

## Inhaltsübersicht in verschiedener Ordnung

### Band 3 (1938)

#### Hauptpläne der Zeitschrift „Modellflug“

##### I. Anfängerflugmodelle und Lehrgeräte in Bauzeichnung und Baubeschreibung.

	Heft	Seite
Blechlamina zur Erleichterung des Biegens von Holzleisten . . . . .	1/38	6
Eine selbstzubauende Drachen- und Hochstartwinde . . . . .	8/38	166
Flugmodellhalter für den Hochstart . . . . .	7/38	148
Gleitflugmodelle für Schulungszwecke. Zur Einführung in die Meco-Metallbauweise . . . . .	9/38	192
Selbstbau einer Aufziehvorrichtung für Saalflugmodelle . . . . .	11/38	228
Umlenkrollen-Hochstartgerät . . . . .	6/38	119

##### II. Flugmodelle in Bauzeichnung und Baubeschreibung.

	Heft	Seite
Entensaalflugmodell . . . . .	10/38	Bauplan- rückseite
Leichtmetall-Saalflugmodell „Metallus“ . . . . .	5/38	100
Leistungs-Saalflugmodell „A 12“ . . . . .	1/38	12
Nurflügel-Segelflugmodell „A 5“ . . . . .	3/38	61
Nurflügel-Segelflugmodell „A 5“ . . . . .	4/38	84
Kumpf-Saalflugmodell „A 13“ . . . . .	2/38	33
Segelflugmodell „Pfeil“ . . . . .	11/38	225
Segelflugmodell „Stift“ . . . . .	12/38	Bauplan- rückseite

#### Verzeichnis der Autoren

Adalbert, Eleis, Jede Kumpfform in der Stäbchenbauweise . . . . .	11/38	236
Alexander, Franz, Deutsche Modellflieger starteten in Belgien . . . . .	10/38	213
Armes, Paul, Das Leistungs-Saalflugmodell „A 12“ . . . . .	1/38	12
–, Das Kumpf-Saalflugmodell „A 13“ . . . . .	2/38	33
–, Die Entwurfsmerkmale und der Bau des Nurflügel-Segelflugmodells „A 5“ . . . . .	3/38	61

	Heft	Seite
Armes, Paul, Die Entwurfsmerkmale und der Bau des Nurflügel-Segelflugmodells „A 5“ . . . . .	4/38	84
Aurich, Walter, Flugmodellbau im Schullandheimlager . . . . .	11/38	223
Berner, Heinz, Ein einfacher Luftschraubenfreilauf . . . . .	8/38	172
Brauer, Karl, Ruffbaumholz, ein Werkstoff für Randbogen . . . . .	4/38	86
–, Das Segelflugmodell „Pfeil“ . . . . .	11/38	225
Brosch, Eduard, Kreuzköpfe und Gelenke des Schwingenflugmodells v. Brosch . . . . .	10/38	209
Däumichen, A., Deutsche Modellflieger siegen beim Internationalen Motorflugmodell-Wettbewerb in Oslo . . . . .	11/38	230
Denk, Stud.-Rat F., Der Drachensport als Wegbereiter für den Motor- und Segelflug . . . . .	9/38	177
Funke, Werner, Der Modellflieger als Segelflieger . . . . .	4/38	68
–, Etwas über Thermik . . . . .	6/38	126
Gathen, E., Modellbau in der Seefahrt . . . . .	6/38	121
Gerner, M., Das Warmluftballonmodell im Flugmodellbauunterricht . . . . .	6/38	112
Glanzer, Ing. H., Der Modellflugsport in Holland . . . . .	1/38	1
Große, Julius, Randbogen und Endleiste aus Sperrholz . . . . .	8/38	173
Grotwahl, Heinz, Einfacher Apparat zum Dämpfen von Leisten . . . . .	8/38	169
Haas, Hansjochen, Im Flugzeug hinter meinem Modell . . . . .	1/38	3
–, Benzinmotor-Flugmodell schleppt Segelflugmodell . . . . .	8/38	158
Hamann, H. J., Die Ausführung von Trimmgewichtskammern bei Segelflugmodellen . . . . .	2/38	23
Happel, Hermann, Wie ich zum Bau meiner Flugmodell-Dampfturbine kam . . . . .	5/38	102
Hegel, Wilhelm, Die neue Reichsmodellbauerschule Hoher Meißner . . . . .	8/38	155
Heinemann, H., Blechlamina zur Erleichterung des Biegens von Holzleisten . . . . .	1/38	6

### Das Einfliegen

Vor dem Einfliegen des Saakflugmodells muß der Schwerpunkt festgelegt werden. Wir setzen zunächst das Flugmodell zusammen und hängen einen zweifsträngigen Gummitotor (Querschnitt jedes Gummitadens  $1 \times 1 \text{ mm}$ ) ein, der, obwohl der Hakenabstand nur 200 mm beträgt, 230 bis 250 mm lang sein darf. Nachdem wir den Tragflügel gemäß der Bauzeichnung befestigt haben, versuchen wir den ersten Gleitflug. Das Modell muß diesen mit der Gleitzahl von etwa 1 : 5 aus-

führen. Feineinstellungen für die Längsstabilität erfolgen durch Versetzen des Tragflügels nach vorn bzw. hinten, gegebenenfalls auch durch schwaches Aufwärts- und Abwärtsbiegen der Leitwerkumrandung 6. Führt das Modell einen einwandfreien Gleitflug aus, so kann der erste Kraftflug erprobt werden. Das Modell fliegt, sofern es einwandfrei gebaut ist, die ersten drei Minuten des Kraftfluges mit einem Steigwinkel von etwa 1 : 8, der allmählich in einer Höhe von 15 bis 20 m in einen Horizontalflug übergeht.

## Gedanken zur Entwicklung des Schwingenfluges

Von A. Lippisch, Darmstadt, Deutsche Forschungsanstalt für Segelflug

Die Erfindung des Motorflugzeugs und die damit ausgelöste schnelle Entwicklung des Flugzeugbaues bis zu den hervorragenden Leistungen heutiger Motor- und Segelflugzeuge hat den Blick ganz von den Problemen abgelenkt, die frühere Zeitalter in erster Linie auf dem Wege zum Menschenflug vor sich sahen.

Das ganze Streben der Männer, die in jener Zeit den Mut hatten, sich mit dem Flugproblem zu befassen, war darauf gerichtet, den Vogelflug mechanisch nachzuahmen, um mit Hilfe eines solchen Schlagflügelflugzeugs dem Menschen das Fliegen möglich zu machen. Ob dieses Problem des Fluges mit eigener Kraft überhaupt physikalisch lösbar ist, wird zum mindesten sehr umstritten. Von Seiten der Wissenschaft wird der „Muskelkraftflug“ als auf die Dauer unmöglich angesehen, da die bisher entdeckten Luftwiderstandsgesetze diese Unmöglichkeit beweisen.

Die Leistung nämlich, die man zum Schwebeflug mindestens braucht, ist gleich dem Fluggewicht vervielfacht mit der Sinkgeschwindigkeit des betreffenden Flugzeugs. Nehmen wir aber die günstigsten bisher bei unseren hochentwickelten Segelflugzeugen erreichten Werte der Sinkgeschwindigkeit und gleichzeitig ein kaum ausführbares Geringstgewicht des Flugzeugs an, so erhalten wir dennoch Leistungen, die  $\frac{1}{4}$  PS kaum unterschreiten. Da der Mensch aber nur  $\frac{1}{4}$  PS auf die Dauer leisten kann, ist mit den heutigen Mitteln des Starrflügeligen Flugzeugs mit Luftschraube der Muskelkraftflug als Dauerflug unmöglich.

Diese Einsicht hat dazu geführt, daß manche, die diesen Wunsch des Menschen dennoch erfüllt sehen wollen, die Entwicklung des Schwingenflugzeugs als denjenigen Weg sehen, auf dem dieses Problem lösbar sein müßte. Für diese Ansicht gibt es keinen Beweis, aber auch keinen sichhaltigen Gegenbeweis.

Es gibt hier nur eines: die Lösung des technisch brauchbaren Schlagflügelantriebs in Angriff zu nehmen, damit man auf Grund von Tatsachen ein Urteil über die Brauchbarkeit der Schwinge als Vortriebsmittel abgeben kann.

Nun könnte man zuerst daran gehen, durch Messungen in Windkanälen oder an einer Umlaufvorrichtung das aerodynamische Verhalten des Schlagflügels zu studieren. Leider sind solche zweifellos sehr wertvollen Versuche bisher völlig unterblieben, weil das Interesse an diesen Problemen zu gering war, um die Bereitstellung der notwendigen Mittel zu rechtfertigen.

Nun hat aber die Natur den Schwingenflug in vielen Varianten verwirklicht und zweifellos mit gutem Erfolg verwendet, und wenn auch beim fliegenden Lebewesen gewisse biologische Gesichtspunkte für die Wahl dieser Flugart maßgebend gewesen sein mögen, so muß man doch als von der Natur bewiesen annehmen, daß der Schwingenflug eine sehr gute Ausnutzung der Flugarbeit gewährleistet. Es ist daher auch vom wissenschaftlichen Standpunkt notwendig, diese aerodynamischen Untersuchungen über den Schwingenflug durchzuführen, wenn auch dieses Problem zur Zeit gegenüber anderen wichtigen Fragen der Luftfahrt im Hintergrunde steht. Es steht jedoch außer Zweifel, daß diese Ergebnisse — mögen sie auch eine direkte praktische Anwendung nicht vorteilhaft erscheinen lassen — andere Gebiete der Luftfahrtwissenschaft befruchten und zu einer

allgemeinen Bereicherung unserer aerodynamischen Kenntnisse führen werden.

Neben diesen notwendigen Forschungsarbeiten im aerodynamischen Laboratorium muß man andererseits die Entwicklung des Flugzeugs mit Schwingenantrieb in Angriff nehmen. Hierbei handelt es sich darum, den Antrieb in seiner Wirkung auf Stabilität und Flugeigenschaften zu prüfen. Denn was würden die besten Untersuchungsergebnisse nützen, wenn man hinterher feststellen müßte, daß deren Verwendung flugmechanische Schwierigkeiten mit sich bringt, die man von vornherein bei der Durchführung der Versuche hätte berücksichtigen und somit vermeiden können.

Es wäre jedoch durchaus verfehlt, wenn man diese Flugversuche mit einem bemannten Schwingenflugzeug anstellen wollte. Zwar sind alle Bestrebungen, den Schwingenflug über-

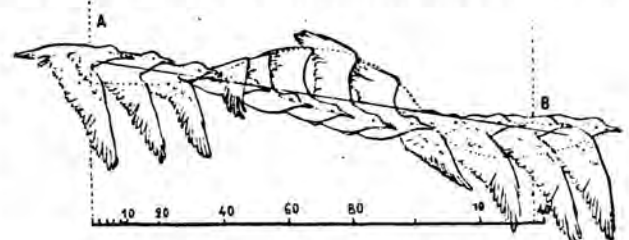


Abb. 1. Flugbilder einer Möve (nach Maren).

Der Maßstab zeigt den zurückgelegten Flugweg in Zentimetern. Die gepunktete Linie entspricht der Bahn des Handgelenks. Bildfrequenz 50 je Sek.

haupt zu lösen, bisher stets am bemannten Flugzeug versucht worden, und der Mißerfolg so vieler Arbeiten dieser Art zeigt nur zu deutlich, daß man auf diesem Wege nichts erreichen kann.

Vielmehr sind diese Fragen nur durch Versuche mit Flugmodellen zu klären, wobei man bei kleinen leichten Modellen beginnt und langsam folgerichtig Schritt für Schritt ins Größere entwickelt, so daß am Endpunkt der Entwicklungsreihe das bemannte Schwingenflugzeug nur mehr eine maßstäbliche Vergrößerung bedeutet, aber keine grundsätzlich neuen Schwierigkeiten bringen kann. Der Schwingenflugmodellbau hat daher einen durchaus ernsthaften Hintergrund, denn er dient als Ausgangsstufe der Entwicklung des großen Schwingenflugzeugs, und man ist in der Lage, im Laufe dieser Entwicklung festzustellen, ob der Bau bemannter Schwingenflugzeuge gegenüber dem Starrflügeligen Flugzeug Vorteile bringen kann.

Es ist erstaunlich, wie wenig man über die verschiedenartigen Verwendungsmöglichkeiten eines Schwingenflugzeugs nachgedacht hat. Dabei braucht man eigentlich nur das Naturvorbild zu betrachten, um festzustellen, daß ein Schwingenflugzeug praktisch alle diejenigen Flugmanöver ausführen kann, die ein Starrflügeliges Flugzeug nur im beschränkten Maße oder überhaupt nicht erreichen wird. Man kann nämlich leicht feststellen, daß ein Schwingenflugzeug einerseits genau so schnell und sicher fliegen kann, wie das Drachenflugzeug, daß es aber andererseits die gleichen Flugarten, die sonst nur dem Hubschrauber eigen sind, verwirklichen kann.

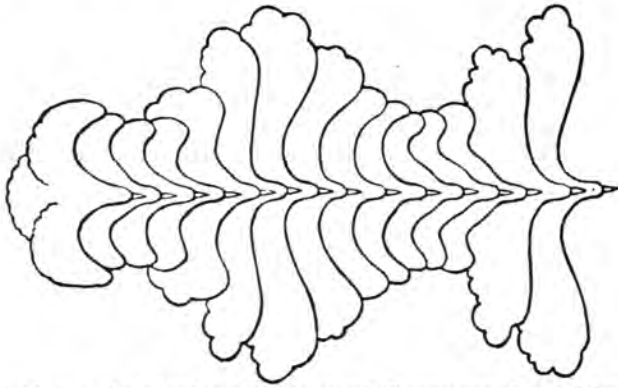


Abb. 2. Schwingenflug der Wabe (nach Marey) von oben gesehen. Bildzahl 25 je Sekunde. Beachte die Spannenveränderung beim Aufschlag, die einer kreisförmigen Bewegung der Flügelspitze entspricht.

Die Schlagbewegung nämlich, die beim Vogelflügel durch eine Rollbewegung des Außenflügels erzeugt wird, bedingt, daß auch im Falle völligen Stillstandes des Flugzeugs in der Luft eine zur Luftkrafterzeugung notwendige Relativgeschwindigkeit zwischen Flügel und Luftmasse vorhanden ist. Besonders deutlich kann man diese Wirkung der Flügelbewegung auf die Fluggeschwindigkeit an einer kleinen Wespenart beobachten. Die Tiere verharren eine Zeit lang völlig stillstehend in der Luft und schießen dann plötzlich mit großer Geschwindigkeit voraus. Auch Libellenarten zeigen ähnliche Bewegungsmöglichkeiten. Bei der kleinen Wespe sieht man im Sonnenlicht deutlich die vom Flügel durchlaufene Bahn, die eine flache, schräg nach hinten geneigte Ellipse darstellt. Auch beim Küttelfalken kann man den Stillstand in der Luft deutlich beobachten. Die Flügelbewegung ist auch hier ein Schlagen von hinten oben nach vorne unten.

Die mögliche Geschwindigkeitsspanne eines Schwingenflugzeugs ist demnach bei entsprechender Steuerung der Schwingen beliebig groß, und es ist leicht einzusehen, daß damit nicht nur der Langsamflug bis zum Fliegen auf der Stelle beherrscht werden kann, sondern daß sich hieraus auch für Start und Landung wesentliche Vorteile ergeben müssen. Mit unseren heutigen Mitteln kann man mit einer Flugzeugbauart nur einige dieser Eigenschaften auf einmal erreichen. Das Schwingenflugzeug bietet die Möglichkeit, einen Flugzeugtyp zu schaffen, der alle Eigenschaften in sich birgt und die Vorteile des Drachenflugzeugs mit denen des Hubschraubers vereinigt.

Man kann wohl dagegen einwenden, daß die Flügelbewegung sowie die Steuerung dieser Bewegung ein sehr schwieriges technisches Problem darstellt. Wenn man aber bedenkt, daß man noch vor wenigen Jahren das einziehbare Fahrwerk, die verstellbare Luftschraube oder gar die Konstruktion des Hubschraubers als kaum lösbare konstruktive Probleme angesehen hat, so kann man die Verwirklichung des Flügelantriebs nicht als technisch undurchführbar bezeichnen.

Letzten Endes ist die Verbesserung der Flugleistungen bei all diesen Fragen ausschlaggebend, denn die Entwicklung läßt sich durch technische Schwierigkeiten wohl hemmen aber nicht zum Stillstand bringen.

Der Beginn dieser Entwicklung muß, wie bereits erläutert, von zwei Gesichtspunkten ausgehen:

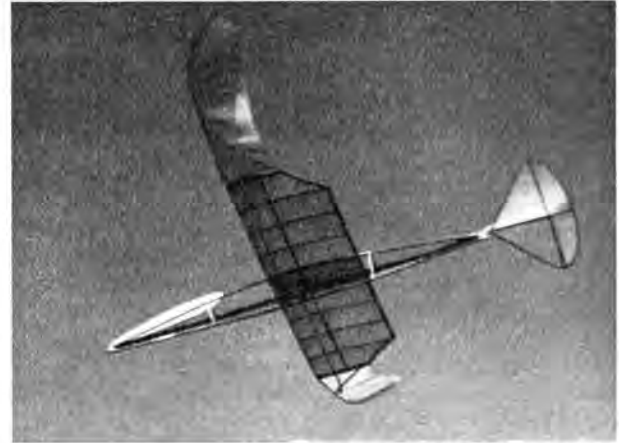
1. Erforschung der Luftwiderstandsgesetze beim Schwingenflug.
2. Versuche mit Schwingenflugmodellen zur Feststellung der Flugleistungen und der Stabilitätsbedingungen im freien Fluge.

Der erste Punkt ist Sache aerodynamischer Versuche und der daraus abgeleiteten theoretischen Untersuchungen.

Das zweite Forschungsgebiet bedingt die Mitarbeit aller am Modellbau interessierten Kreise, denn je mehr Erfahrungen mit den verschiedenartigsten Entwürfen vorliegen, um so eher kann aus diesem Boden die endgültige Lösung erwachsen.

Um aber die Einführung des Schwingenfluges in den Modell-

bau möglich zu machen, bedarf es für den Anfang eines brauchbaren Vorbildes für diejenigen, die sich weiterhin mit diesen Konstruktionen befassen wollen. Bisher gab es leider auf diesem Gebiete nichts, was man hierfür hätte verwenden können, obwohl von vielen Seiten ein großes Interesse dafür vorhanden war. Es hat sich deshalb vielfach die Ansicht durchgesetzt, daß es überhaupt nicht möglich sei, den Schwingenflug im Modellbau einzuführen und besonders diejenigen, die auf dem Papier die Lösung des Problems bereits in der Tasche hatten und dann nur noch die nötigen, meistens sehr reichhaltigen, Mittel brauch-



Bilder (9) der Modelle: Bildreihe D 35

Abb. 3. Kleines Schwingenflugmodell nach Lippisch beim Abwärtschlagen der Schwingen.

ten, vertraten stets diese Ansicht! Physikalisch gibt es jedoch hierfür keine Begründung, denn genau so gut wie man den Drachenflug im Modellbau verwirklichen kann, muß dies auch für den Schwingenflug möglich sein. Auch ist kein Grund einzusehen, daß etwa die aerodynamischen Wirkungen ihrem Wesen nach durch die Verkleinerung der Abmessungen Änderungen erfahren würden, denn die Änderung der Reynoldsschen Zahl beeinflusst lediglich die Vorgänge in der Grenzschicht, d. h. das Verhalten im Bereich unsteuiger Strömungsvorgänge.

Wenn man allerdings von vornherein bei der Konstruktion mit den kompliziertesten Mechanismen anfängt, wird man keine brauchbaren Ergebnisse erreichen. Es ist auch gar nicht einzusehen, warum man von dieser Seite aus an das Problem heran-

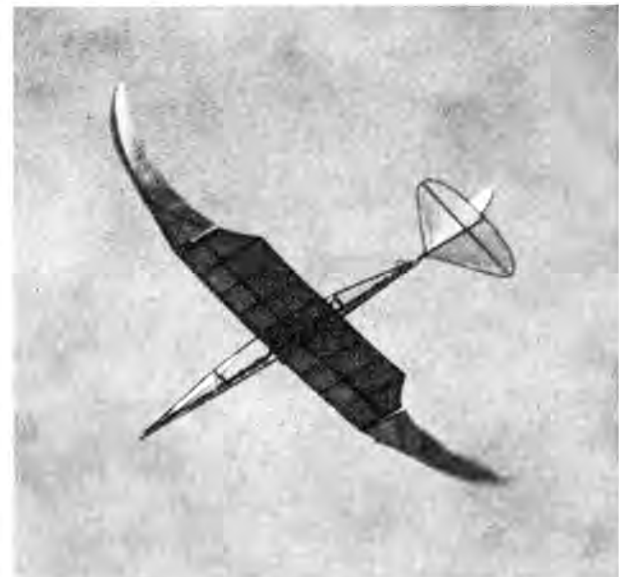


Abb. 4. Aufwärtschlag der Schwingen.



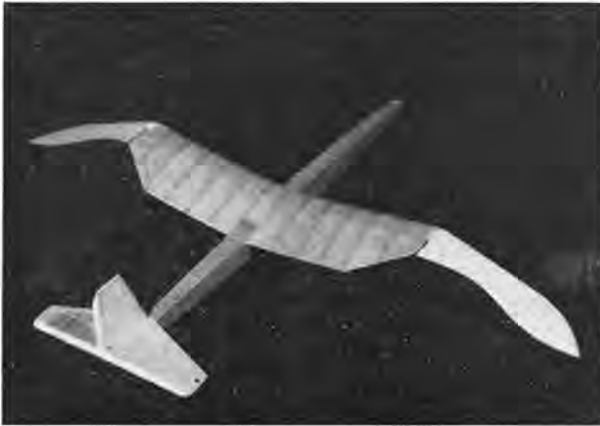


Abb. 5. Das NSFK-Schwingenflugmodell nach Lippisch.

gehen muß. Vielmehr wird eine technisch richtige Lösung immer nach möglicher Einfachheit streben, und eine Entwicklung kann nur dann vorwärtskommen, wenn aus den einfachsten Formen schrittweise Erweiterungen entwickelt werden.

Aus diesen Gedankengängen heraus kam ich zu den von mir anlässlich des Vorkenberger Reichsmodellwettbewerbes angefertigten Schwingenflugmodellen. Die Modelle sind daher keinesfalls als eine endgültige Lösung anzusehen, sondern sie stellen lediglich einen brauchbaren Anfang dar und geben jedem, der im Modellbau einige Erfahrung hat, die Möglichkeit, von dieser Stufe aus nach eigenen Ideen weiterzuentwickeln.

Das wesentliche Merkmal dieser Schwingenflugmodelle ist die Verwendung eines größeren starren Mittelflügels, der mit Rumpf und Leitwerk eine auch ohne die Schwingen einwandfrei flugfähige Zelle bildet. Die an den Flügelenden angebrachten

Schwingen dienen lediglich der Vortriebserzeugung, liefern also in der Normalfluglage keinerlei zusätzlichen Auftrieb.

Man könnte sich ein solches Modell aus dem Drachenflugzeug dadurch entstanden denken, daß man die Blätter der Luftschraube an den Flügelenden anbringt und nicht mehr kreisend, sondern nur pendelnd hin und her bewegt, wobei sich die Steigung dauernd selbsttätig einstellt.

Es gibt in der Literatur verstreut eine ganze Reihe von Beschreibungen von Schwingenflugmodellen, die gestiegen haben sollen. Diese Modelle sind sämtlich so konstruiert, daß die beiden als Schwingen ausgebildeten Flügel eine Schlagbewegung ausführen, die um eine in Flügelmitte angeordnete Achse stattfindet. Das heißt, es wird bei diesen Modellen der ganze Tragflügel, in Anlehnung an den Vogelflug, als Schwinge verwendet, bei dem die Schlagbewegung ebenfalls um das Schultergelenk stattfindet.

Ich habe selbst zahlreiche Modelle dieser Art gebaut und mußte immer wieder feststellen, daß die Flugleistungen im Vergleich zu dem mit Luftschraube betriebenen Modell sehr mangelhaft sind. Die aufmerksame Beobachtung des Fluges dieser Modelle zeigt sehr bald den Grund dieser schlechten Flugleistung. Die Bewegung der ganzen Flügel mit ihren im Verhältnis zum Gesamtgewicht großen Massen bedingt eine der Flügelbewegung entgegengesetzte Bewegung des Rumpfes, so daß die Wirkung des Flügelschlages zum großen Teil hierdurch wieder vernichtet wird. Beim Vogel liegen diese Verhältnisse wesentlich günstiger, weil das Flügelgewicht im Verhältnis zum Gesamtgewicht erheblich kleiner ist. Andererseits ist auch die Bewegungsform des Vogelflügels keinesfalls ein einfaches Auf- und Abschlagen des ganzen Flügels. Vielmehr nehmen an der Schlagbewegung in der Hauptsache die Außenflügel teil, und der Innenflügel macht diese Bewegung nur insoweit mit, als dies aus anatomischen Gründen notwendig ist.

Denn eines darf man bei der Betrachtung des Vogelfluges als Vorbild nie außer acht lassen:

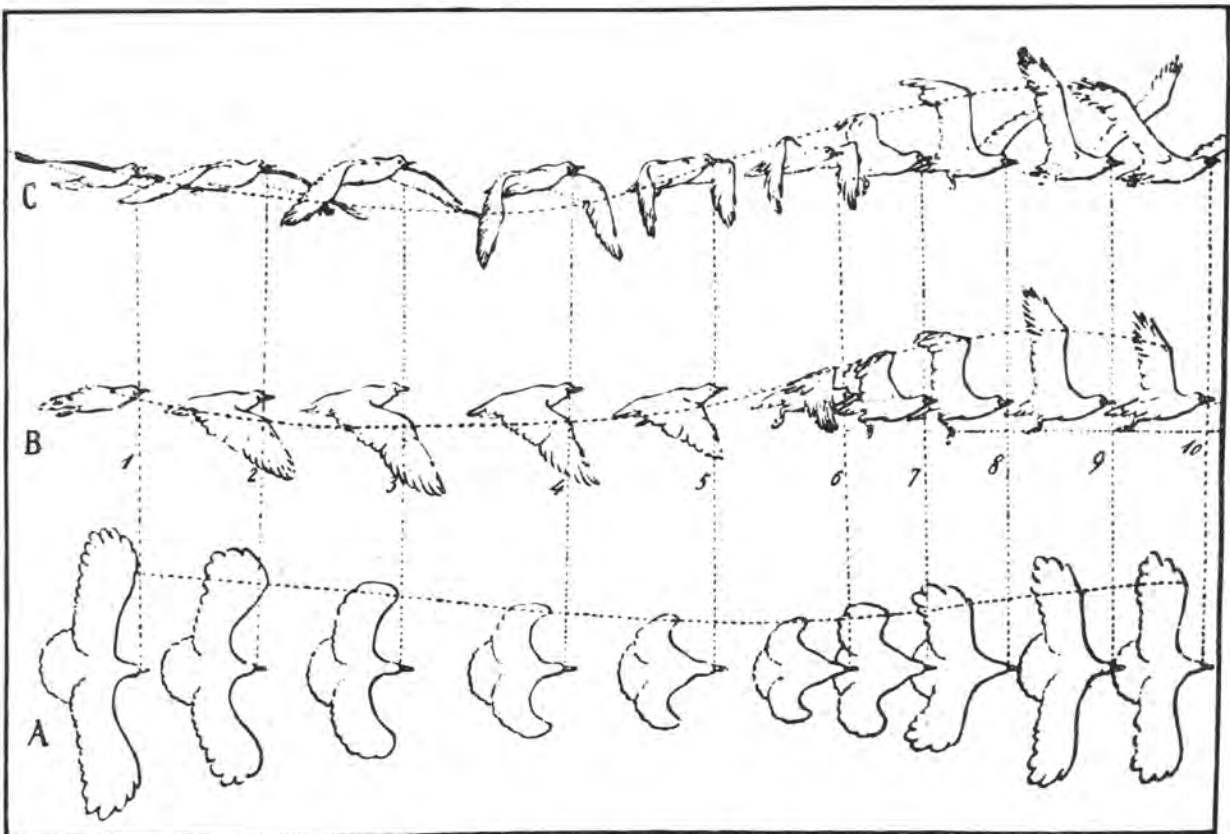


Abb. 6. Flugbilder einer Möwe (nach Marey).

Man erkennt deutlich die verschiedenartige Bewegung des Innenflügels gegenüber dem Außenflügel.



Abb. 7. Mövenflug (nach Marey).

Der Vogel ist ein Lebewesen, das in erster Linie den ihm gestellten biologischen Forderungen genügen muß. Sein konstruktiver Aufbau ist nicht allein nach den Gesichtspunkten des Fliegenkönnens, sondern nach den Lebensbedingungen gestaltet.

Ein Schwingenflugzeug soll jedoch nur gut fliegen können, es braucht aber beispielsweise seine Flügel nicht so zusammenzufalten, daß es durch ein enges Nestloch schlüpfen kann.

Vielfach wird dieser an sich selbstverständliche Gesichtspunkt völlig übersehen, und viele glauben, man müsse nur den Vogel möglichst sklavisch nachahmen, um den Schwingflug zu verwirklichen. Diese Ansicht ist völlig untechnisch. Vielmehr muß man den Vogel mechanisch umdenken und zu erkennen versuchen, warum seine Flügelkonstruktion so gestaltet ist und welche Effekte bei der Bewegung des Flügels erzeugt werden.

Hierfür sind beim Vogel drei wesentliche Gesichtspunkte maßgebend:

1. Sein anatomischer Aufbau auf Grund biologischer Forderungen.
2. Die aerodynamischen Gesichtspunkte, die Auftriebs- und Vortriebserzeugung mit möglichst gutem Wirkungsgrad zu erreichen suchen.
3. Die kinematisch günstige Massenbewegung der schwingenden Flügel, die einen möglichst guten Antriebswirkungsgrad erzeugen soll.

Das Schwingenflugproblem ist nämlich keinesfalls ein rein aerodynamisches Problem, sondern ebenfalls ein Schwingungsproblem, und wir wissen längst, daß hier die Fragen der Resonanz und der günstigen Koppelung verschiedener Resonanzen den Antriebswirkungsgrad entscheidend beeinflussen können. Die Bewegung des Vogelflügels ist der günstigste Kompromiß zwischen diesen drei Grundbedingungen, und ich finde es einigermaßen vermessend, wenn jemand auf Grund von Flugaufnahmen und anderen Beobachtungen behauptet, diese Einflüsse voneinander trennen zu können.

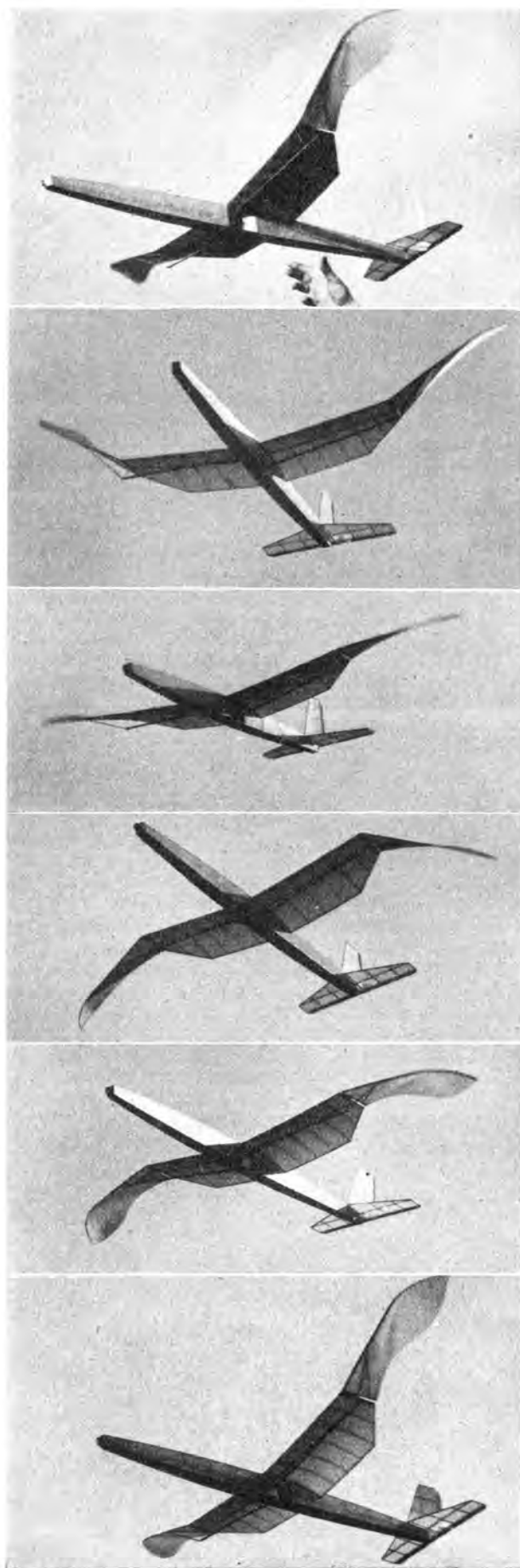
Was wir grundsätzlich konstruktiv am Vogelflügel lernen können, ist folgendes:

Alle starren Bauelemente des Flügels sind möglichst nahe an der Vorderkante angeordnet, während die rückwärtigen Teile des Flügels möglichst leicht und elastisch ausgebildet sind. Auch bei den Flügeln aller anderen fliegenden Lebewesen kann man den gleichen konstruktiven Grundsatz beobachten. Für diesen Aufbau gibt es einen aerodynamischen und einen schwingungstechnischen Gesichtspunkt. Der auf- und abbewegte Flügel erzeugt nur dann guten Vortrieb, wenn seine Hinterkante elastisch ausgebildet ist. Soll sich der Flügel andererseits leicht bewegen lassen und vor allen Dingen auch die Auf- und Abbewegung mit gekoppelter Drehung mit den verschiedensten Schlaggeschwindigkeiten ausführen, so müssen die Massen des Flügels so weit vorne angeordnet sein, daß die Bewegung keine aerodynamisch schädlichen zusätzlichen Flügelschwingungen anfaßt. Wir wissen aber, daß ein Flügel dann schwingungsfester ist, wenn sein Schwerpunkt vor dem Angriffspunkt der Luftkräfte liegt. Diese Konstruktionsweise kehrt auch in den einzelnen Schwingenfedern des Außenflügels wieder. Im übrigen ist die Masse des Flügels so klein wie möglich gehalten, und alle Muskeln, die der Bewegung des Flügels dienen, sind nach Möglichkeit an den nicht schwingenden Körper gelegt. Ich habe bereits darauf hingewiesen, daß eine kleine Flügelmasse für einen guten Wirkungsgrad des Antriebs notwendig ist.

Betrachtet man nun die Bewegung der Schwingen im Fluge, so kann man in erster Linie ein einfaches Auf- und Ab schlagen der Schwingen beim ruhigen gleichmäßigen Nuderfluge beobachten. Diese Bewegung ist zweifellos die wesentliche. Dabei kann man deutlich feststellen, daß die Schlagweite des Außenflügels bedeutend größer ist als bei der Pendelbewegung eines in sich starren Flügels. Man hat vielmehr den Eindruck, daß der Mittelflügel lediglich aus anatomischen Gründen mit schwingt, jedoch ebenso gut stillgehalten werden könnte, ohne daß die Vortriebserzeugung dadurch wesentliche Einbuße erleidet.



Abb. 8. Schwingenflug eines Reiheres nach Marey.



Zweifellos erzeugt der Vogel mit dem stark gewölbten Mittelflügel in der Hauptsache den notwendigen Auftrieb und mit den Flügelenden den Vortrieb. Bei genauer Beobachtung von Zeitlupenaufnahmen erkennt man neben der auf- und abschlagenden Bewegung noch eine Vor- und Rückwärtsbewegung, die der Schlagbewegung so überlagert ist, daß die Flügelspitze zum Vogelschwerpunkt auf einer elliptischen Kurve bewegt wird. Der abwärtsgeschlagene Flügel bewegt sich am Ende des Niederschlages nach vorne und wird aus dieser Stellung nach hinten oben angehoben. Inwieweit diese Bewegung auf einer Nachgiebigkeit des Flügels gegenüber den Rücktrieb- und Vortriebswirkungen beruht und einfach als elastisches Ausweichen gewertet werden muß, und in welchem Maße die kreisende Bewegung der einfachen Auf- und Abbewegung gegenüber aerodynamische Vorteile bietet, kann nicht entschieden werden. Dazu fehlen uns völlig die notwendigen Versuchsergebnisse, an Hand derer man diese Frage entscheiden kann. Kinematisch hat die kreisende Bewegung den Vorteil, daß die Bewegungs-umkehr in den Totpunkten allmählich vor sich geht.

Führt man die Flügel eines Schwingenflugmodells so aus, daß sie wie bei den bisherigen Modellen um das Schultergelenk auf- und abschlagen und so Auftrieb und Vortrieb gleichzeitig erzeugen, so nimmt man als weiteren wesentlichen Mangel in Kauf, daß der mit Auftrieb belastete Flügel den Vortrieb mit einem schlechteren Wirkungsgrad erzeugt. Die Flügelteile, die zur Vortriebszeugung herangezogen werden, müssen möglichst wenig schädlichen Luftwiderstand liefern, damit der Vortriebswirkungsgrad gut wird. Den geringsten Widerstand liefert aber ein Profil, das bei geringer Wölbung mit kleinen Anstellwinkeln angeblasen wird, also wenig Auftrieb erzeugt. Beim Niederschlag wächst nun der Anstellwinkel und damit der Auftrieb, der bei der schräg abwärtsgerichteten Bewegung eine kräftige Vortriebskomponente liefert. Wäre aber der Auftrieb in der Ausgangsstellung bereits beträchtlich, so würde es gar nicht mehr möglich sein, diesen Auftrieb ohne kräftigen Widerstandszuwachs zu steigern, so daß ein großer Teil der Vortriebskomponente durch den Widerstand zunichte gemacht würde. Wird dieses Flügelprofil dann beim Aufschlag von oben unter negativem Winkel angeblasen, so erhält man im Falle negativen Auftriebs auch beim Aufschlag eine Vortriebswirkung. Dabei muß man ebenfalls von einer Einstellung mit kleinem positiven Auftrieb ausgehen, damit der zusätzliche negative Anstellwinkel beim Aufschlag auch negativen Auftrieb liefern kann. Wäre der Auftrieb der Mittelstellung zu groß, so würde der Vortriebs effekt beim Aufschlag gar nicht zustande kommen, weil der notwendige negative Auftrieb nicht erzeugt wird.

Diese Betrachtung gilt in erster Linie für einen Flügel, der zur reinen Vortriebszeugung auf- und abbewegt wird, also beispielsweise für den Schlagflügel eines Schwingenflugmodells.

Beim Vogelstflug liegen die Verhältnisse insofern etwas anders, als die Niederschlagbewegung mit voll entfaltetem Flügel vor sich geht, während beim Aufschlag ein deutliches Zusammenlegen insbesondere des Außenflügels beobachtet werden kann. Die Bewegung ist also nicht wie beim einfachen Triebflügel beim Niederschlag und Aufschlag umgekehrt gleich, sondern beim Vogelstflug in bezug auf die Grenzlage zwischen Niederschlag und Aufschlag völlig unsymmetrisch. Es ist durchaus denkbar, daß diese sehr komplizierte Bewegung aerodynamisch andere Vorteile bietet, die stärker ins Gewicht fallen als die gleichmäßige Vortriebszeugung beim Niederschlag und Aufschlag. Im Hinblick auf das weiter oben Gesagte erscheint ihre Nachahmung jedoch für den Ausgangspunkt einer Untersuchung unbrauchbar.

Für den Anfang ist es zweifellos viel richtiger, die Vortriebszeugung ganz von der Auftriebserzeugung zu trennen. Die Methode der Auftriebserzeugung ist ja bekannt. Aber

Abb. 9. M.F.S.-Schwingenflugmodell nach Lippisch.

Die Bildfolge von oben nach unten zeigt verschiedene Phasen des Niederschlages und Aufschlages. Man erkennt deutlich die kräftige Verdrehung der elastischen Schwingen.



Flügelprofile, Umrißformen usw. wissen wir Bescheid, so daß wir hier von bekannten Tatsachen ausgehen können. Es ist nun nur notwendig, die am Luftschnitzflügel angebrachten Vortriebschwüngen so zu entwickeln, daß sie möglichst viel von der zur Verfügung stehenden Energie in Vortriebsarbeit umwandeln.

Die Bauweise meines Modells gestattet ohne weiteres, beliebige Versuche mit verschiedenartigen Schwingenformen auszuführen. Auch kann man den Antrieb der Schwingen ohne Schwierigkeit beliebig verändern, da der starre Mittelflügel die Möglichkeit bietet, verschiedenartige Übertragungsorgane innerhalb oder außerhalb des starren Mittelflügels anzubringen. Man kann dann sehr leicht durch Vergleichsflüge feststellen, welche der verschiedenen Formen oder Antriebsarten eine Leistungsverbesserung ergibt.

Die Schwingen, wie sie zur Zeit an meinen Modellen verwendet werden, sind naturgemäß noch denkbar einfach, und ich kann mir wohl vorstellen, daß man durch eine verfeinerte Bauweise wesentliche Verbesserungen erreichen kann. Dabei muß man jedoch das Grundprinzip der Konstruktion, wie es dem Vogelkflügel entlehnt ist, beibehalten, nämlich die starren Bauelemente an der Vorderkante anordnen und die übrigen Teile des Flügels leicht und nach der Hinterkante zu elastisch ausbilden.

Der Vergleich zwischen den Flugleistungen meiner Schwingenflugmodelle und einem normalen Modell mit Luftschraubenantrieb fällt, wenigstens vor der Hand noch, zumungunsten des Schwingenflugmodells aus. Dies liegt in erster Linie an den beträchtlichen Verlusten, die bei der Energieübertragung durch den Kurbelantrieb auftreten. Das vom Motor abgegebene gleichförmige Drehmoment wird eigentlich nur in der Mittelstellung

der Schwingen voll übertragen, und in der Gegend der Totpunkte läuft die Kurbel praktisch völlig leer, so daß die abgegebene Leistung nicht umgesetzt werden kann. Die Verluste sind im Verhältnis zum einfachen Luftschraubenantrieb 30 bis 40 v. H., womit die geringeren Leistungen bereits völlig erklärt sind.

Nun ist die Frage des Antriebs nur wesentlich, wenn man den Modellbau als Selbstzweck betrachtet. Im Augenblick, wo man größere Ziele im Auge hat und im Modellbau gewissermaßen eine Vorstufe sieht, ist es nicht entscheidend, ob der Antrieb einen guten oder schlechten Wirkungsgrad hat. Da man den Wirkungsgrad leicht bestimmen kann, genügt es, damit zu rechnen, so daß man die erreichten Flugleistungen richtig einschätzen kann. Der Gummimotorantrieb hat weiterhin den Nachteil, daß sich das Drehmoment beim Ablauf dauernd ändert, so daß man keine gleichförmigen Antriebsverhältnisse erreicht. Erst beim Übergang zu anderen Motoren, z. B. bei Verwendung von kleinen Benzinmotoren, kann man diejenigen Gedankengänge verwirklichen, die durch Einschaltung schwingungsfähiger Systeme eine Verbesserung des Antriebswirkungsgrades möglich machen. Beim Gummimotorantrieb haben solche Versuche gar keinen Sinn, weil das veränderliche Drehmoment alle Überlegungen, die den Resonanzerscheinungen zugrunde liegen, zunichte macht.

Alle Versuche, die man anstellt, sollen in erster Linie dem großen Gedanken der Erforschung des Schwingenfluges dienen. Im engeren Rahmen des Versuchs selber darf man nie die Grenzen überschreiten, die durch die versuchsmäßigen Bedingungen gegeben sind. Es gilt, etwas Neues zu erforschen, aber nur Tatsachen können unsere Erkenntnis bereichern.

## Aufruf an alle Flugmodellbauer, Flugmodellbau-Werkstoffvertriebe und Verlage für Flugmodellbau-Literatur Vereinfachung des Flugmodellbaues durch Normung von Werkstoffstärken

Auf Anregung namhafter Firmen aus der deutschen Händlerschaft für den Vertrieb von Flugmodellwerkstoffen und der deutschen Flugmodellbauer wendet sich die Schriftleitung an alle an der Entwicklung des deutschen Modellflugportes beteiligten Kreise mit dem Aufruf, an der Vereinfachung des Flugmodellbaues durch Normung verschiedener Werkstoffstärken mitzuarbeiten.

Die Gründe, die Art und der Gang der Normungsarbeiten seien nachstehend erklärt:

### Gründe der Normung.

Es gibt heute in Deutschland über 100 verschiedene Baupläne für Flugmodelle. Wer sich einmal die Mühe macht, einige dieser Baupläne daraufhin durchzusehen, in welchen Stärken die Hauptwerkstoffe, nämlich Kiefernleisten und Sperrholz, vorgegeben werden, wird ein Viehweibchen feststellen, die völlig unnötig ist, den Modellbauern die Beschaffung erschwert und den Werkstoffhändlern in einem beinahe unerträglichen Maße die Lagerhaltung vergrößert. Eine Nachfrage bei zwei namhaften Firmen für den Modellbauwerkstoffvertrieb ergab, daß im Flugmodellbau etwa 80 verschiedene Kiefernleisten und 20 verschiedene Sperrholzstärken Verwendung finden.

Werden die verschiedenen Stärken einmal der Größe nach geordnet, dann ist auf den ersten Blick zu erkennen, daß etwa 50 v. H. durch Nachbarstärken ersetzt werden können. Oder sollte es z. B. nicht möglich sein, an Stelle eines vorgeschriebenen Leistenquerschnittes von  $3 \times 6,5$  einen solchen von  $3 \times 6$  zu benutzen?

Die Ursache für diese übertriebene Verschiedenheit in den Werkstoffstärken ist in den meisten Fällen bei den Flugmodellbauern zu suchen. Beim Bau ihres Modells hobelten sie Leisten mit stärkeren Querschnitten auf solche mit geringeren Querschnitten zu — vielleicht war irgendeine Helmaussparung in einer Rippe oder einem Spant etwas kleiner ausgefallen, als ursprünglich beabsichtigt —, ohne sich später bei der Veröffentlichung der nachträglich angefertigten Reizezeichnungen Gedanken darüber zu machen, ob die vorgeschriebenen Leistenquerschnitte handelsüblich waren oder nicht.

Die Werkstofffirmen wiederum begingen den Fehler — der allerdings aus Gründen des Wettbewerbes im freien Handel erklärlich ist —, alle die verschiedenen Leisten auf Lager zu nehmen und ihre Kunden nicht darauf hinzuweisen, daß verschiedene der Leistenquerschnitte durch benachbarte ersetzt oder durch Schwächerhobeln größerer Querschnitte selbst hergestellt werden können.

Hier muß Wandel geschaffen, muß der Flugmodellbau vereinfacht werden. Es gibt keine an der Förderung des deutschen Modellflugportes beteiligte Stelle, der durch die Normung irgendein Schaden erwachsen könnte.

### Art der Normung.

Am dringlichsten ist gegenwärtig die Normung der Kiefernleistenquerschnitte und der Sperrholzstärken. Nachstehend werden einige der gegenwärtig erhältlichen Leistenquerschnitte und Sperrholzstärken in der Reihenfolge ihrer Größen aufgeführt. Die Angaben sind aus Aufstellungen der Firmen Georg Tiede, Berlin, und Hugo Wegner, Naumburg, entnommen.