

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 109/110 (1937)
Heft: 4

Artikel: Pioniere und Ziele des Flugverkehrs
Autor: K.H.G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-48980>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Pioniere und Ziele des Flugverkehrs. — Verdunkelung im Luftschutz. — Das neue Basler Kunstmuseum (mit Tafeln 1 bis 4). — Zur Frage der Walenseeestrasse. — Die Eisenbahnfähre Dover-Dünkirchen. — Ein volltreffsicherer Luftschutzraum, 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. — Nekrolog: 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

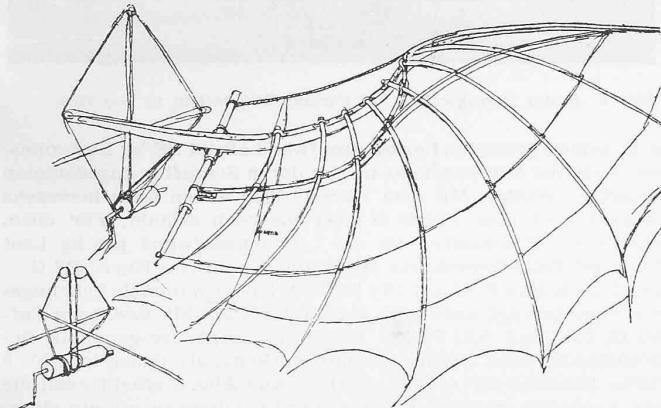


Abb. 1. Entwurf einer Flugmaschine von Leonardo da Vinci.

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 Seilantrieb 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.)

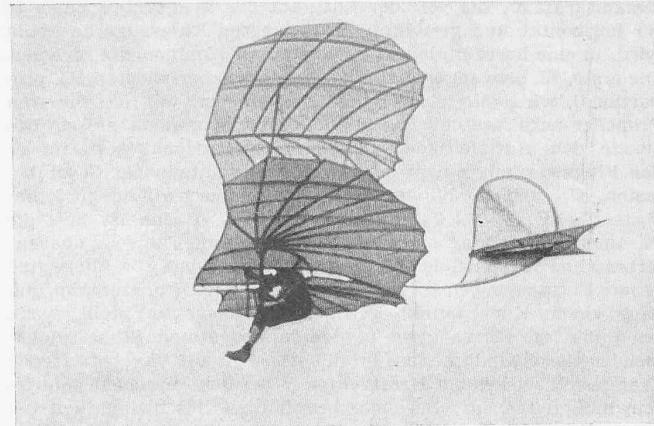


Abb. 2. Gleitflug-Doppeldecker von Otto Lilienthal, 1896.

cata». Dagegen hat Leonardo an der Möglichkeit des Segelfluges, d. h. des Fliegens im Winde, die ihm die Beobachtung des regungslos 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 biliarsi (d. h. des Equilibrerens). 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 Brüder Wright. Sie statthen ihren Zweiendecker mit zwei Propellern aus, die durch einen Benzинmotor 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 «SEZ» 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 strömungsförmigen 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.

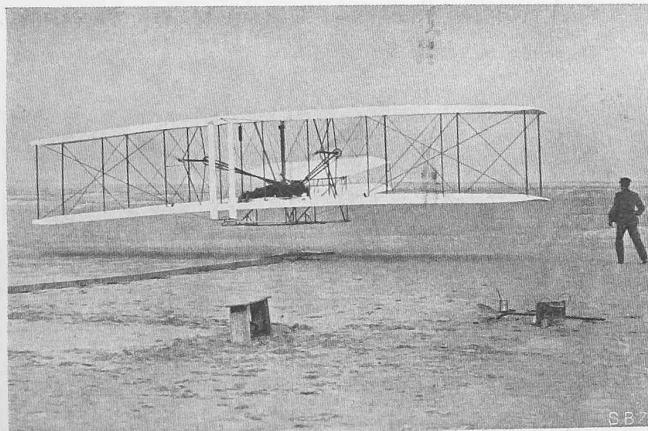


Abb. 3. Erster Motorflug von Orville Wright in Kitty Hawk am 17. Dez. 1903. Flugweite rd. 260 m, Doppeldecker von 46 m², 12 PS-Motor, Flugzeuggewicht 400 kg, erreichte Geschwindigkeit rd. 50 km/h.

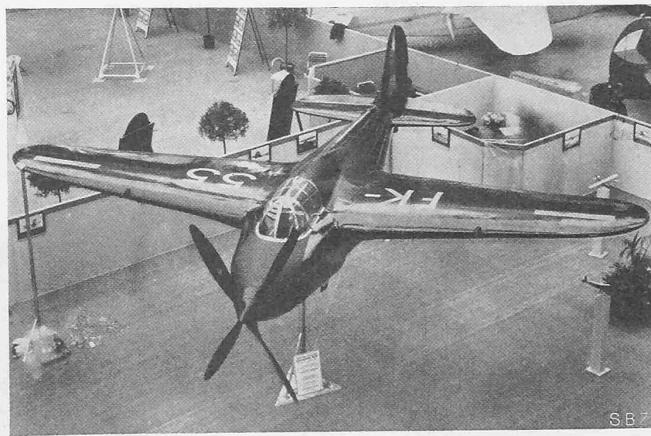


Abb. 4. Jagd-Einsitzer Koolhoven FK 55 von 1936. 860 PS-Motor im Flugzeugschwerpunkt, gegenläufige Propeller, Spannweite 9 m, Länge 8,4 m, Tara 1200 kg, Brutto 1800 kg, v in 4400 m Höhe 450 km/h.

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 Widerstandscoefficienten C_w proportional, wird durch die Kraft überwunden, mit der die vom Propeller zurückgeschleuderte Luft diesen vorwärts stößt. Die zweite, dem Auftriebscoefficienten C_a proportional, gestattet es, das Flugzeug mit einem ihr gleichen Gesamtgewicht G zu beladen. 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 sie 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

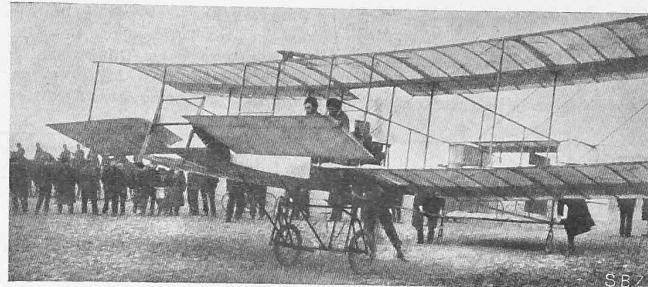


Abb. 7. Erster Passagierflug auf Farman-Zweidecker, in Issy 1908.

z. B. keinen grösseren Leistungsaufwand als $0,1 \text{ PS/kg}$ 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 $0,01 \text{ PS/kg}$. Ersichtlich 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 «Muskelkraft-Flugzeug»⁴⁾. $0,01 \text{ PS pro kg}$ 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 m^2 wirksamer Tragfläche beträgt beim Fafnir II 15 kg/m^2 . Was eine Erhöhung der Flächenbelastung auf 100 oder gar 200 kg/m^2 bedeuten würde, geht aus Abb. 9 hervor. Einem Leistungsaufwand von $0,1 \text{ PS/kg}$ würden nun rd. 290 , bzw. 360 km/h entsprechen. Eine Geschwindigkeit von 300 km/h , die bei der heutigen Flächenbelastung etwa $0,6 \text{ PS}$ pro kg bedingen würde, wäre mit einem Leistungsaufwand von rd. $0,11$, bzw. $0,07 \text{ PS/kg}$ 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 m^2 Flächenbelastung. Dessen Konstruktion mit Drahtverspannungen usw. treibt den Kraftverbrauch für diese Rekordgeschwindigkeit auf über 1 PS/kg , während das Idealflugzeug dafür weniger als $0,5 \text{ PS/kg}$ benötigen würde.

Die bisher betrachteten Diagramme setzen eine Flughöhe H von einigen 100 m ($H \sim 0 \text{ m}$) 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/m^2 Flächenbelastung als möglich angenommen, die Verhältnisse in 5 und 10 km Flughöhe: das Innenhalten von 300 km/h Geschwindigkeit würde auf 5000 m rd. $0,08$, auf 10000 m Höhe etwas über $0,05 \text{ PS/kg}$ benötigen; ein Leistungsaufwand von $0,3 \text{ PS/kg}$ 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*.

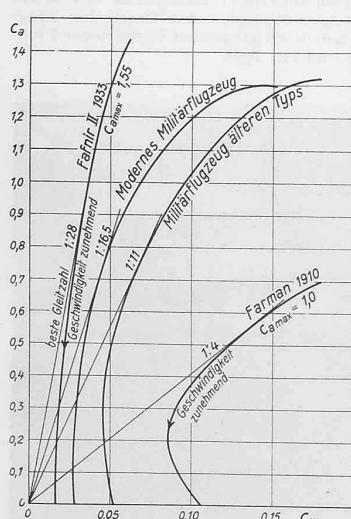


Abb. 5. Auftriebscoefficient C_a in Funktion des Widerstandscoefficienten C_w : Verbesserung der Gleitzahl durch Verminderung der schädlichen und induzierten Widerstände.

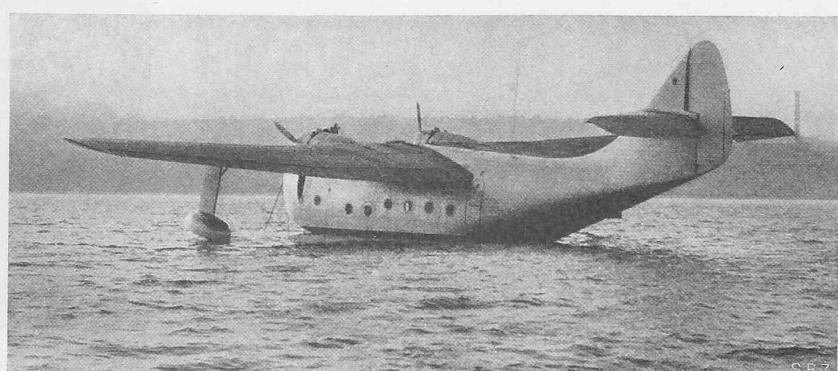


Abb. 11. Wasserflugzeug Douglas DF. — Photo Interavia, Genf.

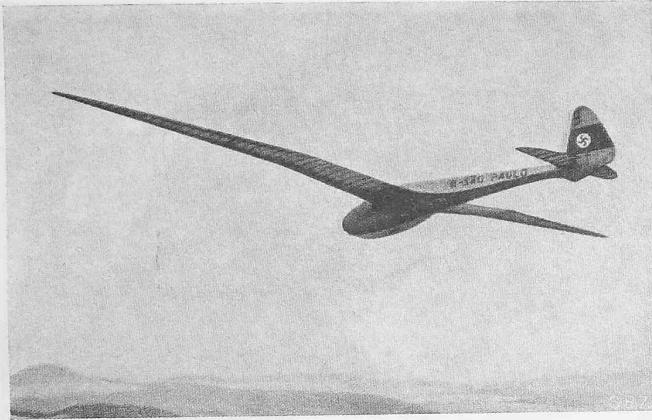


Abb. 8. Segelflieger «Fafnir II» (1933). Flächenbelastung 15 kg/m².

kalten Möglichkeiten ist durch die gestrichelt eingezeichnete Kurve für 200 kg/m² Flächenbelastung und 15 km Höhe ange deutet. Die gegenwärtig studierten Vorschläge zur Aufrechterhaltung der Motorleistung und zur Sicherung des Flugbetriebes in grossen Höhen eröffnen, wie man sieht, ausserordentliche Perspektiven.

Schon heute besteht ein regelmässiger Flugdienst über den Stillen Ozean mit Wasserflugzeugen der aus Abb. 11 ersichtlichen Vogel-Fisch-Gestalt. Durch die Befreiung vom Wasser-, Schienen- und Strassenweg haben sich die möglichen Grenzübergänge vermillionenfach. Die Länder sind zusammengerückt. In welche bedrohliche Nähe, zeigt das moderne Bombenflugzeug (Abb. 12) — ein sinnfälliges Beispiel für den gegenwärtig erreichten Hochstand der Technik und Tiefstand der Menschlichkeit. K. H. G.

Verdunkelung im Luftschutz

Die in Nr. 1 dieses Blattes (2. Januar 1937) erschienene Mitteilung über «Luftschutzbeleuchtung», die sich (wie dort gesagt) auf deutsche Verhältnisse bezieht, gibt Anlass zu einer Aufklärung über die durch schweizerische Vorschriften und Richtlinien bedingten Massnahmen für die Verdunkelung im Luftschutz.

Die Verdunkelung ist eine Aufgabe aller Gemeinden und nicht etwa nur der «luftschutzpflichtig» erklärten. Nach der Verfügung des Eidgen. Militärdepartements vom 13. Oktober 1936 müssen bis zum 1. Februar 1937 alle Vorbereitungen für die Verdunkelung im Luftschutz getroffen sein.¹⁾ Auf diesem

¹⁾ Die Frist durfte in den grösseren Gemeinden bis auf den 1. April d. J. erstreckt werden, wovon, schon wegen der Schwierigkeit der Materialbeschaffung, die meisten Gebrauch gemacht haben. Red.

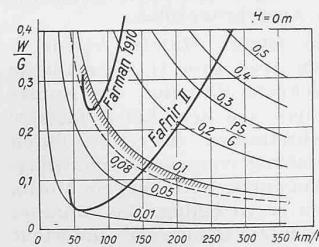


Abb. 6. W/G 1910 u. 1933 (Fafnir II).

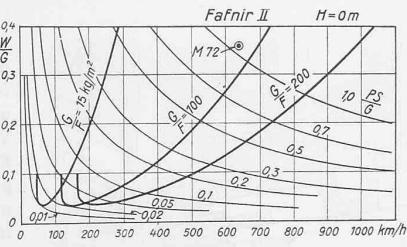


Abb. 9. Einfluss der Flächenbelastung.

Gebiet ist zu unterscheiden zwischen Aussenbeleuchtung, Innenbeleuchtung und Fahrzeugbeleuchtung. Wir greifen die Teilegebiete der öffentlichen Beleuchtung und der Innenbeleuchtung heraus. Grundsätzlich soll die Schweiz in einem politischen Konflikt von der Ausgabe des Verdunkelungsbefehls durch den Bundesrat oder den General bis zu seiner Aufhebung als *ganzes* Gebiet während der natürlichen Dunkelheit derart «verdunkelt» sein, dass feindliche Flieger künstliches Licht weder direkt noch indirekt wahrnehmen können. Dadurch will man die Orientierung der Flieger und den gezielten Bombenabwurf erschweren. Mit dieser Lichtlosigkeit beabsichtigt man in unserm Land mit für moderne Flugzeuge so kurzen Flugzeiten verwundbare Ziele, wie Siedlungen, industrielle Anlagen usw. der Sicht durch beobachtet wie durch allenfalls unbeobachtet eingedrungene Flieger zu entziehen.

Die öffentliche Beleuchtung darf auf den Strassenoberflächen nur noch Beleuchtungsstärken erzeugen, die kleiner sind als die bei Mondschein auftretenden. Dabei ist die Beschaffenheit der Strassenoberfläche und allenfalls anderer reflektierender Objekte, wie auch die Veränderlichkeit ihres Reflexionsgrades zu berücksichtigen. Diese Voraussetzung zeigt, dass es sich nach der Verdunkelung der öffentlichen Beleuchtung nicht mehr um eine Beleuchtung von Objekten, sondern nur um Leuchten handeln kann, die vom Boden aus durch den direkten Blick in die Lichtquelle blos richtunggebend wirken. Jede Richtlampe ist nach den Seiten und nach Oben gut abzuschirmen. In der Schweiz ist der Winkel des freien Lichtaustritts aus der Lampenverkleidung nach unten auf 180° festgesetzt. Als Glühlampen sind solche von weniger als 40 Watt mit blauem Glaskolben zu verwenden. Der Kolben kann aus blauem Naturglas oder aus Klarglas bestehen und im zweiten Fall emailliert oder durch andere Verfahren dauerhaft und hinreichend gefärbt worden sein. Man findet auf dem Markt schon Abarten von der Normalform.

Die Verdunkelung der Innenbeleuchtung ist vom *ganzen* Schweizervolk durchzuführen. Deshalb ist Aufklärung über diese Aufgabe bis in die breitesten Schichten nötig und dringlich. Damit zuweitgehende Aufwendungen für Fenster- und Türenverdunkelung vermieden werden, kann man nach folgenden Ueberlegungen vorgehen²⁾:

1. Ausscheiden der bei natürlicher Dunkelheit benützten Räume und Verhinderung der unbeabsichtigten Beleuchtung unbenützter Räume. Allfällige Umstellung von Arbeiten auf die Zeit der Tageshelle.
2. Feststellen des Lichtbedürfnisses in jedem benützten Raum, Kenntnisnahme der vorhandenen Verdunkelungseinrichtungen und der Möglichkeit, zusätzliche anzubringen.
3. Festlegen der in benützten Räumen zu treffenden Massnahmen.

²⁾ Eine Beratungsstelle für *passiven* Luftschutz ist im neuen Amtshaus V am Werdmühleplatz in Zürich eröffnet worden. Es werden dort Jedermann kostenlos Auskünfte und Ratschläge erteilt, geeignete Verdunkelungs Materialien und Vorrichtungen, auch entsprechende Glühlampen gezeigt, deren Preise durchweg bescheiden und erschwinglich sind. Red.

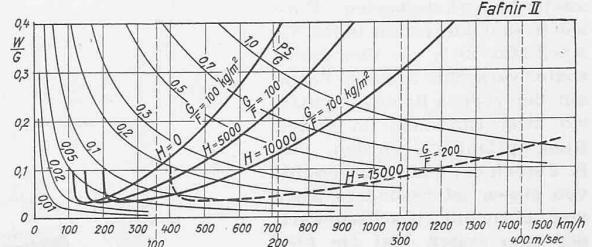


Abb. 10. Einfluss der Flughöhe auf die Widerstandskurve.

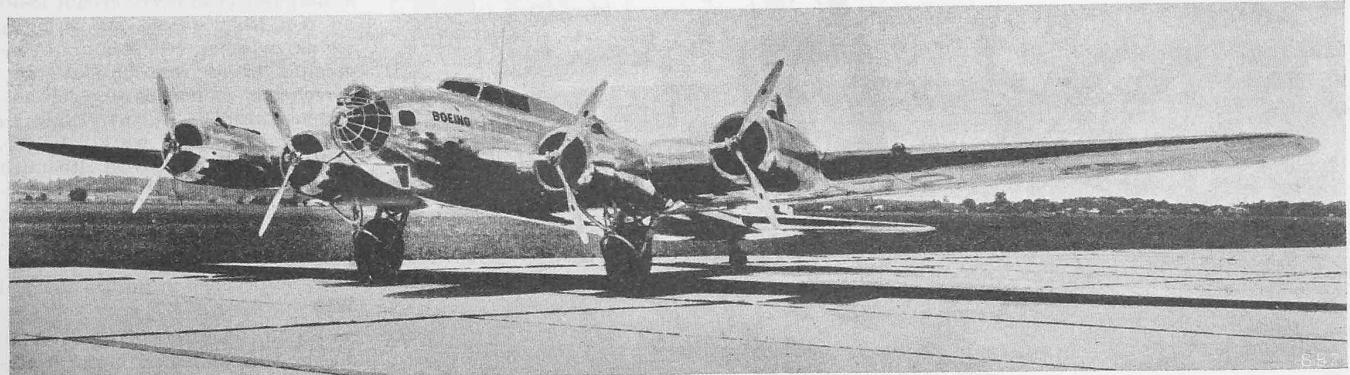


Abb. 12. Viermotoriges Bombenflugzeug «Boeing 299». — Nach «Illustration» vom 14. November 1936.