Luftfahrt und Schule

Zeitschrift zur Förderung der Luftfahrt und des Luftschutzes an deutschen Schulen

In Zusammenarbeit mit dem Reichsministerium für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung und dem Reichsluftfahrtministerium / Hauptschriftleiter im Nebenberuf: Hans Helbig

6. Jahrgang | Berlin-Charlottenburg 2 | Dezember 1940 / Heft 3

VERLAG C. J. E. VOLCKMANN NACHF. E. WETTE, BERLIN-CHARLOTTENBURG 2

Inhalt: Luftfahrt und Schule: Freiwillige Arbeitsgemeinschaften für Flugphysik an Gymnasien / 2. Reichswettbewerb für Saalflugmodelle / Tierflug und Modellflug / Strömungslehre aus Strömungsbildern für Strömungsgeschwindigkeiten unter und über Schallgeschwindigkeit (1. Fortsetzung) / Aus Luftfahrt und Luftschutz / Luftschutz und Schule: Luftschutz-Sofortmaßnahmen im Unterricht der höheren Schulen (Schluß) / Amtliches

Freiwillige Arbeitsgemeinschaften für Flugphysik an Gymnasien

Von Hans Helbig, Berlin

Mit Erlaß vom 5. 12. 40 — K I b 8712/5. 11. 40 (84), E III a (b) — (siehe unter „Amtliches" in dieser Nummer) hat der Herr Reichsminister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung die Einrichtung freiwilliger Arbeitsgemeinschaften für Flugphysik an Gymnasien genehmigt. Veranlassung zu dieser Maßnahme war die verhältnismäßig starke Beteiligung der Gymnasien an den Bewerbungen um den Ludwig-Prandtl-Preis. Daß die hierbei geleisteten Arbeiten auch qualitativ im Sinne der Preisaufgabe beachtlich waren, ergibt sich aus der Aufstellung der bisherigen Preisträger. Es waren an der Preissumme in Höhe von 3000 RM. beteiligt:

im Jahre 1938: Oberschule für Jungen, Rheinhausen-Hochemmerich,
Staatl. Gymnasium, Allenstein,
Städt. Oberschule für Jungen, Zwickau;
„ „ 1939: Heinrich-von-Kleist-Schule, Berlin-Schmargendorf,
Horst-Wessel-Schule, Chemnitz;
„ „ 1940: Staatl. Gymnasium, Göttingen,
Thomas-Schule, Leipzig,
Oberschule für Jungen, Reichenberg.

Da auch aus den Berichten der Oberpräsidenten und Unterrichtsverwaltungen der Länder durchaus günstige Erfahrungsberichte über die an einigen Gymnasien auf freiwilliger Grundlage, außerhalb der Unterrichtszeit eingerichteten naturwissenschaftlich-mathematischen Arbeitsgemeinschaften (Anlage 3 des Luftfahrterlasses vom 30. 12. 39) vorlagen, war eine endgültige Klärung der Frage geboten. Diese ist trotz — oder noch besser gesagt wegen — des Krieges erfolgt.

Wegen des Krieges, der nunmehr auch dem letzten Zweifler den ausschlaggebenden Anteil des Wehrmachtsteils Luftwaffe an der Niederringung unserer Feinde vor Augen geführt hat, ist das Interesse an allen mit der Luftfahrt zusammenhängenden Fragen bei unseren Schülern gestiegen.

Trotz des Krieges, der einen großen Prozentsatz der Lehrer unserer Gymnasien zur Fahne rief, mußte eine Möglichkeit für die Durchführung dieser Arbeitsgemeinschaften in Flugphysik gefunden werden.

Der Flugmodellbau und der Modellflug — durch den Luftfahrterlaß vom 30. 12. 39 in ihrer Bedeutung für die Hinlenkung der Jugend auf die Luftfahrt erneut betont und trotz des Krieges besonders durch Ausbildung der Lehrer, Zuweisung von Reichsmitteln für die Beschaffung von Werkzeugen und Werkstoffen gefördert — haben einen besonders wichtigen Anteil an der Gesamtdurchdringung unserer Jugend mit dem Luftfahrtgedanken. Flugmodellbau und Modellflug aber ohne Kenntnis der hierfür geltenden flugphysikalischen Gesetze sind undenkbar. Die wissenschaftliche, technische und pädagogische Verbindung der durch den Ludwig-Prandtl-Preis gestellten Aufgabe: „Verbindung von Flugmodellbau mit Flugphysik" ist durch die Arbeiten in flugphysikalischen Arbeitsgemeinschaften besonders gefördert worden und wird daher weiter zu unterstützen sein.

In dem neuen Erlaß vom 5. 12. 1940 sind zwei Wege vorgeschlagen worden, nunmehr auch den Gymnasien die Möglichkeit zur Einrichtung solcher Arbeitsgemeinschaften zu geben:

Der eine Weg besteht darin, daß bei Ausfall von normalem Unterricht wegen Einberufung von Lehrkräften die hierdurch frei werdenden Stunden durch Einrichtung von Arbeitsgemeinschaften für Flugphysik ersetzt werden.

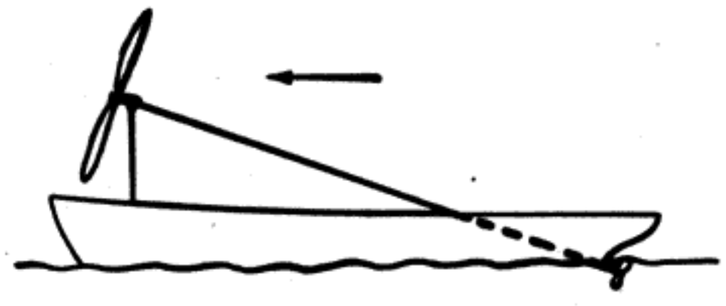
Der zweite Weg — und sicher der erfolgreichere —, der nicht nur für den Krieg, sondern auch für den Frieden Geltung behalten wird, ist der, daß auf der Grundlage der Freiwilligkeit außerhalb der Stundentafel und der Pflichtstundenzahl des Lehrers wöchentlich 2 Stunden zu diesem Zweck bereitgestellt werden.

Voraussetzung hierfür ist, daß selbstverständlich der Dienst der HJ. hiervon nicht berührt wird.

Der Reichserziehungsminister hat es aber nicht nur bei diesen Anordnungen gelassen; es sind gleichzeitig auch die materiellen Voraussetzungen geschaffen worden.

Wird eine Arbeitsgemeinschaft für Flugphysik eingerichtet, so wird der Reichserziehungsminister auf Antrag für die Beschaffung von zusätzlichem Gerät, Übungsmaterial usw. Mittel bewilligen. Diejenigen Lehrer, die sich der schönen Aufgabe widmen, außerhalb ihrer Unterrichtszeit die Flugphysik zu fördern, erhalten für jede Stunde eine Jahresvergütung in Höhe von 150.— RM.

Durch diese großzügige Förderung des Luftfahrtgedankens an den Gymnasien — und hier besonders für die mathematisch-physikalisch begabten Schüler dieser Schulart — ist nunmehr die Gewähr dafür gegeben, daß auch diese Schulen in die Lage versetzt sind, auf diesem Gebiet gleich erfolgreich zu arbeiten wie bisher die Oberschulen mit mathematisch-naturwissenschaftlichem Zweig.



Zum Nachdenken! ● Ist es möglich, ein Schiff dadurch zu betreiben, daß man die Windenergie mit einem Windrad (Luftschraube) ausnutzt, das nun mit Hilfe einer geeigneten Übertragung die Schiffsschraube in Drehung versetzt? (Vgl. nebenstehende Abbildung!)

Wäre ein solcher Antrieb bei entsprechender Konstruktion auch bei Seitenwind und Gegenwind brauchbar?

2. Reichswettbewerb für Saalflugmodelle

Von Wilhelm Haas, Berlin

Der Bau von Saalflugmodellen ist in Deutschland noch recht jung. Es sind noch nicht drei Jahre her, als das NS.-Fliegerkorps zum erstenmal versuchsweise einen Wettbewerb für diese leichtesten und zartesten aller Flugmodelle durchführte. Die damals erzielten Flugleistungen waren im Hinblick auf die räumlichen Verhältnisse des Austragungsortes so ermutigend, daß sich der Korpsführer entschloß, den Bau von Saalflugmodellen in das Arbeitsgebiet Modellflug aufzunehmen. Der 1. Reichswettbewerb in Frankfurt a. M. im November 1938 erbrachte mit den gegenüber der ersten Veranstaltung vielfach gesteigerten Ergebnissen den Beweis für die Richtigkeit des eingeschlagenen Weges. Heute steht die deutsche Höchstleistung für Saalflugmodelle, die von dem Hitlerjungen Joachim Mischke in der KdF.-Halle in Königsberg aufgestellt wurde, auf 12 min 27 s.

Der Bau von Saalflugmodellen erfordert ein hohes Maß an Handfertigkeit und ein besonders feines Fingerspitzengefühl. Das wird ohne weiteres verständlich, wenn man bedenkt, daß ein mikrofilmbespanntes Leistungs-Saalflugmodell von 700 bis 800 mm Spannweite flugfertig, also einschl. Luftschraube, Gummimotor und Fahrwerk, durchschnittlich nur 4 bis 5 g wiegt (Abb. 1). Leistchen aus Balsaholz mit einem Querschnitt von 1/2 mm, Trinkstrohhalme und die Bespannung aus Mikrofilm von 1/100 mm Dicke bilden die wichtigsten Werkstoffe für den Bau des Flugwerks, das von dem Gesamtgewicht nur etwa die Hälfte ausmacht, während die andere Hälfte auf den Gummimotor entfällt. Eine hauchdünn ausgearbeitete Luftschraube aus Balsaholz von 300 mm Durchmesser, die nach Fertigstellung 1/2 g wiegt, ist schon reichlich schwer ausgefallen.

Die hohen baulichen Anforderungen, die das Leistungs-Saalflugmodell stellt, können nur von hervorragend geschulten Modellfliegern erfüllt werden. Um so erstaunlicher ist die Tatsache, daß sich auf dem 2. Reichswettbewerb für Saalflugmodelle, der am 30. 11. und am 1. 12. in der 42 m hohen Jahrhunderthalle in Breslau durchgeführt wurde, in den Reihen der Wettbewerber eine Anzahl Pimpfe befand, die mit ihren baulichen und fliegerischen Leistungen keineswegs hinter den älteren Teilnehmern, den Hitlerjungen und NSFK.-Männern, zurückstanden. Auch das mag als Zeichen dafür gewertet werden, mit welchem Erfolg die planmäßige Ausbildung im Modellflug in den letzten Jahren vorangeschritten ist. Was vor noch nicht allzu langer Zeit Spitzenleistung einzelner war, ist heute als erfreulicher Durchschnitt festzustellen.

Um den Bau von Saalflugmodellen, mit denen der Modellflieger im Herbst und Winter, wenn's draußen regnet, stürmt oder schneit, seine Flugübungen im geschlossenen Raum fortsetzen kann, noch mehr als bisher an die breite Masse der Modellflieger heranzubringen, waren in diesem Wettbewerb zum erstenmal auch papierbespannte Saalflugmodelle bis zu einem Höchstgewicht von 40 g zugelassen worden. Mit ihrer erheblich stärkeren Bauausführung bilden sie ein Mittelding zwischen den mikrofilmbespannten Saalflugmodellen und den Gummimotor-Flugmodellen, sind also eine geeignete Vorstufe für den Bau jener federleichten, buntschillernden Gebilde. Der „Probestart" der neuen Klasse übertraf die daran vom Veranstalter geknüpften Hoffnungen bei weitem. Die erzielten Flugleistungen von mehr als 6 min sind so beachtlich, daß sie zu einer planmäßig geleiteten Förderung dieser Klasse geradezu herausfordern. Dabei ist nicht einmal entscheidend, ob mit einem derartigen Flugmodell 10 oder 20 Minuten erreicht werden können; wichtig ist vielmehr, daß Flüge von mehreren Minuten Dauer für den beabsichtigten Ausbildungszweck vollkommen genügen.

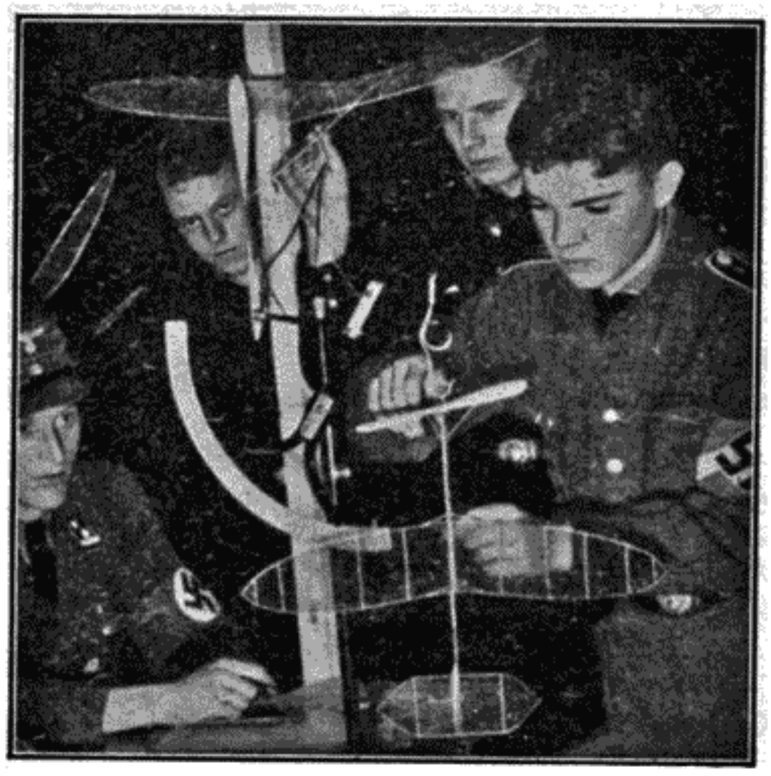


Abb. 1. Bei der Bauprüfung wurde auch das Gewicht der Saalflugmodelle mit Hilfe einer Feinwaage festgestellt. Dieses Flugmodell von 400 mm Spannweite ist mit seinen 4 g noch reichlich „schwer" ausgefallen.
Photo: NS.-Fliegerkorps (Riehme).

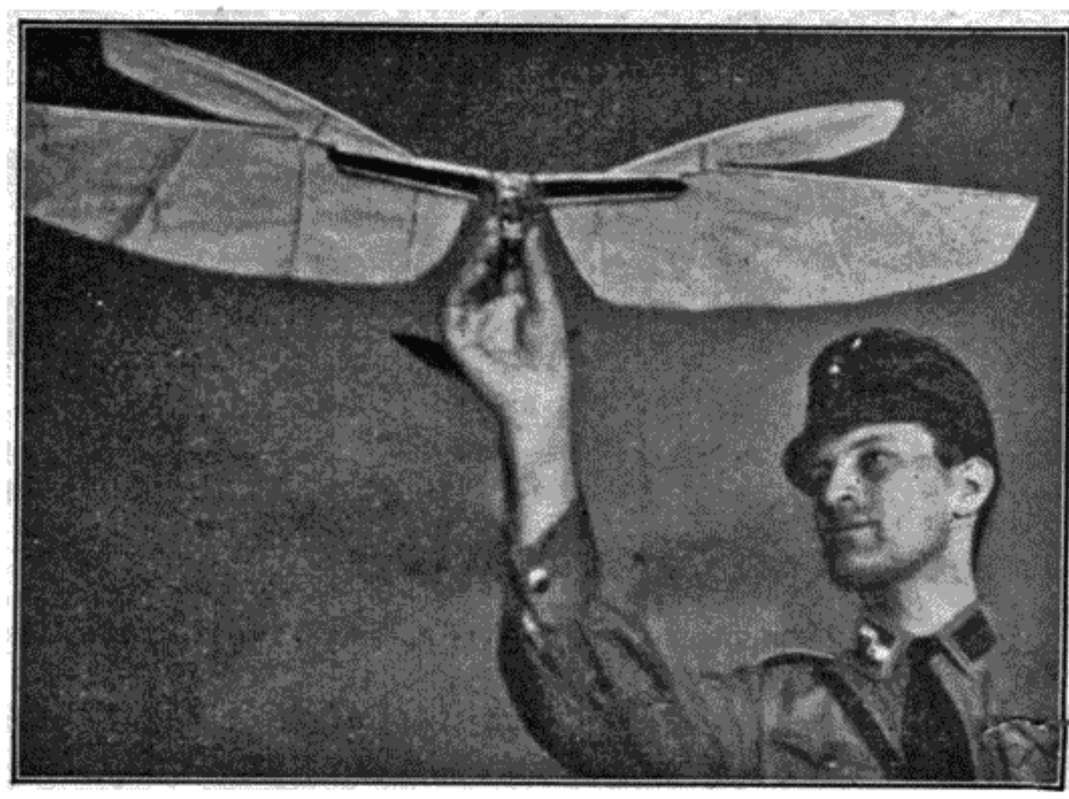


Abb. 2. Vollschwingen-Flugmodell des NSFK.-Mannes von Holst. Deutlich ist der unter den Schwingen angebrachte Gummimotor zu sehen. Trotz der gering bemessenen Antriebsquelle wurden Flüge bis zu 44 s Dauer erzielt.
Photo: NS.-Fliegerkorps (Riehme)

Abb. 3. Die künstliche „Libelle" des NSFK.-Mannes von Holst, die zwei Schwingenpaare besitzt und einwandfreie Steigflüge ausführte.
Photo: NS.-Fliegerkorps (Riehme).

Die Klasse der neuartigen Flugmodelle (Enten, Tandems und Nurflügel) blieb mit ihren Flugleistungen kaum hinter denen der Normal-Flugmodelle zurück. Es hat sogar den Anschein, als ob Enten- und Tandem-Flugmodelle für den Saalflug besonders geeignet seien; erreichten doch die Sieger dieser Klasse im Durchschnitt bessere Flugzeiten, als sie in der Klasse der Normal-Flugmodelle erzielt wurden. Hier bliebe nur die weitere Förderung des Nurflügels noch übrig.

Einwandfreie Flüge von Hub- und Tragschraubern waren bisher in keinem Wettbewerb gelungen. Aus diesem Grunde hatte der Veranstalter auch nur eine Mindestflugzeit von 20 s gefordert. Sie wurde durch zahlreiche Flüge, deren bester

159 s betrug, erheblich überboten. Trotzdem kann hier noch nicht von einer gelungenen Lösung gesprochen werden, weil die in Breslau vorgeführten Hubschrauber meist nur aus zwei gegenläufigen Luftschrauben bestanden, die an einem senkrechten Stab als Motorträger übereinander angeordnet waren. Die Modellflieger müßten nun versuchen, auf Grund dieser Teillösung das Hubschrauber-Flugmodell so zu vervollkommnen, daß es in seiner äußeren Erscheinungsform den bisher bekannten Vorbildern möglichst nahekommt. Schwieriger noch scheint der Bau von Tragschrauber-Flugmodellen zu sein. Leider ging das aussichtsreichste und am besten durchkonstruierte Flugmodell dieser Art vorzeitig zu Bruch, so daß weitere Versuche abgewartet werden müssen.

Vom Standpunkt der Weiterentwicklung und Forschung aus gesehen, bildeten die Vollschwingen-Flugmodelle des NSFK.-Mannes Erich von Holst die größte Überraschung des Breslauer Wettbewerbs. Dr. von Holst, der als Dozent und Oberassistent am Zoologischen Institut der Universität Göttingen tätig ist, beschäftigt sich seit 12 Jahren mit dem Problem des Schwingenfluges. Der Eindruck, den die Vorführung seiner dem Naturvorbild abgelauschten künstlichen Vögel und Insekten bei den Fachleuten und den zahlreichen Zuschauern hinterließ, kann nur mit der Begeisterung verglichen werden, die Alexander Lippisch 1937 beim Reichswettbewerb in Borkenberge mit den aufsehenerregenden Flügen seiner Schwingenflugmodelle hervorrief. Dr. v. Holst, der als Biologe gleichzeitig über ein gesundes Verständnis für technische Dinge verfügt, ist bei seinen Arbeiten einen eigenen Weg gegangen. Während Alexander Lippisch bei seinen Schwingenflugmodellen den erforderlichen Auftrieb einem starren Tragwerk zuordnet, den Schwingen jedoch lediglich die Erzeugung des erforderlichen Vortriebs überträgt, werden bei den Schwingenflugmodellen des NSFK.-Mannes von Holst (Abb. 2) von dem als Vollschwinge ausgebildeten Flügel sowohl Vortrieb als auch Auftrieb hervorgerufen. Aufgebaut sind diese Versuche auf der Grundlage eingehender biologischer Studien an Vögeln

Abb. 4. Der Chef des Stabes, Obergruppenführer Sauke, beglückwünscht den bei der Luftwaffe dienenden Hitlerjungen Kermeß (München) zur Erringung des Wanderpreises und der Goldenen Plakette des Korpsführers.

Photo: NS.-Fliegerkorps (Riehme).

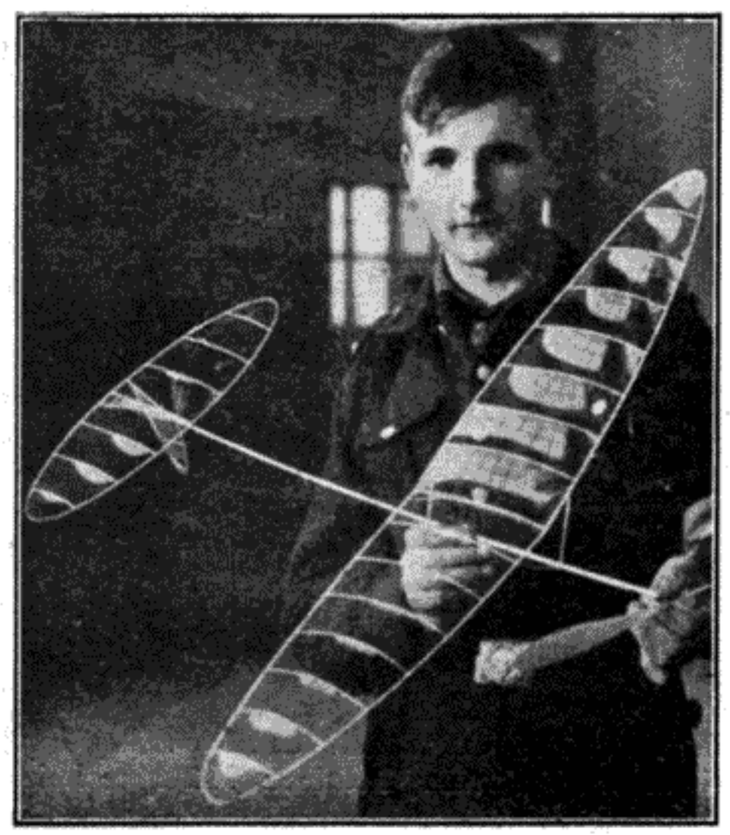


Abb. 5. HJ.-Kameradschaftsführer Joachim Mischke (Königsberg), der mit seinem Saalflugmodell die zweitbeste Zeit des Wettbewerbs erreichte. Die filigranzarte Arbeit, die ein Saalflugmodell erfordert, kommt in der Aufnahme deutlich zum Ausdruck. Photo: NS.-Fliegerkorps (Alexander).

und Insekten. Die Vollschwingen schlagen nicht nur auf und ab, sondern drehen sich gleichzeitig um die Flügellängsachse, und zwar so, daß der Auftrieb bei Auf- und Abschlag gleichbleibt. Dadurch wird ein Auf- und Niederschwanken des Rumpfes im Fluge vermieden. Das Ausgleichsgetriebe, das dafür erforderlich ist, besteht im wesentlichen aus zwei von einem Gummimotor betriebenen konischen Rollen, auf die sich ein Faden aufwickelt, der beim Aufziehen des Gummimotors von den Rollen auf eine exzentrische Aufwickelplatte herübergeholt wird. Die Platte ist mit den Flügeln gekoppelt und bewirkt deren Schwingen unter gleichzeitigem Drehen um die Längsachse. Die Flüge dieses Vollschwingen-Flugmodells, von denen der beste bei einem erstaunlich gering bemessenen Gummimotor die Zeit von 44 s erreichte, ähneln dem Flug eines Bussards.

Bei einem anderen im Wettbewerb vorgeführten Entwurf (Abb. 3) ist von Holst von dem Flug der Libelle ausgegangen, die bekanntlich zwei Flügelpaare hintereinander besitzt. Bei diesem Schwingenflugmodell, das bisher ohne Vorbild war, arbeiten die Flügelpaare wechselweise gegensinnig; wenn ein Flügel der einen Seite hochgeht, geht der andere Flügel der gleichen Seite herab. Auch mit diesem Flugmodell wurden trotz einer geringen Schlagzahl längere Steigflüge von 6 bis 7 m Höhe erzielt.

Mit diesen Arbeiten ist die Erkenntnis vom Wesen des Vogel- und Insektenfluges wesentlich bereichert worden. Man darf deshalb auf die weitere Entwicklung des Schwingenflugproblems und seine endgültige Lösung gespannt sein.

Zweierlei hat der Reichswettbewerb in Breslau gezeigt: Als Ausbildungsmittel hat sich das Saalflugmodell endgültig seinen Platz in der Erziehungsarbeit des NS.-Fliegerkorps gesichert, als Mittel der Forschung bietet es die Möglichkeit, Versuche unabhängig von Wind und Wetter im geschlossenen Raum durchzuführen. Mit Recht konnte daher der Chef des Stabes, Obergruppenführer Sauke, auf die gezeigten Leistungen stolz sein, als er den Siegern des Wettbewerbs die hart umkämpften Plaketten mit Worten der Anerkennung überreichte. Den Wanderpreis und die Goldene Plakette des Korpsführers erhielt der bei der Luftwaffe dienende Hitlerjunge Kermeß (München) (Abb. 4), der mit einem Fluge seines Normal-Flugmodells die Bestzeit von 11 min 7 s erreichte, dicht gefolgt von dem derzeitigen Rekordinhaber, HJ.-Kameradschaftsführer Mischke (Königsberg) (Abb. 5), der mit 3 s weniger ebenfalls die 11-Minuten-Grenze überbot.

SONDERDRUCKE des Luftfahrt-Erlasses Klb 8700 des Reichserziehungsministers vom 30. 12. 1939

sind vom Verlag der Zeitschrift „Luftfahrt und Schule" zu nachstehenden Preisen zu beziehen:

Einzelstück RM 0.35 zuzüglich RM 0.08 Porto
2–3 Stück . . je RM 0.35 zuzüglich RM 0.15 Porto
4–7 Stück . . je RM 0.35 zuzüglich RM 0.30 Porto
8– 9 Stück je RM 0.35 zuzüglich RM 0.40 Porto
10–24 Stück je RM 0.33 zuzüglich RM 0.40 Porto
ab 25 Stück je RM 0.30 zuzüglich Paketporto

Bei Einzelbestellungen Voreinsendung in Briefmarken erwünscht oder Voreinzahlung auf das Postscheckkonto des Verlages

C. J. E. Volckmann Nachf. E. Wette · Berlin-Charlottenburg 2 Postscheck: Berlin Nr. 741 94

Tierflug und Modellflug

Sinn und Bedeutung des Vollschwingen-Flugmodellbaues

Von Erich von Holst, Göttingen

Auf dem 2. Reichswettbewerb des NS.-Fliegerkorps für Saalflugmodelle in Breslau am 30. 11. und 1. 12. 1940 zeigte der NSFK.-Mann Oberassistent Dr. von Holst zum ersten Male in der Öffentlichkeit seine auf 12jähriger wissenschaftlicher und praktischer Arbeit beruhenden Vollschwingen-Flugmodelle.

Auf Wunsch des Herausgebers der Zeitschrift hat Dr. von Holst den nachfolgenden Beitrag der Zeitschrift „Luftfahrt und Schule" zur Verfügung gestellt.

Mit Lilienthals Todessturz schließt die erste, viele Jahrhunderte, vielleicht Jahrtausende umfassende Zeitspanne der keimenden Anfänge des Menschenfluges ab, in der die Flugweise der Vögel als das unumstrittene Vorbild und die Nachbildung der tierischen Flugtechnik als der einzig mögliche Weg zum Ziele menschlichen Fliegens erschienen. Die ungeahnten Erfolge der Erfinderepoche nach Lilienthal, die den Menschenflug in immer noch ansteigender Linie zur heutigen Höhe technischer Vollkommenheit fortentwickelten, beruhen aber nicht zum wenigsten darauf, daß sich der Geist frei machte von sklavischer Nachahmung des tierischen Vorbildes, daß er denkend und experimentierend eigene, neue Wege einschlug. Wer damals am Fortschritt mitarbeitete, hatte für den Vogelflug meist wenig Interesse; denn er bedurfte seiner nicht mehr.

So konnte es geschehen, daß in der Folgezeit der tierische Flug und seine Nachahmung ein Lieblingsthema gewisser Schwärmer und Dilettanten wurde; ein Gebiet, wo man viel schrieb, aber wenig exakt forschte und kaum technisch einwandfrei arbeitete. Dazu kam noch, die Sachlage verschlimmernd, daß gerade in der Nachahmung des Vogelfluges manch offensichtlicher oder hinter einem Berg scheinbar genauer Berechnungen versteckter Phantast das erreichbare Ziel des menschlichen Kraftfluges ohne Motor erblickte — unter gänzlicher Mißachtung der bei Mensch und Vogel so grundsätzlich verschiedenen physiologischen Voraussetzungen. Mannigfache Projekte solcher Art, in deren Ausführung der jeweilige „Erfinder" viel lobenswerte Energie und viel — meist nicht eigenes — Geld hineinsteckte, endeten aber stets mit dem vom Fachmann vorausgesehenen Fiasko.

Das mag mit die Ursache dafür sein, daß die Erforschung des weiten Gebietes der tierischen Flugweisen in der allgemeinen Flugwissenschaft ein geradezu beschämend vernachlässigtes Stiefkind blieb, und daß die Meinung, aus solchem Forschen könnten für die moderne Technik wichtige Erkenntnisse entspringen, manchem Erfahrenen auch heute nur ein skeptisches Lächeln abnötigt.

So etwa sah der Verfasser die Sachlage, als er vor einer Reihe von Jahren, ausgehend von der allgemeinen Physiologie der tierischen Bewegung, begann, sich mit diesen Dingen näher auseinanderzusetzen. Bei den sich widersprechenden Theorien und dem Mangel exakter Daten schien es ihm zwecklos, die auf Grund eigener Beobachtungen und Messungen (besonders an Insekten) gewonnenen Vorstellungen überhaupt zu äußern, solange er nicht in der Lage wäre, das Behauptete demonstrativ zu beweisen — und diese Forderung führte ihn notwendig zum Flugmodellbau.

Der Wunsch, „künstliche Vögel" zu bauen, scheint uralt, ebenso alt vielleicht wie die Sehnsucht, selbst zu fliegen. Der Sage nach hat schon Archytas eine hölzerne fliegende Taube und der Nürnberger Astronom Regiomontanus einen künstlichen Adler gebaut, dessen Leistungen alle Welt verblüfften. In neuerer Zeit begegnet man nicht wenigen Berichten über geplante oder bereits ausgeführte Flugmodelle nach Vogelart: von vielen hört man einmal und dann nicht wieder; von anderen, die angeblich wirklich geflogen sein sollen, ist zum mindesten dem Verfasser nichts Genaueres über Bauweise und Flugleistungen bekannt geworden. Erst die Schwingenflugmodelle des bekannten Konstrukteurs A. Lippisch haben allgemein anerkannten Erfolg und in den letzten Jahren mannigfache Nachahmung gefunden. Diese Flugmodelle haben starre Tragflügel und übliches Leitwerk; nur ist die Luftschraube ersetzt durch am Rumpf oder an den Tragflügeln angebrachte, schnell auf- und abschlagende kleine Flügel, die an der Vorderkante steif und sonst elastisch sind, so daß die bewegte Fläche durch die Luftströmung passiv eine dem Luftschraubenblatt ähnliche Verwindung erhält. Diese Schwingen erzeugen also lediglich den Vortrieb. Mit dem Vogelflug hat diese Lösung demnach nichts zu tun; es handelt sich hier um ein Flugzeug mit Luftschrauben von periodisch wechselnder Umlaufrichtung. Das Hauptproblem, das der Tierflug dem Flugmodellbauer zu lösen aufgibt: den ganzen Tragflügel so zu bewegen, daß er zugleich Auftrieb, Vortrieb und alle erforderlichen Stabilisations- und Steuerkräfte aufbringt, so daß weitere starre Flächen, zumal Tragflächen, entbehrlich werden, wird hier nicht gelöst, sondern umgangen.

Ähnliche Halb- und Viertelschwingen-Flugmodelle hat auch der Verfasser unabhängig von Lippisch und in anderer Bauweise zunächst hergestellt, vor allem, um geeignete Getriebe und Schwingen zu erproben, ehe er sich an das Vollschwingen-Flugmodell heranwagte. Als aber der erste „künstliche Vogel" gelungen war, zeigte sich überraschend, wieviel besser plötzlich die Flugleistung im allgemeinen und die Steigfähigkeit im besonderen waren (bezogen auf die verfügbare Kraftreserve) als bei jenen anderen Flugmodellen. Die Tiere sind eben nicht ohne Grund sämtlich Vollschwingenflieger[1]).

Zur ersten gelungenen Lösung gesellten sich später weitere; es wurden verschiedene Getriebe konstruiert und erprobt, verschiedenartige Flächen in ihrer Wirkungsweise verglichen; und der gegenwärtige Stand der eigenen Arbeit ist der, daß eine weitgehend naturgetreue Nachahmung der Flugweise der mittleren bis großen Vögel („Gleitrudern"), der Fledermäuse, der Tagfalter und der Libellen als geglückt bezeichnet werden darf. Das Ziel war dabei bisher allein die Darstellung bestimmter Flugformen (und zwar in Modellen von 40—230 cm Spannweite), nicht die Erzielung langer Flugzeiten; gleichwohl erreichte eine „Libelle" mit zwei gegensinnig arbeitenden Schwingenpaaren an dem diesjährigen Reichswettbewerb für Saalflugmodelle in Breslau, wo das bisher Erreichte zum ersten Male der Öffentlichkeit vorgeführt wurde, mit 44 Flugsekunden die zweitbeste Zeit ihrer Flugmodellklasse.

Es ist hier nicht der Ort, über die mannigfachen Schwierigkeiten zu berichten, die zu überwinden waren — hätte es sie nicht gegeben, dann läge die so oft in Angriff genommene Aufgabe schon längst gelöst vor uns—; auch soll hier keine ins Einzelne gehende Beschreibung der verschiedenen Modelle, Getriebe usw. folgen. Es mag genügen, an Hand einer Zeichnung (Abb. 1) und einiger Filmbilder (Abb. 2—5) die wesentlichen, im Schrifttum zum Teil ganz verkannten Kennzeichen des Vollschwingenfluges kurz darzustellen.

Beobachtung und Film lehren, daß die Mehrzahl der Vögel, auch solche, die ihre Flügel langsam bewegen, diese Bewegung so ausführen, daß der Körper seine Höhenlage gleichmäßig beibehält, ohne merklich auf und nieder zu schwanken (Ausnahmen: langflüglige, leicht flächenbelastete Formen, wie Seeschwalben, ferner viele große Vogelarten beim Start). Nehmen wir diese Tatsache zum Ausgangspunkt einer sehr einfachen Überlegung: Wir denken uns ein in Gleitflug befindliches Segelflugzeug, das seine Tragflügel jedoch nicht unbewegt hält, sondern sie auf- und abschlägt, und zwar so, daß der Rumpf keine kompensatorischen Vertikalbewegungen ausführt. Es liegt auf der Hand, daß das nur möglich ist, wenn die Flügel dabei um ihre Längsachse aktiv gedreht werden, und weiter, daß das Flugzeug den besten Gleitwinkel dann haben wird, wenn diese Drehung mit dem Ausmaß der Auf- und Abbewegung der Flügel wächst, also vom Rumpf nach der Flügelspitze hin bis zu einem

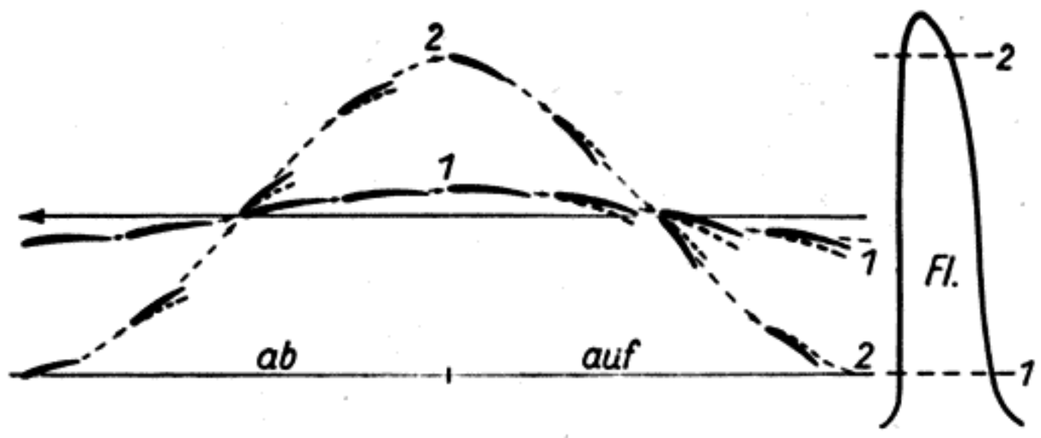


Abb. 1. Schema zur Darstellung der jeweiligen Stellung zweier Querschnitte (1 und 2) eines Flügels (Fl.) beim Auf- und Niederschlag, wobei die Voraussetzung gemacht ist, daß der Massenschwerpunkt des Flugzeugs sich ohne Vertikalschwankungen geradlinig vorwärtsbewegen (ausgezogene Linie mit ←) und der Flügel eine sinusförmige Bahn beschreiben soll. Die schwarz ausgezogenen Profile gelten für den gedachten Fall eines „Gleit"fluges (mit Flügelbewegung, aber ohne zusätzliche Vortriebswirkung), die unterbrochen gezeichneten Profile (z. T. von den anderen überdeckt) für den Fall eines Flügelschlages mit Vortriebswirkung der Flügelenden, also für Horizontal- oder Steigflug.

[1]) Auch die Käfer, von denen manche das kleine vordere Flügelpaar unbewegt halten; denn diese stark gewölbten Flächen (Flügeldecken) erzeugen lediglich viel Widerstand und ein wenig, wie Abschneidungsversuche zeigen, entbehrlichen Auftrieb.

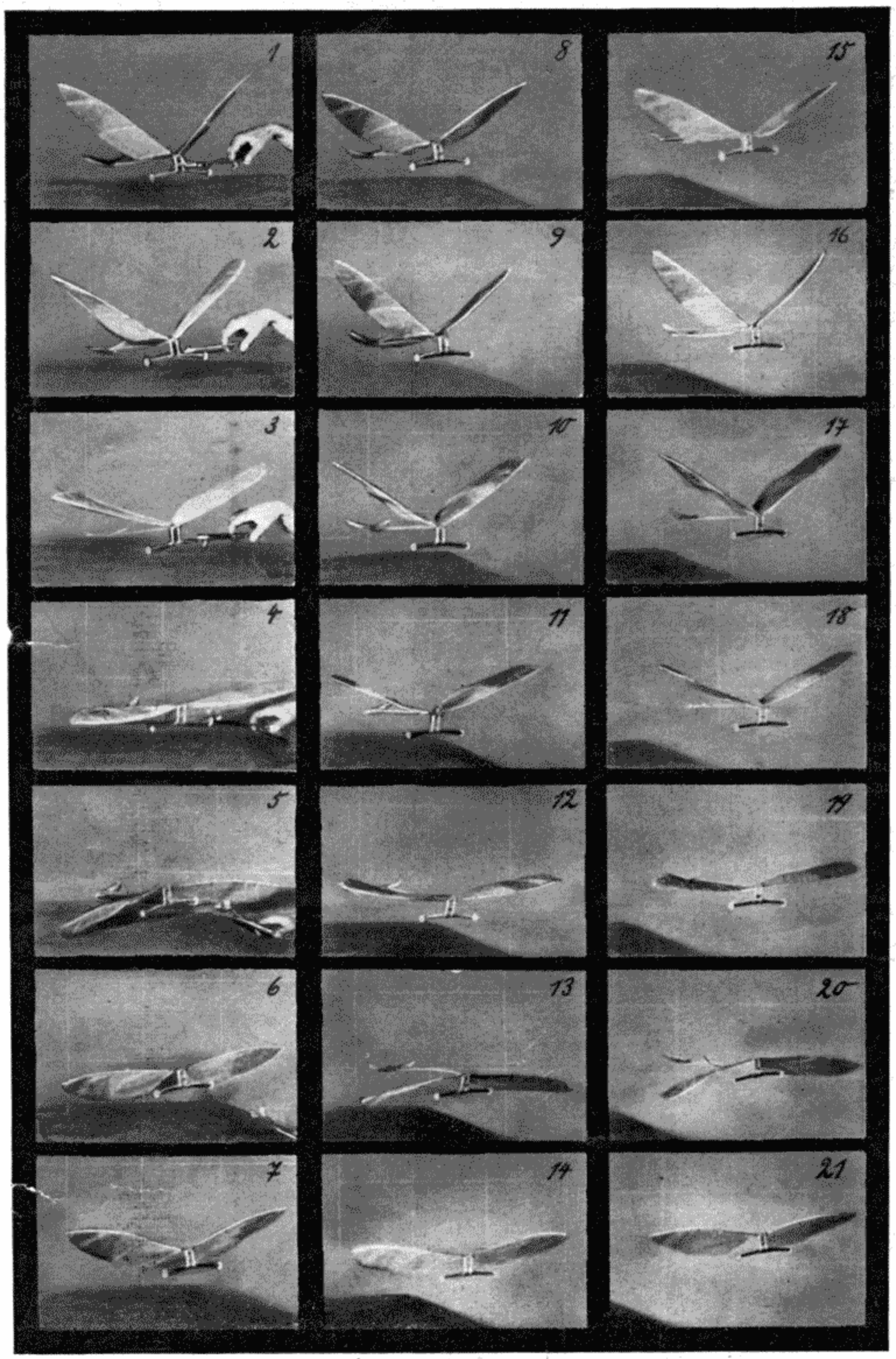


Abb. 2. Einzelbilder aus einem Zeitlupenfilm, den Moment des Bodenstarts bei einem künstlichen „Vogel" wiedergebend. Das mittels Pinzette am Getriebe festgehaltene Flugmodell wird im Startmoment lediglich losgelassen, ohne Erteilung einer Anfangsgeschwindigkeit. Man bemerkt, wie das Flugmodell durch den ersten Flügelabschlag eine gewisse Höhe gewinnt und diese beim nachfolgenden Aufschlag nicht wieder verliert („Sprungstart").

bestimmten Maximum ansteigt (vgl. Abb. 1). Nehmen wir nun als einen in der Natur häufig verwirklichten Fall an, die Flügelspitze beschriebe eine etwa sinusförmige Bahn, dann ergibt sich als weitere Beziehung, daß Auf- und Abschlag und die pendelnde Hin- und Rückdrehung um die Flügellängsachse gegeneinander um 90° phasenverschoben sein müssen, damit die oben gestellte Forderung erfüllt wird (Abb. 1). Wenn also der Flügel bei Auf- und Abbewegung durch die Mittellage (Nullage) geht, erreicht seine Drehung jeweils ein Maximum. Es ist klar, daß in solch einem Falle zur Ausführung eines Flügelschlages nach unten auch beim im Gleitflug befindlichen Flugzeug eine bestimmte Kraft notwendig ist, und daß diese sich auf den Weg in einer ganz bestimmten Weise verteilen muß, wenn in der Tat eine sinusförmige Bahn entstehen soll. Die hier benötigte Energie kann aber beim Flügelaufschlag annähernd wieder zurückgewonnen werden, der ja durch das anströmende Medium rein passiv erfolgt, wobei der Flügel seiner Aufwärtsbewegung nur an jeder Stelle den richtigen Widerstand entgegenzusetzen hat, damit die vorgeschriebene Bewegungsgeschwindigkeit nicht überschritten wird. Aus dem Gesagten ergibt sich aber unmittelbar, daß die Geschwindigkeit, mit der das Flugzeug sich vorwärtsbewegt, eine pendelnde Änderung erfahren muß: sie nimmt beim vortrieberzeugenden Flügelabschlag zu, beim rücktriebbringenden Aufschlag ab — eine Geschwindigkeitsschwankung, die aber nur bei langsamer Schlagfrequenz und geringer Flächenbelastung eine merkliche Größe erreicht.

Soviel über den gedachten Fall eines Gleitfluges mit schlagenden Flügeln. Wenn aus diesem Gleitflug ein Horizontal- oder Steigflug werden soll, dann muß sich noch eine vortreibende Kraft dazugesellen, und diese zu leisten sind, wie allgemein bekannt, die Flügelenden am besten imstande, da hier die Auf- und Abbewegung die größte Geschwindigkeit erreicht. Sollen die Flügelenden bei Ab- und Aufschlag Vortrieb erzeugen, dann darf ihre aktive Verwindung nicht das oben beschriebene Ausmaß annehmen, sondern an seine Stelle muß eine geringere, im einfachsten Falle passiv durch das anströmende Medium verursachte Verwindung um die Längsachse treten. Beim Abschlag ändert sich damit gegenüber dem vorigen Beispiel nichts Grundsätzliches, beim Aufschlag aber werden die Flügelenden jetzt von oben angeströmt (negativer Anstellwinkel): sie erzeugen eine nach vorn und abwärts gerichtete Kraft; der mit dem Vortrieb zugleich entstehende Abtrieb muß aber durch eine um so stärkere aktive Drehung der rumpfnahen, tragenden Flügelregion kompensiert werden.

Es bleibt noch zu fragen, wodurch es dem Flugzeug möglich wird, die geforderte aktive Flügelverwindung, auf die es ja entscheidend ankommt, mit der nötigen Genauigkeit auszuführen, d. h. das hier entstehende periodische Drehmoment um die Flugzeug-Querachse zu kompensieren. Bei hohen Schlagfrequenzen (Insekten, kleine Vögel) reicht dazu die träge Masse des Rumpfes völlig aus; bei langsameren Flügelschlägen bedarf es aber eines besonderen, im strömenden Medium fixierten Hebelarmes, an dem jene Drehungen exakt ausgeführt werden können. Bei den Vögeln ist das die Schwanzfläche, deren entscheidende Bedeutung für diesen Zweck bisher anscheinend völlig übersehen wurde (während ihre Rolle als Steuerorgan gegenüber den Flügeln meist weit überschätzt wird). Bei anderen Tierformen (Fledermäuse, Tagfalter) rückt der entsprechend wirkende Flächenteil in die mittlere Hinterregion der Schlagflügel selbst hinein, deren Vertikalbewegung wohl, ihre Drehung aber nicht mitmachend.

Zu der hier angedeuteten, bewußt vereinfachenden Auffassung kann man sowohl durch theoretische Überlegungen der oben wiedergegebenen Art und darauf fußende Berechnungen als auch durch Beobachtung und Ausmessung geeigneter Filmstreifen flie-

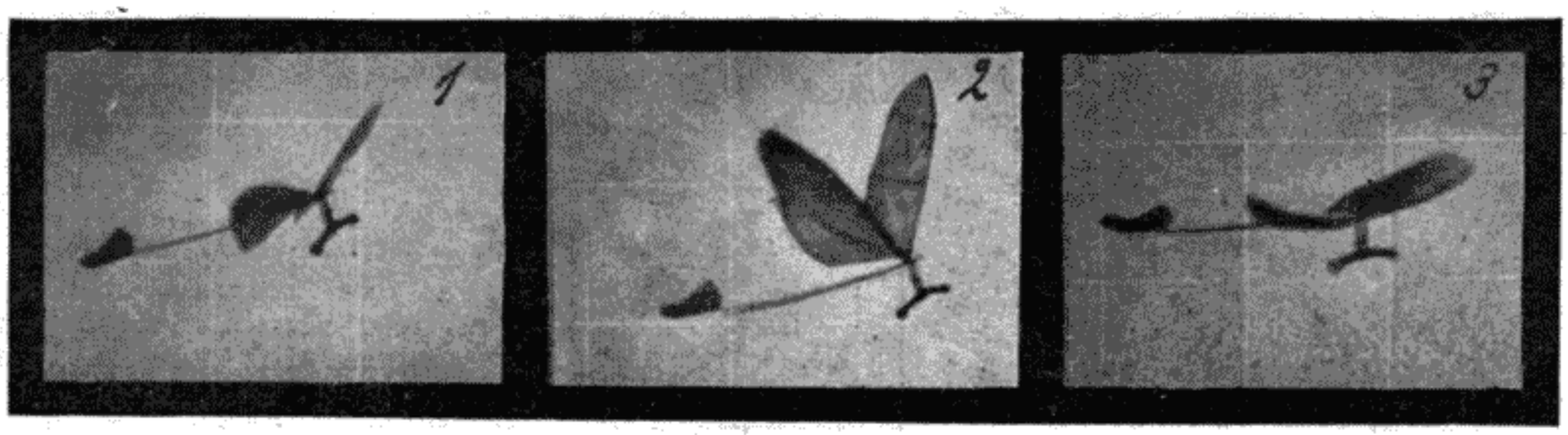


Abb. 3. Momentbilder vom gleichen Flugmodell wie in Abb. 2, in Seitenansicht: 1 Flügelaufschlag, 2 oberer Umkehrpunkt der Schlagrichtung, 3 Flügelabschlag. Der Gummimotor befindet sich bei dieser Konstruktion im unteren Querrohr des Fahrgestells.

gender Tiere und anschließendes „Probieren" an Flugmodellen gelangen; am besten kommt man auf beiden Wegen zugleich voran.

Aus der obigen Darstellung erhellt wohl deutlich genug, daß beim Vollschwingen-Flugzeug ganz bestimmte Anforderungen an die Beschaffenheit der Flügel, ihre Bewegungsweise und die Kraftverteilung im Verlauf des Flügelschlages gestellt werden müssen:

1. Die Flügel müssen aktiv (und an den Flügelenden außerdem passiv) in ganz bestimmtem, zu Flächenbelastung, Fluggeschwindigkeit und Schlagfrequenz in Beziehung stehendem Ausmaß verwindbar sein.
2. Der Flügelabschlag muß um ein Vielfaches (3—10 mal) kräftiger erfolgen als der Aufschlag.
3. Die Kraftverteilung im Verlauf von Auf- und Abbewegung darf nicht beliebig sein: Die Kraft muß beim Schlagbeginn von 0 allmählich bis zu einem in der Mittellage (Horizontallage der Flügelvorderkante) erreichten Maximum zu- und dann allmählich wieder bis auf 0 abnehmen.
4. Bei bestimmter, mechanisch gesteuerter, aktiver Flügelverwindung darf die Schlagfrequenz eine gewisse Größe nicht unterschreiten — die nachlassende Spannung des Gummimotors darf sich nicht auf den Flügel auswirken —, da zu einer flacheren Wellenbahn des Flügels eine geringere Verwindung um die Längsachse gehören würde.

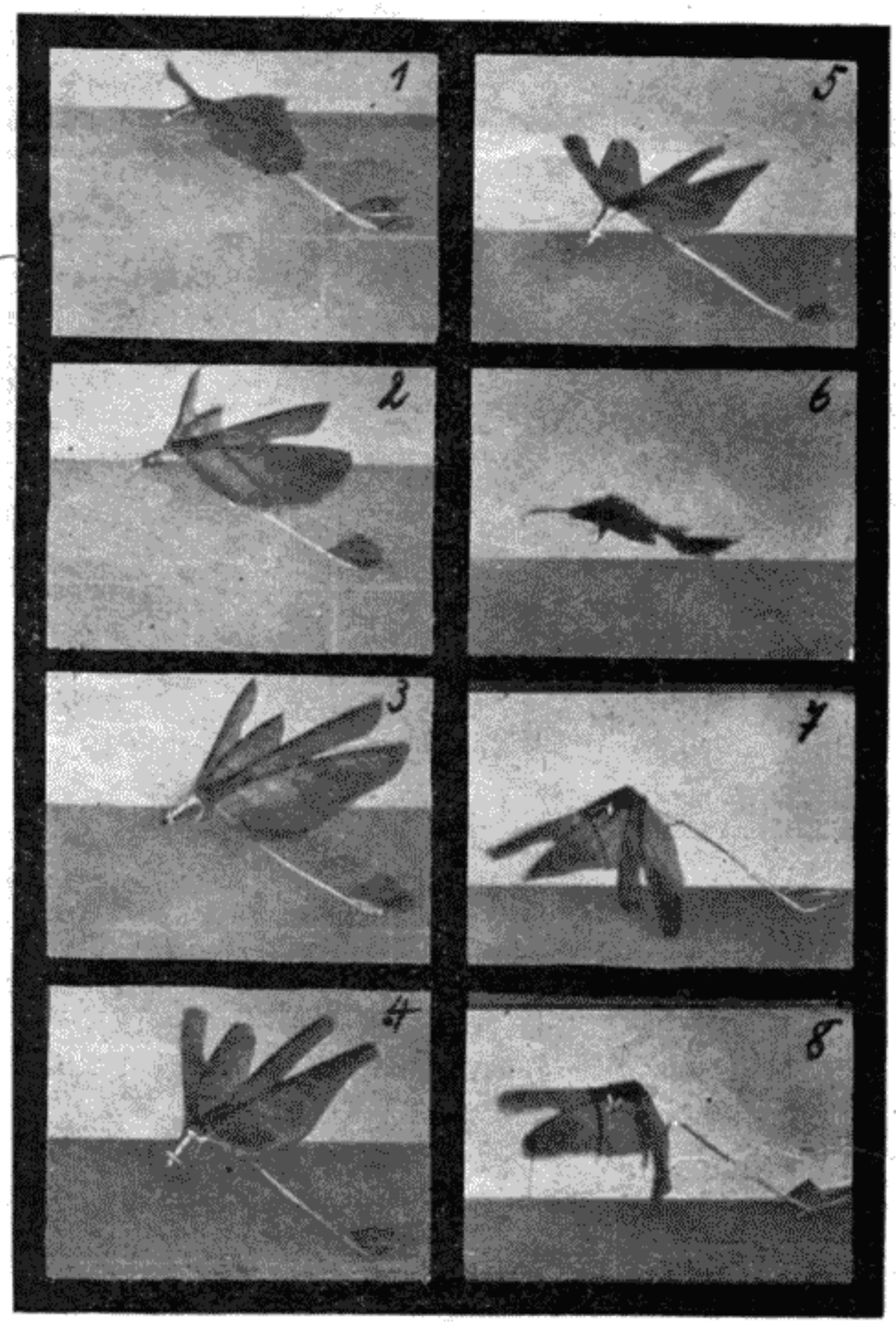


Abb. 4. Bilder aus dem Zeitlupenfilm eines anderen Flugmodells im Steigflug (Steigwinkel 38°; Höhengewinn: 33% der Spannweite pro Flügelschlag). Flugmodell mit großen Vorflügeln; Motor und Getriebe machen bei dieser Konstruktion die aktive Drehung der Flügel um die Längsachse mit, der im Flügel selbst untergebrachte Gummimotor auch die Schlagbewegung.

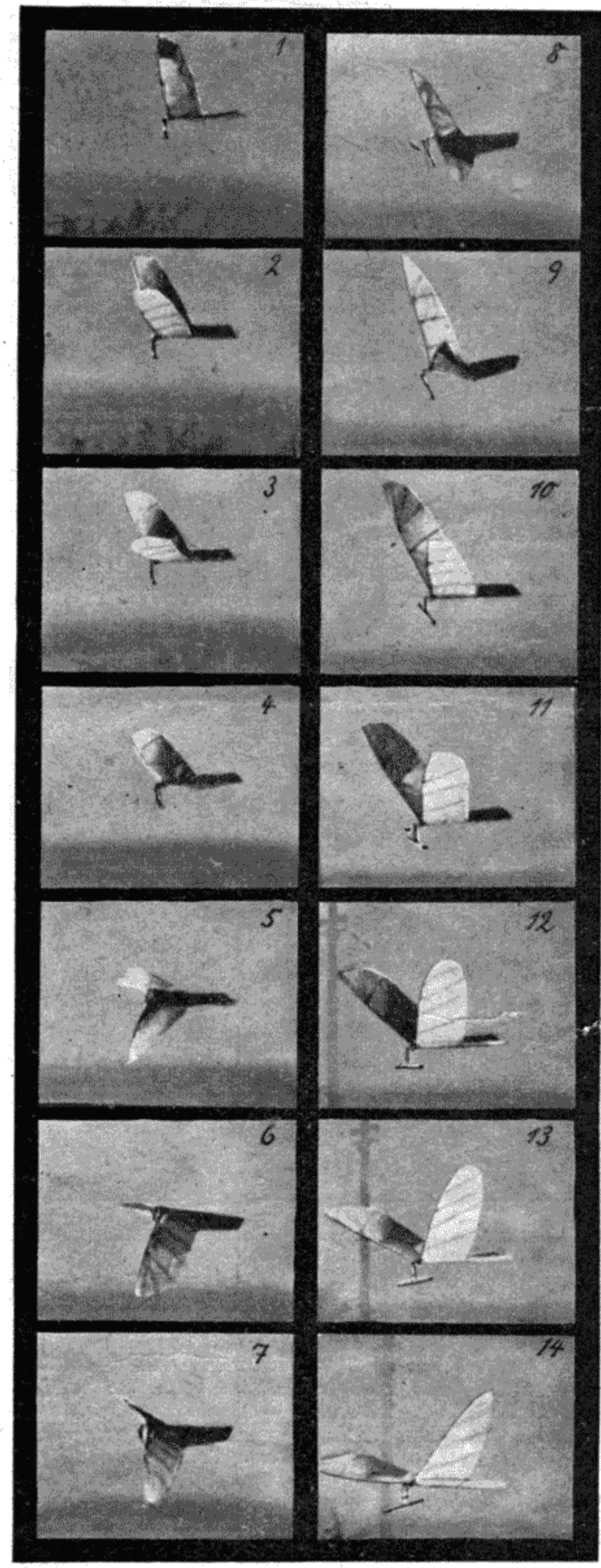


Abb. 5. Momentbilder aus einem Filmstreifen einer im Freien fliegenden künstlichen „Fledermaus" (Nurflügel-Vollschwingen-Flugmodell). Man erkennt, wie der nach hinten ausgezogene Flügelmittelteil wohl eine Schlagbewegung, aber nicht eine Drehung um die Flügellängsachse ausführt.