

Durch Querruder beeinflusstes Biegeflattern eines Segelflugzeuges

Zusammenfassung eines Filmes, der von der Akademischen Fliegergruppe Braunschweig und dem Institut für Flugzeugbau und Leichtbau, Technische Universität Braunschweig, angefertigt wurde

Vorgeführt beim 13. OSTIV-Kongress, Vršac, Jugoslawien (1972), von Dipl.-Ing. Hans Zacher, DFVLR-Abt. Segelflug, München

Flutterflugversuche wurden mit dem Segelflugzeug SB 9 von der Akademischen Fliegergruppe Braunschweig in Verbindung mit dem Institut für Flugzeugbau TU Braunschweig durchgeführt, um die Flattereigenschaften eines Kunststoffflügels zu untersuchen. Die SB 9 wurde entworfen und gebaut von der Akaflieg Braunschweig. Für die verschiedenen Untersuchungen wurden einige Modifikationen angebracht: Aenderung der Spannweite von 18 auf 22 und zurück auf 21 m, verschiedene Steifigkeit des Flügels, Querruder mit und ohne Massenausgleich, hydraulischer Dämpfer im Seitenruderantrieb. Nach einer Studie der Ergebnisse von Rechnungen und Bodenversuchen (Bruch und Ermüdung) wurde ein Flugversuchsprogramm vorbereitet und dann Schritt für Schritt geflogen von Dipl.-Ing. Helmut Treiber, Akaflieg Braunschweig.

Wenn weder Querruder-Massenausgleich noch Seitenruder-Dämpfer angebracht waren, konnte Flügelklappen erzeugt werden durch die mehr oder weniger starke Bewegung des Quersteuers. Hierbei traten zwei verschiedene Formen der antisymmetrischen Schwingung auf:

- a) mit einer Frequenz $f = 3,3$ Hz bei $V = 90$ km/h
- b) mit einer Frequenz $f = 5,8$ Hz bei $V = 140$ km/h

Diese Formen waren Grund- und erste Oberschwingung, begleitet in jedem Fall von Flügeltorsion und Querruderbewegung; eine kleine Rumpftorsion war auch vorhanden! Eine besonders interessierende Erscheinung war, dass sich die Amplitude zu einem mehr oder weniger konstanten Wert mit keiner weiteren Vergrößerung aufbaute. Die Wahrscheinlichkeit, dass dieses vorkommen würde, wurde aufgrund der Dämpfungseigenschaften der Kunststoffbauweise vermutet.

Wenn die Querruder massenausgeglichen waren, trat kein Flügelklappen auf; wenn der Seitenruder-Dämpfer angebracht war, verschwand die Rumpftorsion.

Um einen Eindruck von dem Film zu vermitteln, der «einer der Brennpunkte wissenschaftlicher Versammlungen» war, werden in Figur 1–4 einige Kopien von Einzelbildern gezeigt, die von dem Positiv-Film gemacht wurden.

Die Bilder sind Vergrößerungen von einem kleinen Film und der Hintergrund ist nicht sehr klar, sie zeigen aber ziemlich deutlich die Biegung und Torsion des Flügels. Figur 1 und 2 beziehen sich auf die Form a und die Figur 3 und 4 auf die Form b. Alle entsprechen ungefähr der grössten Amplitude.

Zwischen den Flügen und ganz besonders am Ende der Flugversuche wurde das Flugzeug gründlich untersucht; es gab keine Delamination und keine andere Beschädigung mit nur einer Ausnahme: einige Nieten in einem Umlenkbock des Querruder-Antriebs aus Dural waren leicht ausgeschlagen.

Aileron-influenced Bending Flutter of a Sailplane Wing

Flight flutter tests were made on the SB 9 sailplane by Akademische Fliegergruppe Braunschweig in conjunction with the Institut für Flugzeugbau und Leichtbau TU Braunschweig, to investigate the flutter characteristics of a glass-fibre wing. The SB 9 had been designed and built by the Akaflieg Braunschweig. For various investigations a number of modifications had been made: span from 18 to 22 and back to 21 m, different stiffness of the wing, ailerons without and with mass balance, hydraulic damper in the rudder control. Following a study of the results of calculations and ground tests (rupture, fatigue) a flight test programme was prepared and then flown step by step by Dipl.-Ing. Helmut Treiber, Akaflieg.

When neither aileron mass balance nor rudder damper was fitted, wing flutter could be generated by moving the ailerons by the stick more or less sharply in two different modes of anti-symmetric oscillation:

- (a) With a frequency $f = 3.3$ Hz at $V = 90$ km/h
- (b) With a frequency $f = 5.8$ Hz at $V = 140$ km/h

The modes were respectively the fundamental and first overtone bending, accompanied in each case by torsion and aileron movement; some fuselage torsion was also present. A particularly interesting feature of the oscillations was that the amplitude built up to a

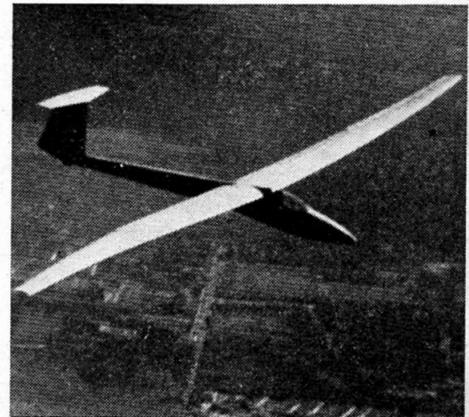
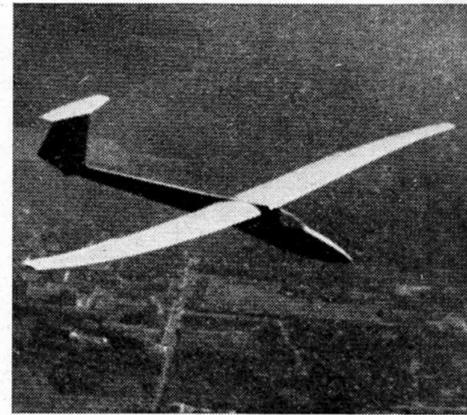


Figure 1 and 2: Anti-symmetric wing bending oscillation $f=3.3$ Hz at $V=90$ km/h.

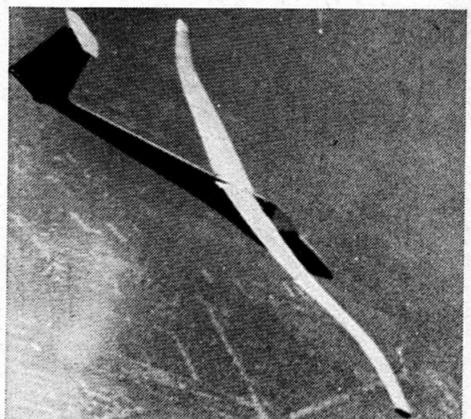
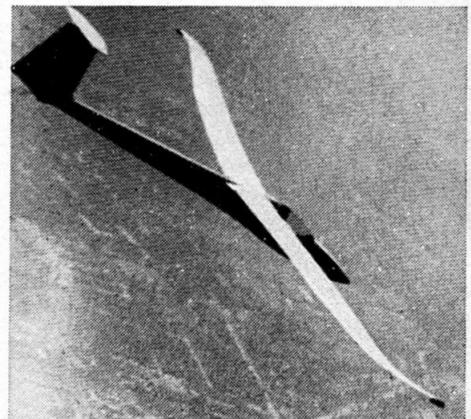


Figure 3 and 4: Anti-symmetric wing bending oscillations $f=5.8$ Hz at $V=140$ km/h.

more or less constant value with no subsequent increase. The possibility that it would occur had been suspected, because of the damping characteristics of glass-fibre.

When the ailerons were mass-balanced, no wing flutter occurred, and when the rudder damper was fitted no fuselage torsion occurred.

To get an impression of the film, which was 'one of the highlights of scientific meetings' you see in fig. 1 to 4 a few copies of single pictures made of the positive film. The pictures are enlargements from a small film and the background is not very clear, but they show quite distinctly the bending and torsional deflections of the wing. Fig. 1 and 2 are of mode (a) and fig. 3 and 4 of mode (b), and all correspond approximately to maximum amplitude. Between the flights and especially at the end of the flight tests the sailplane was inspected thoroughly; there was no delamination and no other defect with only one exception: some rivets in one aileron control metal fitting were slightly loose.

Influence de l'aileron sur le fluteur de flexion de l'aile d'un planeur

Afin de déterminer les caractéristiques de fluteur d'une voilure en fibre de verre, des essais de flutter en vol ont

été exécutés sur le planeur SB 9 par l'Akademische Fliegergruppe Braunschweig en collaboration avec l'Institut für Flugzeugbau und Leichtbau TU Braunschweig. Le planeur SB 9 a été étudié et construit par l'Akaflieg de Braunschweig.

Pour certaines recherches, on a apporté quelques modifications à l'appareil:

- envergure portée de 18 à 22 m puis ramenée à 21 m;
- variation de la rigidité de la voilure;
- ailerons équipés de masses d'équilibrage;
- amortissement hydraulique de la timonerie des gouvernes.

Le programme des essais en vol a été établi après étude de résultats théoriques et essais au sol (rupture, fatigue). Il a été exécuté pas à pas par l'ingénieur Helmut Treiber, de l'Akaflieg. Sans masse d'équilibrage sur les ailerons et sans amortissement sur la timonerie, le flutter de voilure pouvait être provoqué en agissant plus ou moins fortement sur les ailerons à l'aide du manche à balai selon deux modes d'oscillations anti-symétriques:

- a) avec une fréquence $f = 3,3 \text{ Hz}$ à $V = 90 \text{ km/h}$
- b) avec une fréquence $f = 5,8 \text{ Hz}$ à $V = 140 \text{ km/h}$

Les modes étaient respectivement le fondamental et le premier harmonique de flexion, accompagné dans chaque

cas par une torsion et un mouvement de l'aileron. Une torsion du fuselage apparaissait aussi. Une caractéristique particulièrement intéressante des oscillations était que leur amplitude augmentait jusqu'à une valeur plus ou moins constante sans augmentation ultérieure. Cette possibilité avait été prévue à cause des caractéristiques de la fibre de verre. Le flutter d'aile n'apparaissait pas quand les ailerons étaient munis de masses d'équilibrage et la torsion du fuselage ne se produisait pas lorsque la timonerie était amortie.

Pour donner une idée du film, qui fut un des clous des rencontres scientifiques, on a sélectionné quelques images (fig. 1 à 4) obtenues par agrandissement d'un film de petit format. L'arrière plan n'est pas très net mais on voit distinctement la flexion et la torsion de la voilure. Les figures 1 et 2 ont trait au mode (a) et les figures 3 et 4 au mode (b); elles correspondent toutes les quatre aux valeurs quasi maximales de l'amplitude.

Les examens minutieux auxquels le planeur a été soumis entre les vols n'ont révélé aucun défaut, notamment aucun phénomène de délamination (désolidarisation des fibres), à une exception près: un certain nombre de rivets d'une ferrure de commande d'aileron avait pris du jeu.