

Pioniere und Ziele des Flugverkehrs

Autor(en): **K.H.G.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **109/110 (1937)**

Heft 4

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-48980>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Pioniere und Ziele des Flugverkehrs. — Verdunkelung im Luftschutz. — Das neue Basler Kunstmuseum (mit Tafeln 1 bis 4). — Zur Frage der Walensestrasse. — Die Eisenbahnfähre Dover-Dünkirchen. — Ein volltreffersicherer Luftschuttraum, Bauart W. Killer. — Mitteilungen: Wasserreinigung und Kesselsteinentfernung in Dampfheizungen. Gewitter-

messungen. Neueste amerikanische Grosskessel. Luftschutz- u. Bierkeller eines Hotels. Trolleybus in Lausanne. Die Sprengung von Eisen. Form von Schlammfaulräumen. Erweiterung des Berner Bahnhofes. Schweizer Landesausstellung Zürich 1939. — Nekrologe: Fritz Walty. Alfred Bürgi. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- u. Vortrags-Kalender.

Band 109

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 4

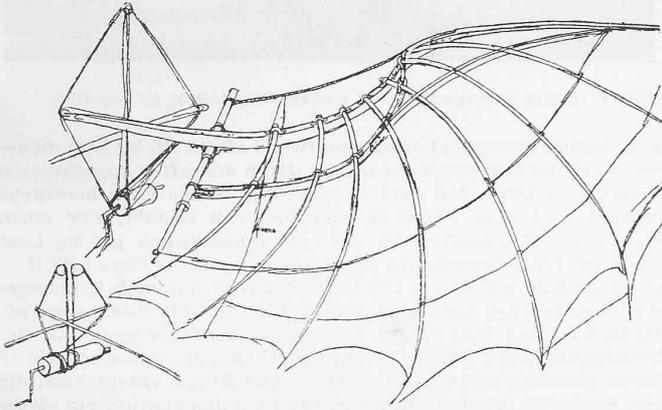


Abb. 1. Entwurf einer Flugmaschine von Leonardo da Vinci.

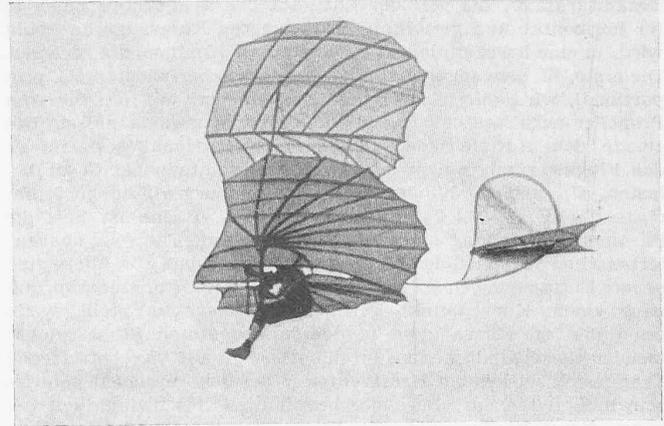


Abb. 2. Gleitflug-Doppeldecker von Otto Lilienthal, 1896.

Pioniere und Ziele des Flugverkehrs

In ihrem technischen Teil stützen sich die nachfolgenden Ausführungen auf einen fesselnden Lichtbilder-Vortrag, den Prof. Dr. J. Ackeret kürzlich in der Naturforschenden Gesellschaft Zürich über die aerodynamische Entwicklung der Flugzeuge gehalten hat, und dem auch die Diagramme und Bilder mit vier Ausnahmen entnommen sind. Diese Bilder möchten einzelne Etappen in der Erfüllung eines seit den Zeiten des Ikarus geträumten Traums festhalten.

Abb. 1 gibt einen Entwurf von Leonardo da Vinci wieder, der sich, wie eine grosse Zahl von Konstruktionsskizzen und Vogelstudien bezeugen, während dreier Jahrzehnte seines Lebens mit dem Problem des Menschenflugs befasst hat. Die der Natur nachgebildete Form dieses Tragflügels kehrte 400 Jahre später in dem durch Schwerpunktverlegung gesteuerten Segelflugzeug wieder, mit dem Otto Lilienthal zum ersten Male *flog*, Abb. 2. Es gelang ihm, in zahlreichen Flügen sich insgesamt einige Stunden lang in der Luft zu halten, ehe er 1896 zu Tode stürzte.

Der auf dem reproduzierten Blatte Leonardos angedeutete Seiltrieb zum «Flügelschlagen» ist ein Beispiel für seine zahlreichen Vorschläge zur Bewerkstelligung von Hub-, Senk-, Biege-, Streck- und Rollbewegungen der entworfenen Flügel. Später wandte er sich von dieser Aufgabe ab, da er die Unzulänglichkeit der menschlichen Antriebskraft erkannte: «La semplice potenza dell'omo», notierte er¹⁾ anno 1503, «non menerà mai l'alia del corbo con quella velocità che faceva il corbo dov'era attac-

¹⁾ Codice Atlantico, folio 77, recto b. (Zitiert nach R. Giacomelli: Gli Scritti di Leonardo da Vinci sul volo, S. 164. Roma 1936.)

cata». Dagegen hat Leonardo an der Möglichkeit des Segelfluges, d. h. des Fliegens im Winde, die ihm die Beobachtung des reigungslos gleitenden Geiers lehrte, auch für den Menschen festgehalten: «L'uccello (d. h. das Flugzeug) è strumento oprante per legge matematica, il qual strumento è in potestà dell'omo poterlo fare con tutti li sua moti, ma non con tanta potenza (wie sie der Vogel hat); ma solo s'astende nella potenza del bilicarsi (d. h. des Equilibrierens). Adunque direm che tale strumento composto per l'omo non li manca se non l'anima dell'uccello, la quale anima bisogna che sia contraffatta dall'anima dell'omo»²⁾.

Das Fliegen ohne Hilfe des Windes ist erst mit der Erfindung leistungsfähiger Motoren möglich geworden. Es begann mit den bahnbrechenden Versuchen der Gebrüder Wright. Sie stateten ihren Zweidecker mit zwei Propellern aus, die durch einen Benzinmotor von 12 PS angetrieben wurden. Auf den ersten, am 17. Dezember 1903 gelungenen Motorflug (in Abb. 3 festgehalten) von einigen Sekunden Dauer folgten tausende von Flügen, in denen die beiden Brüder Erfahrungen in der Luft sammelten.

Von der seither eingetretenen Entwicklung³⁾ gibt ein Vergleich der Wright-Maschine etwa mit dem Koolhoven-Jagdflugzeug, Abb. 4, einen Begriff. Ein Rumpf von möglichst geringem

²⁾ Codice Atlantico, folio 161, recto a (1505). (Giacomelli, l. c., S. 167.)

³⁾ Von Carl Steiger, Kilchberg, in «SBZ» Bd. 51, (Seite 228), schon 1908, gestützt auf jahrelange Naturbeobachtung an segelnden Vögeln (Möwen, Albatros) und Modellversuche teilweise angeregt: Einschluss von Motor und Flieger in einen stromlinienförmigen Rumpf, hohes Profil der Tragflügel u. a. m., und zwar schon zur Zeit noch möglichst körperloser Flugzeugformen wie z. B. Abbildungen 3 und 7). Red.

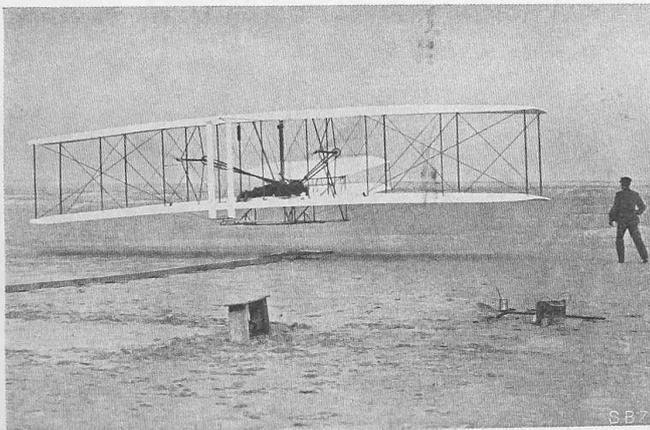


Abb. 3. Erster Motorflug von Orville Wright in Kitty Hawk am 17. Dez. 1903. Flugweite rd. 260 m, Doppeldecker von 46 m², 12 PS-Motor, Flugzeuggewicht 400 kg, erreichte Geschwindigkeit rd. 50 km/h.

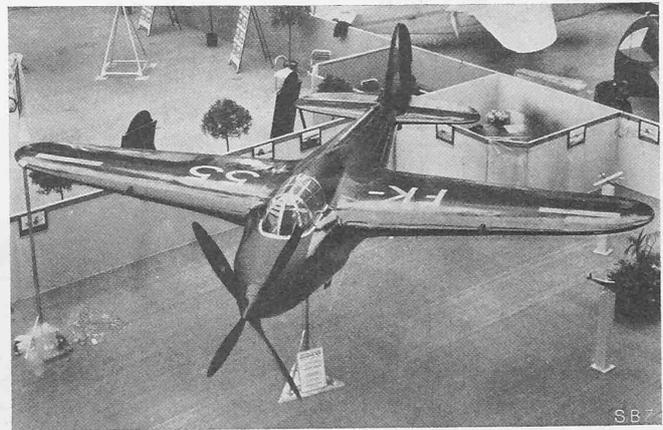


Abb. 4. Jagd-Einsitzer Koolhoven FK 55 von 1936. 860 PS-Motor im Flugzeugschwerpunkt, gegenläufige Propeller, Spannweite 9 m. Länge 8,4 m, Tara 1200 kg, Brutto 1800 kg, v in 4400 m Höhe 450 km/h.

Luftwiderstand hat einen Motor von hundertfach gesteigerter Leistung umschlossen; die Nase bildet mit den Propellern, die Flügel mit dem Rumpf ein hinsichtlich Glätte der Oberflächen, Stetigkeit der Uebergänge, tunlichster Vermeidung von vorspringenden Teilen, Verspannungsdrähten usw. peinlich studiertes Ganzes. Im Flugwesen veraltet das Neue rasch; die Entwicklung ist, z. B. im Dieselmotor-Antrieb, wohl noch lange nicht zu Ende.

Erinnern wir uns, zur Abschätzung von Zukunftsmöglichkeiten, einiger einfacher mechanischer Tatsachen. Man kann die Gesamtkraft K , die von der Luft auf das Traggestell eines in ihr horizontal und geradlinig fortbewegten Flugzeugs ausgeübt wird, in eine horizontale und eine vertikale Komponente zerlegen. Die erste, W , dem sogenannten Widerstandskoeffizienten C_w proportional, wird durch die Kraft überwunden, mit der die vom Propeller zurückgeschleuderte Luft diesen vorwärts stösst. Die zweite, dem Auftriebskoeffizienten C_a proportional, gestattet es, das Flugzeug mit einem ihr gleichen Gesamtgewicht G zu belasten. C_w und C_a hängen von der Fluggeschwindigkeit V ab: $C_w = C_w(V)$, $C_a = C_a(V)$; in der C_w, C_a -Ebene ist dies die Parameterdarstellung einer für das betreffende Flugzeug charakteristischen Kurve. Solche Kurven sind in Abb. 5 für ältere und neuere Flugzeugtypen aufgetragen. Der vom Koordinatenursprung nach einem Kurvenpunkt gezogene Radiusvektor stellt, wenn der Punkt die Kurve etwa in dem angedeuteten Sinne zunehmender Geschwindigkeiten durchläuft, den auf das betreffende Traggestell wirkenden Kraftvektor K bei den verschiedenen Geschwindigkeiten dar. Bei einer bestimmten Geschwindigkeit berührt dieser Radiusvektor die Kurve. Dann ist die «Gleitzahl», d. h. das Verhältnis $C_w : C_a = W : G$, ein Minimum; der zu überwindende Widerstand ist im Verhältnis zu der beförderten Last am geringsten. Die den Kurven beigeschriebenen minimalen Gleitzahlen bezeichnen den in den letzten Jahren erzielten grossen Fortschritt, in der Widerstandsverminderung durch aerodynamisch verbesserte Formgebung, im Auftrieb durch Verfeinerung der Tragflügelprofile.

Diese Entwicklung tritt auch in Abb. 6 zutage, wo in Funktion der Fluggeschwindigkeit die Gleitzahl W/G für das Farman-Modell von 1910 (vergl. Abb. 7) und das Segelflugzeug Fafnir II (1933, Abb. 8) aufgetragen ist. Dessen Charakteristik stellt wohl etwa die mit gegenwärtigen Mitteln grösstmögliche aerodynamische Güte dar. Der Widerstand W setzt sich aus zwei Bestandteilen zusammen: Die «Wirbelstrassen», welche die Fahrt des Flugzeugs bezeichnen, verschlingen eine aus dem Motorbrennstoff stammende Energie. Deren Uebertragung vom Flugzeug auf die Luft würde die Ueberwindung des «induzierten» Widerstandes W_i auch dann bedingen, wenn die Luft ein reibungsloses Gas wäre. Dass dies nicht ist, kommt in der zweiten Widerstandskomponente, W_r , bei wachsenden Geschwindigkeiten immer stärker zur Geltung, während W_i im Gegenteil umso kleiner wird, je schneller sich das Flugzeug bewegt. Daher das Minimum der Kurven $W/G = f(V)$. Der folgende Vergleich der beiden Kurven setzt die Realisierbarkeit eines Motorflugzeuges mit Fafnir-Charakteristik voraus, ist also ein Vergleich zwischen einer schon veralteten Bauform mit einem aerodynamischen Ideal, für das die baulichen Voraussetzungen bei höheren Belastungen und Geschwindigkeiten heute allerdings noch nicht ganz vorhanden sind.

Die Motorleistung ist — bei konstant vorausgesetztem Wirkungsgrad — proportional $WV = GVW/G$. In der $V, W/G$ -Ebene sind daher die Kurven $PS/G = \text{const}$ Hyperbeln. Will man

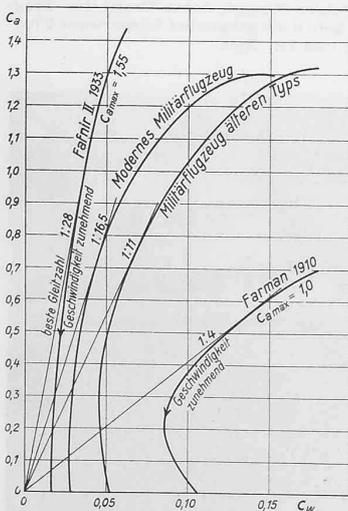


Abb. 5. Auftriebskoeffizient C_a in Funktion des Widerstandskoeffizienten C_w : Verbesserung der Gleitzahl durch Verminderung der schädlichen und induzierten Widerstände.

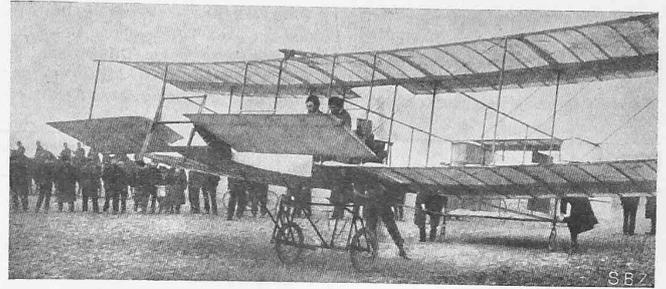


Abb. 7. Erster Passagierflug auf Farman-Zweidecker, in Issy 1908.

z. B. keinen grösseren Leistungsaufwand als 0,1 PS/kg Last zulassen, so ist der Betriebspunkt in dem durch Schraffur angedeuteten Gebiet zu wählen. Mit dem Farman 1910 wären dann höchstens 86 km/h, mit dem Fafnir II aber 168 km/h erlaubt. Für einen gegebenen Flugzeugtyp ist der Leistungsaufwand pro kg Last für jenen Betriebspunkt ein Minimum, in dem eine Kurve $PS/G = \text{const}$ die Kurve $W/G = f(V)$ berührt. Dieser minimale Leistungsaufwand beträgt nach Abb. 6 beim Farman 1910 0,08, beim Fafnir II nur noch 0,01 PS/kg. Evident liegt der genannte Betriebspunkt nahe jenem niedrigster Gleitzahl; daher in Abb. 5 deren Bezeichnung als die «beste». Aus Abb. 6 erhellt auch die von Leonardo erkannte Eitelkeit der Bemühungen um ein «Muskelflugzeug»⁴⁾. 0,01 PS pro kg Totallast stellen eine untere Schranke für den Leistungsaufwand dar; das macht, bei denkbar geringem Gesamtgewicht von 100 kg, 1 PS aus — ein Betrag, der als Dauerleistung für den Menschen gar nicht in Frage kommt.

Das Gesamtgewicht pro m² wirksamer Tragfläche beträgt beim Fafnir II 15 kg/m². Was eine Erhöhung der Flächenbelastung auf 100 oder gar 200 kg/m² bedeuten würde, geht aus Abb. 9 hervor. Einem Leistungsaufwand von 0,1 PS/kg würden nun rd. 290, bzw. 360 km/h entsprechen. Eine Geschwindigkeit von 300 km/h, die bei der heutigen Flächenbelastung etwa 0,6 PS pro kg bedingen würde, wäre mit einem Leistungsaufwand von rd. 0,11, bzw. 0,07 PS/kg zu bewältigen. Solche Steigerungen der Flächenbelastung sind heute nur möglich bei Flügeln geringer Spannweite mit verhältnismässig hohem induziertem Widerstand. Mit besseren Baustoffen und Baumethoden wird man aber schrittweise grössere Spannweiten erreichen. Der Punkt M 72 bezieht sich auf das Weltrekordflugzeug Macchi⁵⁾ mit rd. 200 kg m² Flächenbelastung. Dessen Konstruktion mit Drahtverspannungen usw. treibt den Kraftverbrauch für diese Rekordgeschwindigkeit auf über 1 PS/kg, während das Idealflugzeug dafür weniger als 0,5 PS/kg benötigen würde.

Die bisher betrachteten Diagramme setzen eine Flughöhe H von einigen 100 m ($H \sim 0$ m) voraus. Nun lockt die Aussicht auf geringeren Luftwiderstand in grossen Flughöhen, wo zwar mit abnehmender Temperatur auch die Schallgeschwindigkeit abnimmt, die für die Geschwindigkeit des Fluges eine vorläufig unüberwindbare Schranke bildet. Abb. 10 beleuchtet, 100 kg/m² Flächenbelastung als möglich angenommen, die Verhältnisse in 5 und 10 km Flughöhe: das Innehalten von 300 km/h Geschwindigkeit würde auf 5000 m rd. 0,08, auf 10000 m Höhe etwas über 0,05 PS/kg benötigen; ein Leistungsaufwand von 0,3 PS/kg würde etwa 510, bzw. 615 km/h erzielen! Eine vorläufige Grenze dieser

⁴⁾ Vergl. C. Steiger: Vom Fliegen durch Menschenkraft, «S B Z», 1935, Bd. 106, No. 22, S. 262*.

⁵⁾ Abgebildet in Bd. 104, Nr. 2, S. 24*.

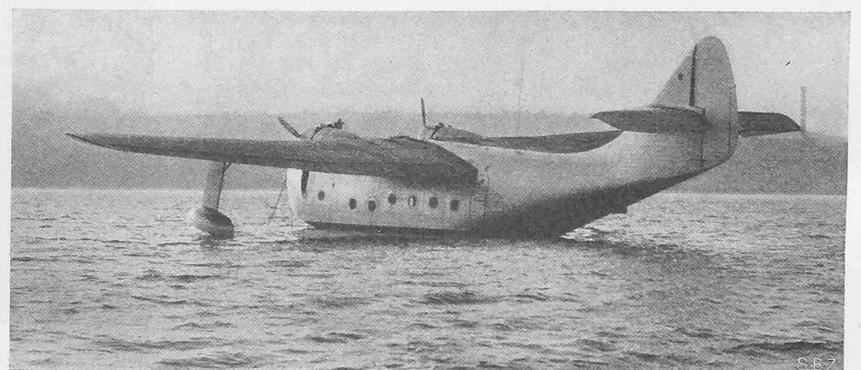


Abb. 11. Wasserflugzeug Douglas DF. — Photo Interavia, Genf.

