

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

Artikel: Allgemeine Dimensionierung und Spannungsberechnung
vorgespannter Eisenbetonträger
Autor: Lardy, Pierre
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-53097>

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).

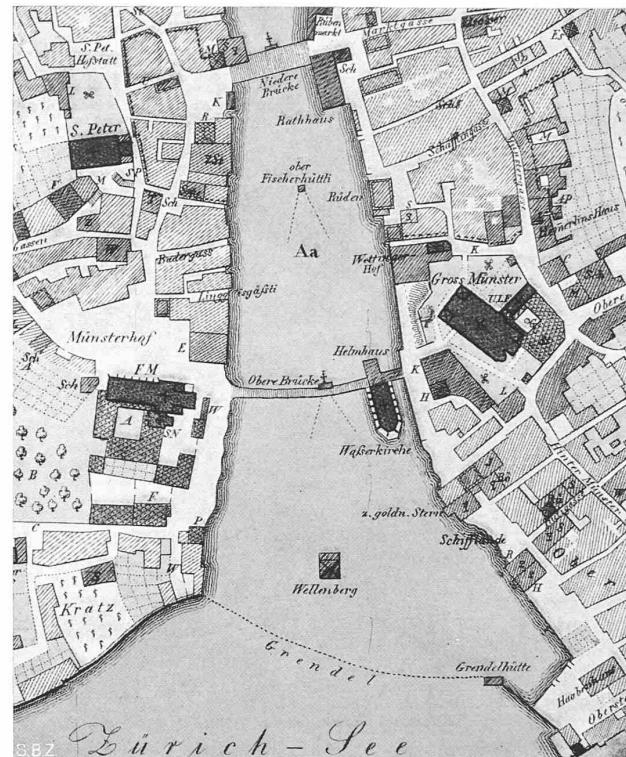


Abb. 1. Altstadtkern von Zürich, Zustand um 1500

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.