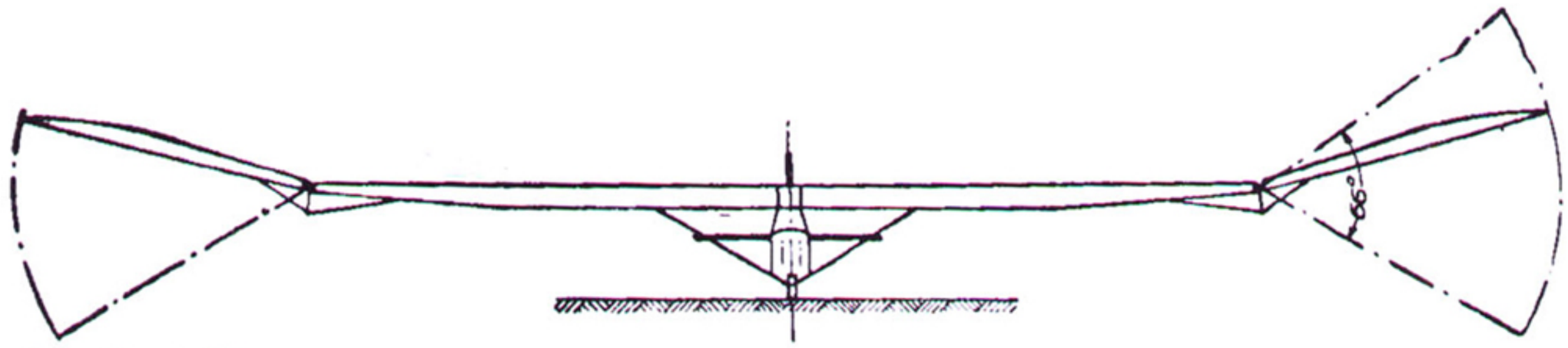
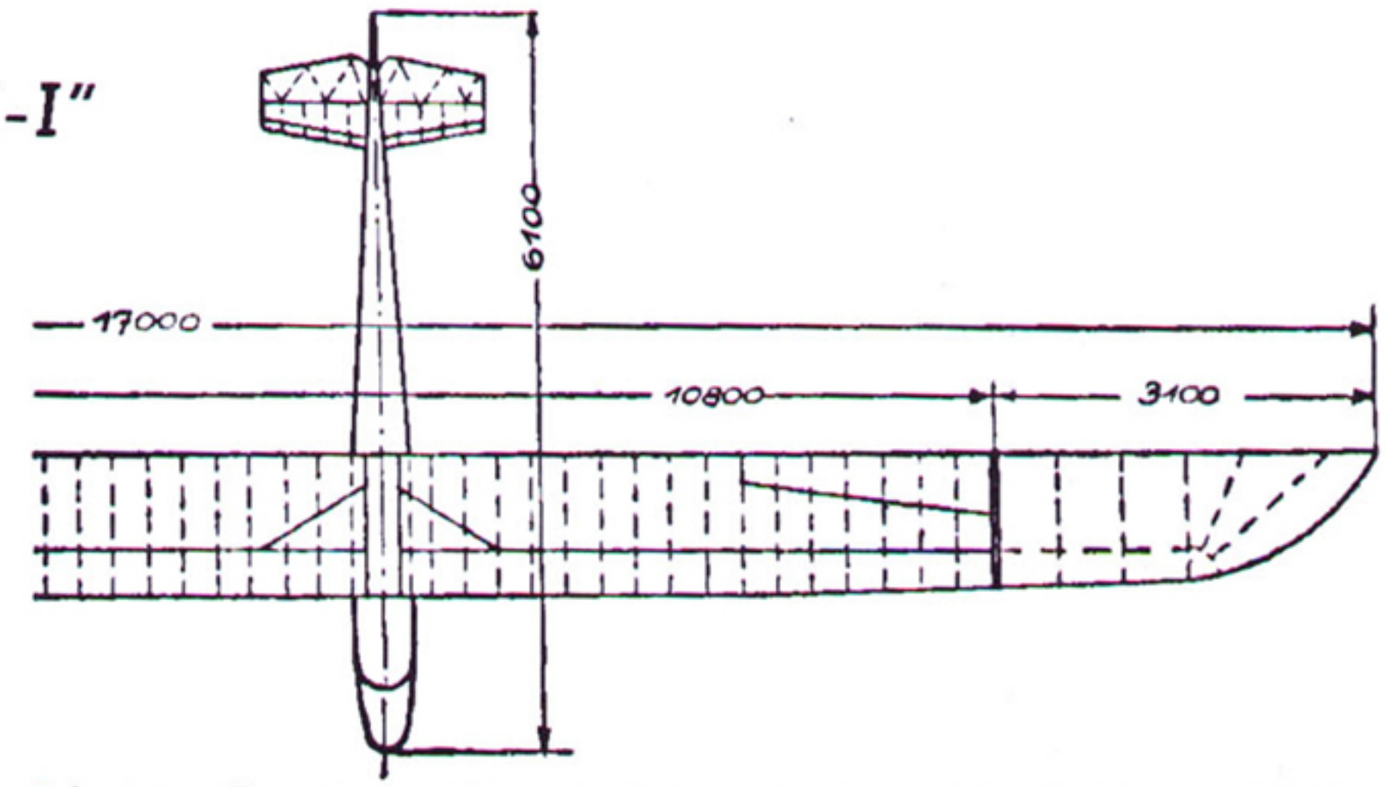


Ing. Arno Vogel, Plauen:

Erprobung des „VOX-I"



Im Schwingenflug finden wir ein Mittel, das der Sehnsucht der Segelflieger gerecht werden kann und die Anstrengungen, die in anderen Ländern auf diesem Gebiet gemacht werden, lassen die Richtigkeit dieser Auffassung erkennen. Nach dem gegenwärtigen Stand der Schwingenflugforschung darf angenommen werden, daß jenes Ziel des Fluges ohne Höhenverlust in Unabhängigkeit der Windverhältnisse, in erreichbare Nähe gerückt ist.

Voraussetzung für den erfolgreichen Schwingenflug ist die Nachahmung der natürlichen Flügelbewegung mit einfachen mechanischen Mitteln. Die zahlreichen Versuche mit Schlagflügeln an freifliegenden Modellen und die Untersuchung großer und kleiner Schwingen im Prüfgerät haben die Lösung dieses Flugprinzips auf der Grundlage der wendbaren elastischen Flügel erbracht. In dem Schwingenflugzeug VOX-1 (VOX-1 ist die festgesetzte Zulassungsnummer) waren alle in langjähriger Arbeit gesammelten Erkenntnisse und Erfahrungen vereinigt. Ausgegangen wurde von dem Gedanken, die Flügelbewegung durch Muskelkraft anzuführen. Obwohl bekannt ist, daß menschliche Kräfte nur für kurze Schwingenflüge ausreichen, so genügten diese Versuche, um Aufschluß über folgende Problematik zu erhalten:

1. Ist bei schlagenden Flügeln ein stabiler Flug möglich?
2. Wird beim Schwingenflug ein Schwanken des Rumpfes wahrgenommen?
3. Wie ist das Kräftespiel während der einzelnen Schlagamplituden?

1950 wurde mit dem Entwurf und dem Bau des Schwingenflugzeuges begonnen.

Durch die tatkräftige Unterstützung der neugegründeten Gesellschaft für Sport und Technik wurden die Arbeiten soweit gefördert, daß im Herbst 1953 die Rohbauabnahme durch die TAK erfolgen konnte. Wenige Monate bereits später begannen die Gleitflugübungen zunächst in Hartenstein/Erzgeb. und später in Plauen-Unterlosa, ausgeführt von dem Kameraden Gerhard Remmler, Plauen. Örtliche Unterbringungs- und Geländeschwierigkeiten führten zur Verlegung der Flugversuche nach der Segelflugschule Ballenstedt/Harz. Die für den Segelflugbetrieb erstklassig eingerichtete Schule bot alles, was zur Erprobung eines neuartigen Fluggerätes erforderlich ist.

Die weiteren Gleitflüge litten unter den Folgen eines auf zu roher Grundlage entwickelten Flugzeuges. Unzureichende Querruderwirkung, schlechte Gleiteigenschaften u. a. mehr machten sich bei den weiteren Versuchen bemerkbar. Es bedurfte zeitraubender Umarbeiten, bis die Gleiteigenschaften soweit gebessert werden konnten, daß die Flüge fortgesetzt werden konnten; denn frühere Versuche haben gezeigt, daß die Wirkung des Flügelschlages in hohem Maße abhängig ist vom Gleitvermögen der Maschine. Ferner verlangte die neuartige Bedienungsweise des Flugzeuges eine Umschulung des Piloten. Durch Beugen und Strecken der Beine wurden die Schwingen im gleichen Rhythmus auf- und abbewegt. Die aufzubietende Kraftleistung beim Flügelschlag war anfangs so groß, daß der Schwingenschlagwinkel von 60 Grad auf 50 Grad reduziert werden mußte. Erst nach Beseitigung aller ungünstigen Nebenerscheinungen bot der Schwingenflug keine Schwierigkeiten mehr. Erschwerend für alle Versuche war nur noch die ungewöhnlich schlechte Wetterlage des Jahres 1954, die eine Fortsetzung der Schwingenflugversuche erst Mitte August zuließ. In der Tat war die Wirkung des Flügelschlages auffallend und sichtbar. Man sah, wie durch die Schlagbewegung Fahrterhöhung und Verringerung der Sinkgeschwindigkeit einsetzten. Weder ein Schwanken des Rumpfes noch eine Veränderung der Flugstabilität war beim Flügelschlag feststellbar. Gestartet wurde vom Hang aus mittels Gummiseil. Die Flughöhe schwankte dabei zwischen 5 und 10 m. Die beste im Schwingenflug zurückgelegte Strecke betrug 385 m. Festgestellt wurde, daß volle, zügige Flügelschläge bessere Strekkenleistungen ergeben als kurze, schnelle.

Zur Zeit entsteht ein neues Schwingenflugzeug. Ein Baby IIb ist für diesen Umbau vorgesehen. An die verkürzten Tragflächen werden die Schwingen angelenkt (s. Abb.). Ihr Antrieb erfolgt durch einen Leichtmotor. Dadurch wird der Pilot jeder körperlicher Anstrengung während des Fluges enthoben und die Maschine erhält wieder die normale Knüppelsteuerung. Motor und Triebwerk werden im Rumpf und Tragflügel untergebracht, so daß die aerodynamischen Eigenschaften des Flugzeuges durch den Schwingenanschluß nur wenig beeinflußt werden. In Verbindung mit der technischen Hochschule Dresden werden alle Fragen aerodynamischer und statischer Art geprüft. Damit ist die Ausführung dieses Bausplanes unter neuzeitlichen Gesichtspunkten gesichert.

Angestrebt wird mit diesem Projekt der waagerechte Flug, also der Flug ohne Höhenverluste beim Fehlen jeglicher Aufwinde.

(aus der ostzonalen Zeitschrift „Flugsport")

AERO HEFT 6 - Juni 1955
AERO – VERLAG HUBERT ZUERL MÜNCHEN 15

Die Erprobung des VOX-1

Von Ing. Arno Vogel

Im Schwingenflug finden wir ein Mittel, das der Sehnsucht der Segelflieger gerecht werden kann und die Anstrengungen, die in anderen Ländern auf diesem Gebiet gemacht werden, lassen die Richtigkeit dieser Auffassung erkennen. Nach dem gegenwärtigen Stand der Schwingenflugforschung darf angenommen werden, daß jenes

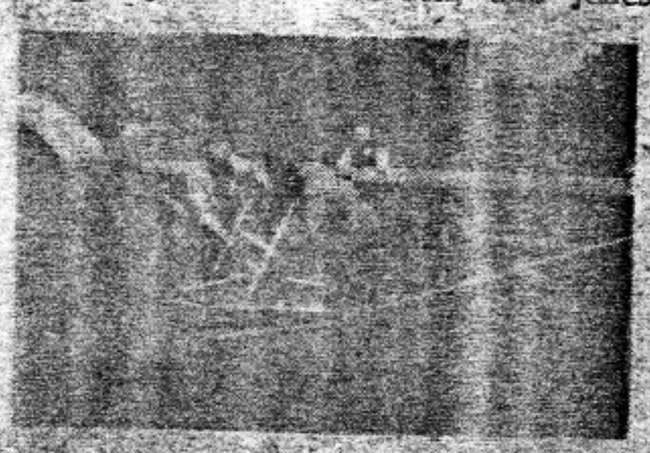


Bild 1

Ziel, des Fluges ohne Höhenverlust in Unabhängigkeit der Windverhältnisse, in erreichbare Nähe gerückt ist.

Voraussetzung für den erfolgreichen Schwingenflug ist die Nachahmung der natürlichen Flügelbewegung mit einfachen mechanischen Mitteln. Die zahlreichen Versuche mit Schlagflügeln an freifliegenden Modellen und die Untersuchung großer und kleiner Schwingen im Prüfgerät haben die Lösung dieses Flugprinzips auf der Grundlage der wandbaren elastischen Flügel erbracht. In dem Schwingenflugzeug VOX-1 (VOX-I ist die festgesetzte Zulassungsnummer) waren alle in langjähriger Arbeit gesammelten Erkenntnisse und Erfahrungen vereinigt. Ausgegangen wurde von dem Gedanken, die Flügelbewegungen durch Muskelkraft anzuführen. Obwohl bekannt ist, daß menschliche Kräfte nur für kurze Schwingenflüge ausreichen, so genügten diese Versuche, um Aufschluß über folgende Problematik zu erhalten:

1. Ist bei schlagenden Flügeln ein stabiler Flug möglich?
2. Wird beim Schwingenflug ein Schwanken des Rumpfes wahrgenommen?
3. Wie ist das Kräftespiel während der einzelnen Schlagamplituden?

1958 wurde mit dem Entwurf und dem Bau des Schwingenflugzeuges begonnen.

Durch die tatkräftige Unterstützung der neugegründeten Gesellschaft für Sport und Technik wurden die Arbeiten soweit gefördert, daß im Herbst 1959 die Rohbauabnahme durch die TAK erfolgen konnte (Bild 1). Wenige Monate später begannen die Gleitflugübungen zunächst in Hartenstein/Erzgeb. und später in Plauen-Unterlosa, ausgeführt von dem Kädtenaden Gerhard Hennler, Plauen. Örtliche Unterbringungs- und Geländeschwierigkeiten führten zur Verlegung der Flugversuche nach der Segelflugschule Ballenstedt/Harz. Die für den Segelflugbetrieb erstklassig eingerichtete Schule bot alles, was zur Erprobung eines neuartigen Fluggerätes erforderlich ist.

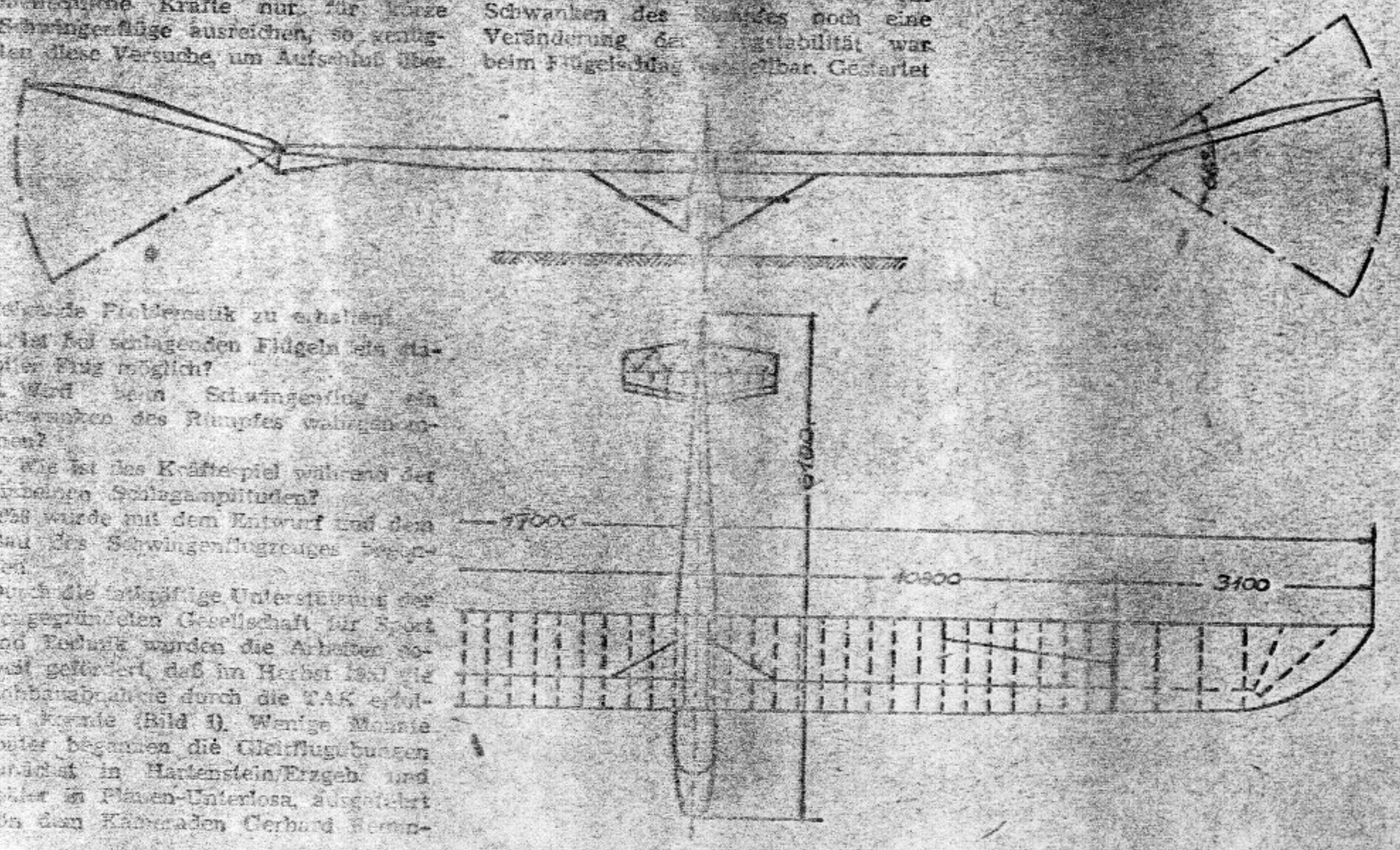
Die weiteren Gleitflüge litten unter den Folgen eines auf zu roher Grundlage entwickelten Flugzeuges. Unzureichende Querruderwirkung, schlechte Gleiteigenschaften u. a. mehr machten sich bei den weiteren Versuchen bemerkbar. Es bedurfte zeitraubender Umarbeiten, bis die Gleiteigenschaften soweit gebessert waren, daß die Flüge fortgesetzt werden konnten; denn frühere Versuche haben gezeigt, daß die Wirkung des Flügelschlages im hohen Maße abhängig ist vom Gleitvermögen der Maschine. Ferner verlangte die neuartige Bedienungsweise des Flugzeuges eine Umschulung des Piloten. Durch Beugen und Strecken der Beine wurden die Schwingen im gleichen Rhythmus auf- und abbewegt. Die aufzubietende Kraftleistung beim Flügelschlag war anfangs so groß, daß der Schwingenschlagwinkel von 60 Grad auf 50 Grad reduziert werden mußte. Erst nach Beseitigung aller ungünstigen Nebenerscheinungen bot der Schwingenflug keine Schwierigkeiten mehr. Erschwerend für alle Versuche war nur noch die ungewöhnlich schlechte Wetterlage des Jahres 1954, die eine Fortsetzung der Schwingenflugversuche erst Mitte August zuließ. In der Tat war die Wirkung des Flügelschlages auffallend und deutbar. Man sah, wie durch die Schwingenbewegung Fahrterhöhung und Verminderung der Sinkgeschwindigkeit erfolgten. Weder ein Schwanken des Rumpfes noch eine Veränderung der Fluglage war beim Flügelschlag feststellbar. Gestartet wurde vom Hang aus mittels Gummiseil (Bild 2). Die Flughöhe schwankte zwischen 5 und 10 m. Die beste im Schwingenflug zurückgelegte Strecke betrug 385 m. Festgestellt wurde, daß volle, ruhige Flügelschläge bessere Streckenleistungen ergeben als kurze, schnelle.

Zur Zeit entsteht ein neues Schwingenflugzeug. Ein Baby IIb ist für diesen Umbau vorgesehen. An die verkürzten Tragflächen werden die Schwingen angelenkt (Bild 3). Ihr Antrieb erfolgt durch einen Leichtmotor. Dadurch wird der Pilot jeder körperlicher Anstrengung während des Fluges enthoben und die Maschine erhält wieder die normale Knüppelsteuerung. Motor und

Bild 2

Triebwerk werden im Rumpf und Tragflächen untergebracht, so daß die aerodynamischen Eigenschaften des Flugzeuges durch den Schwingenanschluß nur wenig beeinflußt werden. In Verbindung mit der technischen Hochschule Dresden werden alle Fragen aerodynamischer und statischer Art geprüft. Dabei ist die Ausführung dieses Bauplanes unter neuzeitlichen Gesichtspunkten projektiert.

Angestrebt wird mit diesem Projekt der segelbare Flug, also der Flug ohne Höhenverluste beim Fehlen jeglicher Aufwinde.



Das Schwingenflugzeug

Von Ing. Arno Vogel

Als Schwingenflug kann nur die Flugart bezeichnet werden, bei der allein durch Flügelschlag der Flugzustand erreicht wird. Während beim Drachenflug zum Fliegen stets zwei Elemente, die Luftschraube als Vortriebsmittel und der Tragflügel als Auftriebserzeuger erforderlich sind, erzeugt der Schlagflügel bzw. die Schwinge Vortrieb und Auftrieb zugleich. Zur Erfüllung dieser Bedingungen sind die Schwingen in ihrer Bewegung und Gestalt den aerodynamischen Forderungen genau anzupassen.

Die Schlagbewegung ist eine wechselseitige und vollzieht sich um zwei Achsen (Abb. 1). Dabei gilt der Flügel-

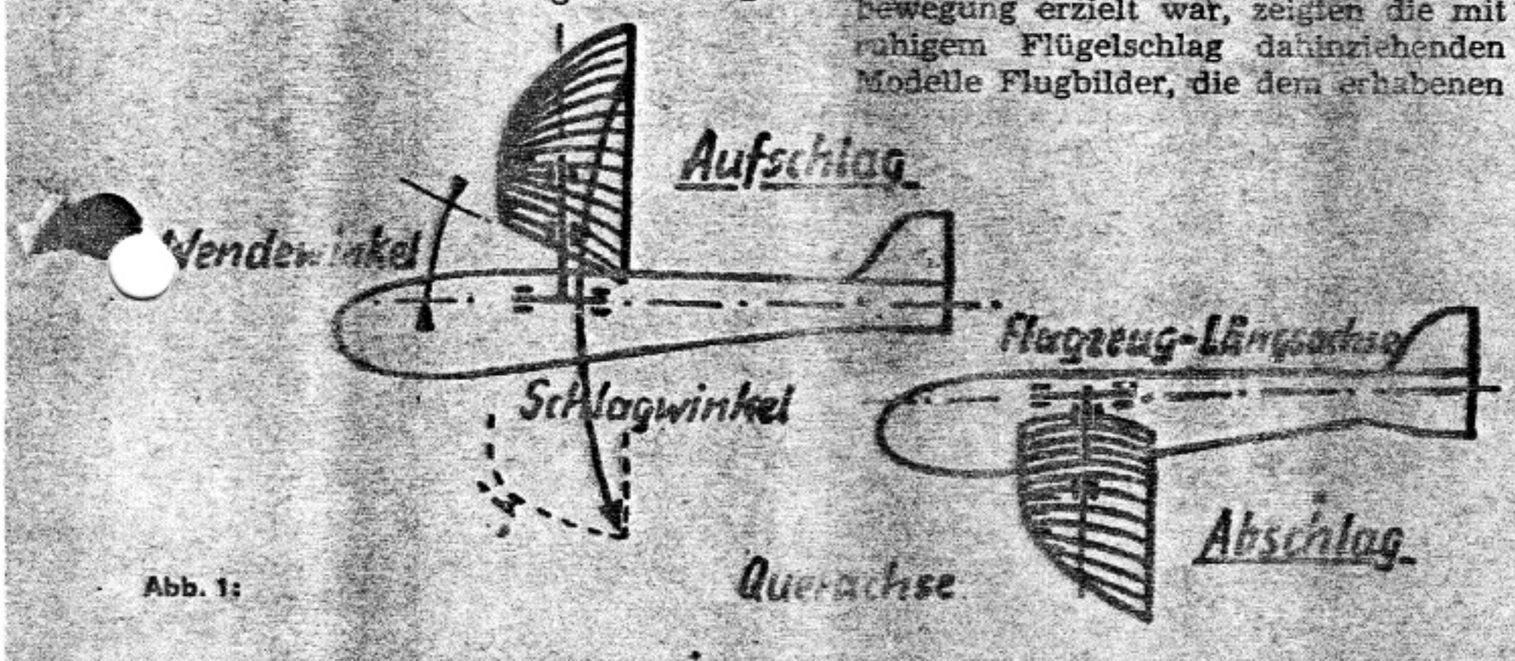


Abb. 1:

schlag — Drehung des Flügels um die Flugzeuglängsachse — als Hauptbewegung und die Flügelwendung — Drehung um die Querachse — als Nebenbewegung. Mag die Flügelwendung dem Auge weniger auffallend sein, für den Flugeffekt ist sie von ausschlaggebender Bedeutung. Die Schlagbewegung muß so gesteuert sein, daß der Flügel beim Aufschlag in schräger Lage, d. h. mit geringem Widerstand, die Luft durchschneidet, um dann beim Abschlag mit der ganzen Flügelfläche die zum Fluge nötigen Auftriebskräfte — Auftrieb und Vortrieb — zu erzeugen. Auch für den natürlichen Flug besteht diese Gesetzmäßigkeit und der aufmerksame Beobachter wird beim Flug größerer Vögel die Veränderung der Flügelstellung zwischen Auf- und Abschlag deutlich wahrnehmen.

Es bedurfte langjähriger und umfangreicher Arbeiten, bis es gelang, die recht komplizierten Bewegungsvorgänge des natürlichen Flügels durch ein einfaches und sicher wirkendes Triebwerk mechanisch nachzuahmen. Aber nicht allein das. Auch die Gestalt des Flügels und sein elastisches Gefüge unterliegt gesetzmäßigen Bedingungen. Es geht nicht an, eine ebene, starre Fläche einfach auf- und abzuschlagen, um die gewünschte Flugwirkung zu erhalten. Eingehende Untersuchungen haben gezeigt, daß der Strömungsverlauf am schlagenden Flügel von dem am Tragflügel bekannten grundsätzlich abweicht. Und weitere Versuche ergaben, sobald das für den Schlagflügel geltende Strömungsbild durch eine fehlerhafte Schwingenkonstruktion gestört wird, ein sofortiges und beträchtliches Absinken der Schlagwirkung eintritt.

Im Erkennen dieser charakteristischen Merkmale des Schwingenfluges und in dem Bewußtsein, daß nur das Experiment die Grundlage aller naturwissenschaftlichen Erkenntnisse ist, erstrebte ich auf dem Wege des praktischen Versuchs die Lösung dieses Flugproblems. Es war ein langer, mühevoller Weg von den ersten tastenden Versuchen an bis zum freifliegenden Schwingenmodell. Als aber die Kernfragen dieses Problems gelöst und eine beiderseitig ausgeglichene Flügelbewegung erzielt war, zeigten die mit ruhigem Flügelschlag dahinziehenden Modelle Flugbilder, die dem erhabenen Fluge großer Vögel nicht nachstehen (Abb. 2).

Alle Modelluntersuchungen waren bestimmt zur Ermittlung technischer Unterlagen für den Großbau. Vor allem am manntragenden Flugzeug sollte die Durchführbarkeit von Schwingenflügen nachgewiesen werden. Die vor einem Jahrzehnt begonnenen Arbeiten mit einem großen, behelfsmäßig ausgerüsteten Schlagflügelapparat führten zu beachtlichen Ergebnissen. An diese ersten Erfolge anschließend, begann 1950 der Bau eines neuartigen Schwingenflugzeuges. Auch für diese Maschine war als Antriebsmittel die menschliche Muskelkraft vorgesehen. Folgende Gründe waren bestimmend:

1. Es ist der Nachweis eines einwandfreien und sicheren Schwingenfluges zu erbringen.
2. Es ist rein gefühlsmäßig ein Einblick in die während des Flügelschlages auftretenden Kräfteschwankungen zu gewinnen.
3. Es ist festzustellen, wie weit menschliche Kräfte imstande sind, die normale Gleitflugstrecke dieses Flugzeuges durch Flügelschlag zu überbieten.

Das Schwingenflugzeug VOX - 1 (Abb. 3) ist startbereit. Von der Gesellschaft für Sport und Technik wurde diese Forschungsarbeit tatkräftig unterstützt, und durch den selbstlosen Einsatz einiger Kameraden konnte das Flugzeug nunmehr fertiggestellt werden. Am 28. März 1954 sind im engen Raum des örtlichen Fluggeländes des Plauen-Unterlosa die ersten Gleitflüge geglückt. Sobald die Frage eines genügend großen Übungsgeländes geklärt ist, wird mit den Schwingenflügen begonnen. Führen diese Versuche zu dem erwarteten Erfolg, dann ist das mit einem Leichtmotor ausgerüstete und für den Sportflug bestimmte Schwingenflugzeug das nächste Ziel.

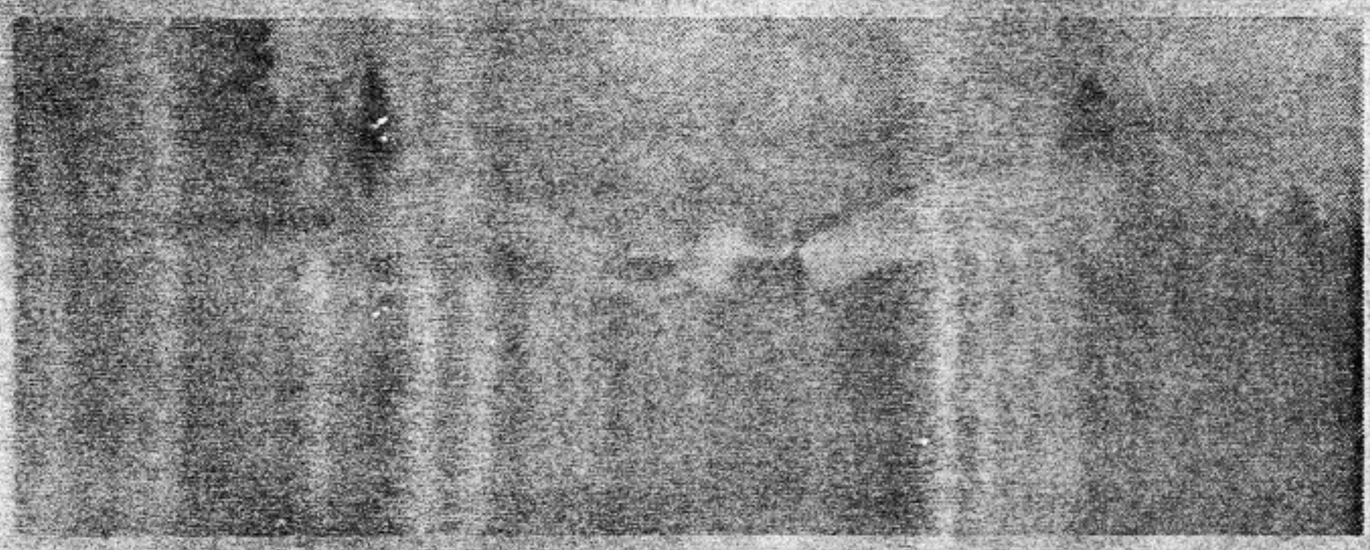


Abb. 2 u. 3

19

Über die Entstehung des natürlichen und künstlichen Schwingenfluges

Von Ing. Arno Vogel

(Fortsetzung und Schluß)

Welchen Weg beschritt nun die Technik bei der Nachahmung des tierischen Fluges? Auch sie ist — scheinbar unbewußt — den gleichen Weg gegangen. Otto Lilienthal, der Altmeister der Fliegekunst, begann, nachdem er seine Flugbeobachtungen abgeschlossen hatte, mit dem Gleitfluge. In fortwährender Weiterentwicklung erreichte die Gattung der Gleitflugzeuge einen Stand, der heute in den hochentwickelten Segelflugzeugen seine Vollendung gefunden hat.

Parallel hierzu entstand schon vor Jahrzehnten die zweite Gattung von Flugzeugen, die Drachenflieger, die vermöge eines Vortriebmittels — Luftschraube, Rückstoßmotor — dem Flugzeug die zum Fliegen erforderliche Horizontalgeschwindigkeit erteilte. Gewaltig sind die Leistungen der heutigen Drachenflugzeuge. Enorme Lasten werden auf weite Entfernungen durch die Luft befördert, mit unvorstellbarer Geschwindigkeit, die der Schall- und Geschoßgeschwindigkeit nahekommt, schießen die Flugzeuge durch den Raum.

Bild 5: Ing. Vogel mit einem Schwingenflugmodell. Foto: Vogel

Andererseits gelangen wir zur dritten Flugart, dem Schwingenflug, zu der sich der bekannte Segelflugkonstrukteur Alexander Lippisch im Jahre 1936 äußerte: „Einzig und allein jenes älteste Problem aus den Kindertagen der Menschheit harrt heute seiner Lösung und bewahrt hartnäckig seine geheimnisvollen Gesetze", und der in Westdeutschland lebende Dr. Küchemann schrieb im Jahre 1951: — In der heutigen Wissenschaft findet man selten ein Fachgebiet, das noch so unberührt vor uns liegt, wie das des Vogelfluges —.

Wohl zur gleichen Zeit, als man jene Zeilen niederschrieb, wurde eine Versuchsarbeit abgeschlossen, bei der die mechanische Nachbildung des Vogelfluges im Prinzip gelungen ist. Die vom Verfasser dieses Artikels angestellten Untersuchungen gehen bis in das Jahr 1919 zurück. Sie beruhen auf der Grundlage des vortrieb- und auftrieberzeu-

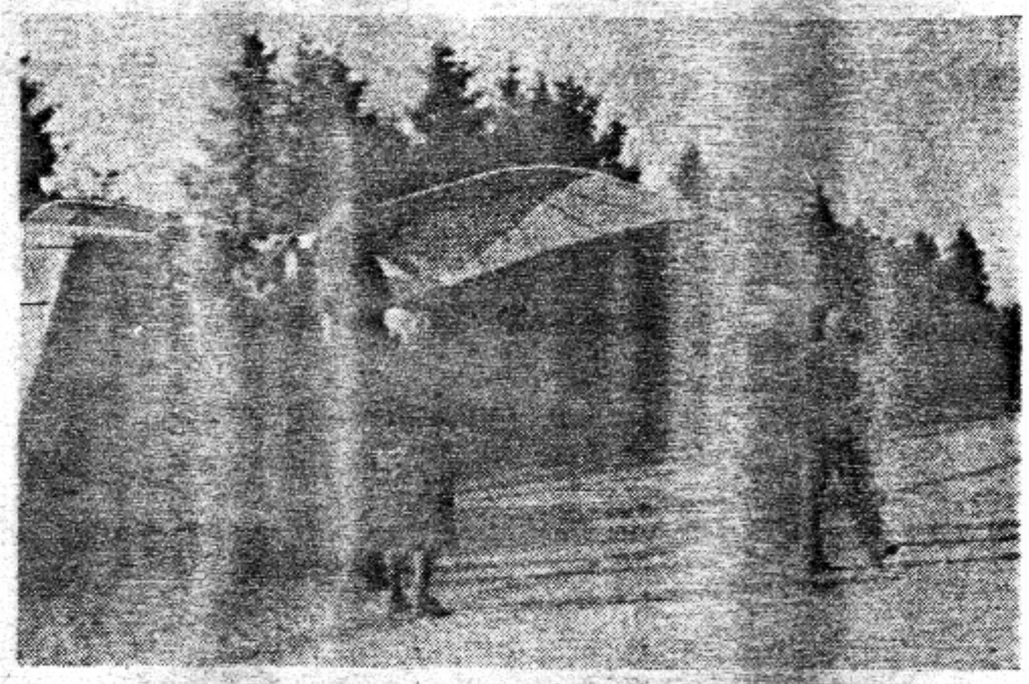


Bild 6: Praktische Versuche mit den Schwingen auf der Autobahn. Foto: Vogel

genden Schlagflügels. Experimentell konnte nachgewiesen werden, daß an Schwingen von bestimmter Form und Kinematik beide Luftkraftkomponenten entstehen, deren Größenverhältnis sich durch Flügelverstellung beliebig verändern läßt. Im Anschluß an diese Vorarbeiten wurden eine Reihe von Schwingenflugmodellen entwickelt, die sich im freien Fluge bewährt haben (Abb. 5). Diese Erfolge waren bestimmend für den Bau eines manntragenden Schwingenflugzeuges, das im Jahre 1942 seine Probe bestanden hat.

Auf Grund der Ergebnisse neuer Untersuchungen, die im Fahrwind auf Bewährung des Fluggerätes, auf Leistungsfähigkeit des Piloten, auf Ermittlung der Schwingenschlagzahlen und auf Bewegungszeit abgestimmt waren (Abb. 6) bestehen berechtigte Aussichten für einen günstigen Abschluß der in Vorbereitung befindlichen Flugversuche (VOX-1). Entsprechen diese den gestellten Bedingungen, dann wird auch die dritte Flugart, der Schwingenflug, den Menschen dienstbar werden und zur Förderung des Flugwesens, vor allem des Flugsportes, beitragen.

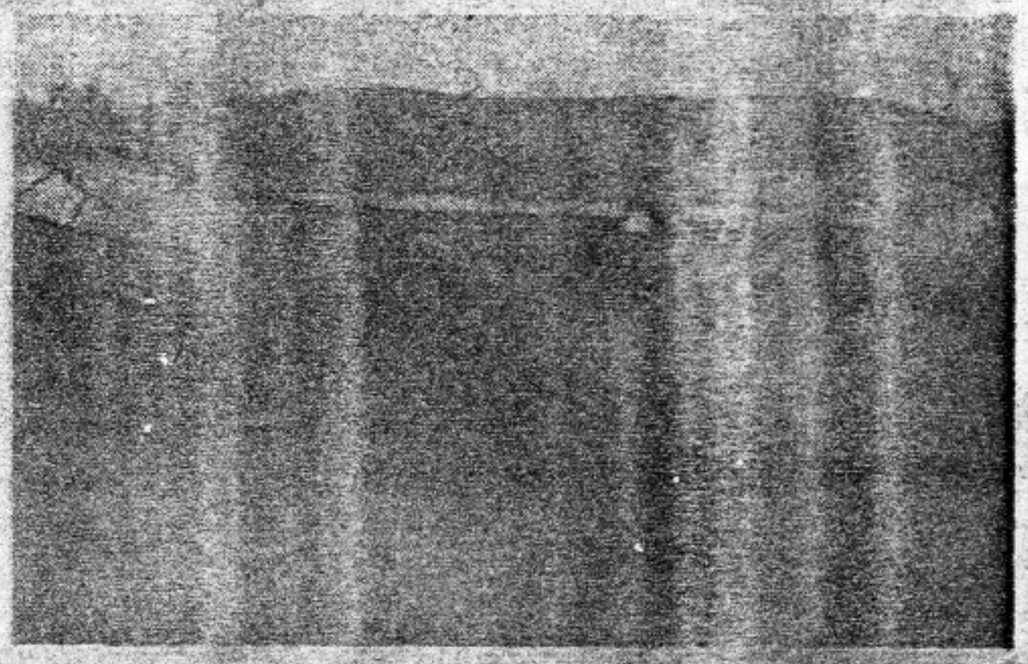


Bild 7: Das neue Schwingenflugzeug VOX-1 ist startklar. Foto: Hecker

---

Schwingenflug in Österreich . . .

(Aus Austroflug)

In der Zeitschrift „Austroflug" findet der Schwingenflug in Österreich Behandlung. Die Zeitschrift geht dabei auf Konstruktionen ein, die zum Teil sehr interessant, aber nicht geflogen sind. Sie schildert ein fliegendes Motorrad, das mit Schwingenbewegung fliegen sollte. Ein anderes österreichisches Schwingenflugzeug war zu schwer und wurde aus Mangel an rechnerischen Unterlagen nicht zugelassen. Ein drittes Flugzeug geriet, ohne je geflogen zu sein, in den Wirren von 1938 („Anschluß" an Deutschland) in Vergessenheit und heute, im Zeitalter der Düsenflugzeuge und Hubschrauber, glaubt niemand an die Verwirklichung des Problems.

Wenn man heute „von solchen Versuchen wenig oder nichts hört, so liegt der Grund darin, daß diese Pioniere des Schwingenfluges erstens . . . ohne Förderung und Unterstützung arbeiten, zweitens von den Anhängern des . . . Starrflügelflugzeuges nicht ganz ernst genommen werden." Soweit die österreichische Zeitschrift „Austroflug".

. . . und in der Sowjetunion

Eine Mitteilung hat in den letzten Tagen Aufsehen erregt. Wir entnehmen sie der Tageszeitung „Neues Deutschland" vom 23. Juni 1954. Dort wurde über den „Tag der Luftflotte" in der Sowjetunion berichtet. Auf dem großen und bekannten Flugplatz Tuschino flog das erste sowjetische Schwingenflugzeug. Den Antrieb besorgte eine mechanische Vorrichtung, die die notwendige Kraft zum Bewegen der Schwingen erzeugt. Das Flugzeug stammt von dem jungen ukrainischen Konstrukteur A. Manozkow. Mit dieser Mitteilung kann also gesagt werden, daß der Schwingenflug zur Wirklichkeit geworden ist. Allerdings war das nur mit Unterstützung durch die entsprechenden Staatsorgane möglich. Ein Pionier allein kann solch eine Aufgabe in unserer heutigen Zeit mit ihren hohen Anforderungen auf wissenschaftlichem und technischem Gebiet nicht bewältigen.

Redaktion „Sport und Technik". Chefredakteur Karl Hahne, (z. Z. auf Urlaub). Verantwortlicher Redakteur für Fachausgabe Flugsport: Karl-Heinz Hardt. Herausgeber: Zentralvorstand der Gesellschaft für Sport und Technik, Halle (S.), Sitz der Redaktion: Halle (S.), Stalinallee 155/57. Telefon 7211 oder 7211. — Zur Zeit gültig Anzeigenpreisliste Nr. 3. Anzeigen liegen außerhalb des redaktionellen Teiles. Anzeigenwerbung: Dewag, Halle. Druck: Mitteldeutsche Druckerei, Halle. „Sport und Technik" erscheint mit Genehmigung des Amtes für Literatur und Verlagswesen unter der Lizenz-Nr. 4230. Einzelpreis 0,50 DM. Monatsabonnement 1,— DM. Nachdruck — auch auszugsweise — nur mit Quellenangabe gestattet. Redaktionsschluß für diese Ausgabe am 9. Juli 1954.

ING. ARNO VOGEL:

Weshalb noch Schwingenflug?

Unter unseren Kameraden haben die Veröffentlichungen über das Schwingenflugzeug „VOX-1" von Ing. Vogel viele Diskussionen hervorgerufen. Einigen schien das Projekt unglaubhaft und sie sind erst durch den Flugbericht des Kameraden Hense (Ausgabe 18/54) belehrt worden. Andere stellten die Frage: warum überhaupt Schwingenflug bei der heutigen Entwicklung? Die meisten Kameraden fanden Interesse an der Entwicklungsarbeit des Ing. Vogel und möchten mehr über den Schwingenflug wissen.

Bedarf es bei dem hohen Stand der Flugtechnik noch anderer Flugarten? Fliegen nicht moderne Maschinen planmäßig mit den schwersten Lasten über Ozeane und Kontinente? Durchqueren sie nicht den Äther mit einer Schnelligkeit, die der Schallgeschwindigkeit gleichkommt und erreichen dabei Höhen von 10 000 m und mehr? Ist nicht mit Hilfe von Trag- und Hubschraubern ein fast senkrechtes Aufsteigen und Landen möglich? Ergänzt man die Erfolgsreihe durch die Leistungen der Segelflugzeuge, dann stehen wir vor technischen Glanzpunkten, die kaum noch überboten werden können. Weshalb dann noch Schwingenflug?

Ehe die ersten Flüge im mannstragenden Schwingenflugzeug glückten, sind zahlreiche Einzeluntersuchungen an kleinen und großen Schlagflügeln vorangegangen. Als durch vieles Experimentieren aerodynamisch günstige Schwingenformen und Flügelbewegungen gefunden waren, zeigte sich beim Messen der Luftkräfte an Modellschwingen sehr bald ein merkbarer Unterschied im Leistungsbedarf der Schlagflügel gegenüber gleichgroßer Tragflügel. Bei späteren Versuchen an 3 m langen Schwingen trat dieser Unterschied noch deutlicher hervor. Die in einer großen Komponentenwaage bewegten Flügel bedurften eines spezifisch niedrigen Leistungsaufwandes. Welche Ursachen müssen für diese Erscheinung sprechen?

Beim Abbrennen einer Nebelpatrone an der Flügelwurzel einer Schwinge entstand nicht das vom Tragflügel her bekannte Strömungsbild. Trotz starker Anströmung (Windstärke = 12 m/s) strich der Rauch nicht wie beim Tragflügel um das Flügelprofil, sondern zog zirkulierend am Flügel entlang, um dann an der Spitze herausgeschleudert zu werden. Erst außerhalb der Flügelspitze bog die Rauchfahne in die Windrichtung ein. Hier erkennt man ganz deutlich eine Strömung, die von der bekannten Flügelströmung grundsätzlich abweicht. Ist aber der Strömungsverlauf am Schlagflügel ein anderer, dann gelten für diesen auch die uns bekannten Widerstandsgesetze nicht. Nach den vorliegenden Leistungsbedarfsergebnissen zu urteilen, muß der induzierte Widerstand an Schlagflügeln kleiner sein. Das bedeutet für den Schwingenflug geringere motorische Leistungen.

Fügt man hinzu, daß vor Jahren nach den ersten Schwingenflugversuchen mit einem behelfsmäßigen Schlagflügelapparat der Versuchspilot erklärte: „Beim Schwingenflug liegt die Maschine so ruhig und sicher in der Luft, daß ich sie ohne Steuer fliegen konnte", so ist das eine Wahrnehmung, die für die Flugsicherheit von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist.

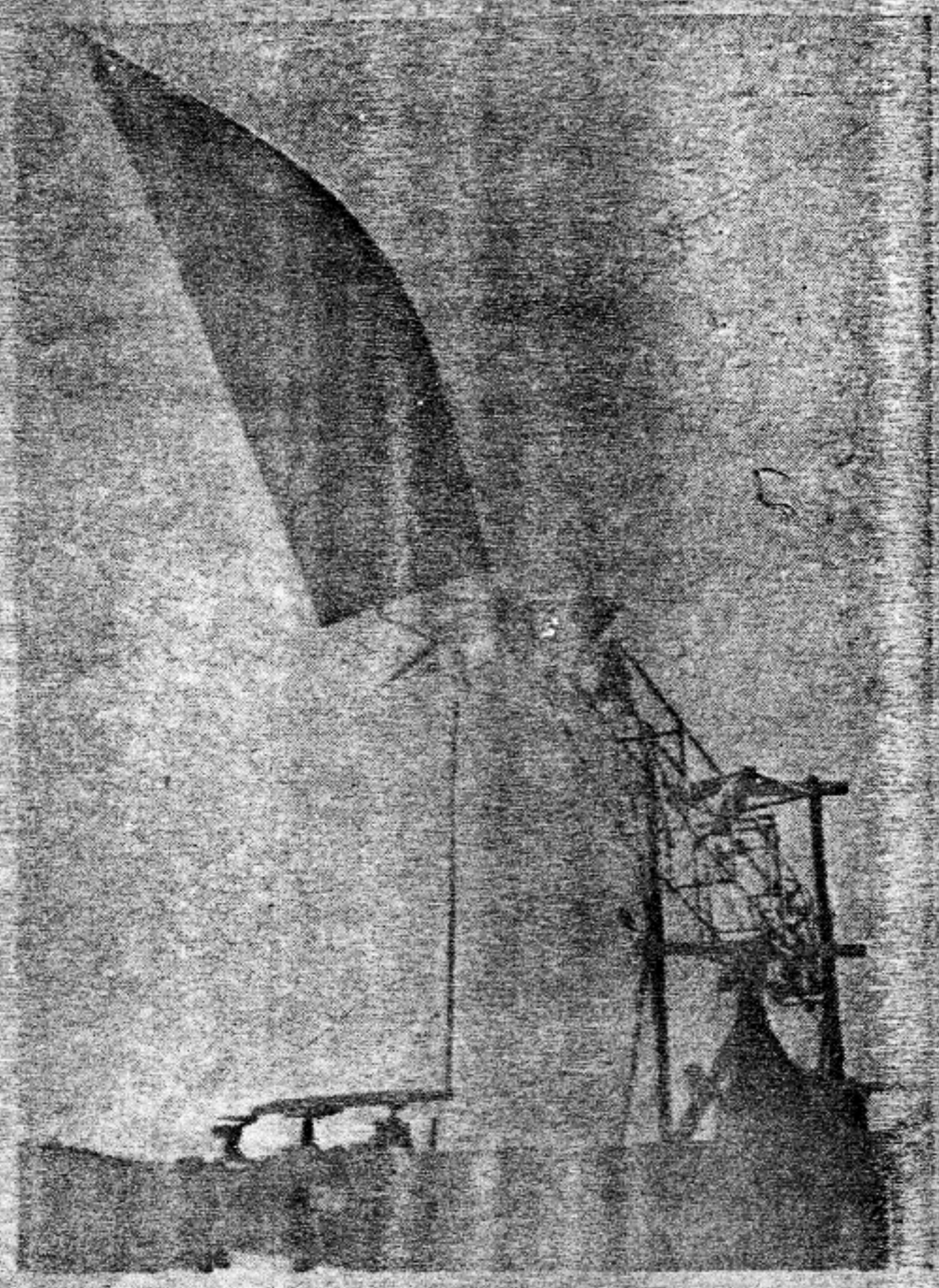
Diese beiden Faktoren stellen kein Endergebnis dar. Es sind Teile aus der Reihe der zu lösenden Einzelprobleme. Sie bilden den Anfang einer Entwicklung, die erst durch planmäßiges Vordringen in das noch unerforschte Fluggebiet zu jenen Erkenntnissen führt, die sich einst direkt oder indirekt auf das Flugwesen auswirken werden.

In diesem Zusammenhang soll hier die Äußerung eines namhaften Verfechters des Schwingenflugproblems, des Prof. Dr. von Holst, nicht fehlen: „Wir können die Mannigfaltigkeit des Schwingenfluges erst dann verstehen, wenn wir das alte Haupträtsel: den horizontalen schwankungsfreien Ruderflug der Vögel verstanden haben." — Das Haupträtsel ist gelöst, die anderen werden folgen.

Prof. Dr. Ing. Alb'ing zu den Arbeiten Ing. Vogels:

Sie hatten mir Gelegenheit gegeben, in eine Niederschrift über Ihre experimentellen Arbeiten zum Problem des Vogelfluges, die sich über mehrere Jahrzehnte hinziehen, Einblick zu nehmen. Der von Ihnen gefundene Weg, flugfähige Schwingenmodelle zu bauen, scheint mir grundsätzlich richtig, zumal da Ihre experimentell gewonnenen Erkenntnisse auch mit den Ergebnissen theoretischer Arbeiten (z. B. Aufsatz von Küchemann und v. Holst in den „Naturwissenschaften") im Einklang stehen.

Ich schlug Ihnen deshalb vor, an Organisationen heran-



3-m-Schwingen in der Komponentenwaage

treten, die sich mit dem Bau von Flugmodellen beschäftigen, damit diese auch die Schwingenflugmodelle nicht unberücksichtigt lassen. Ebenfalls sollten sich Schulen als Ergänzung zum Biologie- und Physik-Unterricht für solche Modelle interessieren.

Bei der Anwendung auf Flugzeuge, die mit menschlicher Muskelkraft angetrieben sind, ist es fraglich, ob bei direktem Antrieb die menschliche Leistung selbst von besonders athletischen Typen ausreicht. Weil eben der Leistungsbedarf bei geometrischer Ähnlichkeit mit der dritten Potenz der Absolutabmessungen steigt, gibt es tatsächlich eine Gewichtsgrenze, von der ab lebende Wesen nicht mehr aktiv flugfähig durch die Leistung ihrer eigenen Muskeln sind. Grundsätzlich möglich wäre es aber, nach dem Energiespeicherprinzip zu arbeiten und vor dem Start nach Art der Gummiseilmotoren die Energie zu speichern.

Grundsätzlich wäre es aber auch als Forschungsaufgabe interessant, ein kleines Schwingenflugzeug, das einen Menschen tragen kann, mit einem leichten Verbrennungsmotor anzutreiben.

Die Kameraden vom Stützpunkt Neuhausen haben an ihr Rückholrad eine außer Betrieb gesetzte Kupplung angebracht. Resultat: Es wird das Anhalten beim Zurückholen vermieden, wodurch Benzin gespart wird (zwar nicht viel, aber mit der Zeit ergibt sich schon eine ganz schöne Menge). Der Schleppvorgang geht schneller und zügiger vor sich.

Zur Konstruktion: Der Sattel wird so am Sozius angebracht, daß er vom Fahrer gut zu erreichen ist.

E. Schüttler

EGON HENSE:

Ich flog mit dem Schwingenflugzeug VOX-1

Nachdem Kamerad Vogel nach jahrelanger mühevoller Arbeit den Mechanismus für die Durchführung des Schwingenflugzeuges erarbeitet hat, baute er unter Mithilfe von Kameraden das Schwingenflugzeug VOX-1.

Von der Gesellschaft für Sport und Technik wurde Kam. Vogel große Unterstützung und Hilfe für seine Erprobung zuteil. An der Segelflugschule Ballenstedt wurden Versuche durchgeführt.

Wir machten uns Gedanken, ob die Versuche besser an der Winde oder am Hang zum Erfolg führen könnten, und kamen zu der Meinung, in Form des „Langen Meters" an der Winde das Flugzeug zu erproben. Bei den ersten Rutschern an der Winde — denn ich mußte mich mit dem Flugzeug erst vertraut machen — stellten wir fest, daß die Anfangsgeschwindigkeit an der Winde zu gering ist, um das Flugzeug steuerfähig zu machen. So begaben wir uns zum Hang und führten unsere Versuche mit dem Gummiseil aus. Bevor wir jedoch mit dem Schwingenflug beginnen konnten, waren mehrere Gleitflüge erforderlich. Ich mußte lernen, das Flugzeug im Gleitflug zu fliegen; denn die gesamte Steuerung (Ruderausschläge) ist in einem Doppelsteuer in beide Hände gelegt. Gegenüber anderen Segelflugzeugen, wo die Quer- und Höhenruder durch die Steuersäule (Steuerknüppel) und die Seitenruder durch die Pedalen bedient werden. Die neue Anordnung der Steuerung machte somit eine gewisse Umschulung notwendig. Hinzu kam noch, daß technische Daten des Flugzeuges, wie Gleitzahl, Ruderwirkung, Festigkeit usw. nicht vorhanden waren. Das Wetter machte uns bei unseren Versuchen viel Schwierigkeiten; denn am 6. Mai und 11. Mai 1954 begannen wir mit den Versuchen, und am 16. August 1954 konnten wir sie erst fortsetzen.

Die ersten Versuche des Schwingenschlages zeigten einige Mängel an der Radweise, die vom Konstrukteur schnell behoben wurden. Am 18. August 1954 setzten wir unsere Versuche fort. Ich selbst war interessiert, schnellstens einen Erfolg herbeizuführen und ließ mich von dem Gedanken tragen, daß es unbedingt geschafft werden muß. Der erste Start des Tages war ein Gleitflug, der zweite Start ein Schwingenflug mit fünf Schwingenschlägen. Alles stimmte gut — die Arbeit des Kam. Vogel zeitigt seine Erfolge. Der dritte Start, ein Schwingenflug mit 13 Schwingenschlägen.

Der Beweis ist erbracht, daß wir im Schwingenflug größere Strecken zurücklegen als im Gleitflug.

Vor unseren Versuchen kamen heiße Diskussionen auf, bei denen sich Optimisten und Pessimisten über viele Probleme unterhalten haben. Wird das Flugzeug die Normallage beim Schwingenschlag behalten, wird der Pilot die Kraft aufbringen, die Schwingen zu bedienen oder kann sich der Pilot überhaupt sicherfühlen während des Fluges?

Ich möchte alle Fragen positiv beantworten.

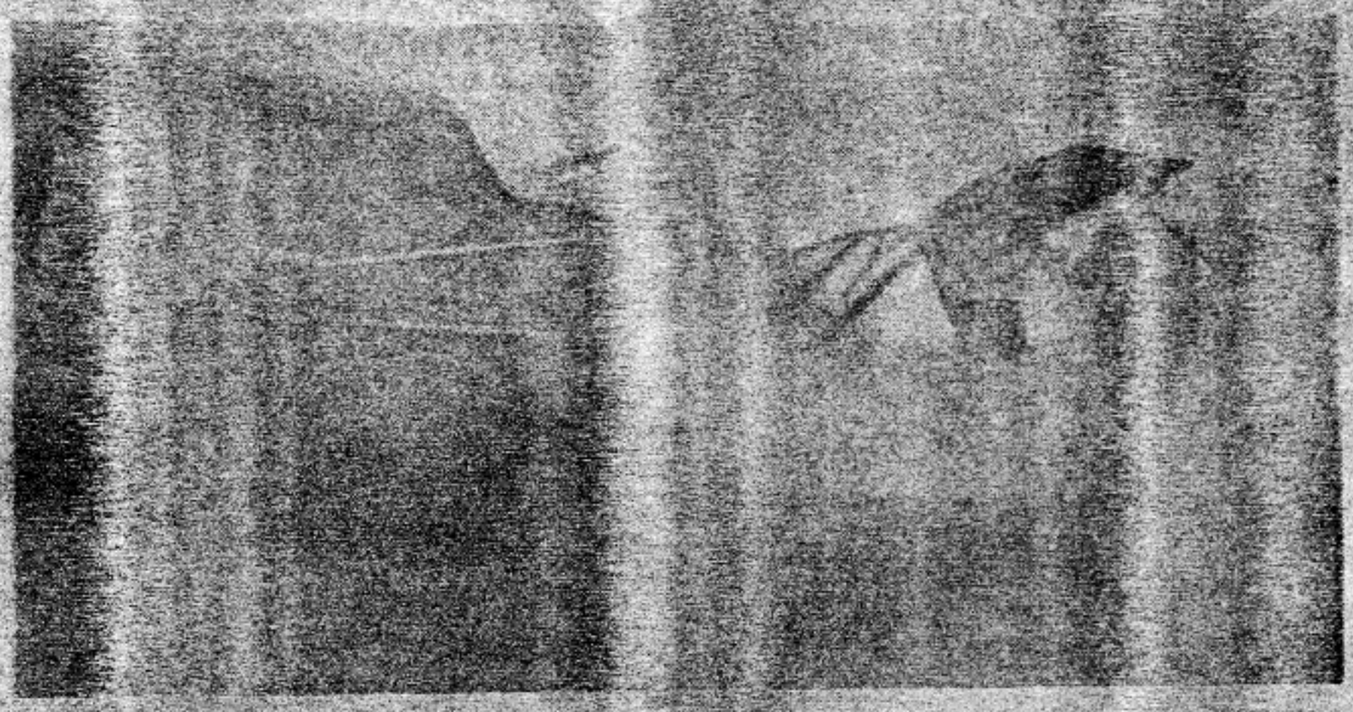
Die Ausschläge der Schwingen empfand ich im Fluge überhaupt nicht. Das Flugzeug blieb vollkommen in seiner Normallage. Die aufzubringende Kraft des Piloten ist nicht so gewaltig, wie es vorher schien. Ich habe bisher die höchste Schwingungszahl 13 erreicht, bin aber der Meinung, daß der Mensch in der Lage ist, 40—50 Schwingenschläge hintereinander zu vollbringen. Im Schwingenflug gibt es keinen Unterschied zum Gleitflug, außer der Kraftaufbringung (durch Anziehen und Ausstrecken der Beine) die Schwingen zu betätigen. Somit ist auch der Beweis erbracht, daß während des Fluges der Pilot sich sicher fühlt.

Wir werden weitere Versuche machen, um den Schwingenflug noch besser zu erforschen.

Beobachtet man die Vögel, so muß man feststellen, daß die Flügelausschläge bei den verschiedensten Vögeln unterschiedlich sind. Für uns gilt es jetzt, ebenfalls zu erforschen, welche Flügelausschläge die besten sind, langsame oder schnelle.

Um die Idee des Kam. Vogel schnellstens zu vervollständigen, schlage ich vor, ein neues Flugzeug mit den gleichen Motiven des Schwingenflugzeuges VOX-1 in einer Werkstatt unter Anleitung erfahrener Werkstattleiter zu bauen. Denn VOX-1 hat baulich gesehen große Schwächen.

Welche Perspektiven uns der Schwingenflug bringt, ist heute noch nicht zu übersehen. Auf jeden Fall sollten wir alles daransetzen und die Voraussetzungen schaffen, um noch größere Erfolge im Schwingenflug zu erreichen. Dem Kam. Vogel gebührt für seine unermüdliche Arbeit Dank und Anerkennung. Die ersten Erfolge im Schwingenflug sind der schönste Lohn für den Konstrukteur.



... das ist das sowjetische Schwingenflugzeug „Kaschtak"

Vor kurzem erfuhren wir, daß auf dem Flugplatz in Tuschino bei Moskau die Konstruktion eines Schwingenflugzeuges vorgeflogen wurde. Auf dem nebenstehenden Bild sehen wir dieses Flugzeug während des Fluges. Im nächsten Heft veröffentlichen wir einen Bericht über das sowjetische Schwingenflugzeug „Kaschtak".

LEOPOLD BERANEK, Plauen

Der Schwingenflug, eine technische Realität

DK 629.135.42
533.664

Vielfache Zuschriften aus dem In- und Ausland veranlassen mich, an dieser Stelle über eine Entwicklungsarbeit auf dem Gebiete des Schwingenflugs, d. h. der natürlichen Nachahmung des von der Natur so vielfach vorgeführten Vogel- und Insektenfluges, zu berichten. Zum besseren Verständnis soll dazu ein kurzer Einblick in die Geschichte des Schwingenflugs gegeben werden. Diejenigen, die in früheren Zeiten das Problem zwar mit großem Weitblick, aber in Unkenntnis der aerodynamischen Grundlagen in Angriff nahmen, stützten sich auf versteinerte Funde gleitender Flugfische, Flugechsen und Urvögel aus dem Ende der letzten Eiszeit. Durch derartige Betrachtungen und ständige Flugbeobachtungen in der Gegenwart kam man zu der Schlußfolgerung, daß sich [illegible]erhalb einer bestimmten erdgeschichtlichen Periode die ursprünglich verhältnismäßig kleinen Gleit- und Drachenflieger zum heutigen Schwingenflieger entwickelten.

Die Entwicklung der natürlichen Drachenflieger zu Schwingenfliegern geschah nicht zufällig, sondern auf Grund der sich ständig verändernden Umweltbedingungen. Die am Schwingenflug arbeitenden Pioniere versprechen sich von dieser Art des Fluges eine höhere Flugsicherheit, den sparsamsten Energieverbrauch bei gleichzeitig größtem Leistungsgewinn.

Der bisher briefliche Erfahrungsaustausch mit den Herren Zauner (Rumänien), Winogradow und Manotzkow (Sowjetunion) sowie mit Forschern anderer Länder zeigt, daß die staatliche Förderung und Unterstützung auf diesem Gebiet sehr unterschiedlich ist. Alle Einzelarbeiten haben bereits einen hohen Reifegrad erreicht, so daß ein schon mehrfach vorgeschlogener internationaler Erfahrungsaustausch auf dem Gebiete des mechanischen Schwingenflugs allgemein wertvolle Ergebnisse und Hinweise zeitigen würde.

Seit 50 Jahren beschäftigt sich Herr Franke in Beelitz-Mark mit der Nachahmung des Vogelfluges. Er baut Modelle bis [illegible] m Spannweite.

[illegible] baute Herr Hermann Schmidt aus Jößnitz bei Plauen einen Schwingenflugapparat. Am erfolgreichsten war jedoch der Ingenieur Arno Vogel. Schon als Studierender beschäftigte er sich mit dem Vogelflug, und er begann 1910 mit dem Bau von mehrflügligen Modellen. Seine Untersuchungen beruhen auf dem Prinzip des Vortrieb und Auftrieb erzeugenden Schlagflügels. Nachdem 1938 endlich der freie Flug eines zweiflügligen Schwingenflugmodells gelungen war, begannen die Versuche mit Schlagflügeln an der Komponentenwaage (Bild 1). Die Untersuchungen zeigten, daß der Strömungsverlauf an der drehbaren und elastischen Schwinge ein ganz anderer ist als am Starrflügel und die uns bekannten Widerstandsgesetze nicht mehr zutreffen. Jederzeit kann an einer großen oder kleinen Komponentenwaage nachgewiesen werden, daß an Schwingen von bestimmter Form und Kinematik beide Luftkomponenten entstehen, deren Großenverhaltnis sich durch die Flügelverstellung beliebig verändern läßt. (Derartige Versuche werden gegenwärtig in einem flugphysikalischen Kabinett in der Allgemeinen Berufsschule in Plauen durchgeführt.)

Die bei den bis 1941 vorlaufig abgeschlossenen Versuchsarbeiten gesammelten Erkenntnisse und Erfahrungen wurden beim Bau eines bemannten Schwingenflugzeugs angewendet (Bild 2). Die 1942 durchgeführten Schwingenflüge zeigten Streckenverbesserungen von 26 Prozent, Flugzeiterhöhungen von 58 Prozent und eine Verringerung der Sinkgeschwindigkeit von 0,92 m s. Damit war es dem Ingenieur Vogel in jahrzehntelanger praktischer und theoretischer Versuchsarbeit gelungen, die komplizierten Bewegungen des Vogelflugs mit Hilfe eines einfachen Triebwerks nachzuahmen.

Im Flugbericht des Testpiloten Manfred Pult, der das erste Schwingenflugzeug steuerte, heißt es: „... die Lastigkeit der Maschine änderte sich beim Schwingenschlag nicht. Die Längsstabilität blieb normal. Ein Schwanken des Rumpfes beim Flügelschlag wurde nicht wahrgenommen ... Die Querruderwirkung verbesserte sich. Auffällig war die allgemein große Querstabilität während des Schwingenflugs, die eine Betätigung der Querruder im Geradeausflug vollkommen unnötig machte ..."

Der Krieg zerstörte auch diese Arbeiten, und erst im Jahre 1950 begann Ingenieur Vogel mit dem Bau des inzwischen

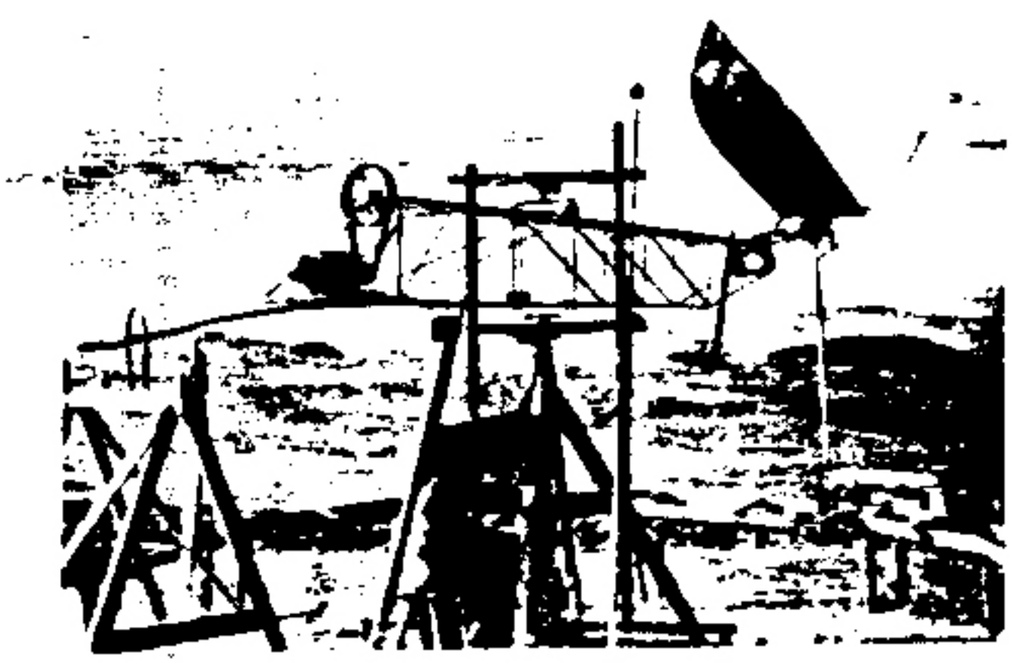


Bild 1: 3-Meter-Schwingen in der großen Komponentenwaage

Bild 2: Das erste bemannte Schwingenflugzeug im Fluge bei Hartenstein im Erzgebirge

in aller Welt bekanntgewordenen Schwingenflugzeugs „VOX–1" (Zulassungsnummer in der DDR). Die Erprobungsflüge wurden 1953 in Hartenstein (Erzgebirge) und 1954 in Ballenstedt (Harz) durchgeführt.

Folgende charakteristische Merkmale wurden von zahlreichen fachtechnischen Beobachtern und den Versuchspiloten Remmler und Hense festgestellt:

1. Mit der Schlagbewegung setzen augenblicklich Fahrterhöhung und Verringerung der Sinkgeschwindigkeit ein.
2. Während des Schwingenschlags bleibt das Flugzeug vollkommen in seiner normalen Lage. Es sind weder Schwankungen des Rumpfes noch eine Veränderung der Flugstabilität feststellbar.
3. Während des Schwingenflugs kann das Flugzeug besser gehalten werden. Auch die Querstabilität ist wesentlich besser.
4. Die anfänglichen Streckenverbesserungen lagen bei 30 Prozent und die im Schwingenflug zurückgelegten Strecken betrugen 300 bis 400 m.
5. Die neuartige Bedienungsweise der Steuerorgane erfordert für die Piloten eine Umschulung.

Der eigentlichen Flugerprobung gingen umfangreiche Versuchsarbeiten mit den Schwingen und dem Schwingenmechanismus voraus. Dem Verfasser gelangen bei Fahrversuchen auf der Autobahn bei 60–70 km h 60 Schwingenschläge in zwei Minuten. Die dabei verwendeten 3-m-Schwingen wurden vorher in einer großen Komponentenwaage auf ihre Leistungsfähigkeit geprüft. Die Tatsache, daß unsere Schwingen Vortrieb und Auftrieb zugleich erzeugen, setzt einen erfahrungsmäßig ermittelten günstigen Auf- und Abschlagwinkel voraus. Stehen Auf- und Abschlagwinkel zueinander im ungünstigen Verhältnis oder wird das Strö-

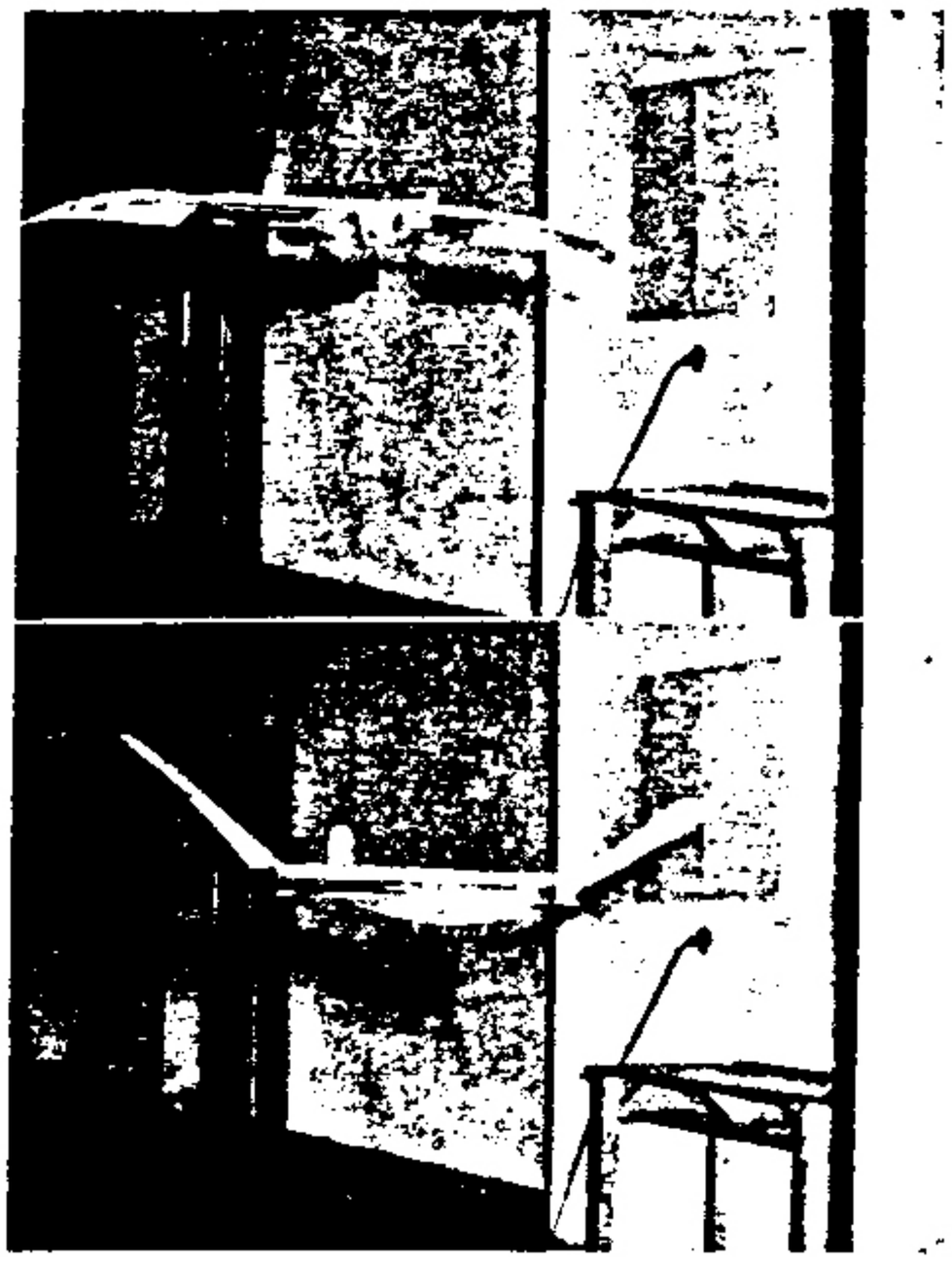


Bild 3: Schwingenflugmodell von Ingenieur Vogel im Fluge. Beim oberen Bild ist die Drehbewegung der Flügel um die Querachse deutlich zu erkennen. Das untere Bild zeigt den Flügelabschlag.

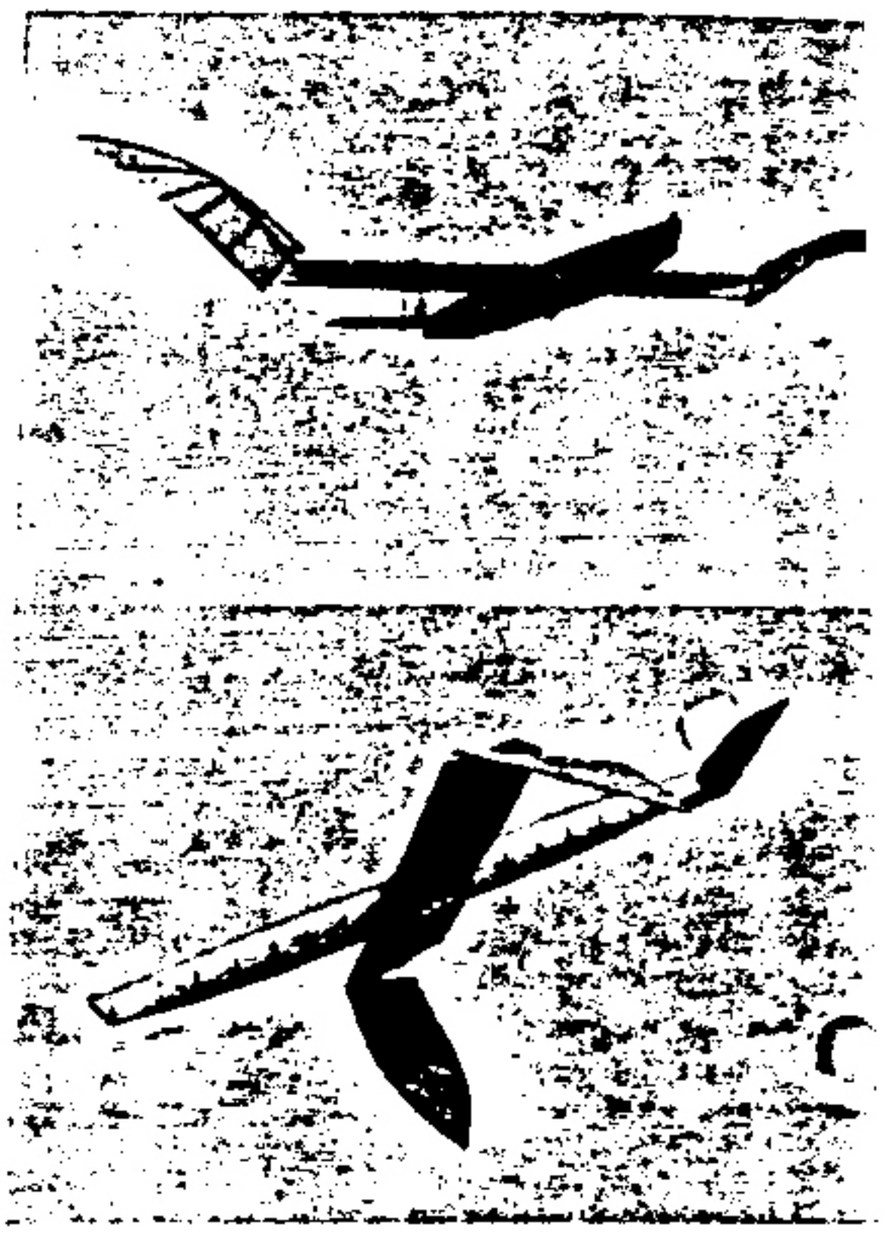


Bild 4: Aufschlag (oben) und Abschlag (unten) beim Schwingenmodell von Ingenieur Vogel

mungsbild durch eine fehlerhafte Konstruktion gestört, sinkt die nützliche Schlagwirkung sofort auf ein Mindest herab und der Widerstand tritt vorrangig in Erscheinung.

Die Schlagbewegung vollzieht sich um zwei Achsen (Bild Dabei gilt der Flügelschlag (Drehung des Flügels um Flugzeuglängsachse) als Hauptbewegung und die Flü wendung (Drehung um die Querachse) als Nebenbewegu die aber für den Flugeffekt von ausschlaggebender deutung ist. Das gleiche gilt für die Veränderung der Flüg stellung zwischen Auf- und Abschlag (beim Aufschlag schr Flügelstellung).

Seit 1956 werden diese Arbeiten mit Unterstützung Herrn Prof. Dr. W. Richter und Herrn Dipl.-Ing. Freu Aerodynamischen Institut der Technischen Hochschule Dr den fortgesetzt.

Bis zu diesem Zeitpunkt jedoch wurden in einem flugphysi lischen Kabinett der Gewerblichen Berufsschule Plauen Kräfte an schlagenden Flügeln an einer Komponentenwa gemessen. Vorerst wurden die Auftriebs- und Vortriebskr mit einem Flügel, dann mit einem Flügelpaar bei verschie nen Schlagzahlen in ruhender Luft ermittelt. Hierbei galt die geeignetste Flügelform, den günstigsten Auf- und schlagwinkel (in der Längsachse gesehen) sowie die b Flügelwendung (in der Querachse gesehen) festzustellen.

Eine andere Versuchsreihe erfolgte in zwei Windkanälen Windgeschwindigkeiten bis zu 13 m.s und 30 m's. I wurden neue Schwingenformen erarbeitet, erprobt und Schwingenmodelle angefertigt.

Der einfache, aber sehr sinnvolle Flügel- und Wendemec nismus wurde jahrzehntelang erprobt und ständig verbes Er kommt der natürlichen Flügelbewegung sehr nahe. A dings handelt es sich bei der Nachahmung des Vogelf zunächst nur um die Flügelbewegungen, wie sie der Voge Geradeausflug ausübt. Dagegen treten bei der Überwind schwierigerer Flugzustände Besonderheiten auf.

Analysiert man die Flügelbewegung, so ergeben sich innerhalb einer Amplitude zwei grundsätzlich verschiedene Vorgänge, nämlich der schub- und auftrieberzeugende Flügelschlag und der bei einem Minimum an Luftwiderstand erfolgende Aufschlag. Der Flügel führt also zwei Drehbewegungen aus, und zwar eine um die Längsachse des Flugzeugs und die andere um die Querachse. Letztere wird auch als Nebenbewegung bezeichnet. Sie erfolgt kraftschlüssig, und zwar in der Weise, daß sich die Schwinge beim Aufschlag durch den Kraftschluß am Flügel selbsttätig einstellt. Beim Abschlag bleibt der Anstellwinkel konstant.

Die zahlreichen Experimente haben bewiesen, daß der Flügelschlag nur dann zur Geltung kommt, wenn die Schwinge in einer ganz bestimmten Anstellung abschlägt und bei geringstem Luftwiderstand, d. h. in Schräglage wieder aufschlägt (Bild 4 und 5).

Die früher von Vogel in der drehbaren Komponentenwaage durchgeführten und jetzt vom Verfasser fortgesetzten Versuche ließen stets erkennen, daß die Schlagwirkung sofort geringer wird, wenn durch eine fehlerhafte Konstruktion des Flügels oder durch falsche Bewegungen der günstige Strömungsverlauf gestört wird.

Die Prüfanlage, eine kardanisch gelagerte Zweikomponentenwaage, ermöglicht es, die Mittelwerte der Schub- und Auftriebskräfte an einer starren und an einer elastischen Schwinge gegenüberzustellen. Auffallend ist dabei, daß die Flügel, die mit einer elastischen Hinterkante versehen wurden, im Vergleich zu starren Flügeln, bei gleichen Schubkräften und gleichem Leistungsaufwand größere Auftriebskräfte ergeben. Der Strömungsverlauf am schwingenden Flügel war uns zwar schon von einigen anderen Experimenten her bekannt, so durch das Abbrennen einer Nebelpotrone an der Flügelvorderkante einer 3-m-Schwinge (Bild 6), und durch Versuche auf der Autobahn. Es galt jedoch, die Strömungsvorgänge noch genauer zu erforschen.

Seit Ingenieur Vogel die Möglichkeit hat, in den Versuchseinrichtungen des Aerodynamischen Instituts der Technischen Hochschule Dresden seine Beobachtungen und Messungen fortzusetzen, können die am Flügel wirksamen Kräfte, die Messung des für die Schlagbewegung erforderlichen Energieaufwandes und die Strömungsvorgänge an einer als Kompo-

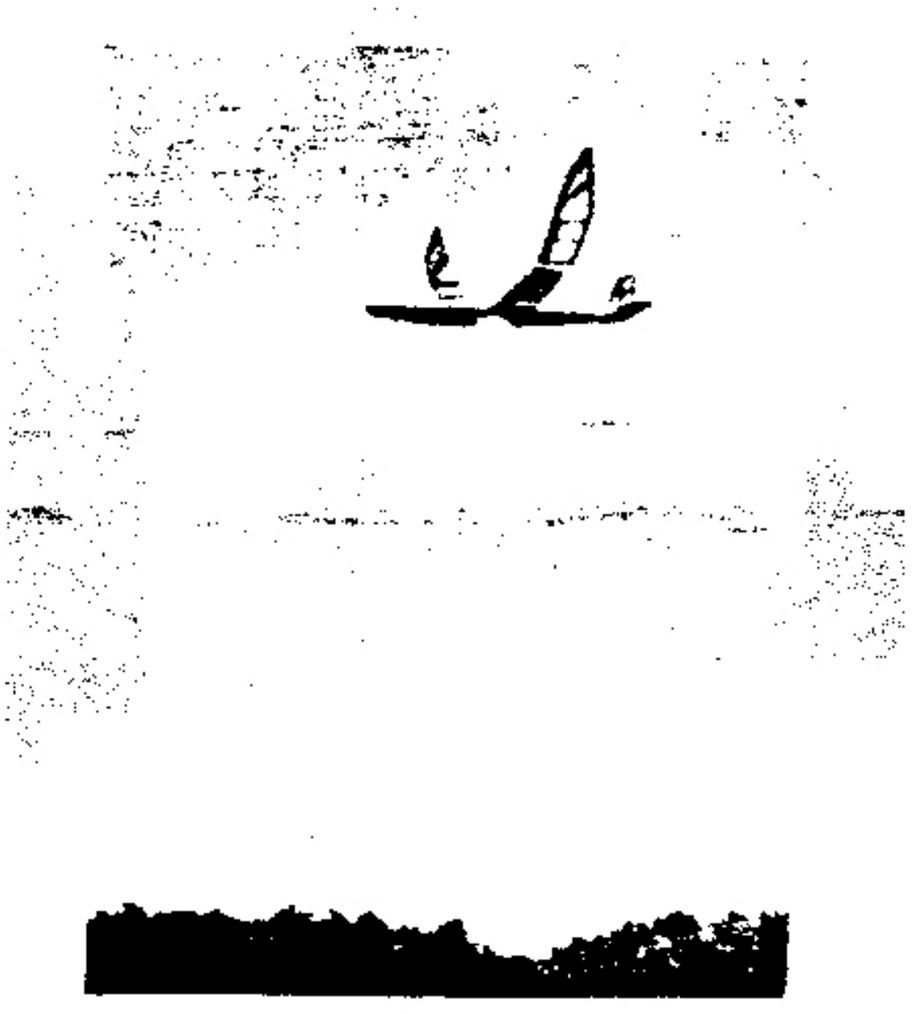


Bild 5: Schwingenflugmodell im Fluge

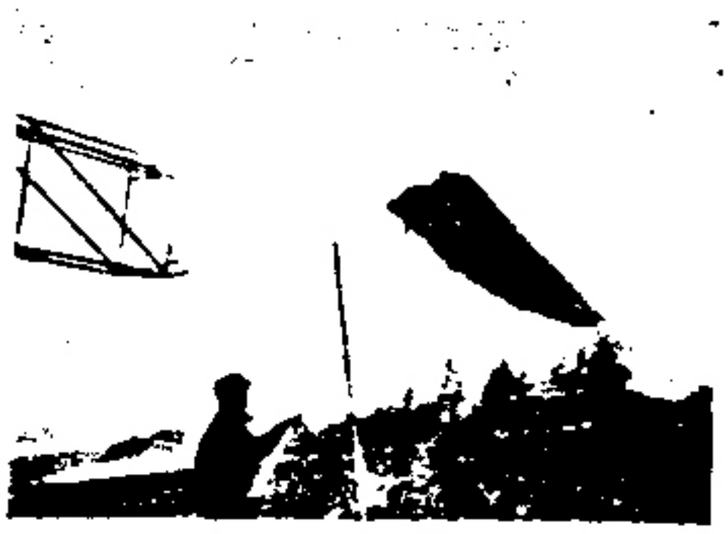


Bild 6: Abbrennen einer Nebelpotrone an einer 3-m-Schwinge bei 12 m s-Ausströmung

nentenwaage ausgebildeten Prüfanlage im Wasserkanal ermittelt werden. Wie geschieht nun die Beobachtung der Strömungsvorgänge im Wasserstrom?

An dem an der Flügelwurzel angebohrten Schlagflügel treten Luftblasen aus. Diese vereinigen sich zu einer immer stärker werdenden Blasenwulst, die an der Vorderkante entlang nach der Flügelspitze wandert, bevor sie in die freie Strömung gelangt (Bild 7 und 8). Es kann angenommen werden, daß dort eine beträchtliche Saugwirkung herrscht, die die hohe Schlagwirkung zur Folge hat. Demnach ist die Wirkung des Flügelschlags also vom Verlauf der Anströmung abhängig, die bei ruhender Schwinge der vom Tragflügel her bekannten Strömung entspricht.

Zu dieser Erscheinung stellte Prof. Dr. Alexander Lippisch fest: „Wenn aber das Wirbelfeld hinter dem Tragflügel ein anderes ist als beim Schlagflügel, dann gelten auch die Gesetze des induzierten Widerstandes nicht in der bekannten Form und dann ist es sehr wohl möglich, daß der induzierte

Bild 7: Schlagflügel im Wasserkanal in Ruhe. Die Luftblasen treten aus dem Flügel in Richtung der Strömung aus.

Bild 8: Während des Flügelschlages zieht eine Blasenwulst an der Flügelvorderkante nach der Spitze zu und tritt dort in die Strömung ein.