

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 9/10 (1887)
Heft: 12

Artikel: Notiz zur Frage der zulässigen Inanspruchnahme von Eisen und Stahl
Autor: Tetmajer, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-14360>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

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

$M_1 = 149,08 \times 28,42 - 1789,0 = 2447,9$
$M_2 = 149,08 \times 23,62 - 1195,9 = 2325,4$
$M_3 = 149,08 \times 18,92 - 737,1 = 2083,5$
$M_4 = 149,08 \times 14,52 - 409,9 = 1754,7$
$M_5 = 149,08 \times 10,52 - 198,0 = 1370,3$
$M_6 = 149,08 \times 7,04 - 78,0 = 971,5$
$M_7 = 149,08 \times 4,15 - 21,8 = 596,9$
$M_8 = 149,08 \times 1,92 - 2,9 = 283,3$
$M_9 = 149,08 \times 0,40 = 59,6$

Enfin en divisant ces moments par 6107,7 nous obtenons les poussées pour la charge de 1 tonne, appliquée successivement au droit de chacune des ordonnées de l'arc.

$H_1 = 0,4008$
$H_2 = 0,3807$
$H_3 = 0,3390$
$H_4 = 0,2873$
$H_5 = 0,2243$
$H_6 = 0,1591$
$H_7 = 0,0977$
$H_8 = 0,0464$
$H_9 = 0,0097$
total 1,9450

Afin d'être à même de nous rendre compte de l'erreur commise par la supposition que les nervures de l'arc étaient constantes, nous avons déterminé les mêmes poussées par le procédé graphique, en basant le calcul sur les véritables moments d'inertie de l'arc, et en opérant sur l'axe de gravité de l'arc et non sur son axe géométrique. Nous donnons ci-dessous les résultats obtenus, ainsi que ceux que nous avons déduits par l'application de la formule du prof. Weyrauch.

Position de la force	Formule 7)	Procédé graphique	Formule Weyrauch
1	0,4008	0,397	0,3965
2	0,3807	0,377	0,3766
3	0,3390	0,338	0,3379
4	0,2873	0,288	0,2847
5	0,2243	0,224	0,2222
6	0,1591	0,159	0,1578
7	0,0977	0,098	0,0970
8	0,0464	0,046	0,0461
9	0,0097	0,010	0,0097
total	1,9450	1,937	1,9287

En admettant que le calcul de la poussée de l'arc par le procédé graphique soit le plus exact, puisqu'il est basé sur le plus petit nombre de suppositions arbitraires, il résulte du tableau précédent que les résultats donnés par la formule 7) sont aussi approchés que ceux donnés par la formule de Weyrauch.

L'emploi de notre formule ne donne pas dans ce cas particulier un écart supérieur à $\frac{1}{2}\%$.

Nous ajouterons que de nombreuses applications, faites dans des conditions différentes, nous ont toujours conduit au même résultat.

Pour donner une idée de l'erreur commise par l'admission $\frac{l}{\sigma} \frac{\Delta x^2}{\Delta s} = l$, nous avons calculé cette expression, et l'avons trouvée égale à 48,9 tandis que $l = 62,5$; mais comme ce terme multiplié par $\frac{d^2}{\Delta s}$ s'ajoute à $\frac{l}{\sigma} y^2 = 6088$, l'augmentation subie par le dénominateur de H n'est que de 2 pour mille, et comme nous venons de le voir ne suffit pas encore tout à fait à compenser la diminution que nous avons fait subir à H en supprimant le terme $\frac{a}{\sigma} \frac{\Delta y \cdot \Delta x}{\Delta s}$ au numérateur.

Poussée due à la température.

En introduisant dans la formule générale la valeur de b , c'est à dire la dilatation de la corde que nous désignerons par $\epsilon r l$ et en supposant l'arc déchargé, il vient

$$\epsilon r l E F = H \left(\frac{l}{\sigma} y^2 \frac{\Delta s}{d^2} + \frac{l}{\sigma} \frac{\Delta x^2}{\Delta s} \right)$$

Remplaçant comme précédemment $\frac{l}{\sigma} \frac{\Delta x^2}{\Delta s}$ par l il vient

$$H_t = \frac{\epsilon r l E F}{\frac{l}{\sigma} y^2 \frac{\Delta s}{d^2} + l}$$

Si l'arc est de hauteur constante $\frac{\Delta s}{d^2}$ est constant et la formule de la poussée devient

$$H_t = \frac{\epsilon r l E F \cdot \frac{d^2}{\Delta s}}{\frac{l}{\sigma} y^2 + l \frac{d^2}{\Delta s}}$$

Pour notre cas particulier nous avons

$$\begin{aligned} \epsilon &= 30^0 & \epsilon &= 0,000012 & l &= 62,5 \\ E &= 18000000 & l & & F &= 0,0512 \text{ m}^2 \times 2 = 0,1024 \\ \frac{d^2}{\Delta s} &= 0,316 & \frac{l}{\sigma} y^2 &= 6088,24 \end{aligned}$$

et en substituant

$$H_t = 2,23 \text{ t}$$

Nous avons trouvé par le procédé graphique

$$H_t = 2,28 \text{ t}$$

et par la formule de Weyrauch

$$H_t = 2,124 \text{ t}$$

Ces trois résultats sont pratiquement égaux.

Si la hauteur de l'arc n'est pas constante, le calcul de la poussée se fait également d'une façon très-rapide: au lieu de calculer le moment des ordonnées de l'arc, il faut multiplier préalablement chacune de celles-ci par le rapport $\frac{\Delta s}{d^2}$ et exécuter les opérations que nous venons de développer.

Par l'application de cette méthode le calcul d'un arc à deux pivots n'est pas plus compliqué que celui d'une poutre reposant librement sur deux appuis.

Turin, Janvier 1887.

J. Rötchlisberger, Ing.

Notiz zur Frage der zulässigen Inanspruchnahme von Eisen und Stahl.

Meine, in Bd. VIII, No. 24 der „Schweiz. Bauzeitung“ mitgetheilten, auf Grund der *Wöbler-Bauschinger'schen* Dauerversuche aufgestellten Formeln zur Ermittlung der zulässigen Inanspruchnahme von Eisen und Stahl in Bauconstructionen haben unter anderm auch im „Centralblatt der Bauverwaltung“ (1886, No. 52; S. 518) eine Wiedergabe gefunden. Einige hierbei gemachte Bemerkungen veranlassen vorliegende Notiz.

Der Recensent, Hr. Z. sagt insbesondere folgendes:

„Uebrigens enthalten auch die Formeln von Prof Tetmajer einen willkürlichen Sicherheitsfactor (3,5); sie schliessen also denselben, schon in No. 17 des Central-Blattes für 1885 (S. 172) gerügten innern Widerspruch ein, wie alle ältern Formeln. Durch die Anwendung jenes Factors werden nämlich die Grenzen, zwischen denen sich die wirklichen Spannungen bewegen, ganz andere, als die bei Ableitung der Formeln benützten. Hiernach dürften die Formeln von Tetmajer kaum von grösserem Werthe sein als diejenigen seiner Vorgänger.“

Bzüglich des Vorwurfs der Wahl eines Sicherheitscoefficienten habe ich blos die Bemerkung, dass die Dimensionirung einer Bauconstruction ohne solchen bisher nicht gelungen ist und voraussichtlich auch nicht gelingen dürfte. Jedenfalls wäre ich Hr. Z. nur zu Dank verpflichtet, wenn er den Weg, der hierbei zu betreten wäre, wenigstens auch nur in grossen Zügen angedeutet hätte. Uebrigens ist mein Sicherheitsfactor keineswegs so willkürlich gewählt, als nach den Aussprüchen des Hr. Z. anzunehmen ist. Ich wählte diesen vielmehr derart, dass die gewonnenen Formeln zunächst für das Schweisssschmiedeeisen Zahlenwerthe liefern,

die den bisher allgemein als *bewährt* erkannten sich thunlichst anschmiegen und in extremen Fällen Coefficienten geben, welche die *ursprüngliche*, beziehungsweise die durch *Bauschinger* als *natürliche* Elasticitätsgrenze bezeichnete Grenze, angemessen unterschreiten. Vorschläge zu tief einschneidenden Veränderungen in schwebender Angelegenheit liegen ausserhalb der Sphäre unserer Competenz und es liegt übrigens hierfür eine begründete Veranlassung gar nicht vor. In unserem Falle kann es sich bloss um Formeln handeln, die constante Sicherheit für alle überhaupt möglichen Spannungszustände eines Constructionstheils geben, und da, wo nach der altergebrachten Methode der Dimensionirung Willkür und individuelles Gutdünken herrschte, eine, wenn auch empirisch-wissenschaftliche Gesetzmässigkeit zu substituieren.

Der gerügte innere Widerspruch, welcher nach Hrn. Z. darin besteht, dass durch Anwendung eines Sicherheitsgrades die der Ableitung der Formeln zu Grunde liegenden Spannungsgrenzen verschoben werden, bleibt mir unverständlich, steht übrigens auch mit dem angezogenen Passus auf S. 172, No. 17 des Central-Blattes vom Jahre 1885 insofern in Widerspruch, als dort von einer angeblichen Verschiebung der Spannungsgrenzen keine Rede ist.

Nach meiner Darlegung lässt sich der specifische obere Spannungswerth (σ_0) im Internale der zwischen R_{min} und R_{max} wechselnden Anstrengung eines Constructionstheiles, für alle Bedürfnisse der Praxis genügend genau durch

$$\sigma_0 = a + b \left(\frac{R_{min}}{R_{max}} \right) + c \left(\frac{R_{min}}{R_{max}} \right)^2$$

ausdrücken. Ein angemessener Bruchtheil dieses Spannungswerthes ist als zulässige Inanspruchnahme definirt und ist somit durch

$$\sigma = \frac{1}{n} \sigma_0$$

dargestellt. Da nun in der Function σ_0 bloss 2 Glieder das Verhältniss der eingrenzenden Anstrengungen enthalten, so wird durch Division des Sicherheitsfactors, es mag dieser klein oder noch so gross gewählt werden, an dem Verhältnisse dieser Anstrengung, somit an dem Werthe von σ_0 nichts verändert und ist völlig selbstverständlich, dass nur ein Bruchtheil desselben schliesslich als die practisch zulässige Inanspruchnahme des Materials erklärt werden kann.

Die Wahl der Grösse des Sicherheitsfactors war einmal an die Bedingung geknüpft, Zahlenwerthe zu erlangen, die sich mit den bisher bewährten möglichst decken und für alle Fälle obere Grenzwerte liefern, welche die ursprüngliche Elasticitätsgrenze zuverlässig unterschreiten. Als obere, zulässige Spannungsgrenze für Schweisssschmiedeeisen nimmt Director Gerber 1,6, Prof. Dr. Winkler 1,4, Prof. Launhard 1,2, Prof. Dr. Weyrauch 1,05 t pro cm^2 an, während *Laisle* und *Schübler*, vergl. Central-Blatt 1885, No. 14, S. 139, 0,7 bis 0,8 t wählen, welcher Betrag unter günstigen Verhältnissen noch um 10—15% erhöht werden darf. Die Annahmen *Laisle* und *Schübler's* sind durch die zahlreichen gut bewährten Ausführungen (Hochbauconstruction), die mit 1,0 t pro cm^2 dimensionirt wurden, entkräftet, andererseits erscheint 1,4 bis 1,6 t pro cm^2 als oberer Spannungswerth mit Rücksicht auf die unvermeidlichen Mängel der Ausführung, mit Rücksicht auf die Secundär-Spannungen und den Unterschied zwischen den wirklichen und den rechnungsgemässen Spannungszuständen, endlich mit Rücksicht auf den Umstand, dass Schweisseisen mit 1,2 bis 1,5 t pro cm^2 Elasticitätsgrenze nicht gerade zu grossen Seltenheiten gehört, zu hoch gegriffen.

Meine Formel für Schweisssschmiedeeisen gibt bei 3,5 facher Sicherheit einen obern Spannungswerth von

$$\sigma = 1,03 \text{ t pro } cm^2$$

nähert sich somit der *Weyrauch'schen* Annahme.

Im Uebrigen freut es mich, dass Hr. Z. meine Formeln in die Reihen derjenigen von Gerber, Launhard-Weyrauch, Winkler u. a. setzt; ich selbst beanspruche für sie weiter nichts, als dass sie dem bewährten Usus Rechnung tragend, dem *Wöhler'schen* Gesetze und zwar abweichend von andern, ähnlichen Formeln, ohne Sprung der Function beim Ueber-

gange von den gleichartigen zu den ungleichartigen Spannungswechseln folgen und dass die verwendeten Coefficienten Mittelwerthe der *Wöhler-Bauschinger'schen* Versuche darstellen, während bisher ausschliesslich die an sich geringzähligen *Wöhler'schen* Versuchsergebnisse hierzu benutzt wurden.

Prof. L. Tetmajer.

Eidg. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien.

Der Bericht, den der Vorsteher der eidg. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien über das abgelaufene 7. Betriebsjahr an den Präsidenten des eidg. Schulrathes erstattet hat, verdient die besondere Beachtung der Technikerschaft.

Vor Allem ist aus demselben die erfreuliche Thatsache ersichtlich, dass die Frequenz der Anstalt immer noch im Wachsen begriffen ist. Wenn in Betracht gezogen wird, dass in den fünf Betriebsjahren von 1882/86 an unserer eidg. Anstalt nicht weniger als 39 542 Versuche vorgenommen worden sind, so spricht diese Zahl wohl beredter als irgendwelche andere Erwägung für die Nützlichkeit und die, übrigens von Niemanden angezweifelte Berechtigung dieser Anstalt.

Leider sind jedoch die derselben zugewiesenen Localitäten nicht derart, um immer eine prompte Erledigung der Geschäfte zu ermöglichen. Vom Argen ist namentlich die Vertheilung der Anstalt auf zwei weit von einander entfernt liegende Locale, von denen dasjenige im Nordostbahnhof, in welchem die Werder'sche Festigkeitsmaschine aufgestellt ist, eine dauernde Arbeit während des Winters geradezu unmöglich macht. Denn dieses Local ist weder mit Beleuchtungs- noch mit Heizvorrichtungen versehen! Wie sehr dieses hemmend auf den Betrieb einwirken muss, liegt auf der Hand. Aber auch für die in jenem Locale Beschäftigten gehört es gewiss nicht zu den besondern Annehmlichkeiten während eines langen und strengen Winters, wie der verflossene war, stundenlang in einem ungeheizten Raume zu verweilen. Als eine Folge dieser Verhältnisse darf wohl bezeichnet werden, dass der dort angestellte Hilfsarbeiter erkrankte und im Frühjahr vorigen Jahres 10 Wochen lang an einer Lähmung darnieder lag.

Aber auch im Untergeschoss des Polytechnikums, wo die andere Hälfte der Anstalt untergebracht ist, sind die Verhältnisse keineswegs befriedigend. Die daselbst aufgestellte Festigkeitsmaschine sowie die Kugelmühle können wegen des durch ihren Betrieb hervorgebrachten Gepolters und wegen der Erschütterungen des Gebäudes nur in solchen Stunden in Thätigkeit versetzt werden, in welchen kein Unterricht in den darüber liegenden Sälen erteilt wird. Da ferner in den bezüglichen Localitäten keine Wasserleitung, keine Abzugsanäle vorhanden sind und eine Ventilationsvorrichtung gleichfalls fehlt, so muss der ganze, bedeutende Wasserbedarf von Hand aus- und eingetragen werden und es findet der Wasserdampf keinen Abzug. Die Folge davon ist, dass die Apparate und Instrumente empfindlich angegriffen werden. Eine Ableitung der Wasserdämpfe und Gase durch provisorisch angebrachte Kapellen hat sich nicht bewährt. Rechnet man noch die schädlichen Einflüsse der benachbarten Waschküche und Centralheizung, die Unmöglichkeit grössere Colli oder Prüfungsobjecte durch die mangelhaften und unpractischen Zugänge einzuführen, die Schwierigkeiten, die sich der Anlage von Schmelz- und Trockenöfen entgegenstellen hinzu, so darf gesagt werden, dass die projectirte Centralisation der Anstalt in's Hauptgebäude des Polytechnikums auch dann als keine befriedigende bezeichnet werden kann, wenn alle erforderlichen baulichen Veränderungen in den ehemaligen Vorcurslocalitäten durchgeführt sein werden.

Ueber die Thätigkeit der Anstalt in dem verflossenen Jahr fünf gibt nachstehende Tabelle Auskunft. Es wurden geprüft: