

# DER FLATTERSTURZ

Aufsatzreihe von Dipl.-Ing. Michael Schönherr

27. Fortsetzung und Schluß  
10/79

Der Schlüssel zum Verständnis der Druckpunktwanderung des Drachens liegt in seiner Segelform und Verformung. Sie ist in Abb. 105 für die gebräuchlichsten Drachen dargestellt. Eingezeichnet sind auch Auf- und Abtriebskräfte im mittleren und äußeren Segelbereich.

Und nochmals:

Bei kleinen Anstellwinkeln wird der Drachen ohne konstruktiven Schränkungserhalt kopflastig. Dadurch neigt er sich nach vorn. Hierdurch schwenkt der Schwerpunkt durch den tief hängenden Piloten nach hinten. Dies erzeugt ein aufrichtendes Gegenmoment, die »Pendelwirkung«. Der Pilot spürt sie durch Negativkraft am Steuerbugel. Kommt es zum Gleichgewicht zwischen Kopflastigkeit und Pendelwirkung, so haben wir den stationären Flattersturz. Kommt es nicht dazu, so haben wir den instationären Vorwärts-Uberschlag.

Wer dies und die Abb. 105 verstanden hat, der hat das Wesen des Flattersturzes erfaßt. Der Rogallo kommt um ein starres Zusatzelement, den Schränkungsanschlag nicht herum. Machen wir aber nicht nochmals einen Fehler. Es heißt nicht »je mehr Schränkungserhalt desto besser«. Zuviel Schränkungserhalt bedeutet nämlich meist geringe Höchstgeschwindigkeit. Auch Geschwindigkeitsreserven können lebensnotwendig sein, wenn plötzlich auffrischender Wind droht, den Drachen abzutreiben. Es erfordert also das richtige Maß bei der Dimensionierung des Schränkungserhalts, am besten, man bedient sich hierzu des Hängegleiter-Testautos.

## 5.5 Zusatz eines Höhenleitwerks

Seit es den Rogalloflügel gibt, gibt es auch Versuche, ihm eine Höhenflosse zu verpassen. Da gab es z.B. schon 1952 das »Princeton sailwing concept«, welches Anfang der 70er Jahre von Markowski (Abb. 106), Peghini und anderen für ihre flexiblen Hängegleiter angewandt wurde. »Wenn schon Höhenflosse, dann gleich einen richtigen Schwanz« sagte man sich, und es entstanden ungefeilte Wing-tip-Rogalloflügel mit Leitwerk, die in ihrer äußeren Form ganz einem konventionellen Flugzeug entsprachen. Einen Verkaufserfolg erzielten jene Geräte jedoch nie, lediglich die englische »Paloma« ging 1975 in Europa in Serie, wurde aber bald nicht mehr gesehen. Die Befürworter der »geschwänzten Flexiblen« glaubten die Vorteile des Rogalloflügels (Einfachheit, leichte Verpackung) mit denen des Starrflüglers (Flattersturz-sicherheit große Leistung) in ihren Entwürfen vereint zu haben. Die Gegner sahen eher ein Zusammentreffen der Nachteile, nämlich die verschlechterte Leistung des Rogalloflügels verbunden mit der Komplexität und den Startschwierigkeiten des »geschwänzten Starrflüglers«. Sicherlich kannten jene Geräte mit Höhenleitwerk nicht den Flattersturz, sie konnten sich jedoch wegen der mäßigen Leistung und der vergrößerten Komplexität nicht gegen echte Drachen und Starrflügler durchsetzen.

Der Schweizer Arnold Wagner kam 1977 mit seinem W-17 »Dracula« auf den Markt (Abb. 107). Im Gegensatz zum »Princeton-sailwingconcept« war hier in einer verblüffend klaren

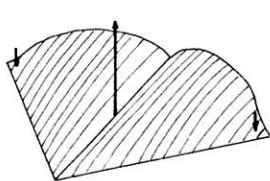
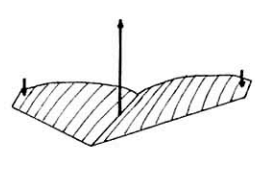
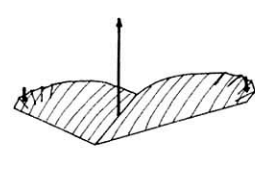
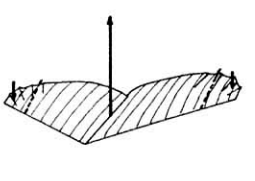
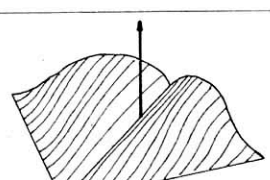
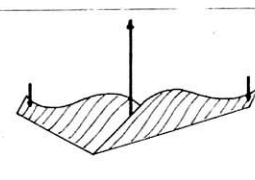
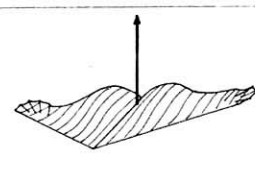
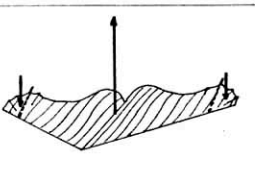
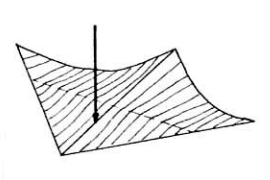
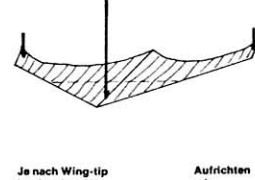
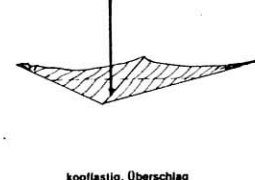
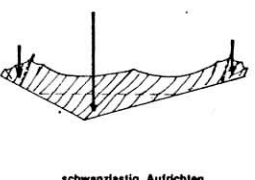
	Standard-Rogallo	2. Generation, Wing-tip	3. Generation, »radial«	3. Generation, Schränkungsanschlag
Segel voll gebüht $\alpha > 12^\circ$	 Normalflug	 Normalflug	 Normalflug	 Normalflug
Segel Killform 1 $0^\circ < \alpha < 12^\circ$	 Kopflastig, Flattersturz	 Je nach Wing-tip kopflastig oder schwanzlastig, Aufrichten oder Flattersturz	 kopflastig, Flattersturz	 schwanzlastig, Aufrichten
Segel Killform 2 $\alpha < 0^\circ$	 kopflastig, Überschlag	 Je nach Wing-tip kopflastig oder schwanzlastig, Aufrichten oder Überschlag	 kopflastig, Überschlag	 schwanzlastig, Aufrichten

Abb. 105: Die Nickachsen-Probleme der Drachen als Folge des Segelkillens

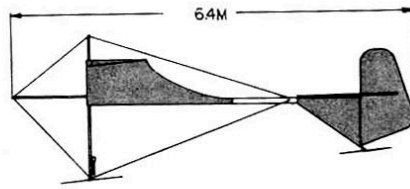
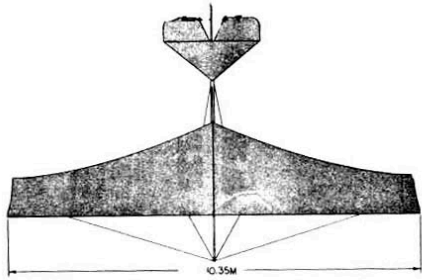
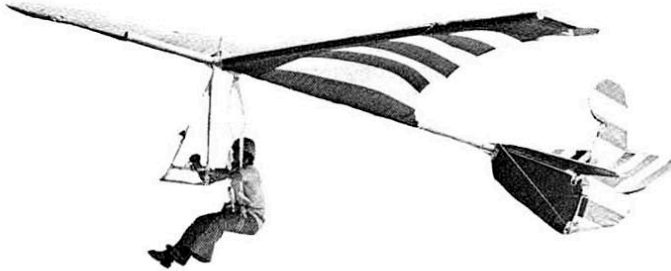


Abb. 106: Der »Eagle« von Markowski



Konstruktion der negativ gepfeilte Rogalloflügel mit Höhenleitwerk verwirklicht. Das Gerät war vom Prinzip her flattersturz sicher und genial einfach, sein Erbauer erhielt dafür den OUV-Preis. Trotzdem wurde es kein Verkaufserfolg, ich nehme an, wegen zu geringer Leistung.

Alles in Allem muß man sehen, daß die Druckpunktwanderung des Rogalloflügels durch den Zusatz eines konventionellen Höhenleitwerks zwar sicherer gemacht werden kann, daß allen derartigen Versuchen jedoch bisher ein schlechtes Aufwand/Leistungsverhältnis gegenüberstand.

**5.6. Vom Drachen zur Ente, der logische Weg?**

Entenkonzepte haben für flexible Hängegleiter einige bestechende Vorteile, mit ihnen läßt sich erreichen:

- Flattersturz sicherheit
- Hochleistung bei geringstem Gewicht und Einfachheit
- Startfähigkeit ohne Helfer, da der Pilot im Schwerpunkt des Geräts hängt

Schaut man sich um, was in dieser Richtung schon einmal gebaut wurde, so erlebt man eine gehörige Überraschung!

Im Jahre 1921 entwickelte nämlich ein Herr Platz ein »Segelflugzeug, auf dem Fahrrad transportierbar«. Das historische Foto zeigt in der Tat einen Mann, der ein Bündel geschultert hat, und Fahrrad fährt. Das Bündel ist der verpackte »Platz-Gleiter«, es sieht genauso aus, wie ein Drachenbündel, und ist auch nichts anderes. Ein weiteres Foto zeigt nämlich Herrn Platz im Flug mit seinem Gerät, und was er 1921 erfunden hatte, war nichts anderes, als ein ungepfeilter Rogalloflügel mit Vorflügel! Walter Ecker aus Hallein baute den Platz-Gleiter nach (Abb.108), ich selbst hatte Gelegenheit, beim Einfliegen dieses Geräts dabeizusein. Der Entwurf von Herrn Platz 1921 versuchte, die von Segelbooten her be-

kannten Vorteile der Verwendung von Haupt- und Focksegl auf ein Einfachst-Fluggerät zu übertragen, das überdies durch Verstellen des Vorflügels (Fock) steuerbar war. Nun, der Platz-Gleiter besaß relativ wenig Leistung, war aber vom Prinzip her flattersturz sicher. Durchgesetzt in der Fliegerei hat sich erst der 1948 erfundene noch einfachere aber flattersturz fähige Rogalloflügel. Der Erfinder des bemannten, flugfähigen Segels war aber zweifelsohne Herr Platz, berühmt als der Konstrukteur der Fokker-Flugzeuge des 1. Weltkriegs.

Warum hatte sein Gerät so wenig Leistung? Ich kann hier keine detaillierte Analyse geben, es dürfte vor allem daran liegen, daß der Hauptflügel, bedingt durch Vorflügel und Schränkung, schlecht angeströmt wird und teilweise killt.

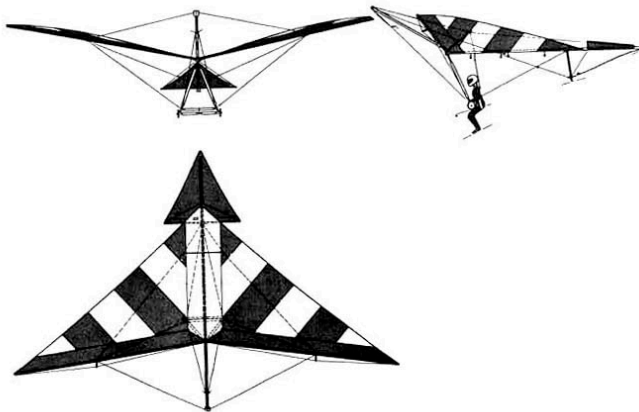
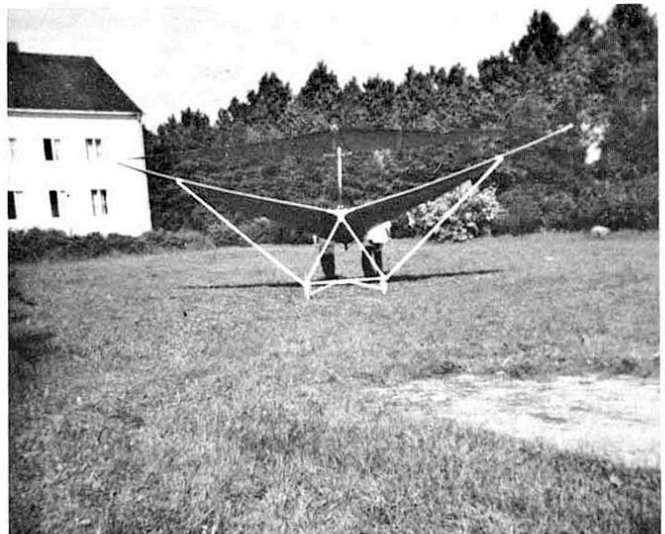


Abb. 107: W-17 »Dracula« von Arnold Wagner

Abb. 108: Der »Platz-Gleiter«. Modifizierter Nachbau von Walter Ecker

Den Platz-Gleiter kann man auch als Entenflugzeug betrachten. mit etwas zu groß geratenem Enten-Vorflügel. Ich selbst arbeite seit einigen Jahren an einem Konzept, welches im Prinzip Elemente des Platz-Gleiters enthält, welches durch andere Dimensionierung aber eine echte »flexible Ente« mit großem Leistungspotential darstellt (Abb. 109). Die Abb. 109 ist eine Prinzip-Skizze . das Resultat langer Überlegungen. Es handelt sich aber nicht um ein flugerprobtes Gerät, es darf also nicht einfach nachgebaut werden!

Noch ein Wort zur Flugleistung. Ungepeilte Rogalloflügel glänzen fast immer durch auffällig schlechte Leistung. Dies ist sicher der Hauptgrund, daß sich weder Platz-Gleiter noch Dracula durchsetzen konnten. Ich sehe den Hauptgrund hierfür in der natürlichen Schränkung des Segels, welche auch bei gespannter Hinterkante leicht 10° beträgt. Ein gepfeilter Flügel (den fast alle heutigen Drachen haben) fliegt und verkräftet wegen des Vorderkantenwirbels große Anstellwinkel, so daß insgesamt der ganze Flügel trägt. Beim ungepeilten Segel trägt bei mittleren Anstellwinkeln der Flügel nur außen, innen herrscht Strömungsabriß. Bei kleinen trägt er nur innen, und außen killt das Segel. Die natürliche Segelschränkung muß also raus, entweder durch feste Wing-tips mit Abspannung nach unten oder eleganter durch Anwendung des zylindrischen Prinzips (Abb.88), indem also der Flügelstange eine Wölbung verpaßt wird. Ein solcher »zylindrischer Flügel« ist bei meinem Entenkonzept vorgesehen. Dadurch braucht das Segel nicht übertrieben stark gespannt zu werden, wahrscheinlich entfällt auch die Notwendigkeit einer Seitenflosse, die sich zwischen Turm und Kielstange erstrecken könnte.

Die Flattersturzicherheit der flexiblen Ente läßt sich rasch zeigen. Sie hat eine feste Einstellwinkeldifferenz zwischen Haupt- und Vorflügel, auch bei 0° Anstellwinkel, wenn der Hauptflügel nicht mehr trägt, ist der Vorflügel noch positiv angeströmt, er liefert Auftrieb und ein aufrichtendes Moment.

Sicherlich wird es, wie bei jedem Segel-Flügel auch hier Unstetigkeiten in den aerodynamischen Beiwerten geben, wenn das Segel killt, sicherlich ist es aber auch so, daß ein richtig dimensionierter Vorflügel alle Instabilitäten abdeckt. Das Hängegleiter-Testauto wird die letzte Antwort liefern, ich werde bei Gelegenheit darüber berichten.

Die Abb. 109 soll ein Prinzip darstellen. Es ist ausbaufähig auf größte Leistung, indem dem Hauptflügel die optimale Auftriebsform, z.B. eine elliptische Form durch Segellatten, gegeben wird. Der Hauptflügel kann ganz auf Leistung und ohne Schränkung gebaut werden, die Flugstabilität liefert der Vorflügel. Sollten Probleme um die Hochachse entstehen, so wird eine aerodynamische Steuerung notwendig (insbesondere bei großen Spannweiten), zu deren Verwirklichung es verschiedene Möglichkeiten gibt, über eine sehr einfache werde ich bei Gelegenheit berichten.

Ich bin überzeugt, daß mit einer flexiblen Ente die gegenwärtigen Drachen-Leistungen verdoppelt werden können, und zwar ohne erheblichen Mehraufwand. Die Zukunft wird zeigen, ob sie neben dem durch Schränkungsanschlag ausgereifen Rogalloflügel bestehen kann, ob sie ihm ebenbürtig wird, oder ob sie ihn langfristig sogar ersetzen kann. Meine Vermutung ist die, daß der Rogalloflügel für Einfachst-Fliegen bei mäßiger Leistung bleiben wird, daß die ultraleichten flexiblen Hochleistungsgeräte der Zukunft jedoch Enten nach dem Prinzip der Abb. 109 sein werden. Welches Potential in den starren Enten steckt, haben die Gebrüder Wright 1903 beim ersten menschlichen Motorflug bewiesen, Hans Farner hat mit seinem »Canard« ungeahnte Segelmöglichkeiten eröffnet, und nicht zuletzt hat Paul MacCready mit »Gossamer Condor« und »Albatross« gezeigt, daß Entenflugzeuge zu der unglaublichen Leistung eines Muskelkraft-Flugs von England nach Frankreich befähigen. Ich bin überzeugt, daß auch die flexible Ente dem Ultraleichtflug einen großen Fortschritt bescheren wird, denn sie erlaubt, das Leistungspotential eines Segels mit Hilfe des zylindrischen Prinzips durch Elimination der Schränkung voll auszureizen, sie ist flattersturzicher, ultraleicht, einfach, schnell auf Sessellift-

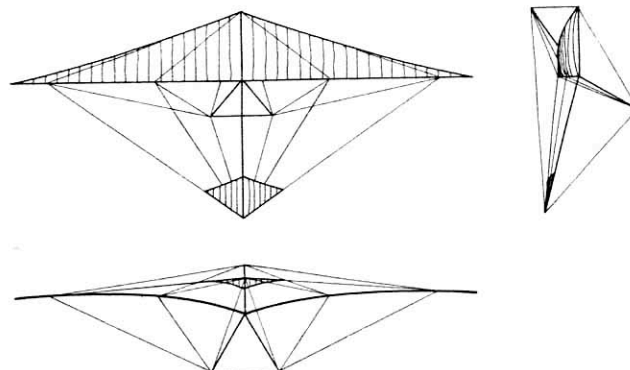


Abb. 109: Prinzip - Skizze einer flexiblen Ente

maß verpackt und ohne Helfer startfähig. Sie muß jedoch noch qualifiziert werden, insbesondere im Hinblick auf die Hochachsenstabilität und ggf. eine simple aerodynamische Steuerung.

Mit diesem hoffnungsvollen Ausblick möchte ich die »Konstruktiven Methoden zur Beeinflussung des Flattersturzes«, das Thema von Kapitel 5, abschließen. Von der »Verbesserung der Pendelwirkung« unter 5.2 bis zur flexiblen Ente dieses Abschnitts 5.6 spannt sich ein weiter inhaltlicher und zeitlicher Bogen. Ich habe umfassend die technischen Wege und Abwege zur Überwindung des Flattersturzes aufgezeigt. Ich bin zuversichtlich, daß hierdurch das sichere Fliegen, der »Traum vom Fliegen« nähergerückt ist.

## 6. Schluß

Es ist mir eine besondere Befriedigung, daß heute der flattersturzichere Drachen Wirklichkeit geworden ist. Hieran haben viele ihren Anteil. Die wichtigste, oft vergessene Gruppe sind die Todesopfer. Stellvertretend seien im folgenden die deutschen Flattersturzopfer der Jahre 77 und 78 angeführt. Ihnen, die mir wesentlichen Ansporn gaben, sei diese Aufsatzreihe gewidmet:

Georg Stanislawski, Heinz Engel, Hans Bergmüller, Hans Holzer, Erhard Kretschmer, Klaus Müller, Josef Haseidl, Heinz Schrader, Wolfgang Wiegand, Helmut Brändle, Günter Rohlf.

Dem Luftfahrtverlag und den Lesern sage ich Dank für die große Ausdauer bei dieser ungewöhnlich langen Aufsatzreihe. In Ergänzung hierzu werde ich in Kürze über Untersuchungsergebnisse mit dem DAeC-Hängegleiter-Testauto berichten.

## Quellenverzeichnis

1. F. Flatt et S. Gouda  
»Dispositif DAC permettant le degagement de la »chute en drapau« des ailes delta« Aero-Revue 12/1974
2. Nelio Rigamonti, Hans Pflugshaupt  
»Untersuchung der stationären Flugzustände von zwei Delta-Hängegleitern« Bericht FO-1255. Eidgenössisches Flugzeugwerk Emmen
3. Michael Schönherr  
»Das Segelprofil von Rogallo-Gleitern« drachenflieger-magazin 2/1976
4. Kaeslin, Weibel, Dubs, Hafner, Ott  
»6 Schlußberichte der Eidgenössischen Flugunfall-Untersuchungskommission über Unfälle mit Hängegleitern« Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement
5. Walter Sommer  
Augenzeugenbericht, Autor des Flattersturz-Photos mit Jürgen Siedesbeck (Abb. 2)
6. Michael Schönherr  
»Der 3 g-Test für Hängegleiter« drachenfliegermagazin 4/1976
7. Friedrich Rentsch  
»Unfall und Flächenbelastung« SHV Informationen FSVL Nr. 12 vom 7.7.77