Karl Herzog: Der Schwingenflug in der Natur und in der Technik.
Erschienen in der Heftreihe Mechanikus, J.F. Schreiber Verlag Esslingen, **Januar 1963**
Das Copyright liegt heute beim AUE-Verlag, Möckmühl, Deutschland.
Texte und Zeichnungen dürfen nicht an anderer Stelle veröffentlicht werden.

Der Schwingenflug in der Natur und in der Technik

Versuche in der Geschichte der Fliegerei Teil I

Innerhalb des Rahmens, der durch das Prinzip „schwerer als Luft" gezogen ist, unterscheiden wir 3 Arten des Fliegens, den Gleit- und Segelflug, den Motorflug und den Schwingenflug. Der *Segelflug,* ein Fliegen ohne motorischen Kraftaufwand, von der Menschheit seit tausenden von Jahren erträumt, hat heute längst seine Lösung gefunden. Der *dynamische Flug,* mit Hilfe von Propeller- und Rückstoßmotoren, ist in geradezu erstaunlicher Vollkommenheit verwirklicht und hat einen technischen Hochstand erreicht, wie es selbst die kühnsten Optimisten vor 60 Jahren nicht zu ahnen gewagt hätten. Der *Schwingenflug* aber ist heute, trotz des Fortschrittes der Technik, noch immer nur den Vögeln vorbehalten und mit Bewunderung sehen wir Menschen unseren gefiederten Freunden nach; wir staunen, wie sie sich scheinbar mühelos vom Erdboden abheben und mit langsamen Flügelschlägen himmelwärts steigen, bis sie unseren Augen entschwinden.

An Versuchen allerdings, den Vogelflug mit technischen Mitteln nachzuahmen, hat es nie gemangelt, aber alle diese Bemühungen führten nicht zu den erhofften Erfolgen. Dennoch ist der Schwingenflug auch für den Menschen möglich. Zahlreiche Versuche im Laufe der Fluggeschichte und gerade die Experimente der neueren Zeit beweisen dies.

Otto Lilienthal war im vergangenen Jahrhundert einer der Ersten, die sich die Lösung dieses Problems zur Aufgabe gemacht haben. In zahlreichen Versuchen erprobte er zunächst die Trag- und Auftriebsfähigkeit verschieden gewölbter Flächen und entwickelte aus den dabei gewonnenen Erkenntnissen und im Ergebnis von mehr als 2000 praktischen Flügen, Fluggeräte, die immer brauchbarer wurden, (Abb. 1). Gleichzeitig machte er sich aber auch darüber Gedanken, wie man durch Einbau von Motoren und geeignetem Antrieb diesen Flugmaschinen Vortrieb und Auftrieb verleihen könnte. Die Wirkung der Luftschraube war ihm damals wohl bekannt, denn die ersten lenkbaren Luftschiffe wurden damit schon angetrieben. Als gründlicher Naturbeobachter und Kenner des Vogelfluges dachte er aber vor allem an einen Apparat, mit dem es dem Menschen möglich sein sollte, den Flug des Vogels nachzuahmen. Er baute deshalb einen Schwingengleiter mit einer Spannweite von 8 m und einem Gewicht von 40 kg (Abb. 2). Dieses Fluggerät hatte an beiden Flügelenden 6 Schwingenspitzen; durch ein einfaches Hebelsystem konnten sie, mittels langer Schnurzüge, beim Auf- und Niederschlag geöffnet und geschlossen werden. Dieser Bewegungsmechanismus spiegelt deutlich die damals herrschende Vorstellung vom Prinzip des Vogelfluges wider. Man war der Ansicht, daß die dachziegelartig übereinander liegenden Schwungfedern sich beim Flügelniederschlag fest aneinanderpressen, so daß der Vogel mit der Gesamtfläche des Flügels einen kräftigen Druck auf die Luft ausübt und dadurch aufwärts und vorwärts getrieben wird. Beim Hochschlagen der Flügel, so glaubte man, würden sich die einzelnen Schwungfedern so um ihre Längsachse drehen, daß die Luft ohne Widerstand durch die Lücken zwischen den einzelnen Federn hindurchgehen kann. Diese Ansicht war falsch; über mehr als 30 Jahre sollte sie allen nachfolgenden Konstrukteuren von Schwingenflugzeugen zum Verhängnis werden. Lilienthal hat mit seinem Schwingengleiter wiederholt gute Gleitflüge ausgeführt, und er hätte ihn auch mit Schwingenschlag erprobt, wäre er nicht am 9. August 1896 in den Rhinower Bergen abgestürzt. Noch kurz vor seinem Tod hatte Lilienthal einen leichten Kohlensäuremotor von knapp 2 PS gebaut, der für den Antrieb seines Flugapparates bestimmt war. Er war davon ausgegangen, daß ein Mensch die zur Fortbewegung im Luftraum notwendige Kraft nicht aufbringen könne; nach seiner Berechnung wäre dazu eine Arbeitsleistung von $1^1/_2$ PS erforderlich gewesen.

Als nach dem Tod Lilienthals die Propellerflugzeuge aufkamen, trat das Interesse für den Schwingenflug immer mehr zurück. Abgesehen von den Konstruktionen des Hamburger Ingenieurs **A. Stentzel** und des Berliner Ingenieurs **Springmeier** ist in diese Richtung kein nennenswerter Vorstoß mehr gewagt worden. Eine Änderung zeichnete sich erst ab, nachdem man auf der Rhön mit dem Segelflug begonnen hatte. Sofort wandten sich bedeutende Fachleute der Flugforschung dem Schwingenflugproblem wieder zu, denn man vermutete, daß Schlagflügel für Segelflugzeuge bei der Überwindung von Flauten eine bedeutende Rolle spielen könnten. Man ging davon aus, daß Schlagflügel in Ruhelage nur wenig Luftwiderstand bieten, ja sie liefern sogar noch Auftrieb, und sind zudem auch leichter und billiger als versenkbare Motore mit Luftschrauben.

Alexander Lippisch, ein international anerkannter Aerodynamiker und Konstrukteur zahlreicher Segel-, Motor- und Düsenflugzeuge, hat sich viele Jahre seines Lebens mit dem Bau von Schlagflügel-angetriebenen Flugmo-

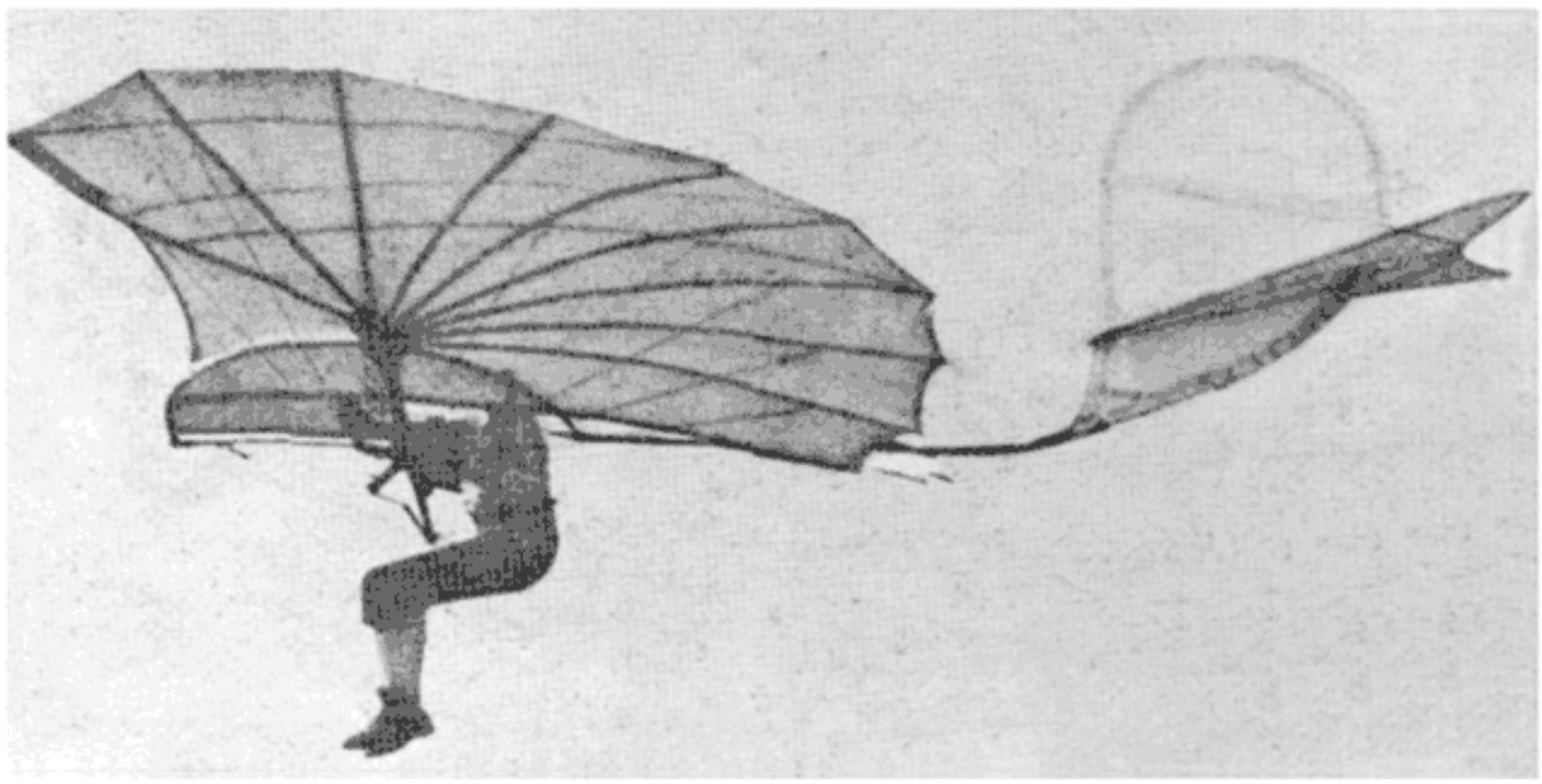
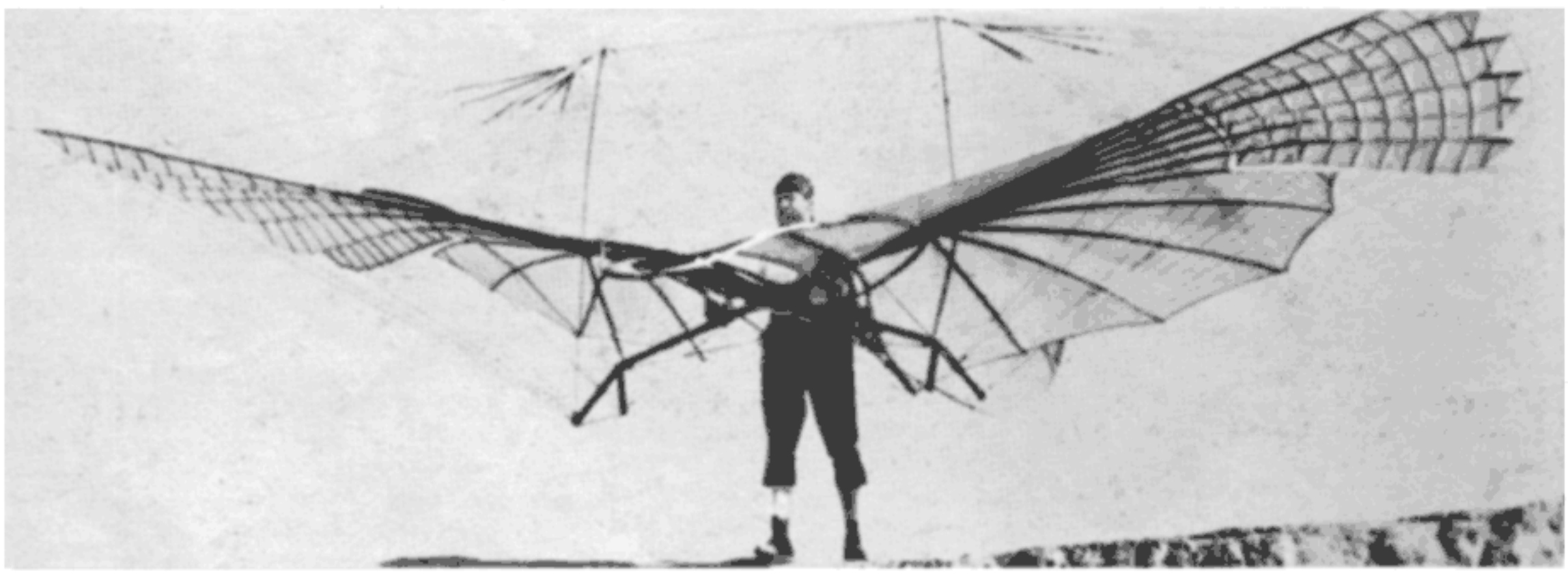


Abb. 1
Otto Lilienthal beim Flug in seinem Hängegleiter

Abb. 2
Otto Lilienthal mit seinem Schwingengleiter, 1896



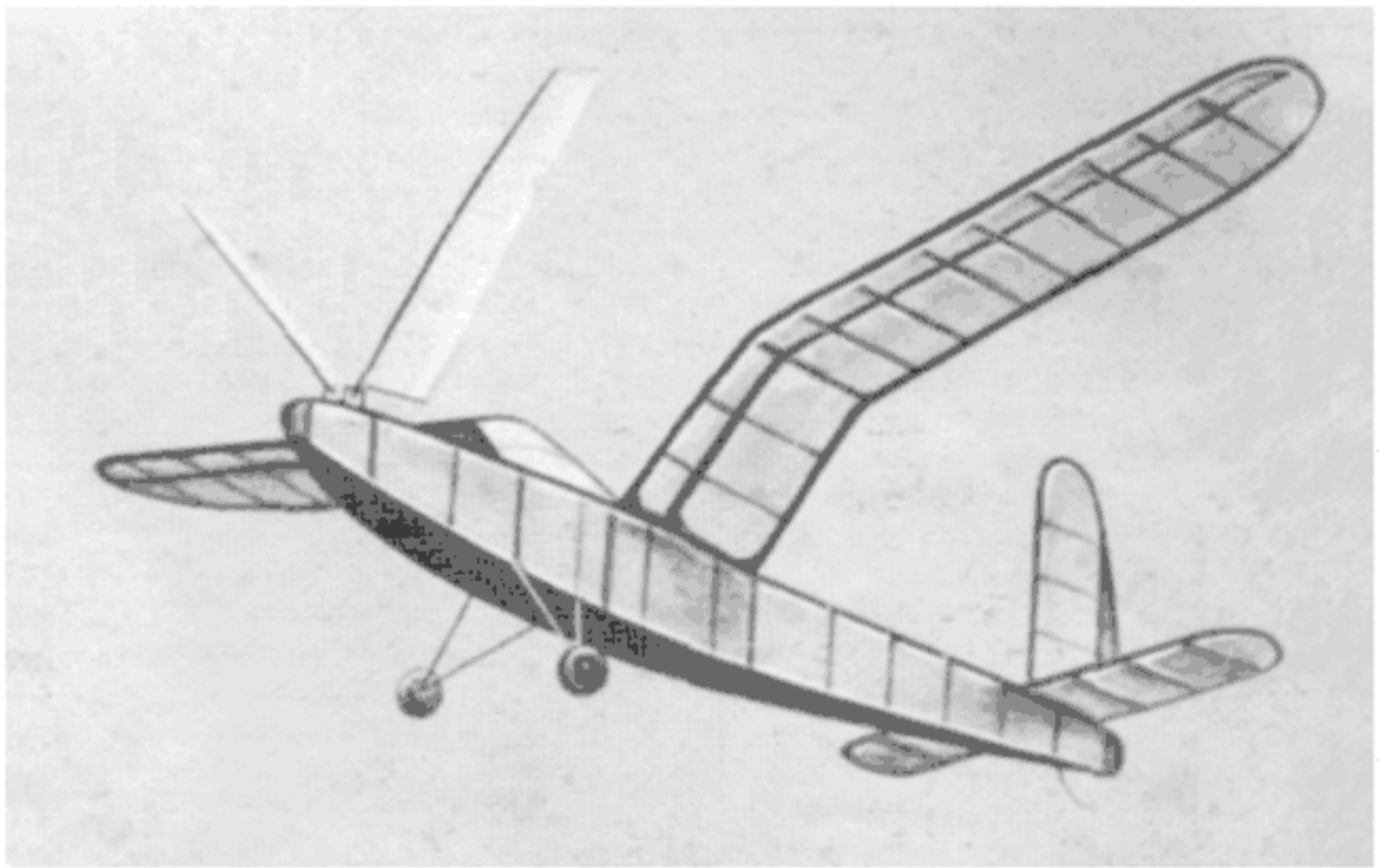
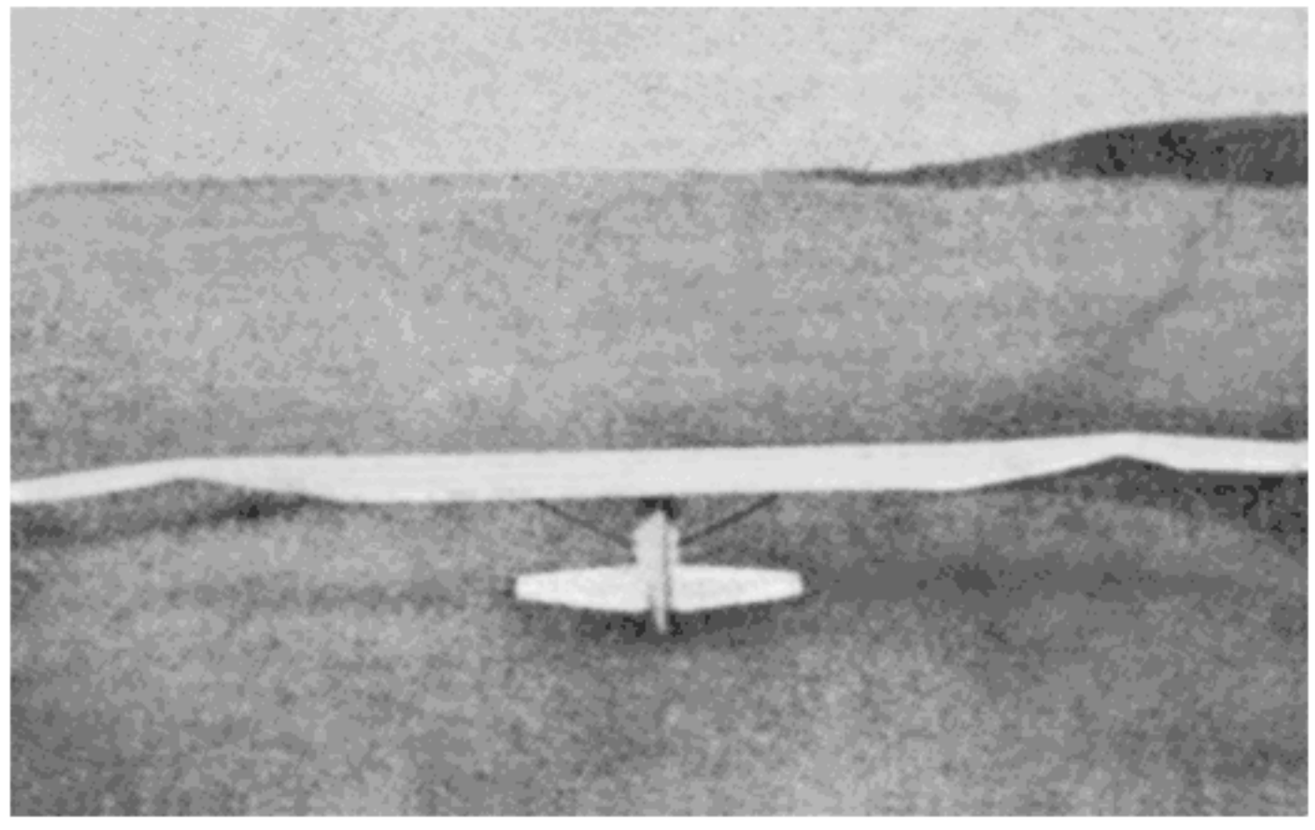


Abb. 3
Motor-Schwingenflugmodell von Alexander Lippisch, 1938; Spannweite 3 m, Fluggewicht 1950 g, Antrieb: Kratmo 4 ccm Benzinmotor

Abb. 5 *Umbauversion VOX 1 des Grunau-Baby IIb von Arno Vogel, 1950; die Schlagflügel waren an den Enden des verkürzten Tragflügels angebracht und wurden durch einen Leichtmotor angetrieben.*



dellen beschäftigt. Zunächst vom herkömmlichen Flugzeug ausgehend, ersetzte er die Luftschraube durch lange und schmale Triebschwingen, die sich beim Auf- und Niederschlag einmal negativ und einmal positiv verdrehten. Nach seinem Entwurf wurde in den Jahren vor dem 2. Weltkrieg ein Bauplan für ein Gummimotorflugmodell veröffentlicht, das mit einem zweiholmigen Stabrumpf und an den Flügelenden befestigten Schwingen ausgerüstet war. Dieses Modell erhielt den nachmals sehr bekannten Namen „Schwinguin". Besonderes Aufsehen erregte Lippisch 1938 mit seiner erfolgreichen „Motorlibelle" *(Abb. 3)*,

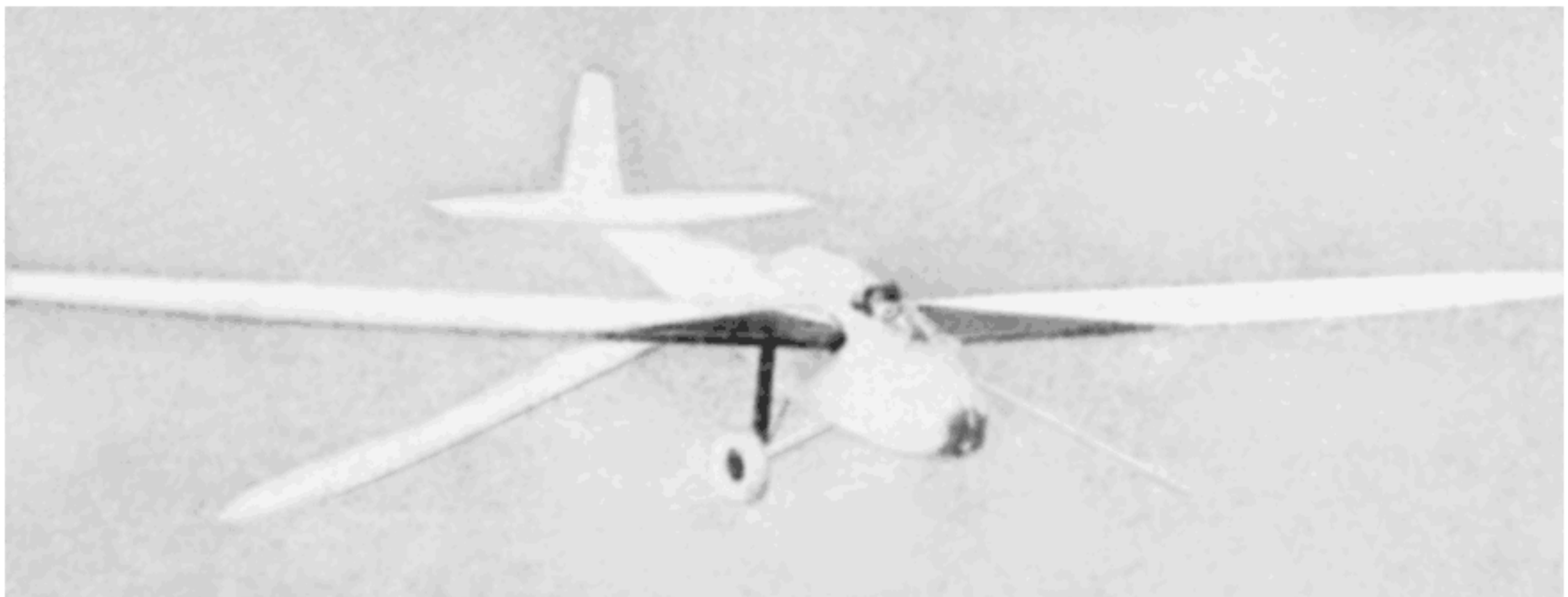


Abb. 4 *„Baby-Schwinguin" von Adalbert Schmid, 1942; die Triebflügel griffen hinter dem Schwerpunkt an und störten die Fluglage nicht.*

einem Flugmodell mit 3 m Spannweite und einem Fluggewicht von 1950 g. Ein Kratmo 4 ccm Benzinmotor ließ die am Rumpfkopf montierten Triebflügel 280 mal pro Minute auf- und niederschlagen. Mit Bodenstarts wurden bei Flughöhen von 4—5 m, Flugzeiten bis zu 4 Minuten erreicht. Einmal ist das Modell an einem leichten Hang mit Handstart geflogen worden; es erreichte dabei die nie wieder gestoppte Kraftflugzeit von über 16 Minuten, bei einer Flughöhe von 45—50 m. Es wurde ausdrücklich betont, daß damals keine Thermik vorhanden war. Zwischendurch baute Lippisch Flugmodelle, deren breite Schlagflügel unmittelbar an den Enden der Tragflächen angebracht waren. Er verwendete dafür leichte und weich verwindbare Flächen, die mit 60—70 Schwingenschlägen pro Minute arbeiteten. Auch diese Modelle flogen einwandfrei, erbrachten aber nicht so überragende Leistungen wie die „Motorlibelle". Beachtenswert bei all

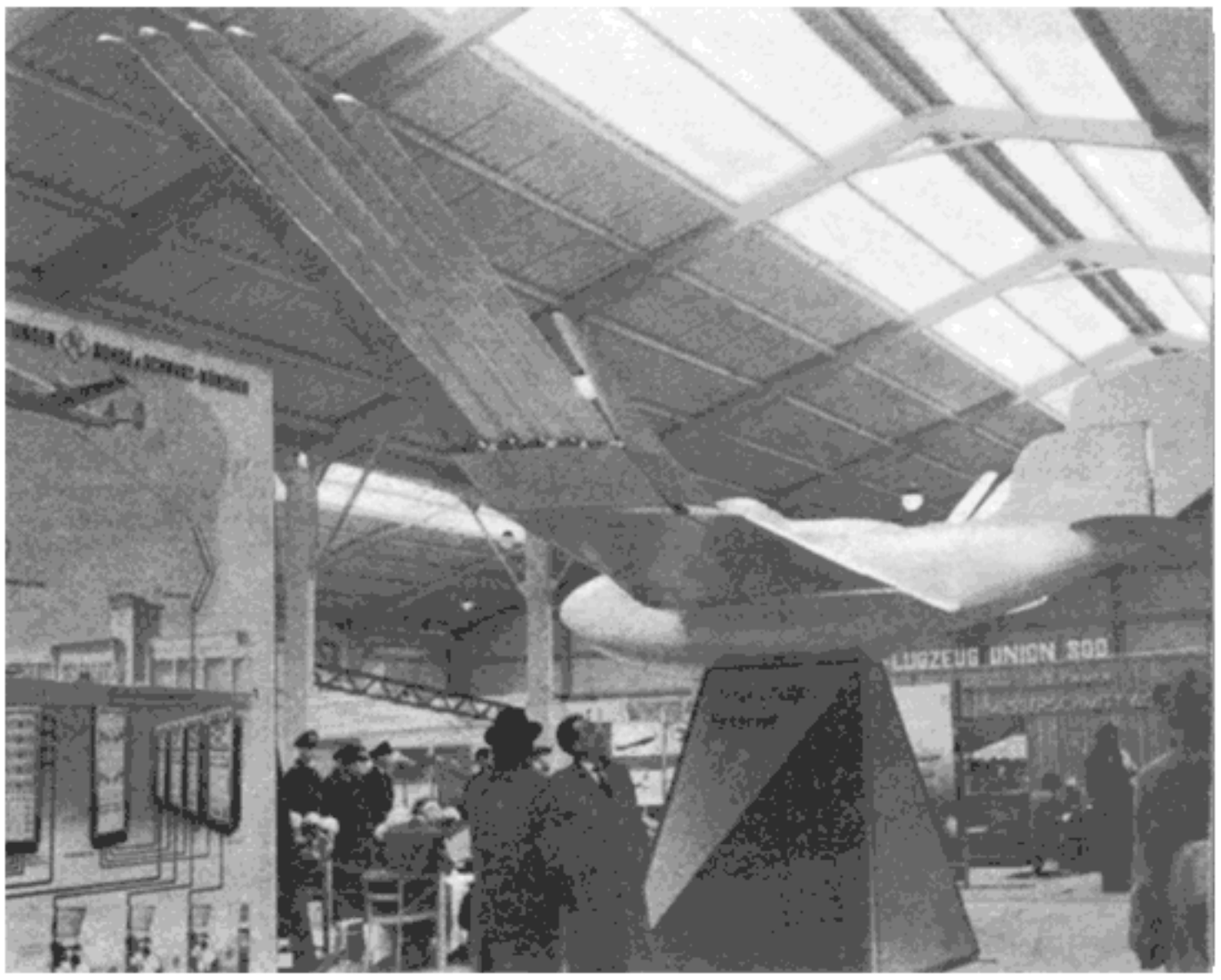


Abb. 6 *Anziehungspunkt einer Industriemesse: Schwingenflugzeug „Schwan I" von W. Filter, 1958*

diesen Versuchen war die Feststellung, daß breite Schlagflügel am vorteilhaftesten arbeiten, wenn sie mit langsamer aber zügiger Schlagbewegung, gleichmäßig auf- und niedergehen und dabei weit ausschlagen.

An die Versuche von Lippisch wurde 1942 von **Albert Schmid,** München, *(Abb. 4)* und 1950 von dem Ingenieur **Arno Vogel,** Plauen, angeknüpft *(Abb. 5)*. Beide bauten unabhängig voneinander bewegliche Schwingen an die Tragflächen der bewährten Übungssegler „Grunau-Baby II" an. Die Leistungen dieser Schlagflügelflugzeuge sollen aber nicht derart überzeugend gewesen sein, daß es sich gelohnt hätte, die Versuche fortzusetzen.

Besonderes Interesse verdient das Schwingenflugzeug „Schwan I" von Dipl.-Ing. **Walter Filter** *(Abb. 6)*, das als erstes einer breiten Öffentlichkeit vorgeführt werden konnte. Es war auf der Deutschen Industriemesse in Hannover im Jahre 1958 aufgestellt und bildete dort den Mittelpunkt der Luftfahrtsonderschau. Sein Rumpf sah kurz und gedrungen aus; die mächtigen Schwingen waren nach der Art eines Mitteldeckers angeordnet. Die Pilotenkanzel ragte hoch über den Tragflächen aus dem Rumpf heraus. Jeder der Flügel war zweifach unterteilt und zwar so, daß an einem massiv gebauten Innenflügel ein kräftiger Schlagflügel, mit einem Schlagwinkel von etwa 75°, auf- und niederschlagen konnte. Jeder dieser Schlagflügel war, ähnlich wie bei dem Schwingengleiter Lilienthals, in 6 lange, schmale Einzelfächer untergliedert. Im Gegensatz zu diesem überdeckten sich aber die einzelnen Schwingenspitzen nicht gegenseitig mit ihren Hinterfahnen, sie standen vielmehr nebeneinander und konnten sich berührungslos um ihre Längsachsen verdrehen; beim Flügelniederschlag kippten die Hinterkanten etwas nach oben, beim Flügelaufschlag dagegen schräg nach unten. Auf diese Weise konnte jede einzelne Schwingenspitze ähnlich wirken, wie ein Luftschraubenblatt am Propeller. Das Schwingenflugzeug von Walter Filter ist also vergleichbar mit einem Motorsegler, an dessen Flügelenden jeweils 6 profilierte Einzelfächer auf- und niederschlagen; sie stellen sich dabei in der Weise auf den Luftstrom ein, daß sie sowohl beim Auf- als auch beim Niederschlag Vortrieb liefern. Eingebaut war ein 4 PS starker Motor, der wohl etwas zu schwach für den Antrieb gewesen sein mag. Dies scheint auch der Grund zu sein, warum über eine praktische Erprobung dieses Prototyps bisher nichts bekannt geworden ist. Trotzdem stellt die Konstruktion eine hervorragende Ingenieurleistung dar, und tatsächlich ist Filter damit dem natürlichen Schwingenflug ziemlich nahe gekommen.

Daß ein Menschenflug nach diesem Prinzip möglich ist, soll im August 1958 der einstmalige Segelflieger-Weltrekordmann und Fliegergeneral **Oskar Dinort** mit seinem „Ornithopter" bewiesen haben *(Abb. 7)*. Dieses Vollschwingenflugzeug war nach ähnlichen Gesichtspunkten konstruiert wie der „Schwan I" von Filter. Die langen Stelzbeine waren angebracht worden, damit sich das Flugzeug unmittelbar mit eigener Kraft vom Boden abheben könne, ohne erst angeschleppt zu werden. Ein 600 ccm-BMW-Boxermotor sorgte für den Antrieb. Die Reisegeschwindigkeit wurde mit 180 km/h bei einem Benzinverbrauch von 6 Liter auf 100 km angegeben. Zeitungsmeldungen zufolge sollen die Flugversuche auf dem Flugplatz Köln-Wahn zufriedenstellend verlaufen sein. Leider hat man seither nichts mehr davon gehört.

Auch aus dem Ausland sind in letzter Zeit wiederholt Meldungen über Versuche mit Schlagflügel-, Flatter- und Schwingenflugzeugen zu uns gelangt. So hoffte zum Beispiel 1959/60 der sowjetische Techniker und Versuchspilot **Dimitryi V. Jlyin** auf besonders einfache Weise das Problem des menschlichen Schwingenfluges zu lösen *(Abb. 8)*. Bei seinem Schwingenapparat, der von einem 3 PS-Motor angetrieben wurde, schlugen die Flügel wie einfache Hebel auf und nieder. Beim Niederschlag krümmte sich das Tragflächenprofil in der Gegend der Flügelspitze etwas stärker, was durch einfaches Vorziehen der Nasenleiste erreicht wurde, Jlyin glaubte, er könne auf diese Weise den für den Flug notwendigen Vortrieb bekommen. Mir ist allerdings rätselhaft, was hier den Vortrieb und den Auftrieb bewirken soll. Beim Niederschlag der Flügel kommt zwar ein kräftiges Steigen zustande, auf das aber nachher, beim Flügelaufschlag, wieder ein Fallen folgt. Der Erfolg kann bestenfalls ein Auf- und Abrütteln sein. Einige Jahre vorher soll aber einem sowjetischen Konstrukteur der Entwurf eines flugfähigen, manntragenden Schwingenflugzeuges gelungen sein. Moskauer Zeitungsmeldungen zufolge habe man diesen Prototyp um 1955 bei einer Oktober-Parade im Flug vorgeführt.

In Amerika und England wurden unlängst Apparate erprobt, durch die sich ein Mensch mit eigener Kraft in die Lüfte zu schwingen vermag. Hervorzuheben ist unter anderen der Hochdecker des Londoner Bildhauers **Emil Hartmann.** Mit einem Kostenaufwand von DM 30 000 baute er 1959 seinen „Ikarus" und erprobte ihn noch im gleichen Jahr und im Frühjahr 1960 *(Abb. 9)*. Die beiden Schwingenflügel waren in einem Scharniergelenk über dem Schwerpunkt des Rumpfes aufgehängt. Eine Hebelkonstruktion aus scherenartig beweglichen Einzelteilen drückte durch Feder- und Gummizug die Flügel hoch und wirkte so dem Druck des Flügelgewichts entgegen. Durch 5 lange, kräftige Seilzüge, die fast in der Mitte der Flügellänge eingehängt waren, wurden die Schwingen nach unten geschlagen. Beim Auf- und Niederschlag wippten die fächerartig angeordneten Einzelschwingen so um ihre Bewegungsachsen, daß die Flügel in ihren hinter den „Schwingholmen" gelegenen Abschnitten eine nach den Flügelspitzen zunehmende Verwindung einnahmen. Betätigt wurde der Flügel-

Abb. 7 *Hoffentlich kein Staatsgeheimnis! — der „Ornithopter" von Oskar Dinort, 1958, auf dem Flugplatz Köln-Wahn*

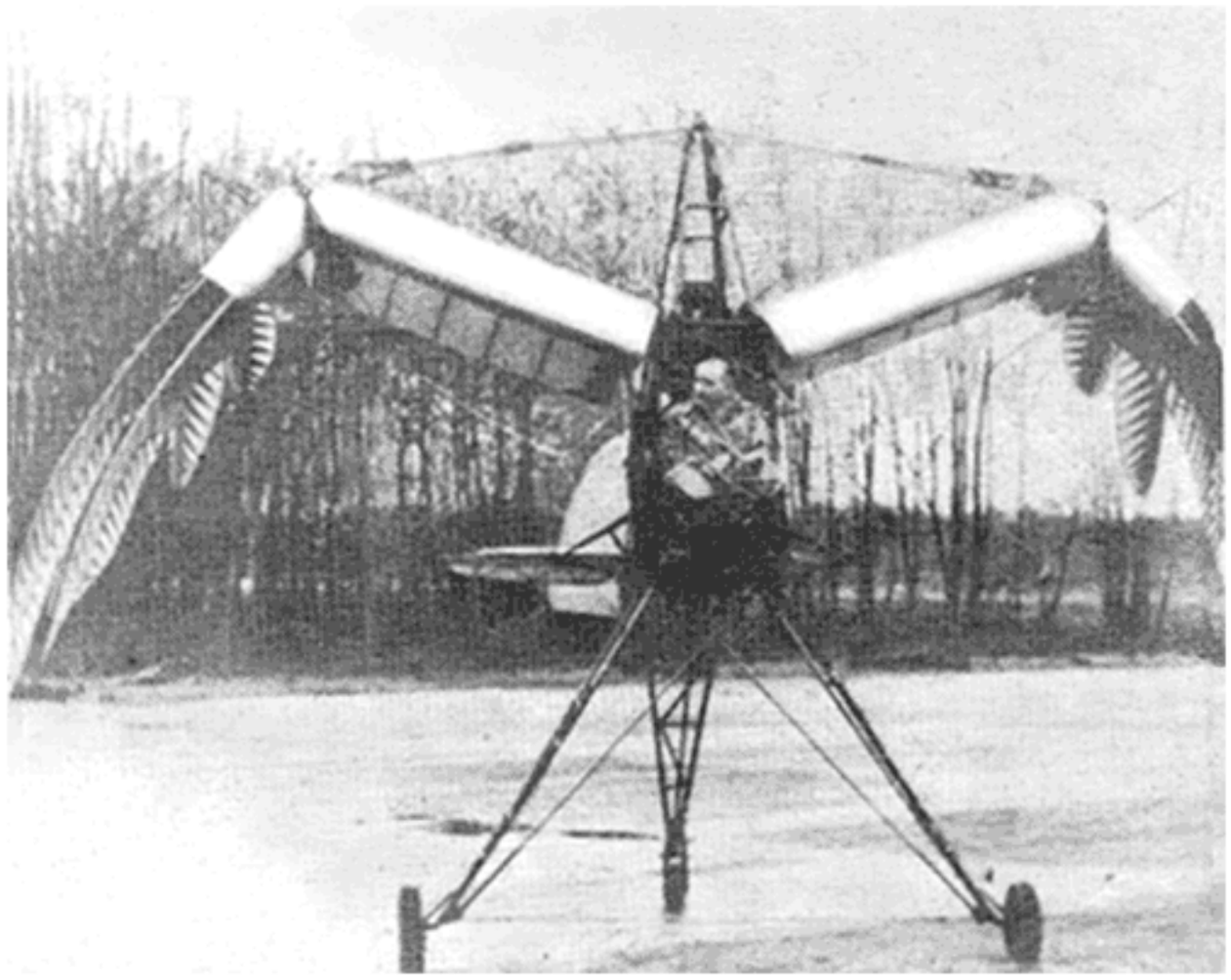


Abb. 8 *Für Nachtflüge einen Scheinwerfer trug das sowjetische Schwingen-Flatterflugzeug von Dimitryi V. Jlyin, 1959. Bei Tag waren in Moskau schon bessere Konstruktionen unterwegs*

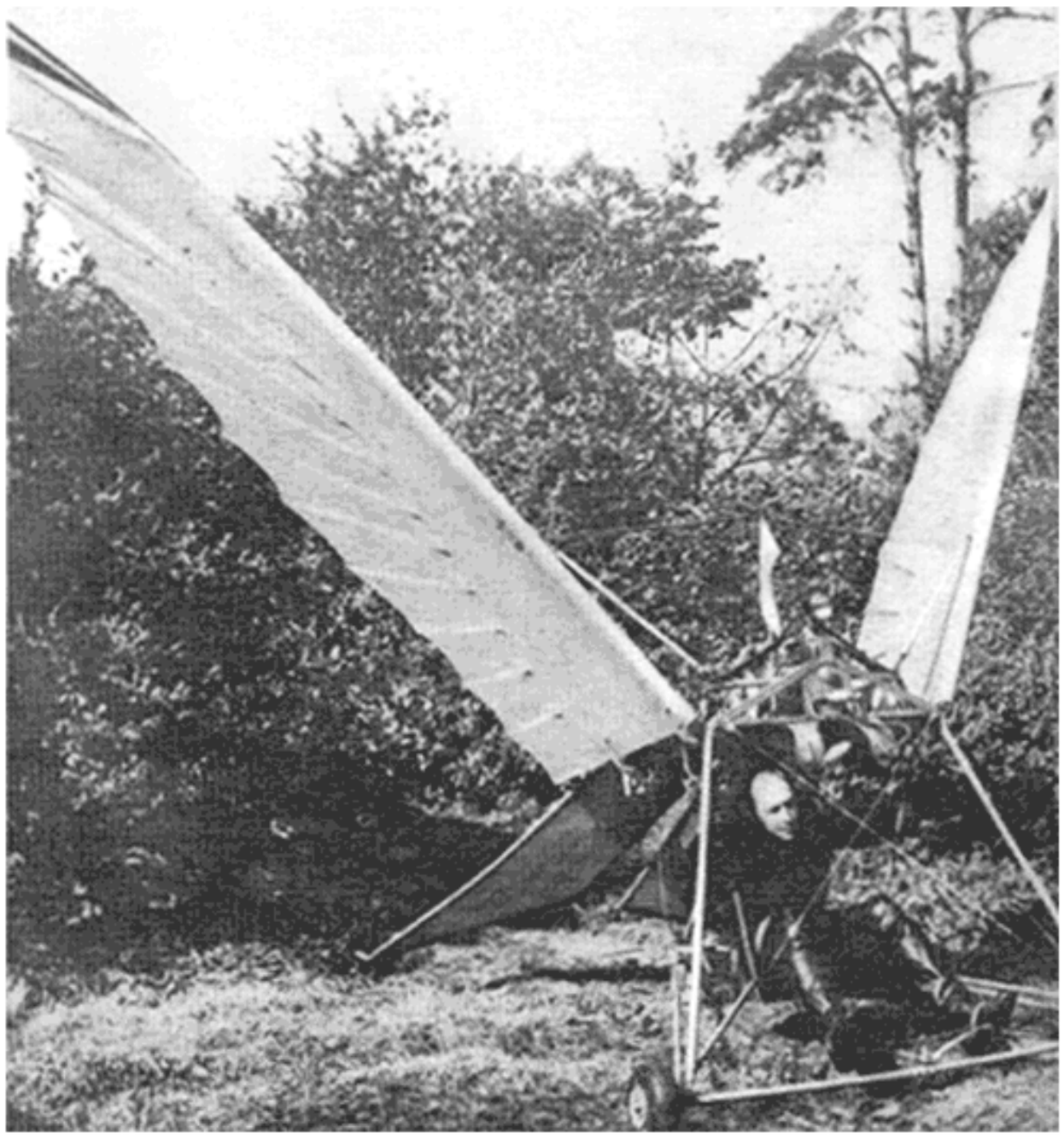


Abb. 9 *Muskelkraft-Schwingenflugzeug „Ikarus" von Emil Hartmann, London 1959; Kostenpunkt: DM 30 000, Flughöhe: 3000 mm — aber immerhin ein Fortschritt auf dem Weg zum manntragenden Schwingenflugzeug*

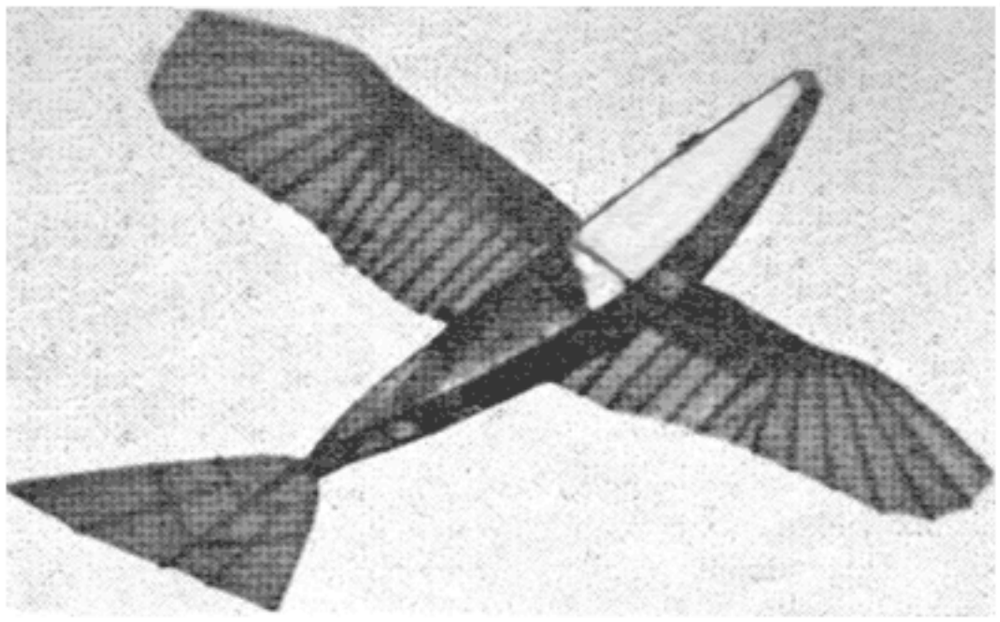


Abb. 10 *Der Natur nachempfunden: Vollschwingen-Flugmodell von E. v. Holst*

mechanismus durch Muskelkraft; der Pilot bediente Handhebel und Fußpedale. Der Start erfolgte durch zusätzlich „gespeicherte Muskelkraft" und zwar mittels eines kräftigen Gummimotors, der im langgezogenen Rumpf untergebracht war. Bei Versuchen reichte die gespeicherte Kraft, zusammen mit dem gesamten Energieaufwand des Piloten, aus, um Höhen von 3—3,5 m zu gewinnen; anschließend war die Energiereserve aufgebraucht, und das Flugzeug mußte im Gleitflug wieder zur Erde zurückkehren. Dieser Versuch ist jedenfalls ein Beweis, daß der Menschenflug mit entsprechender Kraft auch nach dem Vorbild des Vogels möglich ist.

Trotz der bekannt gewordenen und der zahlreichen weiteren Versuche uns unbekannter Erfinder, ist es bis jetzt noch nicht gelungen, ein wirklich brauchbares, manntragendes Schwingenflugzeug zu konstruieren. Die Aufgabe der Nachahmung des Vogelfluges mit technischen Mitteln harrt nach wie vor ihrer Lösung. Der Wunschtraum, mittels Schwingenflügel sich vom Boden abzuheben und im Luftraum nach Belieben zu segeln, geht früher oder später in Erfüllung, denn er ist mit den heutigen technischen Mitteln realisierbar. Allerdings ist die Lösung des Schwingenfluges nicht ausschließlich ein technisches, sondern in erster Linie ein wissenschaftliches Problem. Wenn man sich mit naturwissenschaftlichen Überlegungen daranwagt, und den Ablauf der biophysikalischen Vorgänge des Vogelfluges richtig verfolgt, ist der Weg bis zur Verwirklichung des technischen Schwingenfluges nicht mehr weit. Man muß sich nur den natürlichen Schwingenflug vor Augen halten, um die Flügelbewegungen des Vogels unabgeändert nachzuahmen; genau wie es der Vogel macht, sollten wir den Schwerpunkt der Körpermasse und den Auftriebsmittelpunkt der beiden Flügel richtig aufeinander abstimmen. Bei der folgenden Konstruktion von Ornithoptern wird man nicht über die Größenordnung von Sportflugzeugen hinausgehen dürfen. Aus diesem Grund kann der Schwingenflug in erster Linie dem Motor- und Segelflieger nützlich sein. Für diese Flugart kann man sich kaum einen besseren Antrieb denken, als die Tragflächen, die bei einer Schlagbewegung Vortrieb und in Ruhe Auftrieb liefern. Dies beweisen unsere gefiederten Freunde, wenn sie bei jedem Wetter fliegen und sich allen Luftströmungen anzupassen vermögen.

Daß der Schwingenflug mit technischen Mitteln einwandfrei nachgeahmt werden kann, hat der allzufrüh verstorbene Biologe Professor **Erich von Holst** immer wieder gelehrt und praktisch vorgeführt. Er studierte die Biophysik des Insekten- und Vogelfluges methodisch und schrieb die dabei erworbenen Erkenntnisse in zahlreichen Veröffentlichungen nieder. Darüber hinaus hat er das, was er am Tierflug beobachtete, unmittelbar auf das Schwingen-Flugmodell übertragen und experimentell demonstriert. Er baute den sogenannten „künstlichen Vogel", die „Libelle" und den „Flugsaurier" in zahlreichen Versionen. Sie entstanden als Gummimotor-Flugmodelle von 70 bis 250 cm Spannweite. Ihr Flug glich dem der natürlichen Vorbilder; ganz nach dem Willen ihres Erbauers, konnten sie fast senkrecht steigen, leicht und elegant im Segelflug landen, und im Ruderflug wirkten sie so echt, daß ihre natürlichen Vorbilder vor ihnen die Flucht ergriffen.

In einem späteren Beitrag soll ausführlich über diese „künstlichen Vögel" berichtet werden. Abb. 10 zeigt ein derartiges Modell im Flug.

Die Wissenschaft verdankt Erich von Holst sehr viel, und es ist nun an der Zeit, daß auch die Technik und der Modellflug aus seinen Forschungsergebnissen Nutzen zieht. Uns bleibt es vorbehalten, das Erbe dieses vortrefflichen Mannes anzutreten und das, was er uns hinterlassen hat, auszuwerten.

(wird fortgesetzt) *K. Herzog*

Ihr Vorteil ist es, wenn Sie sich im 225-seitigen Fotokatalog informieren, bevor Sie sich zum Kauf einer Foto- oder Filmkamera, eines Projektors oder Feldstechers entschliessen. 277 günstige Angebote. 1/5 Anzahlung, 10 Raten, 20 Schaja-Vorteile, Ansicht, Garantie. Alte Kamera nehmen wir in Zahlung. Schreiben Sie an

PHOTO-SCHAJA
ABT. 91 · MÜNCHEN 22

Fachmännische Beratung und 25 jährige Erfahrung bietet Ihnen
ADRIAN BRUGGER, 8 MÜNCHEN 2
Residenzstraße 24, Telefon 22 54 81
Spezialgeschäft für Flug- und Schiffsmodellbau