Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 67 (1949)
Heft: 3: Zum Rücktritt von Schulrats-Präsident Rohn

Artikel: Der unsymmetrische Dreigelenkbogen
Autor: Stüssi, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-83974

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: 09.07.2025

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

spécialiste lui-même, pour lequel ce souci d'une culture générale passerait à l'arrière-plan; qui, considérant l'immensité croissante des domaines respectifs de la mécanique, de l'électricité, de la chimie, des sciences naturelles, etc., — bref, de toutes les sections qui composent notre Ecole — reculerait peu à peu, découragé, devant un idéal impossible à réaliser, se laisserait aller à réduire la part de ces sciences morales et économiques qui composent le programme de la section à laquelle j'ai l'honneur d'appartenir. Cette section-là faisant partie de l'ensemble de l'E. P. F. dès le début en vertu d'un article de loi, et ayant compté parmi ses maîtres des personnages de renom, on admettrait q'un président conservât cette partie de l'édifice par respect de la tradition, tout en l'estimant en marge d'un énorme ensemble où doit régner en maître ce que Pascal nommait l'esprit de géométrie.

Or il faut signaler ce phénomène: plus le programme des cours des onze sections techniques se charge et se complique, plus la préparation d'un diplôme comporte de branches obligatoires (et facultatives, bien entendu) . . . , plus le président maintient avec énergie le rôle de ces Cours libres, et plus il se préoccupe d'affermir dans la maison le siège des sciences morales, l'étude des langues, l'enseignement de la philosophie et des littératures.

Dirai-je que, dans ces dernières années où les difficultés budgétaires de la Confédération conseillent à certains politiques de massives économies, le Président eut à défendre ces enseignements qui semblent n'être pas à leur place dans une Ecole polytechnique, et que nos étudiants, si vraiment ils y tiennent, pourraient suivre tout aussi bien dans la faculté des lettres de l'Université de Zurich! C'est que le Président voit fort bien qu'une faculté des lettres ne saurait fournir à nos étudiants les ressources, très particulières, qui leur sont offertes par cette section assez composite qui n'est pas, et qui ne veut pas être, une faculté des lettres. Il se rend compte que les langues, dans notre école, ne peuvent ni ne doivent être enseignées comme à de futurs philologues, mais à de jeunes hommes qui en auront besoin dans leur carrière au pays ou à l'étranger. Il se rend compte que les littératures ne sauraient être abordées chez nous comme devant de futurs maîtres de Gymnase: c'est l'humain, le moral, le social, qu'il s'agit de faire comprendre à nos auditeurs, en même temps que la beauté, et à travers elle; c'est principalement notre époque à travers la poésie et le roman de notre époque; c'est ensuite l'histoire littéraire dans ses chapitres les mieux faits pour stimuler l'esprit et le cœur, et enseignée de telle façon que l'étudiant se puisse sentir un peu chez lui en d'autres siècles que le nôtre (c'est là la dose d'humanisme, dans le sens historique de ce terme galvaudé, qu'il s'agit de mettre à leur disposition). Vulgarisation, diront sans doute quelques-uns. Non pas, décantation, leur répondra le président. Lequel sait bien aussi, lorsqu'il s'agit d'une chaire de philosophie, que métaphysique, psychologie, pédagogie, etc. doivent être présentées aux étudiants de l'E. P. F. sous un angle spécial, et que, ici encore, dans une atmosphère où tout évoque l'effort vers des inventions nouvelles, c'est la pensée d'aujourd'hui qu'il s'agit d'introduire par l'exposé de l'histoire des systèmes.

Le Président et la culture générale, le Président comme défenseur convaincu de la section XII a . . . On ne m'en voudra pas d'avoir insisté plus longuement sur ce point-là. C'est proprement le sujet qu'on m'a prié de traiter ici. Le reste, je ressentais le besoin de l'écrire tout de même, comme j'éprouve le désir, en terminant, de rendre hommage à l'activité sociale du Président. Les vertus précédemment énoncées dans cet Eloge (il va de soi que nous n'en faisons par une liste exhaustive) suffisent à nous imposer un affectueux respect. Mais, dans cette catégorie du social, je retrouve cette fidélité dans les petites choses comme dans les grandes, que l'Evangile nous recommande depuis deux millénaires, sans qu'on la voie très souvent réalisée. Une de ces grandes choses, c'est le Studentenheim, dont l'idée est émanée du Président, et dont il a prévu le fonctionnement jusque dans le dernier détail. En Suisse, où les institutions de ce genre ne manquent pas, je crois qu'il est difficile de trouver mieux ordonné, et plus pratique, et plus aimable, que ce home d'étudiants. Une autre grande chose, c'est telle importante œuvre d'entraide, cantonale ou fédérale, tout à fait en marge des fonctions du Président, dont il assuma la direction au cours de longues années difficiles. Quant aux petites choses, j'ai commencé cet écrit par louer celui qui répond à toutes les lettres sans retard. J'aurais pu ajouter alors ce que je vais dire ici. Mais il convient que ce petit essai finisse par la quasi-répétition du thème initial: le Président, si vous lui recommandez par un coup de téléphone un étudiant en difficultés, vous écoutera attentivement. Comme s'il n'avait rien d'autre à faire. Et il donnera suite à cette conversation de deux ou trois minutes. C'est pourquoi, au nom de ceux et de celles qui tentèrent auprès de lui une démarche en faveur de X ou de Y, et au nom de ces X et Y de diverses nationalités qui bénéficièrent de sa sollicitude, je laisserai tomber ici ces deux mots: admiration et gratitude.

Charly Clerc

Der unsymmetrische Dreigelenkbogen

Von Prof. Dr. F. STÜSSI, Zürich DK 624.072.325

1. Ein bogenförmiger Fachwerkträger nach Bild 1, wie er etwa als Hallenbinder vorkommt, wird normalerweise entweder als einfacher Balken nach Bild 1a oder als Dreigelenkbogen nach Bild 1c ausgebildet. Der einfache Balken besitzt dabei den Vorzug, unter lotrechten Lasten nur lotrechte Auflagerkräfte aufzuweisen und deshalb die Fundamente günstig zu belasten, dagegen auch den Nachteil eines verhältnismässig grossen Konstruktionsgewichtes. Der Dreigelenkbogen besitzt meist wesentlich günstigeres Gewicht, belastet dagegen die Fundamente mit einem von der Pfeilhöhe und damit von der gegebenen äussern Form des Tragwerkes abhängigen Horizontalschub. Es kann nun der Fall eintreten, dass mit Rücksicht auf die Fundations- und Baugrundverhältnisse eine Tragkonstruktion gewünscht wird, die einen kleineren Horizontalschub ausübt, als der Dreigelenkbogen Bild 1c, gleichzeitig aber auch kleineres Konstruktionsgewicht erfordert, als der einfache Balken Bild 1a. In einem solchen Fall kann nun das Tragwerk nach Bild 1b mit einem ausserhalb der Mitte liegenden Gelenk im Binderobergurt die zweckmässige Lösung darstellen. Wie die eingezeichnete Drucklinie für Totallast g zeigt, entspricht hier die Grösse des Horizontalschubes einem normalen Dreigelenkbogen mit wesentlich grösserer Pfeilhöhe; durch diese Gelenkanordnung kann somit die wirksame Pfeilhöhe bei gegebener Form vergrössert werden. Dabei steht uns ein ziemlich weiter Spielraum zur Verfügung; der einfache Balken Bild 1a kann als Grenzfall mit verschwindendem Horizontalschub dieses Systems aufgefasst werden.

In Bild 1 ist das Kräftespiel in den drei Tragsystemen durch die entsprechenden Einflusslinien für je eine Obergurt- und eine Untergurtstabkraft skizziert. Es zeigt sich, dass die Grösse der Stabkräfte durch die Wahl der Gelenklage in ziemlich weiten Grenzen beeinflusst werden kann. Dabei ergibt sich für den unsymmetrischen Dreigelekbogen gegenüber der Normalbauart Abb. 1c noch der Vorzug, dass der Untergurt im mittleren Bereich des Trägers nur auf Zug oder vorwiegend auf Zug beansprucht wird. Das ist bei einer Anwendung als Hallenbinder deshalb von praktischer Bedeutung, weil die Obergurtknotenpunkte durch Pfetten und Windverband räumlich fest gestützt sind, während der Untergurt bei normaler Bauart der Dachkonstruktion nur elastisch gestützt ist, wobei die Steifigkeit dieser Stützung durch Pfetten und Kopfstreben von der Steifigkeit der Pfetten abhängig ist. Der Obergurt besitzt somit normale oder günstige Knicklängen; das Material kann deshalb auch bei Druckkräften gut ausgenützt werden. Im Untergurt ist die zulässige Knickbeanspruchung entsprechend der elastischen Querstützung geringer. Diese Verhältnisse führen dazu, dass das Tragwerk nach Bild 1b eine nennenswerte Verkleinerung des Horizontalschubes gegenüber den Dreigelenkbogen Bild 1c ohne nennenswerte Vergrösserung des Konstruktionsgewichtes erlaubt.

2. Eine andere Anwendungsmöglichkeit eines solchen unsymmetrischen Dreigelenkbogens kann sich im Brückenbau ergeben, wenn wir etwa an die Eisenbahnbrücke bei Eglisau oder an den Sitterviadukt der Bodensee-Toggenburgbahn [1]) denken. Bei diesen beiden Brücken ist die Mittelöffnung durch einen einfachen Fachwerkbalken aus Stahl überspannt, während die Zufahrten aus gemauerten Gewölbereihen bestehen. Im Laufe der Zeit haben sich bekanntlich Nachteile dieses kombinierten Systems ergeben, indem sich die äussersten Mauerwerkpfeiler nach aussen, d.h. gegen die Flussmitte zu verschoben haben. Man hat an beiden Brücken diese unerwünschten Bewegungen der Pfeiler nachträglich durch künstliche Einführung eines

[1]) SBZ Bd. 56, S. 135* ff. (1910).

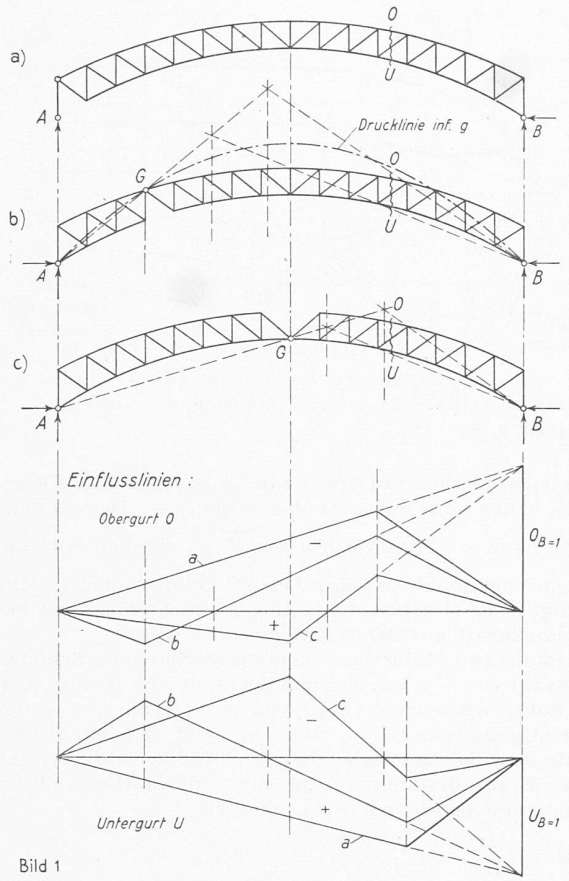

Bild 1

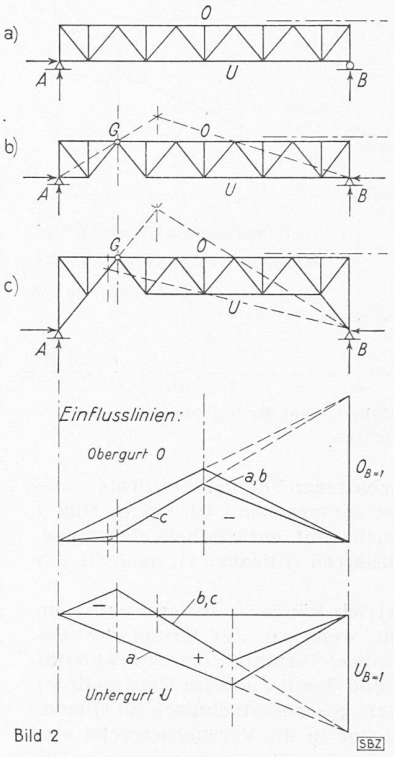

Bild 2

Horizontalschubes mit Hilfe eines an einem Hebel wirkenden Gewichtes zu verhindern gesucht[2]).

Durch Einschalten eines Gelenkes im Obergurt eines Fachwerkbalkens, wobei selbstverständlich gleichzeitig das bewegliche Auflager durch ein festes zu ersetzen ist, kann in einem solchen Fall ein natürlicher Horizontalschub erzeugt werden. Dieser Horizontalschub entspricht in seiner Grösse der Stabkraft im ausfallenden, zum Gelenk als Drehpol zugehörigen Untergurt. Bei gegebener Gelenklage ist dieser Horizontalschub somit je nach der Belastung (Eigengewicht und Verkehrslast) veränderlich zwischen den beiden Grenzwerten der ausgefallenen Untergurtstabkraft. Durch passende Wahl der Gelenklage, unter entsprechender Strebenführung, kann die Horizontalkomponente der Auflagerkraft aus ständiger Last dem Gewölbeschub der Anschlussviadukte angepasst werden.

In Bild 2 sind diese Verhältnisse an einem Beispiel skizziert. Die Stabkräfte in Obergurt und Füllungsgliedern der beiden Tragwerke Bild 2a und 2b sind gleich gross; die Obergurtstabkräfte werden nicht verändert, weil die horizontale Auflagerkraftkomponente die Drehpole der Obergurte schneidet und die Strebenkräfte werden nicht verändert, weil dieser Horizontalschub die Gleichgewichtsbedingungen der Komponenten der lotrechten Schnittkräfte nicht beeinflusst. Da aber die Untergurtstabkräfte um den Betrag des Horizontalschubes verkleinert werden, ist das Tragwerk von Bild 2b leichter und damit wirtschaftlicher als der einfache Balken nach Bild 2a.

Eine Verkleinerung der Obergurtstabkräfte ist auf einfache Weise möglich durch ein Tiefersetzen der Auflagerpunkte nach Bild 2c. Die Untergurtstabkräfte werden dadurch nicht beeinflusst. Die Wirkungsweise der drei Tragwerke ist durch die Einflusslinien je einer Obergurt- und Untergurtstabkraft in Bild 2 noch etwas näher veranschaulicht.

3. Der in diesen beiden Beispielen, Bild 1 und Bild 2, skizzierte unsymmetrische Dreigelenkbogen besitzt ein ähnliches Kräftespiel wie ein einfacher Balken mit beweglichem Auflager auf geneigter Verschiebungsbahn. Auch hier kann die Grösse des Horizontalschubes beliebig gewählt werden durch entsprechende Wahl des Neigungswinkels α der Verschiebungsbahn. Dagegen hat diese Tragwerksform den Nachteil, dass bei veränderlicher Belastung, bei Temperaturänderungen und bei Widerlagerverschiebungen das bewegliche Lager sich nicht nur in lotrechter, sondern auch in waagrechter Richtung verschiebt. Dies führt beispielsweise bei Brücken zu konstruktiven Schwierigkeiten beim Uebergang von der Brücke zum Widerlager. Würde das bewegliche Lager als geneigte Pendelstütze ausgebildet, so müsste eine Widerlagerverschiebung bei kurzer Pendelstütze ihre Neigung und damit das Kräftespiel merklich beeinflussen. Eine solche Empfindlichkeit gegen Widerlagerverschiebungen besteht beim unsymmetrischen Dreigelenkbogen (Bild 1b, 2b, 2c), abgesehen von extremer, praktisch nicht interessanter Gelenkanordnung, nicht.

4. Die beiden Beispiele Bild 1b und 2b dürften zeigen, dass es oft in besonderen Fällen möglich ist, durch einfache baustatische Ueberlegungen eine zweckmässige und den Besonderheiten des Einzelfalles anpassbare Lösung zu finden. Der dargestellte unsymmetrische Gelenkbogen besitzt den Vorzug eines innert bestimmter Grenzen wählbaren Horizontalschubes bei günstigem Konstruktionsgewicht und er dürfte deshalb in Sonderfällen eine wirtschaftlich interessante Lösungsmöglichkeit, sowohl im Brückenbau wie im Hochbau, darstellen.

[2]) SBZ Bd. 83, S. 287* ff. und Bd. 84, S. 246* (1924).

Eine Formel zur Berechnung des Geschiebetriebs

Von Prof. Dr. E. MEYER-PETER und Prof. Dr. R. MÜLLER, Zürich

DK 627.157

Das Studium der Bewegung der losen Bestandteile einer natürlichen Flussohle, die man als Geschiebetrieb bezeichnet, bildet die unerlässliche Grundlage für die Projektierung und Durchführung von Flussregulierungen und anderer Wasserbauten (Bild 4). Im Jahre 1934 veröffentlichte die Versuchsanstalt für Wasserbau an der E.T.H. auf Grund mehrjähriger Versuche ihre erste Geschiebetriebformel [1][1]). Es handelt sich um den Zusammenhang zwischen den in einem Flussgerinne vorhandenen hydraulischen Gegebenheiten: dem spezifischen Abfluss pro Meter Flussbreite q_s in kg/m s, sowie dem Energieliniengefälle J einerseits und der pro Meter Flussbreite geförderten Geschiebemenge g_s in kg/m s Trockengewicht, bzw. g_s'' in kg/m s unter Wasser gewogen, bei einer bestimmten — vorderhand einheitlichen — Korngrösse d in Metern, anderseits.

Für Geschiebe mit normalem spezifischem Gewicht, Mittelwert $\gamma_s = 2{,}68$ t/m³, ergab der Ausdruck

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{q_s^{2/3}\,J}{d} = a + b\,\dfrac{g_s^{2/3}}{d} \\ \text{bzw.} \quad \dfrac{q_s^{2/3}\,J}{d} = a + b'\,\dfrac{g_s''^{2/3}}{d} \end{cases}$$

mit $a = 17$ und $b = 0{,}4$ bzw. $b' = 0{,}547$ befriedigende Ergebnisse.

Die Fortführung der Versuche mit Geschiebe anderer spezifischer Gewichte, nämlich mit Baryt ($\gamma_s = 4{,}2$) und Braunkohlengrus ($\gamma_s = 1{,}25$), führte dazu, eine für alle drei Materialien gültige Formel aufzustellen [2]:

$$(2)\qquad \frac{q_s^{2/3}\,J}{d} = a''\,\gamma_s''^{\,10/9} + b''\,\gamma_s''^{\,1/3}\,\frac{g_s''^{2/3}}{d}$$

mit $\gamma_s'' = \gamma_s - \gamma$ (unter Wasser gewogen), $a'' = 9{,}57$ und $b'' = 0{,}462$.

[1]) Literaturverzeichnis am Schluss des Aufsatzes.