

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 75/76 (1920)
Heft: 14

Artikel: Aus der Entwicklung des Flugwesens
Autor: Jenny, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-36441>

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: 04.02.2026

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

INHALT: Aus der Entwicklung des Flugwesens. — Wohnhaus „Gehrenhof“ in Erlenbach. — Miscellanea: Vom studentischen Arbeitseifer. Klappbrücke von 79 m Spannweite in Chicago. Kanal von Antwerpen zum Rhein. Die Wolfram-Gewinnung der Welt. Ein Weiterausbau der Bagdadbahn. — Konkurrenzen: Sportplatz mit öffentlichen Anlagen in Vallorbe. — Literatur. — Korrespondenz. — Vereinsnachrichten: Vorläufige Mitteilung über die Wiener Aktion des S. I. A. und der G. e. P. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehem. Studierender; Stellenvermittlung. Tafeln 12 bis 15: Wohnhaus „Gehrenhof“ in Erlenbach.

Band 75. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 14.

Aus der Entwicklung des Flugwesens.

Von Hans Jenny, Oberleutnant der Flieger-Abteilung, Zürich.

(Fortsetzung von Seite 144.)

Der grösste Querschnitt, der für die Widerstandsberechnung des Rumpfes in Frage kommt, befindet sich ungefähr zwischen Piloten- und Passagiersitz. Günstigerer Luftabfluss würde allerdings bei rundem Querschnitt erzielt, doch ist ein solcher Gitterträger bedeutend komplizierter in seiner Herstellung, weniger fest und schlechter zu verspannen. Den Ansprüchen der rationellen Stromlinienform im Längenmassen wird der Rumpf gerecht, indem er sich vom vorderen Drittel aus nach vorn und hinten entsprechend verjüngt. Der vordere Teil der Holmen, auf denen der Motor ruht und das untere Tragflächenpaar befestigt ist (Abb. 14 und 15, S. 156), sind aus Eschen-, ihr hinterer Teil aus Tannenholz. In der Nähe der Personensitze sind sämtliche Holzteile, gegen Splitterbildung bei Bruch, mit Bandage versehen. Um dem Luftabfluss möglichst geringen Widerstand zu bieten, wird das vorgehend beschriebene Rumpfskelett mit feiner Leinwand überzogen. Durch mehrmaligen Lackanstrich erhält die Verkleidung eine gewisse Steifigkeit, wodurch grosse Widerstandsfähigkeit gegen die Druck- und Saugwirkungen, sowie geringste Luftreibung erzielt wird. Der Motor selbst wird mit einer Aluminium-Haube verschalt.

Die zweite Art: der *Fournier-Rumpf*, der sich besonders während des Krieges Eingang verschafft hat, unterscheidet sich in der Hauptsache vom Gitterträger nur durch seine Fournier-Bekleidung. Formgebend sind wieder die Holmen. Statt der Streben sind Bogen eingebaut mit den notwendigsten Verspannungen. Diese Konstruktion ergibt ein viel einfacheres und leichteres Skelett als der Gitterträger (Abb. 16, S. 157). Zur Verkleidung wird kreuzweise geschichtetes Fichten- oder Erlen-Fournier von insgesamt 3 bis 5 mm Dicke verwendet (Abb. 17, S. 157). Es lassen sich mit dieser Bauart sehr zweckmässige und viel elegantere Formen erreichen, die auch den Vorteil gröserer Festigkeit und Leichtigkeit besitzen. Wenn ich von „elegant“ spreche, denke ich dabei besonders an die schönen Kabinen der Luft-Limousinen für Passagier-Flüge. Ein empfindlicher Nachteil ist nur dann zu vermerken, wenn das Holz allfällig zu arbeiten beginnt und sich der ganze Rumpf verzieht. Eine Korrektion ist dann nicht so einfach vorzu-

nehmen, wie bei dem vorgehend beschriebenen Gitterträger mit seinen vielen Spannschlössern.

Wie schon gesagt, ist man bemüht, die Luftreibung und den schädlichen Widerstand des Rumpfes durch schnittige, gut angepasste Form und möglichst kleinen maximalen Querschnitt auf ein Mindestmass herabzusetzen. Dabei fällt besonders der Rumpfwiderstand in Betracht, da der zurückströmende Propellerwind eine grösse Geschwindigkeit hat als der Apparat selbst, sodass sich also der Widerstand der senkrecht getroffenen grössten Querschnittfläche des Rumpfes unter Umständen verdoppeln kann.

Aehnlich dem vorgehend beschriebenen Bau des Rumpfes ist die Konstruktion der *Tragflächen* (siehe Abbildungen 17 bis 19). Wir haben hier ebenfalls das formgebende Skelett und den darüber gespannten Stoffüberzug. Neben den aerodynamischen Eigenschaften des Flügels als solcher, ist dessen Herstellung bezüglich Zuverlässigkeit und Festigkeit, Material und sorgfältigste Arbeit alle Aufmerksamkeit zu schenken. Flügelbruch bei hohen Beanspruchungen, oder infolge der Druck- und Saugwirkungen entstehende Risse in den Bespannungen, die sich im Windzuge augenblicklich vergrössern, werden verhängnisvoll.

Zwei quer zur Längsaxe liegende, rechteckige, hohle Holmen, der vordere als Hauptträger ungefähr in der Linie des Angriffspunktes von Auf- und Rücktrieb liegend, ein hinterer Nebenträger, sowie mehrere im Sinne der Flugrichtung angeordnete Rippen bilden das Skelett des Flügels (Abbildung 18). Diese Rippen, das ausschlaggebende Profil bezüglich Flugqualitäten des Apparates, haben den Querschnitt eines I-Balkens. Im Steg aus Pappelholz sind behufs Gewichtersparnis mehrere Aussparungen vorhanden; die beiden Flanschen aus Lindenholz sind aufgeleimt. Die Eintrittskante aus Holz ist der Formgebung halber da. Ueber die spitz auslaufenden Enden der Rippen ist ein Bindfaden gespannt, wodurch eine sehr dünne und elastische Austrittskante entsteht. Durch diagonale Verspannung mit Stahldraht, über ein oder zwei Felder des Rahmens, erhält das ganze System genügend Festigkeit. Der Rahmen wird sodann mit Leinwand bespannt; mehrmaliger Anstrich mit Cellon-Lack gibt diesem Ueberzug Straffheit und vermindert die Luftreibung. Zur Befestigung der Flügel am Rumpfe sind am innern Ende

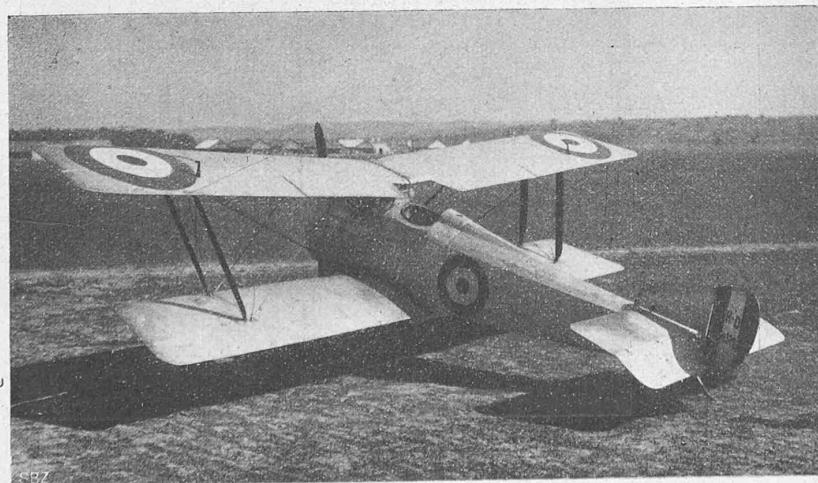


Abb. 20. Italienisches „Nieuport“-Jagd-Flugzeug; Aufnahme auf dem Flugplatz Dübendorf.



Abb. 21. Englisches „Handley-Page“-Bombardierungs-Gross-Flugzeug.

SBZ

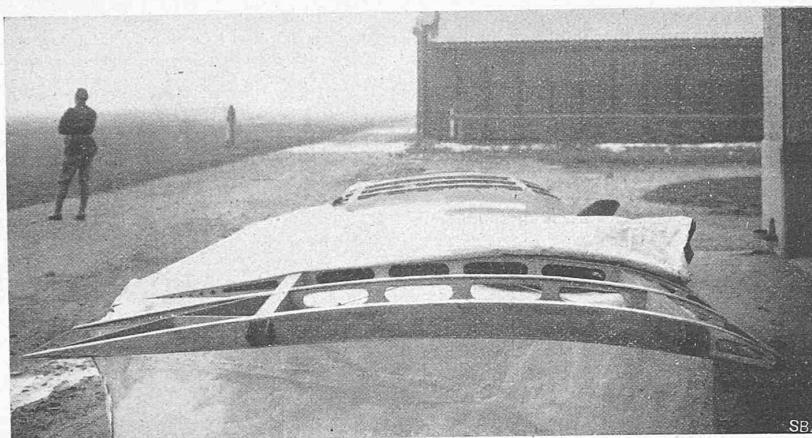


Abb. 19. Tragflächen-Gerippe eines Flugapparates.

der Flächen so gross genommen werden könnte, dass sich diese nicht gegenseitig in ihrer Wirkung beeinflussen würden. Leider kann dieser Anforderung aus konstruktiven Gründen nicht entsprochen werden. Versuche haben ergeben, dass eine Stiel-Länge von $4/3 b$ und $1 b$ (b = Flügeltiefe) ohne zu hohe Einbusse an Auftrieb angenommen werden kann. Gegenüber einem Eindecker zeigte sich bei Doppeldeckern ein Auftriebsverlust von rund 20 %, bei Dreideckern ein solcher von 40 %. Um für die Konstruktion genaue Angaben zu erhalten, ist es zu empfehlen, komplette Doppel- und Dreidecker-Zellen im Versuchskanal direkt zu prüfen, da den diesbezüglichen komplizierten Umrechnungsmethoden keine allzugrosse Zuverlässigkeit zugemutet werden kann.

Den oben erwähnten nachteiligen Erscheinungen in den Luftabströmungsverhältnissen bei gekuppelter Bauart arbeitet man entgegen, indem man die Tragflächen in ihrer horizontalen Lage zu einander verschiebt und die Anstellwinkel ändert. Eine solche Anordnung wird, wenn die untere Fläche nach rückwärts versetzt ist, negative Staffelung, im umgekehrten Falle positive Staffelung genannt. Auch hier sei die Wichtigkeit der Probe im Laboratorium erwähnt, denn es lassen sich keine endgültigen Regeln aufstellen.

der Holme Stahlbolzen vorgesehen, was deren leichte Montage ermöglicht. Die Oberflügel werden mittels dieser Bolzen im Spannturm aufgehängt, wo sich die linke und die rechte Flügelhälfte berühren (Abb. 18). Das untere Paar wird in den vorgenannten unteren Längsholmen des Rumpfes aufgestützt. Je nach dem Typ sind aber auch die Oberflügel an einem festen, baldachinartig über dem Rumpfe liegenden Mittelstück befestigt, während die Holme der Unterflügel im Innern des Rumpfes verbunden sind.

Bezüglich des Druckmittelpunktes ist zu erinnern, dass das für ebene Flächen geltende Gesetz von Avanzini auf gewölbte Flächen keine Anwendung hat. Die Lage des Angriffspunktes der Resultierenden variiert nach Seitenverhältnis, Wölbungsverhältnis sowie Anstellwinkel. Zumeist ist er in der Nähe des vorderen Drittels.

Je nachdem eine, zwei, drei oder mehr Flächen übereinander gekuppelt werden, spricht man von Ein-, Doppel-, Drei- oder Mehrdecker. Der Zweck ist offensichtlich statt durch längere, durch übereinander gestellte Flächen grösseren Auftrieb zu erlangen. Er würde sich verdoppeln, bzw. vermehrten, wenn die Entfernung

Zwei übereinander liegende Flügelflächen nennt man ein Flügelpaar. Diesem geben die vertikal oder schief angeordneten *Stiele* und *Spannungs-Kabel* die nötige Festigkeit (Abb. 18 und 22). Die Kabel haben ihrem Zweck entsprechende Namen. *Landungskabel* gehen von Apparatmitte (Spannturm, oberes Stielende) diagonal zur Zelle zum unteren Ende des nächststehenden Stieles. Sie verhüten beim Landen das Herunterklappen der Flügel. Im entgegengesetzten Sinne, von aussen oben nach unten innen, gleichfalls als Diagonalkabel, sind die *Tragkabel* angeordnet, die im Fluge einen Teil der Zugspannung übernehmen, die sonst allein auf die Bolzen der Flügelbefestigung am unteren Rumpfholm entfallen würde. Sogenannte *Sturm-kabel*, die eine Verbindung schaffen zwischen dem vorgelagerten Motor und den weiter zurück liegenden Tragflächen, verhindern ein Zurückkippen oder Zurückklappen der Flügel infolge Rücktriebes.

Bedingung für den modernen Flugzeugbau ist eine möglichst grosse Sparsamkeit in der Anwendung von Kabeln und Stielen, da sie den schädlichen Widerstand erhöhen. Eiffel fand beispielsweise einen Koeffizienten $\xi \cdot \frac{\gamma}{g} = 0,0712$

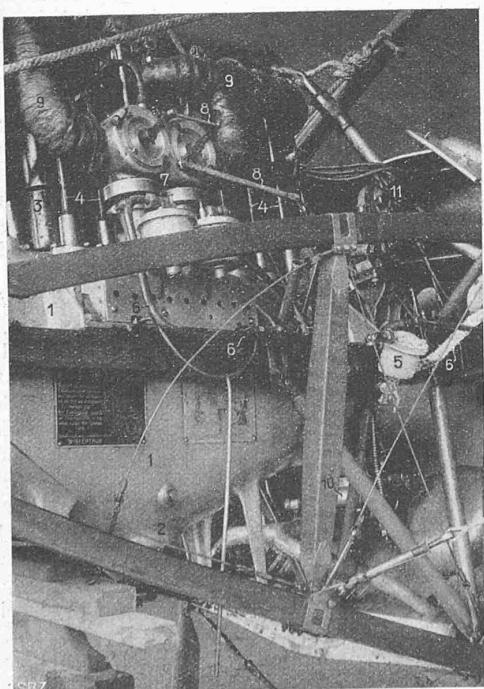
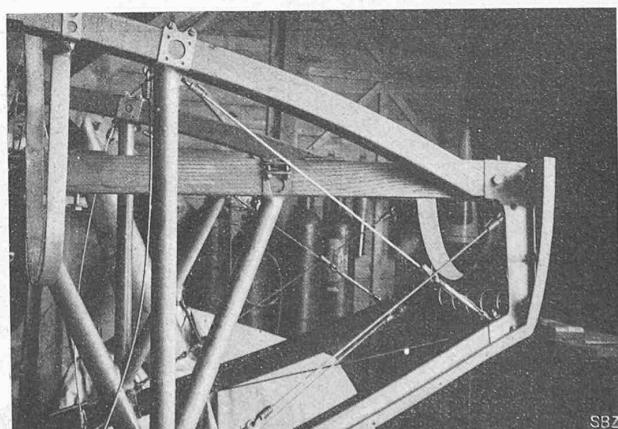


Abb. 14 und 15. Gitterträger-Flugzeugrumpf, rechts vor, links nach dem Einbau des Motors.

LEGENDE: 1 Gehäuse, 2 Oelpumpe im Gehäuse, 3 Zylinder, 4 Auslassventil-Stangen (die Nockenwelle befindet sich im Gehäuse), 5 Separator (Benzinfilter), 6 Benzineleitung zum Vergaser, 7 Vergaser, 8 Drosselung der Gaszufuhr (6 und 8 sind vom Führersitz aus bedienbar), 9 Gaszuleitung zu den Ventilen, 10 Wasserpumpe, 11 Magnet. — Flugmotor der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur.



SBZ

für ein Kabel von $3,7 \text{ mm}$ Durchmesser. Für eine Geschwindigkeit von 108 km/h ergibt sich pro 1 m^2 Kabel ein Widerstand von $0,23 \text{ kg}$.

Ueber das Profil der Flügel im besondern lassen sich keine Regeln festlegen. Der Zweck allein ist massgebend und in allen Fragen entscheidend. Immer aber soll dann in zweiter Linie der Apparat zum Motor gebaut werden und nie umgekehrt.

Die *Steuer-Organe*, von denen die Lenkbarkeit eines Apparates abhängt, erscheinen in Konstruktion, Form, Bedienungsvorrichtungen und Behandlung volle Beachtung.

Am hintern Ende des Rumpfes sind parallel zur Horizontalebene eines ausbalancierten Flugzeuges der Höhen-Stabilisator und das Höhensteuer angeordnet (Abb. 20, Seite 155). Desgleichen, in der Längsaxe des Apparates liegend, haben wir an gleicher Stelle den Vertikal-

steuer zu lenken. Beide Steuer wirken während ihrer Betätigung als ebene, geneigte Flächen. Man gibt ihnen einen Maximal-Ausschlag von etwa 37° , da, wie bereits erwähnt wurde, bei grösserem Winkel der Wirkungsgrad abnimmt. Mit den Steuerflächen stabil verbunden sind die zu ihrer Bewegung notwendigen Hebelarme. Im Führersitz konzentrieren sich am Steuerhebel die im Rumpfinneren durch Fiberothre und über Rollen geführten Steuerkabel.

Der auf dem Rumpfende vertikal sitzende Seiten-Stabilisator hat neben seiner Eigenschaft als Leitrichter der ankommenden Luftfäden den Zweck, dem Apparat Führung zu geben. Nachteilig wird er empfunden, wenn er seitlich gerichteten Böen seine ganze Fläche zum Angriffspunkt bietet. Ebenso wirkt er durch seine Unbeweglichkeit bremsend im Kurvenfliegen. Der Höhenstabilisator hat im Vergleiche zum Seitenstabilisator mehr Vorzüge aufzuweisen. Seine tiefliegende, geneigte Fläche (siehe Abb. 20) wirkt beim Start unverzüglich mit starkem Auftrieb zum Heben des Schwanzes und verkürzt so die Startlänge. Bei der Landung wirkt er im gegenteiligen Sinne als Bremse und

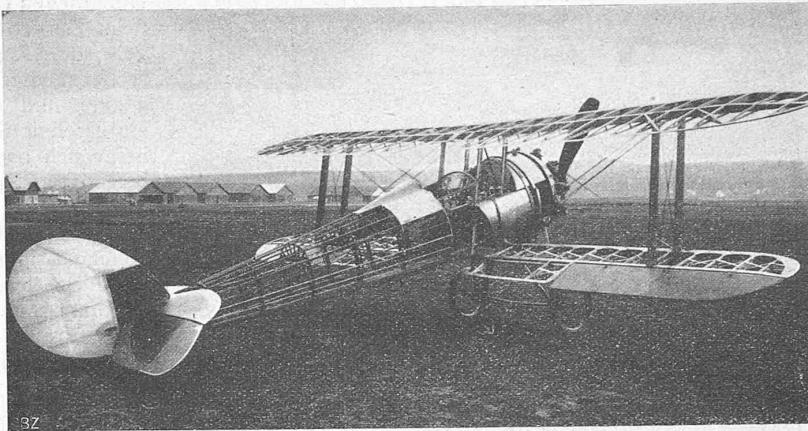


Abb. 17. Gerippe eines amerikanischen „Nieuport-Bébé“-Flugapparates.

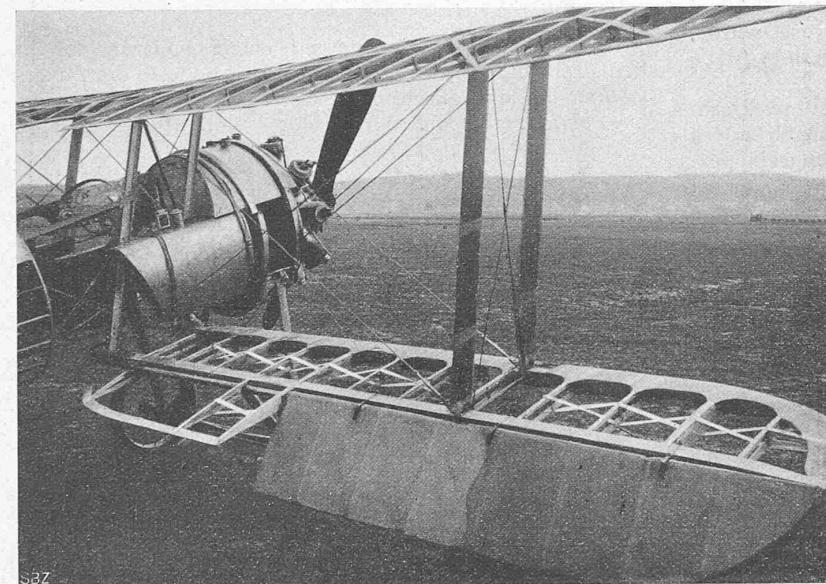


Abb. 18. Tragflächen-Gerippe des oben dargestellten Flugapparates. Rechts vorn die Verwindungsklappe im unteren Flügel.

Stabilisator und das Seitensteuer. Ich möchte an dieser Stelle nur soweit über die Stabilisatoren orientieren, als ihre Funktionen mit denen der Steuervorrichtungen zusammenhängen und es ihre Konstruktion betrifft.

Das beste Bild von einer Stabilisator-Steuerfläche gewinnt man, wenn man sich eine Ebene vorstellt, von welcher der von Flugzeugmitte entferntere Teil beweglich ist. Stahlrohre und Scharniere sind die Verbindungstellen dieser getrennten Flächen. Auch diese Ebenen sind, wie die Flügel, als langgestreckte Stromlinienkörper ausgebildet, mit stumpfer Eintritts- und scharfer Austrittskante. Das zu ihrer Herstellung verwendete Material entspricht dem der übrigen Maschine; sie sind entweder mit Stoff überzogen (siehe Abbildung 20) oder aus Fournier gearbeitet. Diese beiden Stabilisatoren haben neben ihrer weitern flugtechnischen Eigenschaft den Zweck, die vom Propellerwind zurückgetriebenen Luftteilchen auf das Höhen-, bzw. Seiten-

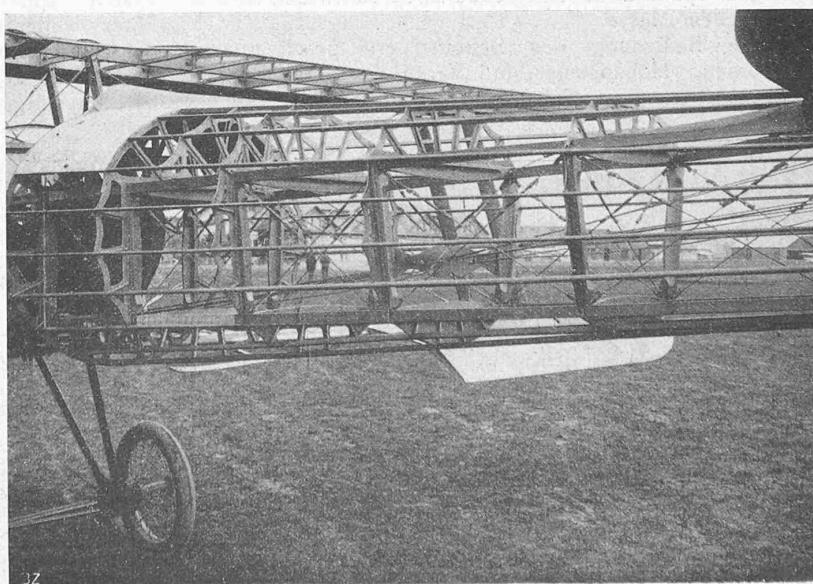


Abb. 16. Gerippe zum Fournier-Rumpf des oben dargestellten Flugapparates.

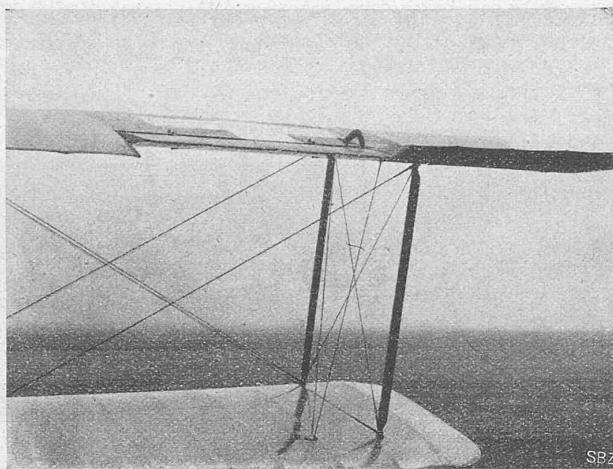


Abb. 22. Flügelpaar mit Verwindungsklappe an dem oberen Flügel.

vermindert zugleich das Niederschlagen und Aufspringen des Schwanzes. Da bei Gross-Flugzeugen die benötigte Steuerfläche als *ein* Organ ausgebaut zu gross würde, wird sie in ein sogenanntes Kastensteuer zerlegt (siehe Abbildung 21 auf Seite 155).

Als drittes Steuer, zwecks Erreichung einer Drehbewegung um die Längsaxe, hat man an den Flügelrändern die sogen. Verwindungs- oder Verschwenkungsklappen. (Abbildungen 17, 18 und 22.) Wird ihre Fläche zu gross, so verteilt man sie auf je zwei Klappen rechts und links, d. h. je eine am untern und am oberen Tragdeck. Ihre Bedienung wird durch Kabelübertragung oder durch ein festes, im Innern des Flügels gelegenes Gestänge bewerkstelligt. Sie sind Aktions-Steuer, um die Maschine beim Kurvenfliegen besser hineinzulegen oder sie wieder aufzurichten, und Reaktions-Steuer gegen Böen, die seitlich an den Flügeln angreifen.

Der Natur nachgeahmte, elastische Höhensteuer und Verwindungsklappen, ähnlich dem Schwanz- und Flügelende der Vögel, erreichen wohl die schöre und zweckmässige Stromlinienform und günstigeren Effekt; sie haben aber viele Mängel infolge ihrer Kompliziertheit und sind zudem nicht betriebsicher. Bei früheren Typen wurden solche Steuer aus eingelegten elastischen Rippen gebaut; sie benötigten zu ihrer Bedienung eine grosse Anzahl Kabel und waren dadurch nichts weniger als zuverlässig. Ausserdem erhöhten diese vielen Kabel und die zur Führung notwendigen Spanntürme den schädlichen Luftwiderstand in bedenklichem Masse.

Die Bedienung des Seitensteuers geschieht mit den Füßen. Höhensteuer und Verwindungsklappen sind in *einen* Steuerarm des Sitzes vereinigt und werden

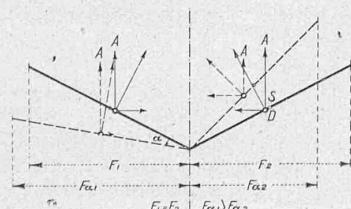


Abb. 25.

von Hand geführt. Grosse, schwere Apparate verfügen über Steuerräder mit Uebersetzungen. Das Vor-, bzw. Rückwärts-Bewegen des Steuerhebels bedeutet Senken bzw. Heben der Höhensteuerflächen. Seitliches Bewegen des gleichen Steuerarmes betätigt die Verwindungsflächen, und zwar in dem Sinne, dass z. B. durch

Hineinlegen des Steuerrads (gegen den Mittelpunkt des Kreises beim Kurvenfliegen) nach links die Klappe links hinaufgeht, den Rücktrieb also vergrössert, während die Klappe rechts (äusserer Radius) hinuntergeht, somit den Anstellwinkel und den Auftrieb vergrössert. Dadurch entsteht ein Drehmoment links um die Längsaxe, und der Apparat neigt sich nach links. Die am hintern Ende des Rumpfes befestigten Steuer liegen im Propellerwinde. Die Verwindungsklappen hingegen sind der normalen Flug-, bzw. Luftgeschwindigkeit ausgesetzt, woraus der Nachteil ungleichmässiger Wirkung erwächst. (Nebenbei bemerkt, wäre diese Geschwindigkeits-Differenz abzuleiten aus dem Totalwirkungsgrad der Maschine und der effektiven Leistung der Schraube.) Infolge der Mehrgeschwindigkeit, der sie ausgesetzt sind, wirken die Höhen- und Seitensteuer besser als die ausserhalb in ruhiger Luft wirkenden Verwindungsklappen. In der Praxis macht sich denn auch dieser Nachteil fühlbar, indem z. B. die Wirkung der Verwindung gegen Böen usw. immer länger als wünschbar auf sich warten lässt, als die der andern Steuer. Bei abgestelltem Motor, d. h. im Gleitfluge, sind sie in ihrer Mobilität und in ihrem Effekt gleichwertig. Bei Apparaten mit seitlich eingebauten Motoren fallen diese Vor- und Nachteile ausser Betracht.

Fliegen kann man nur mit einem Apparat, der in allen drei Dimensionen stabil ist. Es sind dies die *Längsstabilität* um die durch die Flügel gehende Queraxe, die *Querstabilität* um die durch Motor und Rumpf gelegte

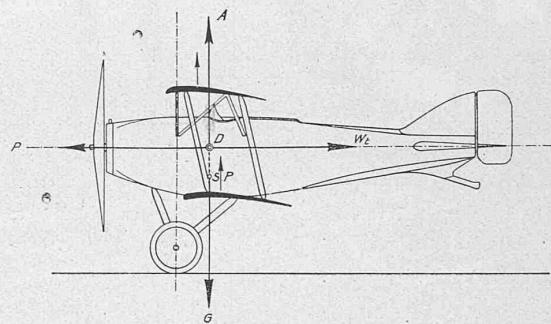


Abb. 23.

Längsaxe und endlich die *Vertikalstabilität* z. B. in auf- oder absteigenden Luftströmungen. *Automatisch stabil* heisst ein Apparat, wenn er die Eigenschaft hat, sich selbsttätig aus anormaler in normale Lage zurückzubringen. *Steuerstabilität* steht im Gegensatz dazu. Automatisch zu sehr stabile Apparate bezahlen dies durch Verschlechterung ihrer weiteren Flugeigenschaften. Man kann sich dies leicht vorstellen, wenn man überlegt, dass jeder Steueraktion die Tendenz der Maschine, sich automatisch aufzurichten, entgegenwirkt. Dadurch wird ein Apparat schwer-

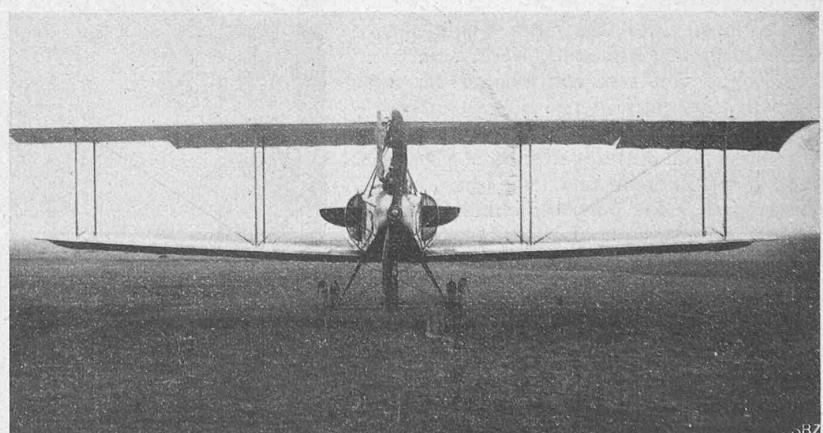


Abb. 24. Schweizerischer "Wild"-Apparat auf dem Flugplatz Dübendorf.

fällig, verliert an seiner Wendigkeit und ermüdet unnötigerweise den Flieger. Unstabilität anderseits, hervorgerufen durch deformierten Rumpf, Veränderung der Anstellwinkel usw. benachteiligen den Flug in ähnlicher Weise; der dauernde Druck auf die betr. Steuer ist ebenso unangenehm.

Gute Längsstabilität erhält man durch folgerichtige Gewichtsverteilung. Die Massen werden so verteilt, dass der Drehpunkt und der Angriffspunkt der Lasten annähernd in dieselbe Lotrechte fallen, sodass stabiles Gleichgewicht in jeder Lage gesichert ist. Im Fluge wird dann der Angriffspunkt D des totalen Auftriebes A zum Drehpunkt (siehe Abbildung 23), einerseits gegenüber der Resultierenden aller Gewichte G im vertikalen Sinne, anderseits gegenüber der Vortriebskraft P und dem totalen Widerstand W_t im Sinne der Flugrichtung.¹⁾

Den wesentlichsten Beitrag zur automatischen Stabilität liefert aber der Höhenstabilisator. Wie schon an früherer Stelle bemerkt, ist er in seiner Ausbildung eine ebene Fläche, die, im Gegensatz zu den Flügeln, ohne Anstellwinkel parallel zur Horizontalebene des Flugzeuges oder in dieser liegt. Dadurch erhalten wir in den Tragflächen und im Höhenstabilisator ein Flächensystem mit hinten kleinerem (0°) Anstellwinkel als vorn (4 bis 5°) (Abbildung 23). Eine solche Flächenanordnung ist im Fluge automatisch stabil. Die ausgleichende Wirkung des Höhenstabilisators beruht in seiner relativ grösseren Auftriebzunahme, z. B. bei Böen von unten, bzw. in seiner relativ grösseren Auftriebsabnahme bei Störungen, die den Anstellwinkel verkleinern, wie z. B. bei Böen von oben her. Folglich wird im ersten Falle der sich aufbäumende Apparat hinten stärker gehoben als an den Flügeln, bzw. er wird hinten in vermehrtem Masse niedergedrückt werden wie bei den Flügeln; ein gut ausbalancierter Apparat wird sich somit bald automatisch aufrichten. Selbstverständlich wird man im praktischen Fluge nicht auf die selbsttätige Reaktion der Maschine warten, sondern im obigen Falle sofort mit dem Höhensteuer parieren; sonst käme man oft nie aus der „stampfenden“ Bewegung heraus.

Nicht nur in der Längsaxe, sondern auch in der Queraxe ist eine solche automatische Stabilität wünschenswert. Diese erlangt man durch entsprechende Stellung der einzelnen Flügel zueinander in V-Form mit nach oben oder unten gerichteter Öffnung (vergl. die Abb. 20 u. 24). Wird eine solche V-förmige Platte durch irgendwelche äussere Einflüsse aus ihrer Gleichgewichtslage gebracht, so haben wir im gleichen Moment auch eine Änderung der Flächenprojektionen, d. h. auf der einen Seite der Längsaxe eine Vergrösserung und auf der anderen eine

Avanzini gegen die angeblasene Kante, d. h. gegen die Apparatmitte hin. Der tieferliegende Flügel wird also sofort einen um so viel grösseren Druck erhalten, als der höher liegende verliert, sodass sich das ganze System in die normale Lage zurückfindet. Die Zeit-Dauer des Auspendels, das sich unvermeidlich einstellt, wird durch die Horizontalkomponenten vermindert. Durch den symmetrischen Bau der Apparate bietet die Sicherung des Gleichgewichtes in der Querrichtung nicht so viel Schwierigkeiten



Abb. 28. Schweizerischer „Häfeli“-Apparat im Horizontalflug. Aufnahme von Leutn. Mittelholzer.

SBZ

wie in der Längsaxe. Analog wie bei der automatischen Längsstabilität die Höhensteuer, wirken auch hier die schon früher beschriebenen Verwindungsklappen beschleunigend bei diesem Vorgang.

Wie schon bemerkt, ist die Verteilung der Gewichte neben der automatischen Stabilität von grosser Wichtigkeit für die ganze Maschine. Jeder Apparat muss in der Längs- und Queranordnung in bezug auf seinen Schwerpunkt ausbalanciert sein. Ein allfällig vorhandener tragender Höhenstabilisator, der, weil gefährlich, selten angewendet wird, muss natürlich mit seiner Hebekomponente besonders berücksichtigt werden. Der Schwerpunkt liegt etwa 30 bis 40 cm tiefer als der Drehpunkt des Apparates. Der Drehpunkt selbst liegt etwa um 37 % der Flügeltiefe hinter der Eintrittskante des Flügels (siehe Abbildung 23).

Im weitern ist die absolute Höhenlage des Kraft- und Widerstand-Angriffspunktes in bezug auf den Drehpunkt ausschlaggebend. Der Mittelpunkt der Zugkraft des Propellers liegt auf einer horizontalen Linie, die mit der Propelleraxe zusammenfällt. In gleicher Lage, aber in entgegengesetzter Richtung wirkt der totale Widerstand. Liegt der Zugkraftmittelpunkt P höher als der Widerstand W , so wird das Flugzeug beim Fliegen stets die Neigung haben, nach vorn überzukippen (siehe Abbildung 26). Um dieser Kippfahrt entgegenzuwirken, muss das Höhensteuer ständig angehoben werden, wodurch dauernd Kraft verbraucht wird. Man nennt einen solchen Apparat kopflastig. Er wird immer grosse (maximale) Geschwindigkeit erreichen, ist aber ungünstiger und schwieriger für die Landung: er „capotiert“, d. h. überschlägt sich leicht. Liegt der Zugmittelpunkt niedriger als das Widerstands-Zentrum, so wird das Umgekehrte stattfinden, wir erhalten ein konstantes Drehmoment nach oben (Abbildung 27). Dadurch wird der Flugapparat schwanzlastig, d. h. er ergibt längeren Start, ist aber angenehm für die Landung. Die besten Ergebnisse erhält man, wenn die Angriffsrichtungen des Propellerzuges und des totalen Widerstandes zusammenfallen und den Drehpunkt schneiden (vergl. die Abbildung 23).

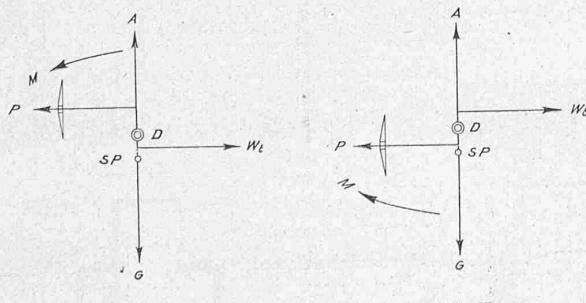


Abb. 26.

Abb. 27.

Verkleinerung, die eine Erhöhung, bzw. eine Verminde rung des Auftriebes zur Folge haben (Abbildung 25). Zu gleich wandert der Druckmittelpunkt nach dem Gesetz von

¹⁾ Es sei auch auf Abb. 28 verwiesen, die einen ähnlichen Apparat im Fluge annähernd in der in Abbildung 23 angegebenen Stellung zeigt.

Allgemein werden die Apparate mit stabilem Gleichgewicht konstruiert. Ein früheres Modell (das französische Morane-Flugzeug) war z. B. mit indifferentem Gleichgewicht gebaut; eine solche Maschine verharrt in ihrer anormalen Lage, bis sie durch Steuerwirkung geregelt wird.

Zu den bei der Gewichtsverteilung gehörenden Massen sind die veränderlichen Gewichte, wie Beobachter, Brennstoffe und sonstiger Ballast zu rechnen. Wenn immer möglich sollten sie im Schwerpunkte ihren Platz zugeteilt erhalten. Ist dies nicht der Fall, so ändern sich von Flug zu Flug und auch während des Fluges die Gewichtsverhältnisse und es treten Momente auf, die die Stabilität stören. Folgerichtig gehörten daher diese veränderlichen Gewichte nach vorn und z. B. der Pilot als „ständige“ Last nach hinten. Anforderungen des Krieges liessen aber zugunsten grösserer Beobachtungsmöglichkeit usw. diesen flugtechnischen Vorteil in den Hintergrund treten.

Enge Gruppierung aller Massen gegen den Drehpunkt zu begründen gute Steuerbarkeit und Wendigkeit; man sieht daher dieses Prinzip hauptsächlich im Bau der Jagd-Flugzeuge verwirklicht. Ihre automatische Stabilität ist aber weniger rasch wirkend als bei grösseren Typen mit mehr auseinandergezogenen Lasten, die auf irgendwelche Verschiebung in kürzester Zeit reagieren. Umso mehr wird ein solcher Apparat pendeln, bis er sich in seine horizontale Lage eingestellt hat. Je tiefer der Schwerpunkt liegt, umso sicherer und rascher wird er sich aufrichten, benötigt dafür aber umso mehr Steuerleistung für gewollte Lage- und Richtungsänderungen. Werden die Massen verteilt, so bedingt dies ausnahmslos eine stärkere Konstruktion, damit aber auch eine Gewichtsvermehrung und daher weniger aufreibende Kraft.

Auf einer automatisch stabilen und gut ausbalancierten Maschine kann man die Steuer frei funktionieren lassen und sie so auf ihre flugtechnischen Eigenschaften prüfen. Man kann dabei die Schwankungen deutlich feststellen und ist sehr bald darüber orientiert, ob der Apparat kopf- oder schwanzlastig ist oder die Tendenz hat, nach rechts oder nach links zu „hängen“.

Ausser den oben beschriebenen Massnahmen und Vorrichtungen zur Erreichung einer stabilen und ausbalancierten Maschine ist noch die Störung zu beheben, die durch die Kreiselwirkung des Propellers entsteht und in einem Drehmoment um die Längsaxe entgegen der Propellerdrehrichtung besteht. Bewirkt man nicht das Gleichgewicht durch irgend ein Gegenmoment, so wird ein solcher Apparat bei Normal-Steuerstellung konstant in entgegengesetztem Sinne der Propellerdrehung „kurven“. Dieser Uebelstand kann auf verschiedene Art behoben werden; so z. B. dadurch, dass man den Vertikalstabilisator nicht in die Flugzeugaxe legt, sondern ihm äquivalent einem konstanten Steuerausschlag schiefe Stellung gibt. Dadurch fliegt der Apparat im Vollfluge wohl geradeaus, bei Gleitflug aber wird er infolge der schiefen Stabilisatorstellung im entgegengesetzten Sinne „kurven“. Eine weitere Möglichkeit zu korrigieren besteht darin, dass man der einen Flügelhälfte einen grösseren Anstellwinkel gibt, um grösseren Rücktrieb zu erhalten, der aus-

reichen müsste, um das Drehmoment zu kompensieren. Aber auch diese Korrektur hat beim Gleitfluge den erwähnten Nachteil. Die beste und in der Praxis erprobte Korrektur erzielt man durch eine kleine Verschiebung des Motors um 5 bis 6 cm parallel zur Flugzeugaxe. Bei grossen Motoren kann man allerdings nur teilweise durch Verschiebung dem Drehmoment entgegenwirken, der Rest muss vom Steuer übernommen werden.

Bei Flugmaschinen mit zwei symmetrisch zur Axe angeordneten Motoren heben sich die Drehmomente bei gleicher Leistung auf. Liegen sie hintereinander, so gibt man dem einen Propeller entgegengesetzten Drehsinn. Für Rotationsmotoren, bei denen sieben bis zwölf Zylinder mitrotieren, werden meistens Propeller und Motorgehäuse entgegengesetzt drehend gebaut, wodurch man das gyrostatiche Moment ebenfalls aufhebt. Diese Lösung ist aber konstruktiv schwierig. (Schluss folgt.)

Wohnhaus „Gehrenhof“ in Erlenbach.

Architekten Müller & Freytag, Thalwil.

(Mit Tafeln 12 bis 15.)

Die regelmässige Architektur in der äussern Erscheinung, die für das zürcherische vorstädtische Wohnhaus aus dem Ende des XVIII. Jahrhunderts kennzeichnend ist, wird neuerdings mehr und mehr wieder zu Ehren gezogen. Wenn dies auch, bei der Kompliziertheit heutiger Wohnbedürfnisse, nicht immer zu befriedigenden Lösungen führt, namentlich dort nicht, wo die zur vornehmen Wirkung

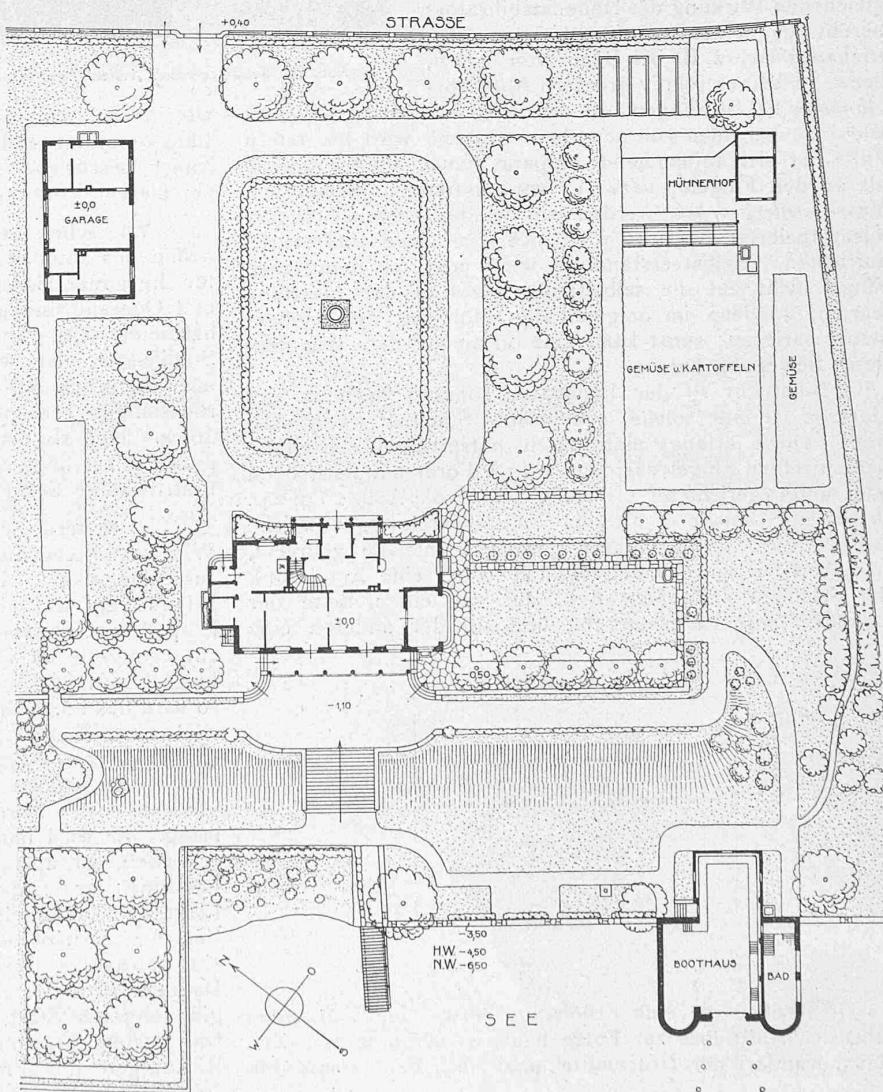


Abb. 1. Der „Gehrenhof“ bei Erlenbach am Zürichsee. — Lageplan 1:600.