Bemerkungen zum Aufsatz von R. Maillart über "Aktuelle Fragen des Eisenbetonbaues"

Autor(en): **Bendel, L.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **111/112 (1938)**

Heft 21

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-49859

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Bemerkungen zum Aufsatz von R. Maillart über «Aktuelle Fragen des Eisenbetonbaues». — Contribution à l'étude des vannes-papillons. — Geotechnische Eigenschaften u. Bestimmungsmethoden der Lockergesteine. — Fensterlage, Fensterform und Raumausleuchtung. — Mitteilungen: Aus Vitruv, Ueber die Architektur. Zwei neue Entwässerungs-Pumpwerke im Nildelta. Das projektierte Limmatkraftwerk Schlieren. Unfreiwillige Erprobung von Schweissungen. Umformermotorwagen der südafrikanischen Eisenbahnen. Brückenbelastungsprobe mit Wasserballast. Ein eintägiger Kurs über Psychologie der Führung. — Literatur. — Nekrologe: Gustav Renker. Hans Behn. — Mitteilungen der Vereine.

Band 111
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. 21

Bemerkungen zum Aufsatz von R. Maillart über „Aktuelle Fragen des Eisenbetonbaues“

Maillart erwähnt in seinem Aufsatz (S. 4 lfd. Bds., oben), dass für kleine Charakteristiken C die Streckgrenze σ_S des Eisens für den Bruch nicht massgebend sei, indem die Versuchsergebnisse erwiesen hätten, dass die Eisenspannung beim Bruch mindestens $^4/_3$ der Streckgrenze betrug. Nachfolgend ist gezeigt, wie die Grösse der fraglichen Eisenspannung auf *rechnerischem* Wege ermittelt werden kann.

Beim plastischen Zustand beim Bruch kann die Druckkraft D im Beton (siehe Abb. 1) ausgedrückt werden durch

$$D = k\,b\,x\,\beta \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Das Bruchmoment M ist dann

$$M = D\,z = k\,b\,x\,\beta\,z \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

z kann durch die Charakteristik C ausgedrückt werden. Es ist

$$z = \left(1 - \frac{C}{2}\right) h \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Die Gleichung für das Einheitswiderstandsmoment W in Abhängigkeit der Charakteristik C lautet dann allgemein:

$$W = C\left(1 - \frac{C}{2}\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

F. Stüssi gibt für M an («Abhandlungen der Internat. Vereinigung für Brücken- und Hochbau» 1932, S. 491):

$$M = F_e\,\sigma_F \left(h - k\,\frac{F_e\,\sigma_F}{b\,\beta_b}\right) \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

Wird k aus den Spannungsdiagrammen (siehe z. B. Roš: Premier Congrès Internat. du Béton et Béton armé, Liège 1930) ermittelt, so findet man für $k \cong 0{,}5$. Durch entsprechende Umformung zeigt sich, dass Gleichung (5) identisch ist mit der einfach lautenden Gleichung (4).

Die von Maillart angegebene Charakteristik C ist abhängig von der Streckgrenze σ_s des Eisens. (Vergleiche auch Saliger: Der elastische und plastische Bereich im Eisenbeton, «Jahrbuch des deutschen Betonvereins» 1937.)

Es ist $$C' = p\,\frac{\sigma_s}{\beta}$$

In den allgemeinen Formen ergibt sich:

$$C = p\,\frac{\sigma_e}{\beta} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Je nach der Grössenordnung von σ_e können drei Fälle unterschieden werden:

Fall 1: $\sigma_e > \sigma_s$; oder $\frac{\sigma_e}{\sigma_s} = a > 1$ — tritt bei kleinen Charakteristiken von C auf

Fall 2: $\sigma_e = \sigma_s$ — häufigster Fall

Fall 3: $\sigma_e < \sigma_s$; oder $\frac{\sigma_e}{\sigma_s} = a < 1$ — tritt bei Ueberarmierung auf

Nachfolgend sind diese drei Fälle näher erörtert:

Fall 1: $\sigma_e > \sigma_s$:

Im Verfestigungsbereich des Stahls kann angenommen werden, dass:

$$a = 0{,}9 + 0{,}1\,\frac{\varepsilon_e}{\varepsilon'_s} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

ist. Die Bedeutung der Werte ε_e, ε'_s und ε_s geht aus Abb. 2 hervor.

Durch Umformung und Einsetzen von Erfahrungswerten wird erhalten:

$$a = \frac{\sigma_e}{\sigma_s} = 0{,}9 + \frac{0{,}07}{C}\,\frac{\varepsilon_b}{\varepsilon'_s} \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

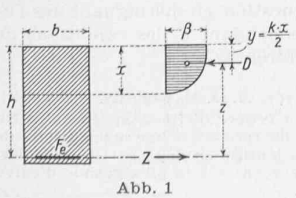


Abb. 1

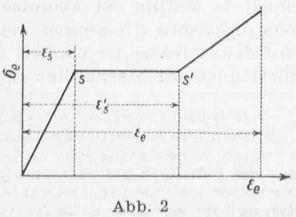


Abb. 2

Mit den Werten der Grössenordnung: $\varepsilon_b = 2$ bis $7\,^0/_{00}$ (die Werte ε_b können im allgemeinen gut geschätzt werden aus der Beziehung $\beta\,\varepsilon_b \cong 0{,}7$), ferner mit: $\varepsilon'_s = 4$ bis $30\,^0/_{00}$ $\varepsilon_s = 1$ bis $4\,^0/_{00}$ ergeben sich für a die Werte, wie sie graphisch in Abb. 3 aufgetragen sind.

Fall 2: $\sigma_e = \sigma_s$ gibt zu keinen Auseinandersetzungen Anlass.

Fall 3: $\sigma_e < \sigma_s$; dann ist

$$\frac{\sigma_e}{\sigma_s} = a_1 = \frac{\varepsilon_e}{\varepsilon_s} = \left(\frac{k}{a_1\,C_1} - 1\right)\frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_s}$$

Durch Umformen ergibt sich:

$$a_1^2 + \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_s}\,a_1 = \frac{k}{C'}\,\frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_s} \quad \ldots\ldots \quad (9)$$

Für die Bedeutung des Wertes ε_s siehe Abb. 2. Die Werte a_1 sind in Abb. 3 graphisch aufgetragen. Mit der Charakteristik C (vergl. Angaben Maillart) und dem Wert a aus Abb. 3 kann jede Eisenspannung leicht errechnet werden.

Um den **Nullinienabstand** zu erhalten, werden folgende Ueberlegungen angestellt:

Fall 1: $\sigma_e > \sigma_s$ Allgemein ist

$$z = 1 - \frac{k\,x}{2} = 1 - \frac{a\,C'}{2} \quad \ldots\ldots \quad (10)$$

woraus sich ergibt:

$$\frac{x}{h} = \frac{a\,C'}{k}, \text{ für } a > 1$$

Fall 2: $\sigma_e = \sigma_s$

$$\frac{x}{h} = \frac{C'}{k}; \text{ da } a = 1 \text{ ist.}$$

Fall 3: $\sigma_e < \sigma_s$

$$\frac{x}{h} = \frac{a\,C'}{k}, \text{ wobei } a < 1 \text{ ist.} \quad \ldots\ldots \quad (11)$$

Es kann aber auch x aus der Ueberlegung abgeleitet werden:

$$\frac{\varepsilon_e}{\varepsilon_b} = \frac{1 - x}{x} = \frac{a\,\varepsilon_s}{\varepsilon_b} \quad \ldots\ldots \quad (12)$$

$$x = \frac{1}{1 + \frac{a}{\varepsilon_b/\varepsilon_s}}$$

Der Wert $\varepsilon_b/\varepsilon_s$ ist in Abb. 3 angegeben.

Der **Hebelarm z der innern Kräfte** wird aus der Beziehung gefunden

$$z = \left(1 - \frac{a\,C'}{2}\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

wobei $a \gtreqless 1$ sein kann.

Die Gleichung für die Bestimmung des Einheitswiderstandsmomentes W lautet in allgemeiner Fassung:

$$W = \frac{M}{b\,h^2\,\beta} = C\left(1 - \frac{C}{2}\right) = a\,C'\left(1 - \frac{a\,C'}{2}\right) \quad (14)$$

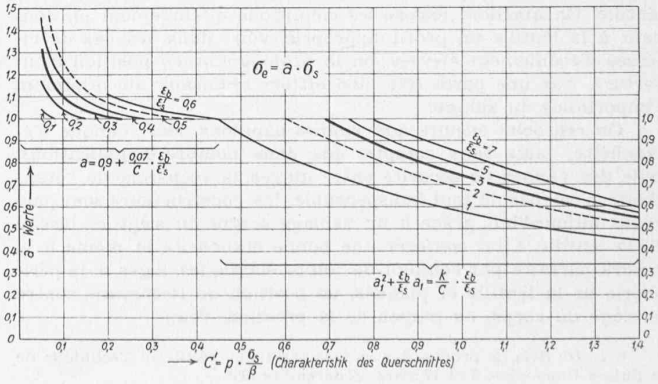


Abb. 3. Berechnung der Eisenspannungen bei gegebenen Materialcharakteristiken
$\varepsilon_b/\varepsilon'_s = 0{,}5$ und $\varepsilon_b/\varepsilon_s = 2$ entspricht annähernd St 55
$\varepsilon_b/\varepsilon'_s = 0{,}3$ und $\varepsilon_b/\varepsilon_s = 3$ entspricht annähernd St 37

Wird der Mindestwert, der im Streuungsbild einer Versuchsreihe von Betonprobekörpern erhalten wurde, als die im Bauwerk vorhandene Festigkeit angesehen, so ergibt sich folgende Ueberlegung:

$$\beta_{\text{Prisma}} = 0{,}8\ \beta_{\text{Würfel}}$$

Die Streuung ist bei auf Bauten hergestelltem Beton festgestellt zu $\pm$ 35 % vom arithmetischen Mittel (vergl. Bendel, Statistisch-mathematische Auswertung systematischer Betonuntersuchungen, Bd. 102, S. 79*). Daher kann als Bauwerks-Betonfestigkeit eingesetzt werden

$$\beta_{\text{Bauwerk}} = 0{,}8\ \beta_{\text{Würfel}} \times (1 - 0{,}35)$$

$$\beta_{\text{Bauwerk}} \cong 0{,}5\ \beta_{\text{Würfel}}$$

Nimmt man für Eisen einen Sicherheitsfaktor von 2 an, so wird

$$W = \frac{a\,C'}{2}\left(1 - \frac{a\,C'}{2}\right)$$

Aus obiger Darstellung ergibt sich, dass die Anregungen von R. Maillart weiter verfolgt und *rechnerisch* erfasst werden können. Mit Leichtigkeit lassen sich auch übersichtliche Formeln ableiten für Plattenbalken, für aussermittigen Druck im Rechteckquerschnitt und für aussermittigen Druck im Plattenbalken unter Berücksichtigung des *plastischen* Bereiches. So ist es möglich, sich eine gute Vorstellung über das wahre Verhalten der auf Biegung beanspruchten Betonquerschnitte zu verschaffen.

Luzern, Januar 1938 L. Bendel, Ing.

Contribution à l'étude des vannes-papillons

De quelques résultats obtenus sur modèles réduits au cours d'essais effectués par les ateliers des CHARMILLES à Genève (D. GADEN, Ing.)

I. Des vannes-papillons en général
Leur critique — leurs avantages

La question des vannes-papillons a fait, il n'y a pas longtemps, l'objet de plusieurs publications [1]) qui témoignent de l'intérêt que les exploitants et constructeurs accordent à ce type d'organe de fermeture. Certes, comme le faisait remarquer Du Bois, il s'agit là d'appareils utilisés en hydraulique déjà depuis bien des années; mais ceux-ci ont néanmoins connu, pendant quelques temps, une certaine défaveur motivée par des objections dont plusieurs se sont ensuite révélées mal fondées.

On accusa d'abord les vannes-papillons de provoquer des pertes de charge exagérées dues à la présence de leur lentille formant obstacle à l'écoulement, même en position toute ouverte. Or, ce n'est certainement pas par l'influence de l'augmentation de la surface mouillée (celle de la lentille) et des pertes par frottement qui en sont la conséquence, que l'on pouvait expliquer les pertes importantes mesurées et attribuées à ce genre de vanne. Il s'agissait d'une perte par changement de section et remous principalement à l'aval de la lentille et l'on dut reconnaître que celle-ci se produisait surtout lorsque le papillon suivait de près un coude, une dérivation, ou tout autre élément de conduite susceptible de produire, dans l'écoulement, une dissymétrie par rapport au plan de la lentille. Les filets liquides, au lieu de se diriger sur la lentille parallèlement à sa direction, l'abordaient alors sous un certain angle et il est aisé de comprendre que, dans ces conditions, l'écoulement à travers la vanne soit le siège d'un remous important et d'une forte perte de charge. Au contraire, la perte de charge reste dans des limites très comparables à celles d'autres types de vanne, et par conséquent parfaitement admissibles, si l'on observe les précautions voulues pour que les filets liquides, en abordant et en quittant la vanne, soient contenus dans des plans bien parallèles au plan médian de la lentille. On améliore encore les conditions d'écoulement en donnant à la lentille un profil approprié, voir, dans les cas de vitesses d'écoulement élevées, en la prolongeant, en position d'ouverture, par une paroi fixe bien effilée réduisant au minimum l'importance du sillage.

On reprocha ensuite aux vannes-papillons leur manque d'étanchéité; mais sans compter que dans nombre d'applications, celle des vannes de sécurité entre autres, la recherche de l'étanchéité n'est pas du tout indispensable, les constructeurs sont parvenus aujourd'hui, grâce à un usinage soigné du siège en biseau de la lentille, à lui conférer une bonne étanchéité et même à la rendre parfaite par l'emploi de joints élastiques, logés à la périphérie de la lentille et plaqués, en position de fermeture, contre le siège du corps, au moyen de la pression d'eau.

Enfin, on incrimina le principe même de la construction du papillon à l'occasion des déboires rencontrés dans l'utilisation de ces vannes, déboires dont la gravité s'accentua il est vrai jusqu'à celle de plusieurs accidents désastreux. L. Du Bois [2]) cite l'opinion défavorable, mais autorisée, émise en 1933 par l'ingénieur italien U. Bono et celui-ci n'a certes pas été le seul à déconseiller l'emploi de ce genre de vannes. Il est indéniable que la fermeture de la lentille crée dans l'écoulement au travers d'une vanne-papillon une discontinuité excessivement marquée; celle-ci n'est toutefois pas moins grande dans le cas de la fermeture d'une vanne à tiroir, au cours de laquelle le guidage de l'écoulement par les parois est détruit dans la même mesure que pour le papillon. Il en résulte un régime très turbulent et qui peut s'accompagner à l'aval, lorsque les vitesses d'écoulement sont assez grandes, de phénomènes de cavitation violents. Ce sont là deux causes qui, sans aucun doute, tendent à provoquer des vibrations; toutefois, si celles-ci se manifestent réellement sur la lentille et ses organes de commande d'une façon dangereuse, comme le fait craindre U. Bono, n'est-ce pas, ainsi que l'avance Du Bois, du fait d'une construction insuffisamment robuste ne tenant pas assez compte de cette possibilité de pulsations vibratoires, ni des efforts, de sens invariable, mais de valeur très élevée, auxquels la lentille est soumise de la part de l'eau en mouvement ? L'existence de vannes-papillons de dimensions importantes, employées comme vannes de fond (vidange) sous des chutes relativement hautes (jusqu'à près de 100 m) et qui ont fonctionné d'une façon satisfaisante, souvent même à ouvertures fractionnaires, est actuellement là pour apporter une confirmation éclatante à l'impression que publiait Du Bois. C'est en tout cas notre opinion très nette.

Nous croyons pouvoir attribuer la suspicion dont souffrit, aux yeux de certains, le type de vanne à papillon à l'ignorance qui régnait autour des problèmes qui le concernaient et nous pensons que le regain de faveur, dont il est actuellement l'objet, est dû non seulement à ses avantages, mais aussi aux études qui lui ont été consacrées. Leurs résultats sont venus apporter aux constructeurs qui s'y sont livrés les bases qui leur étaient nécessaires en vue de prévoir les dispositions, ainsi que de calculer les dimensions et la résistance à donner aux divers éléments de la vanne.

Rappelons encore que les avantages de la vanne-papillon résident principalement dans sa simplicité extrême, qu'il ne faut pourtant pas prendre comme raison d'une construction légère. Précisément parce qu'elle est composée d'éléments simples, la vanne-papillon peut aisément être construite robuste et elle doit l'être dès qu'il s'agit d'une vanne appelée à être manœuvrée sous courant, c'est-à-dire susceptible d'être soumise non seulement à des sollicitations de caractère vibratoire, mais aussi à des efforts importants s'exerçant dans un sens déterminé. En effet, si une lentille symétrique [3]), par rapport à l'axe de ses tourillons, est équilibrée lorsqu'elle est toute ouverte ou toute fermée, en position intermédiaire, elle est soumise de la part de l'eau en mouvement à une poussée excentrée. Cette poussée correspond à un couple dirigé dans le sens de la fermeture et dont la valeur est d'autant plus grande que le débit qui s'écoule est important.

La vanne-papillon est enfin caractérisée par l'absence de tout mécanisme intérieur noyé, c'est-à-dire exposé à l'oxydation, l'encrassement et autres déprédations dont l'eau peut être la cause. Les seuls frottements qui s'opposent au mouvement de son obturateur sont ceux auxquels donne lieu le pivotement des tourillons dans leurs portées, d'ailleurs convenablement lubrifiables. Cette réduction au minimum, sinon à zéro, du risque de grippage ou de coincement confère à la vanne-papillon une très grande sécurité de manœuvre. Ses organes de commande sont tous disposés à l'extérieure du corps de vanne et on peut ainsi leur réserver toutes les facilités d'accès, de vérification et d'entretien utiles.

II. De quelques objets des essais
Etude de deux classes de vannes

Parmi les problèmes intéressant le type de vanne à papillon, ressort au premier plan celui de la poussée et du couple auquel la lentille est soumise au cours de sa fermeture. Nous nous proposons d'examiner cette question en distinguant dès l'abord deux classes de vannes, correspondant à des conditions de fonctionnement essentiellement différentes.

---

[1]) *L. Du Bois*, A propos des vannes-papillons, «Bulletin Technique de la Suisse Romande», 3 et 17 mars, 22 décembre 1934.

— *O. Schnyder*, Ueber Drosselklappen, «Wasserkraft und Wasserwirtschaft», Nr. 22, 16. November 1935.

— *C. Keller* et *F. Salzmann*, Luft-Modellversuche an Drosselklappen für Druckleitungen von Wasserkraftanlagen, «Schweizerische Bauzeitung», Bd. 107, Nr. 13, 28. März 1936.

[2]) *L. Du Bois*, voir loc. cit. «B. T. S. R.», 22. 12. 36, page 329.

[3]) Pour que la lentille ait tendance à fermer d'elle-même jusqu'en fin de course (vanne autoclave) on a parfois recours à une excentricité de l'axe des tourillons qui partage alors la lentille en deux parties inégales. La poussée statique prépondérante, s'exerçant sur la plus grande d'entre elles, agit dans le sens de la fermeture.