

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 121/122 (1943)
Heft: 20

Artikel: Start und Landung hochbelasteter Flugzeuge
Autor: Studer, H.L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-53098>

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: 23.02.2026

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

3. Sonderfälle.

a. Der Fall mit einer Armierung kann aus den allgemeinen Dimensionierungsgleichungen sowie ausnahmsweise auch aus den Gl. (3) für σ_0 und σ_u abgeleitet werden. Zum Unterschied mit früher ist die Lage der Armierung nicht mehr beliebig; y_e ist hier vielmehr die zweite Unbekannte des Problems und hängt, wie die Formel zeigt, nur von den Randspannungen σ_0 und σ_u und von i_0^2 ab (analog wie bei den homogenen Querschnitten im Falle der Biegung mit Axialkraft). Es sei hier lediglich das Resultat angegeben, wenn zur Abkürzung gesetzt wird:

$$\eta_e = y_e/d, \quad \eta_M = y_M/d, \quad \frac{i_0^2}{d^2} = t^2$$

Dann ist:

$$\eta_e = \frac{t^2}{2D - \eta_M} \quad \text{und} \quad \mu = -\frac{1}{kn \left[1 + \left(\frac{\eta_e}{t} \right)^2 \right] + \frac{\eta_e}{D t^2} (\varepsilon_s E_e + \sigma_e^v)} \quad (\mu > 0, \text{ da } \sigma_e^v < 0)$$

b. Der «zentrische» Fall liegt vor, wenn $M = 0$ ist; dies hat zur Folge, dass $D = 0$ und $\sigma_0 = \sigma_u = \sigma_m$ ist, d. h. dass die Spannungsverteilung im Querschnitt infolge der Vorspannung eine gleichmässige ist. Für die Berechnung der Unbekannten gelten die allgemeinen Dimensionsformeln, in denen $D = 0$ ist.

Ein Unterschied besteht nur im Falle einer einzigen Armierung. Wie im Falle a. ist dann die Lage dieser Armierung gegeben, nämlich $y_e = 0$, was $z_s = z_e = 0$ nach sich zieht, und zur Folge hat, dass $S_{id.}$ mit S_b zusammenfällt. Die einzige Unbekannte ist der Armierungsgehalt μ nach der Formel:

$$\mu = -\frac{\sigma_m}{kn \sigma_m + \varepsilon_s E_e + \sigma_e^v} = -\frac{\sigma_m}{\sigma_e}$$

Start und Landung hochbelasteter Flugzeuge

Als gegen Ende des ersten Weltkrieges vereinzelte Flugzeuge mit einer Flächenbelastung von 50 kg/m^2 eingeführt wurden, betrachtete man diesen Wert als äusserste tragbare Grenze. Heute stehen bereits Langstreckenbomber im Betrieb, die Flächenbelastungen von über 250 kg/m^2 aufweisen! Es ist klar, dass die Start- und Landerollstrecken solcher Flugzeuge ganz erhebliche Ausmassen annehmen und ausgedehnte Rollbahnen bedingen. Nun sind Flugplätze von über 1 km Durchmesser nicht ohne weiteres zu erstellen, besonders nicht unter kriegsmässigen Verhältnissen oder in gebirgigen Gegenden. Man ist daher bestrebt, sowohl die Startstrecke als auch den Auslauf der Flugzeuge zu vermindern und hat hiefür verschiedene Methoden entwickelt.

Auf eine besonders aussichtsreiche Methode der Landebremsung, die Bremsung mit dem auf negative Blatteinstellwinkel gebrachten Verstellpropeller, wurde in dieser Zeitschrift schon sehr früh hingewiesen¹⁾. Nunmehr sind auch Ergebnisse der in der Schweiz durchgeföhrten systematischen Versuche mit der Propellerbremsung bekannt geworden, die die Erwartungen vollauf bestätigen²⁾. Die Auslaufstrecke beträgt darnach nur noch $\frac{1}{3}$ des Wertes bei Anwendung der normalen Radbremsung und sogar nur $\frac{1}{6}$ des ungebremsten Auslaufes! Dieser auf breiter Basis erreichte Erfolg wurde durch die Schaffung des hydraulisch betätigten, innerhalb eines grossen Drehzahlbereichs automatisch auf eine gewünschte Drehzahl regulierenden Escher-Wyss-Verstellpropellers ermöglicht. Das hydraulische System erlaubt die Anwendung hoher Verstellgeschwindigkeiten der Propellerblätter — im vorliegenden Fall etwa $20^\circ/\text{sec}$ —, wobei die vom Regler gelieferte Leistung nicht mehr ausreicht und durch Energiespeicherung in einem Akkumulator ersetzt wird. Eine besondere Einrichtung schaltet den Druckspeicher beim Uebergang auf negative Blattwinkel direkt auf den Verstellzylinder, wodurch die Blätter so rasch in die Bremsstellung gebracht werden, dass ein Durchbrennen des Motors unmöglich ist. Um die Bedienung der Triebwerkseinheit besonders einfach zu gestalten, wurde von Escher-Wyss eine Einhebelbedienanlage entwickelt, die die Leistungsregulierung und die Umstellung auf den Bremsbereich mittels eines einzigen Hebels gestattet. Damit ist die betriebsichere Landebremsung möglich, denn der Pilot kann im Bedarfsfall ohne weiteres durchstarten.

Von der Mühll kommt schließlich noch auf die Sturzflugbremsung mit dem Verstellpropeller zu sprechen. Der Umstand, dass die bisher im Ausland angestellten diesbezüglichen Versuche nicht befriedigten, ist darauf zurückzuführen, dass viel zu geringe Verstellgeschwindigkeiten angewandt wurden. Es sind in diesem Fall sogar Werte von etwa $40^\circ/\text{sec}$ erforderlich, die

¹⁾ Ackeret, SBZ Bd. 112, Seite 1 (1938).

²⁾ Von der Mühll, Flugwehr- und Technik 1943, Februarheft, Seite 51. Siehe hiezu auch die im Aufsatz von E. Amstutz enthaltene Abb. 5 (SBZ Bd. 121, 1943, Seite 170).

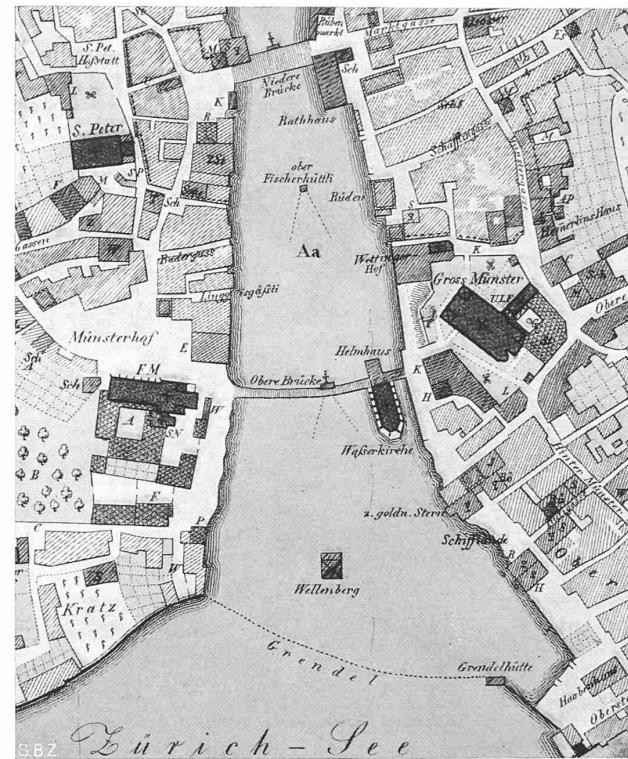


Abb. 1. Altstadtkern von Zürich, Zustand um 1500

nur mit hydraulischen Systemen mit Energiespeicherung erreicht werden können. Es ist deshalb zu hoffen, dass unser Land auch auf diesem Gebiet führend vorangehen wird, nachdem die bisher erreichten Erfolge zur Annahme berechtigen, dass auch die noch zu lösenden Probleme der Sturzflugbremsung — beispielsweise die Synchronisierung mehrerer Luftschrauben — gemeistert werden können.

Nachdem die Verkürzung der Landestrecke auf $\frac{1}{3}$ des bisherigen Wertes praktisch verwirklicht wurde, steht man vor der Tatsache, dass die Startstrecke, die sonst $\frac{1}{3}$ der Auslaufstrecke betrug, nun etwa das Doppelte derselben ausmacht. Es sind deshalb konsequenterweise Massnahmen zu studieren, die eine Reduktion der Startlänge auf die Hälfte ermöglichen. Unter den verschiedenen Möglichkeiten, die zum Teil grössere maschinelle Einrichtungen erfordern und an sich das rasche Hintereinanderstarten vieler Flugzeuge nicht gestatten (Katapult und Startwinden), scheint die Steilhangstartmethode die geeignetste zu sein, da sie die genannten Nachteile nicht aufweist. Nachdem bereits im Ausland diesbezügliche Untersuchungen und Versuche angestellt, in der Folge aber nicht weiter verfolgt wurden, liegen nun theoretische Grundlagen für die Berechnung des Startes auf geneigten und gekrümmten Rollbahnen vor³⁾. Es geht daraus hervor, dass der im Ausland angestrebte Start auf einer geneigten geraden Bahn nicht die gewünschte Verbesserung ergibt, obwohl bereits bei geringen Bahnneigungen die Rollstrecke stark verkürzt wird. Dies ist dadurch bedingt, dass das Flugzeug nach dem Verlassen des geneigten Hanges eine grössere Strecke und eine nicht unbeträchtliche Höhe benötigt, um in den Horizontalflug überzugehen. In der erwähnten Arbeit wird deshalb der Vorschlag gemacht, Steilhangstartbahnen mit S-förmigem Profil anzulegen, die sich aus einem konvexen Anfangsbogen, einem geradlinigen Zwischenstück und einem konkaven Endbogen mit horizontaler Endtangente zusammensetzen. Anhand eines Beispiels wird nachgewiesen, dass die erwünschte Verkürzung der Gesamtstartstrecke auf die Hälfte bereits bei Hangneigungen von 20° erreicht wird. Es ist aber ohne Gefahr möglich, noch steilere Bahnen anzulegen und damit die Piste dem vorhandenen Hangprofil anzupassen, denn ein Ueberschlag ist auf keinem Punkt der Bahn zu befürchten, sofern die Bodenbeschaffenheit dem üblichen Mass entspricht. Die S-förmigen Pisten sind für die schwersten Flugzeuge auszulegen, die auf ihnen starten sollen; leichtere Flugzeuge können dann vor dem Endpunkt der Bahn abheben; die Gefahr bei einem Wiederberühren der Piste ist nicht gross, da die geflogenen Uebergangsbogen, analog wie bei einer Skisprungbahn, praktisch tangential an die Piste verlaufen.

³⁾ Studer und Widmer, Flugwehr und -Technik 1943 (Februar und März), Seite 48 und Seite 75.

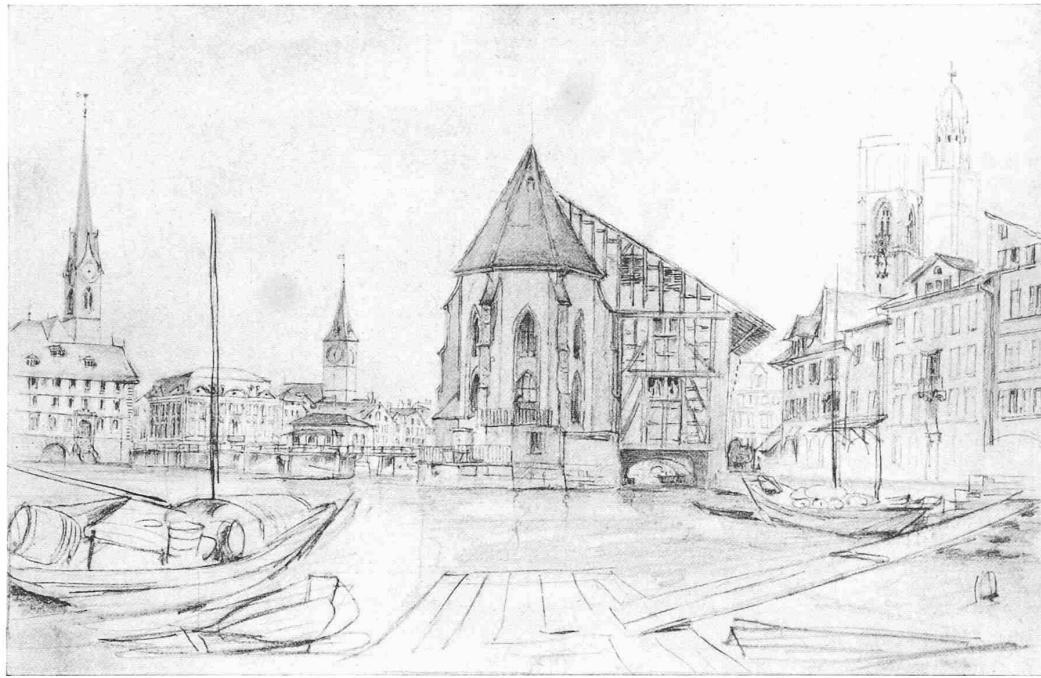


Abb. 3. Wasserkirche (um 1480) mit dem 1570 angebauten Wasserhaus. Nach einer Zeichnung um 1800

Solche Steilhangstartbahnen können nun überall dort angelegt werden, wo ein an sich geeigneter, aber zu kleiner Flugplatz besteht, der an einen ansteigenden oder abfallenden Hang anstösst. Man wird — besonders in unsern Alpentälern — mit zwei nach den Hauptwindrichtungen orientierten Pisten auskommen. Die Zahl der durch schwere Flugzeuge benutzbaren Flugplätze kann so erheblich erhöht werden, und es ist zu hoffen, dass man auch in unserm Land mit diesbezüglichen Versuchen vorangehen wird.

H. L. Studer

Wasserkirche und Helmhaus in Zürich

[Ueber diese im ganzen erfreuliche Rekonstruktion eines bedeutenden historischen Baudenkmals ist im Verlag Orell Füssli Zürich, 1943, eine reich illustrierte Monographie erschienen: «Wasserkirche und Helmhaus in Zürich», Baugeschichte im Auftrag der Stadt verfasst von Dr. Emil Vogt und H. Herter. Die sachlichen Angaben des folgenden Aufsatzes sind dieser Schrift entnommen.]

Die aus Wasserkirche, Helmhaus und Wasserhaus bestehende Baugruppe ist eine der für das Altstadtbild von Zürich am meisten charakteristischen infolge ihrer weithin sichtbaren zentralen Lage und der schönen Verbindung von Baudenkmal und Wasser; spiegelt sich doch das elegante Strebenwerk der Kirche unmittelbar in der Limmat (Abb. 4, S. 240). Seit aber die Stadtbibliothek 1917 in ihren Neubau neben der Predigerkirche verbracht wurde, nachdem sie während 268 Jahren in der Wasserkirche untergebracht war (Abb. 11, S. 246), wusste man nicht recht, was man mit diesen Gebäulichkeiten anfangen sollte. Nun ist die Kirche ihrem ursprünglichen Zweck zurückgegeben, dem sie seit der Reformation, also mehr als 400 Jahre entfremdet war. Das Helmhaus ist zu einem stadtgeschichtlichen Museum ausgebaut und beherbergt im Dachgeschoss die Plan- und Bildsammlung des Stadtarchivs; das Wasserhaus ist abgebrochen, ohne dass das ein Verlust wäre; die von ihm verdeckte Langseite der Wasserkirche ist rekonstruiert, das Helmhaus-Erdgeschoss wurde von seinen Einbauten befreit und mit einem breiten Korbogen als Durchgang geöffnet (Abb. 5 bis 8). Das führte zu einer erfreulichen Verbesserung der Verkehrsverhältnisse und schenkte dem Publikum einen würdig-grossartigen Aufenthaltsraum, der durch Verglasung der vom Verkehr nicht beanspruchten Bögen vor Zugluft geschützt und durch einen neuen Brunnen und durch Bänke bereichert ist (Abb. 14, S. 247).

Die SBZ hat sich schon 1925 mit den Umbaufragen diesen Bautengruppe beschäftigt. Der Schreibende hatte damals auf die Bedeutung eines dritten verbindenden Gliedes im Winkel zwischen Wasserkirche und Helmhaus an der Stelle des abzubrechenden Wasserhauses hingewiesen¹⁾. Das damals Gesagte scheint mir durch die heutige Lösung nicht entkräftet zu sein, doch kann

man sich auch mit dem fait accompli des nun etwas unmotiviert vorspringenden Helmhauses (Abb. 5) abfinden.

Die wie meistens in solchen Fällen recht komplizierten Wiederherstellungsarbeiten sind im einzelnen anhand der genannten Monographie zu verfolgen. Als wichtigste seien erwähnt: der Abbruch der 1717 für Bibliothekzwecke eingebauten — übrigens recht originellen — zweigeschossigen Galerien (Abb. 11, S. 246), der Einbau einer Orgelempore in der Kirche, eines neuen Treppenhauses im Helmhaus, die Höherlegung des Kirchenbodens zur Gewinnung eines begehbarer Untergeschosses, in dem die Fundamentzüge früherer kirchlicher Bauten besichtigt werden können, wie sie die Ausgrabungen zu Tage gefördert haben. Für diese

darf man dem bauleitenden Architekten, den massgebenden Behörden und Dr. Emil Vogt vom Landesmuseum, der diese Arbeiten mit dem ganzen Raffinement der prähistorischen Bodenforschung leitete und aufnahm, ganz besonderen Dank aussprechen, denn sie haben unerwartet interessante Resultate ergeben. Es zeigten sich die Reste von nicht weniger als drei älteren Bauten, die ihrerseits jeweils durch Umbauten stark verändert wurden. Ueberraschenderweise war der älteste eine dreischiffige romanische Kirche mit Unterkirche, im ganzen nur wenig schmäler als die heutige Wasserkirche. An ihrem Südende, also flussaufwärts, muss sich eine Kultstätte befinden haben; hier liegt ein grosser erratischer Block, eine Platte, die vermutlich als die Richtstätte der heiligen Märtyrer Felix und Regula verehrt wurde. Denn als in der Folge der Boden der Unterkirche immer von neuem höher gelegt werden musste, offenbar wegen eines Ansteigens des Wasserspiegels, da wurde dieser Stein durch einen rechteckigen Schacht sichtbar gelassen, was dann Anlass zu den verschiedenen Brunnen-Legenden gab. Die baulichen Veränderungen führten dazu, dass schliesslich nur noch das Mittelschiff in Gestalt einer langen, wenig über 3 m breiten einschiffigen Kapelle übrig blieb, was auch mit einem Rückgang der Bedeutung der Kirche im Zusammenhang stehen muss.

Ueberhaupt werden durch diese Grabungen baugeschichtliche Probleme aufgeworfen, die nicht nur die Wasserkirche, sondern die kirchliche Entwicklung Zürichs im Ganzen betreffen. Römische Reste haben sich bei den Grabungen nicht gefunden; schriftliche Nachrichten über die Wasserkirche liegen erst seit 1250 vor.

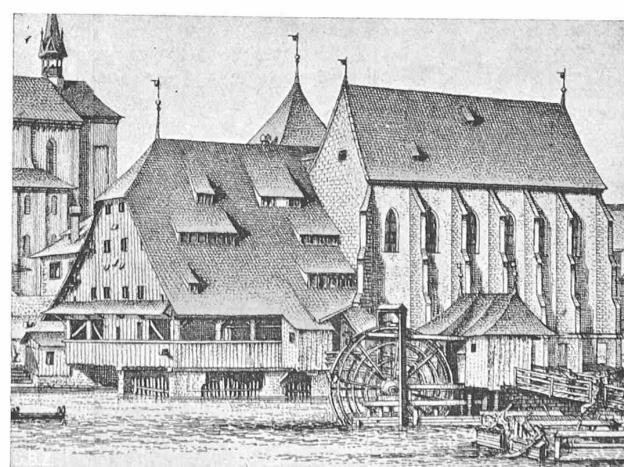


Abb. 2. Wasserkirche mit Helmhaus, als Markthalle angebaut 1564

¹⁾ Vgl. Ed. 85, S. 307*, mit zahlreichen Varianten-Skizzen.