzeugen.

sich die DFVLR-Abteilung Segelflug und Leichtflugzeuge (seit 1962) der Motorsegler angenommen. Bei Motorseglerleuten und -wettbewerben wurden Leistungen, Eigenschaften, Propellerschübe, Kraftstoffverbrauch, Lärm usw. gemessen und Wettbewerbsformeln erprobt. Darüber hinaus wurden auch an einzelnen Stücken exakte Flugmessungen durchgeführt. Erfreulicherweise befassen sich auch andere Stellen mit derartigen Untersuchungen, wie z. B. G. Whitfield an der Universität Reading (England) [5].

Zur Flugmessung von Motorseglern

Bei den Flugmessungen mit dem Segelflugzeug D 36 und anderen [6] (darin weitere Literaturangaben) wurde erwähnt, dass in Höhenstufenflügen gemessen wird, die bei Motorseglern sowohl für das Sinken wie auch für das Steigen angewendet werden. Die Steigflugkurven beziehen sich auf Vollgas bzw. zulässige Höchstdrehzahl, die Sinkflugkurven auf stehende bzw. eingeklappte Luftschraube. Leistungen mit leerlaufender Schraube wurden nur in Einzelfällen gemessen, da sie stärker als üblich streuen (z. B. infolge Veränderung der Leerlaufdrehzahl durch Abkühlung des Motors). Versuche und Rechnungen in dem Umfang, wie sie G. Whitfield [5] in dankenswerter Weise an einem Muster angestellt hat, wurden bei uns zugunsten der Vermessung mehrerer Muster nicht durchgeführt. Alle Steigpolaren wurden mit der Höhe als Parameter aufgetragen, nachdem die Messpunkte vorher auf eine Zuladung von 90 kp (bzw. beim Doppelsitzer auf 180 kp) umgerechnet worden waren. Die Sinkpolaren beziehen sich ebenfalls auf 90 kp (bzw. 180 kp) Zuladung, dazu aber noch auf die Bodendichtedichte ρ_0 ($= 0$ m Seehöhe).



Tab. I. Motorsegler-«Definition» verschiedener Organisationen (Januar 1970)

Muster	Profil	Spannweite [m]	Flügel- fläche [m²]	Seiten- verhältnis [1:2]	Rüst- gewicht [kg]	Flug- gewicht [kg]	Flächen- belastung [kg/m²]	V _{min} [km/h]	V _{min} bei V [km/h]	E _{best} bei V [km/h]	W _s [m/s]	bei V _{best} [m/s]	Motor	V _{max} bei V _{best} in 1000m
RF 3	NACA 23015 23012	11,2	11,0	11,4	280	370	33,7	71,3	1,49	80,5	16,1	94,0	Reclimo 44R1200 39 PS	2,3 100 in 1000m
RF 5	NACA 23015 23012	13,7	15,1	12,5	470	650	43,0	86	1,52	95	18,0	105	Limdach SL 1700E 68 PS	2,3 125 in 1000m
SF 25 B	Mü 14%	15,3	17,5	13,4	360	540	31,0	67,2	1,02	75	21,1	81	Stamo MS 1500 45 PS	1,9 88 in 1000m
SF 27 M	FX 61-184 60-126	15,0	12,1	18,6	280	370	30,5	75	0,77	83	31	95	Hirth F40R1a 26 PS	(16) 105 in 1000m
zum Vergleich:														
SF 27 A	FX 61-184 60-126	15,0	12,1	18,6	222	312	25,8	68	0,70	75	31	87	—	—
Ka 6 CR	NACA 633-618	15,0	12,4	18,1	185	275	22,2	61	0,68	67	29	78	—	—

Tab. II. Daten und Leistungswerte der Motorsegler (mit Vergleichswerten von 2 Segelflugzeugen) bei 90 bzw. 180 kp Zuladung

Beschreibung und Daten der Motorsegler

Die Motorsegler konnten für Messzwecke nicht besonders ausgewählt werden: Es mussten diejenigen vermessen werden, die gerade verfügbar waren. Deshalb wurden auch Motorsegler im weitesten Sinne des Wortes geprüft. Zu den Mustern ist noch zu sagen:

RF 3
Baujahr 1964, mehr als 1200 Flugstunden, kein besonders guter Zustand. Holzbauweise. – Gemessene Gipfelhöhe ≈ 4900 m, gemessene Reisegeschwindigkeit ≈ 175 km/h.

RF 5
Baujahr 1970. Es standen zwei Stück zur Verfügung, die beide in gutem Zustand waren. Holzbauweise. – Gemessene Gipfelhöhe über 5000 m, gemessene Reisegeschwindigkeit ≈ 185 km/h.

SF 25 B Falke
Baujahr 1969. Nach Bruch wieder ziemlich gut aufgebaut. Flügel Holz, Rumpf

Stahlrohr. – Gemessene Gipfelhöhe ≈ 4900 m, gemessene Reisegeschwindigkeit ≈ 145 km/h.

SF 27 M
Baujahr 1969. In gutem Zustand. Flügel Holz, Rumpf Stahlrohr. – Die wenigen Steigflugmessungen waren nicht brauchbar. Die Sinkflug-Polaren wurden nach der Messung SF 27 A durch Umrechnung auf neue Flächenbelastung ermittelt.

Zu den nur in Tabelle IV aufgeführten

Motorseglern:

Krähe

Daten siehe Tabelle V, Bild in [2], [3].

Motorspatz

Daten siehe Tabelle V, Bild [2].

ASK-14

Daten siehe Tabelle V.

SF 25 A Motorfalke

Vorgänger von SF 25 B. Daten in Tabelle V. Schulterdecker, anderes Triebwerk als Ausführung B.

Ergebnisse

In den Bildern 5 bis 8 und der Tabelle II sind die wesentlichen Ergebnisse der Leistungsmessung dargestellt. Bild 5 gibt die Steiggeschwindigkeiten über der Horizontalgeschwindigkeit mit der Höhe als Parameter wieder. Das Bild soll als ein Beispiel für die Streuung der Punkte dienen. In den Bildern 6 und 7 sind die Steig- und Sinkpolaren für die vier Motorsegler-Muster enthalten. In Bild 8 sind die Sinkpolaren der vier Motorsegler mit zwei Segelflugzeug-Mustern, der SF 27 A und der allgemein bekannten Ka-6 CR, verglichen (90 bzw. 180 kp Zuladung bei Bodendichtedichte ρ_0). Bremsklappen sind mit BK bezeichnet.

In Tabelle III sind auszugsweise die wesentlichen Flugeigenschaften protokolliert.

In Tabelle IV finden sich Werte, die von 1962 bis 1970 bei Start- und Leistungsmessungen während der Motorseglerwettbewerbe in Leutkirch und Feuer-

stein gewonnen wurden. Darin sind entweder Grenz- oder Mittelwerte enthalten, die zeigen, dass die bis heute gültigen Richtlinien auch dann erfüllt werden können, wenn bei Wettbewerben mit hohen Gewichten ohne besonderes Geschick gestartet wird (Praxisfälle). Die ermittelten Steig- und Sinkwerte entsprechen in der Grössenordnung denen, die bei exakten Höhenstufenflügen gemessen wurden; sie beziehen sich auf Durchschnittswerte verschiedener Stücke eines Modells in Höhen zwischen 500 und 1500 m NN.

Zusammenfassung

Aus der grossen Zahl von Messungen bei Wettbewerben, Vergleichsflügen und Höhenstufenflügen wurden auszugswise die wichtigsten Ereignisse mitgeteilt. Sie geben ein Bild des weiten Bereichs vom Leistungs-Segelflugzeug (SF 27 M) bis zum Übungs- und Schulflugzeug (RF 5). Die in den «Richtlinien» des Luftfahrt-Bundesamtes niedergelegten und auch von den Sportorganisationen im wesentlichen übernommenen Definitionen können als erfüllt angesehen werden.

Schlussbemerkungen

Den Eigentümern der Motorsegler wie auch meinen Mitarbeitern, den Herren Ing. (grad.) H. Gnatz, Dipl.-Ing. H. Jung, Ing. (grad.) M. Karg, und Dipl.-Ing. H. Laurson möchte ich für ihre Hilfe bei der Vorbereitung, Durchführung und Ausarbeitung der Untersuchungen danken.

Summary

Flight Measurements on lowered Gliders

During the activity at several contests and in special partial glides performance measurements and flight characteristic investigations of some available powered gliders have been made by the DFVLR-Department Soaring and Light Airplanes. It is intended to test also most of the new and more effective powered gliders. The polar curves show sinking and climbing velocities and a comparison with the wellknown sailplane Ka-6 CR. Table I shows requirements or «definitions» for powered gliders established by several organisations; tables II und III give data, a few performance values, and a short summary of the main flight characteristics; in table IV are given some results of take off run, climbing and sinking speed measurements made during contests. In addition, table V contains essential data of nearly all German powered gliders.

	RF3	RF5	SF25B	SF27M	zum Vergleich: Ka6CR
Führerraum	gut, Sicht gut,	ziemlich gut, Sicht gut,	mittel, (eng für 2 Pers.) Sicht sehr gut,	sehr gut, Sicht gut,	mittel, etwas unbehaglich, Sicht ausreichend,
Überziehverhalten	schnelles Kippen über den Flügel, noch steuerbar	Kippen über den Flügel, steuerbar	Taumeln, kein ABkippen	langsames Kippen über den Flügel, steuerbar	Sackflug, steuerbar
Steuerbarkeit im Normalflug	sehr gut, gut abgestimmt, BK ausreichend	sehr gut, gut abgestimmt, BK mässig	gut, mässig abgestimmt, BK ausreichend	gut, gut abgestimmt, BK gut	gut, gut abgestimmt, BK ausreichend
Slip	unbrauchbar	mässig brauchbar	mässig brauchbar	brauchbar	brauchbar
Anlassen in der Luft	durch Anstürzen mit Dekompression	elektr. Anlasser	mechan. Handanreisser oder Anstürzen mit Vorwärtsschlag	mechan. Handanreisser	—
Kurvenkreislaufzeit von 45° bis -45° bei 40 km/h	3,2 sec	3,7 sec	5,2 sec	3,8 sec	4,0 sec

Tab. III. Flugeigenschaftsprüfung von Motorseglern

Tab. IV. Messungen bei Motorseglerwettbewerben 1962–1970 (Flugplatzhöhe = 600 m)

		L ₀		L ₁₅		Steiggeschw. (m/s)		Sinkgeschw. (m/s)	
Muster		Gewicht (kp)	Leistung (PS)	L ₀ (m)	L ₁₅ (m)				
Krähe		340	23,0	440.....750					
Motorspatz		345	25,0	300.....850					
SF 27 M		370	26,0	210.....260	410	1,60	0,70		
ASK 14		360	26,0						
RF 3		350	39,0	200	340	2,30	1,50		
RF 4		390	39,0	160.....200	300.....410	1,75	1,40		
Motorfalk SF 25 A		490	25,0	120.....200	320.....480	1,25	1,20		
Falke SF 25 B		540	45,0	120.....240	300.....430	1,80	1,00		

Tab. V. Deutsche Motorsegler

Typ	Hersteller	Jahr	b (m)	F (m ²)	b ³ /F	G _{st} (kg)	G _{fl} (kg)	Triebwerk	N (PS)	G/F (kg/m ²)	G/N (kg/PS)	Eigenstart	Sitze
Mü 13	Akaflieg München	1937	16	17	15,3	175	285	Kroeber M 4	18,0	16,8	15,8	ja	1
C 10	Akaflieg Chemnitz	1940	12,5	12,0	13,0	170	300	Kroeber M 4	18,0	25,0	16,7	ja	1
HL 20 'Mose'	Hilth, Nüßern	1942	14,8	18,7	11,7				20,0			ja	1
LK 10 A	Eilers, Bremen	1956	15,2	15,7	14,8	310	395	Lloyd - O'Brien	12,0	25,2	33,0	nein	1
AV 36 CM	Bolkow, München	1958	12,0	14,3	10,0	158	240	Solo	12,0	16,9	20,0	nein	1
Dohlé I	Pützer, Bonn	1956	13,2	18,0	9,7	300	420	Lloyd LP 400	13,5	23,4	31,0	nein	1
Dohlé II	Pützer, Bonn	1957	13,2	18,0	9,7	325	450	Ilo F 2 376	24,0	25,0	18,0	ja	1
Illerfalk I	Obermeier, Illertissen	1956	19,0	21,2	17,1	310	500	AVA 4 A	25,0	23,6	20,0	nein	2
Illerfalk II	Obermeier, Illertissen	1962	19,0	21,2	17,1	370	550	Brändl ZB 700	30,0	26,0	18,4	ja	2
Motorab B	Neulen, Oberhausen	1957	13,7	18,6	10,0	405	625	STAMO 1400 B	42,0	33,7	14,9	ja	2
P 77	Sterz, Augsburg	1956	14,4	16,8	12,2	250	350	AVA 4 A	25,0	20,8	14,0	ja	1
Mü 23	Akaflieg München	1960	20,0	24,0	16,7	475	600	verschiedene	(30,0)	25,0	(20,0)	ja	2
SP 1 - 10/1	Wesel, Reutlingen	1959	10,0	9,3	10,8	190	300	Wesel WR 3 G	25,0	32,2	12,0	ja	1
Krähe I	Raab, München	1957	12,0	14,4	10,0	230	340	Brändl ZB 300 S	18,0	22,6	14,2	ja	1
Krähe II	Raab, München	1961	12,0	14,4	10,0	230	340	Brändl ZB 300 SG	23,0	24,0	14,8	ja	4
Krähe V 6	Raab-Blessing, Hamburg	1960	11,8	14,0	10,0	246	340	Pollmann HIEPU 40/3500	40,0	24,3	8,5	ja	1
Motorspatz A	Scheibe, Dachau	1957	14,1	11,8	16,7	220	340	Brändl ZB 300 S	18,0	28,8	18,9	ja	1
Motorspatz B	Scheibe, Dachau	1962	14,1	11,8	16,7	225	345	Solo 560	25,0	29,2	13,8	ja	1
La 16	Landmann, Dresden	1961	12,5	12,5	12,5	170	275	Kroeber M 4	18,0	22,0	16,3	ja	1
La 17	Landmann, Dresden	1961	13,0	20,4	8,3	228	420	Zschopau BK 350	15,0	20,6	28,0	nein	1
MS 60	Pützer, Bonn	1961	15,5	16,0	15,0	410	520	Ilo F 2 376	30,0	32,6	17,3	ja	1
H 30 TS	Hütter-Kensche-Allgeier, Udingen	1961	15,0	9,5	23,5	240	370	BMW 8026 Turb.	(45 kp)	39,0	(8,2 kp/kp)	ja	1
SF 25 A Motorfalk	Scheibe, Dachau	1963	16,6	17,7	15,5	300	(460)	Solo 560 A	25,0	(26,0)	(18,4)	ja	2
SF 25 B Falke	Scheibe, Dachau	1967	15,3	17,5	13,4	335	530	STAMO 1400 C	45,0	30,3	11,8	ja	2
SF 27 M	Scheibe, Dachau und Obermeier, Illertissen	1966	15,0	12,0	18,7	250	380	Solo-Hirth F 10	26,0	31,7	14,6	ja	1
'Überschwalbe'	Kaiser, Pöppelhausen	1964	12,8	12,6	13,1	200	310	Solo	25,0	24,6	12,4	ja	1
K 11 Lückenhuber	Schleicher, Pöppelhausen	1967	14,3	12,6	16,2	230	360	Solo-Hirth F 10 A	26,0	28,6	13,9	ja	1
K 12 - ASK 14	Blessing-Gomolzig, Wuppertal	1965	15,5	16,0	15,0	420	520	STAMO 1400 S	45,0	32,5	11,6	ja	1
MS 65	Brums, Münster	1965	15,0	14,2	15,9	205	310	Sütl SK 120	7,0	21,9	44,2	nein	1
K 8 B Stuhl	Fichtel & Sachs, Schweinfurt	1967	15,0	14,2	15,9	200	310	KM 42 Wankel	10,0	21,9	31,0	nein	1
K 8 B - 2 M	Hennies, LSV-Deimold	1968	15,0	14,2	15,9	210	310	Sütl SK 120/137 F1	2 x 7	21,9	22,0	ja	1
Ka 6 Stuhl	Brums, Münster	1969	15,0	14,2	15,9	210	310	Sütl SK 120/137 F1	8,5			nein	1
RF 3	Pützer, Dahlmeier Binz	1963	11,2	11,0	11,4	240	350	Rectimo 4 AR 1200	39,0	31,8	9,0	ja	1
RF 4	Pützer, Dahlmeier Binz	1966	11,2	11,0	11,4	265	390	Rectimo 4 AR 1200	39,0	35,4	10,0	ja	1
RF 5	Pützer, Dahlmeier Binz	1968	13,8	15,1	12,3	380	650	Rectimo AR 1600	68,0	43,0	9,6	ja	2
K 7 Stuhl	Auweiler, Köln	1968	16,0	17,5	14,6	320	480	Sütl SK 120	2 x 10,0	27,4	24,0	nein	2
Gleisnermax	Blessing, Hamburg	1968	15,3	16,5	12,7	490	690	Porsche	52	34,0	15,0	ja	1
SFS 31	Pützer, Scheibe	1969	15,0	12,0	18,7	310	420	Rectimo 4 AR 1200	39,0	35,0	10,8	ja	1
D 37	Akaflieg Darmstadt	1969	18,0	13,0	24,8	329	445	Wankel KM 914	18,0	34,0	24,7	nein	1
Sirius	Rhein-Flugzeugbau	1969	17,5	13,8	22,0	290	400	Nelson	43,0	29,0	9,3	ja	1
fs 26	Eppler-Akaflieg Stuttgart	1971	12,6	13,2	12,1	250	360	Solo-Hirth F 10 A	26,0	27,2	13,8	ja	1

2 H. Zacher: Die Entwicklung von Motorseglern in Deutschland. Vortrag Junin (Argentinien) 1963. OSTIV-Publication VII.

3 H. Zacher: Ueber die Entwicklung des Motorseglers. Licht- und Rumpfmontage 3 (Holland, Dez. 1971).

4 FAI-CIVV: Sporting Code, Sect. 3, Class D: Gliders (1971).

5 G. Whitfield: Glider Performance Testing with Results of Tests of the Motorglider Scheibe SF 25 Falke. Noch nicht veröffentlichter Vortrag beim Euromech 26, Oberwolfach 1971.

6 H. Laurson und H. Zacher: Fluguntersuchungen mit den Segelflugzeugen D 36, BS 1 und ASW-12. Vortrag Leszno (Polen) 1968. OSTIV-Publication X (dort auch weitere Literaturangaben).

1 LBA-Mitteilung 10.05: Vorläufige Richtlinien für die Prüfung und Zulassung von Motorseglern (14. 4. 1967).