Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 99/100 (1932)
Heft: 23

Inhaltsverzeichnis

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: 14.07.2025

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

INHALT: Beitrag zum Problem der Schwind- und Temperaturspannungen in steifen Gewölben. — Das Rheinkraftwerk Ryburg-Schwörstadt. — Wettbewerb für eine Schulhausanlage an der proj. Tannenrauchstrasse in Zürich 2. — Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, 1931. — Temperaturregler für Wohn- und Fabrikräume. — Mitteilungen: Eidgen. Techn. Hochschule. Absperrorgane für Höchstdruckdampf. Selbsttragende Fernmelde-Luftkabel. Abteilung Literaturnachweis an der Bibliothek der E.T.H. Sinterkorund. Steinkohlenförderung der Welt. Werkbundsiedlungs-Ausstellung Wien 1932. Eiserner Strassenviadukt über die Waal. Hauptversammlung der deutschen Gesellschaft für Metallkunde. — Nekrologe: Marcell v. Kussevich. Fritz Zuppinger. — Wettbewerbe: Schulhausanlage und Hallenschwimmbad in Altstetten. Schulhaus mit Turnhalle in Muttenz. Kirchgemeindehaus Johanneskirche in Bern. Bebauungsplan der Stadt Lausanne. — Literatur. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 99 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. 23

Beitrag zum Problem der Schwind- und Temperaturspannungen in steifen Gewölben.

Von Dr. Ing. G. KRALL und Ing. H. STRAUB, Rom.

Bei der statischen Berechnung kleinerer, verhältnismässig steifer Gewölbe aus nichtarmiertem Stampfbeton oder Mauerwerk stösst man in der Praxis oft auf den Fall, dass der behördlicherseits geforderte Nachweis der Schwind- und Temperaturspannungen zu unverhältnismässig hohen Werten, besonders zu unzulässigen Zugspannungen (oder bei Vernachlässigung der Zugfestigkeit des Baumaterials, zu übermässig hohen Druckspannungen) führt. Zwar steht ausser Zweifel, dass in solchen Fällen die scheinbar die zulässigen Grenzen weit überschreitenden Spannungswerte, sofern sie nur hauptsächlich aus Schwinden und Temperatur herrühren, im allgemeinen die Sicherheit des Bauwerks keineswegs beeinträchtigen, da (neben dem günstigen Einfluss der praktisch stets vorhandenen Veränderlichkeit des Elastizitätsmoduls E mit der Spannung) nach Eintreten einiger Zugrisse die Steifigkeit des Bogens so stark herabgesetzt wird, dass die Spannungen sich nunmehr in zulässigen Grenzen halten. Der Versuch, diese Vorgänge rechnerisch zu erfassen, ist unseres Wissens bis jetzt noch nicht gemacht worden, weshalb der projektierende Ingenieur sich in derartigen Fällen oft vor Schwierigkeiten gestellt sieht, wenn trotzdem eine genaue statische Berechnung geliefert werden soll. Man greift dann in solchen Fällen etwa zum Einbau von Eiseneinlagen, oder Gelenken, die in Wirklichkeit gar nicht nötig wären, und die nur der einwandfreien Rechnung zuliebe hinzugefügt werden.

Im folgenden soll der Versuch gemacht werden, durch eine, wenn auch nur angenäherte Rechnung den günstigen Einfluss zu erfassen, den die entstehenden Zugrisse auf die Steifigkeit, und somit auf die Schwind- und Temperaturspannungen eines symmetrischen, eingespannten Bogens ausüben. Es sollen folgende Bezeichnungen gelten:

L = theoret. Spannweite, f = theoret. Pfeil, J_s, J_k = Trägheitsmoment im Scheitel bezw. im Kämpfer, E = Elastizitätsmodul, α = Temperaturausdehnungskoeffizient.

Der Einfluss des Schwindens soll in Form einer Temperaturerniedrigung eingeführt werden, so dass im folgenden nur noch von Temperaturspannungen die Rede sein wird. Eine Temperaturänderung Δt erzeugt einen im Schwerpunkt der elastischen Gewichte angreifenden Horizontalschub, der nach Prof. Dr. M. Ritter[1]) durch den Ausdruck

$$H_t = \frac{56}{3n+2}\,\frac{J_s}{f^2}\,E\,\alpha\,\Delta t \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

gegeben ist, worin $n = \frac{J_s}{J_k \cos\varphi_k}$ und wobei Bogenform und Veränderlichkeit des Querschnitts gewissen, in Wirklichkeit meist nahezu zutreffenden Gesetzen gehorchen. Wie ersichtlich wachsen, bei konstant bleibendem E, der Horizontalschub H_t und damit die Temperaturspannungen mit wachsendem J_s und J_k, d. h. mit wachsender Gewölbestärke.

Wie schon einleitend bemerkt, kann nun für die für kleine, steife Gewölbe praktisch in Frage kommenden Baustoffe (Beton, Mauerwerk) der Wert H_t im allgemeinen die nach Gleichung (1) errechneten, für den Bestand des Bauwerks gefährlichen hohen Werte in Wirklichkeit nicht erreichen, da einerseits mit wachsenden Spannungen der Elastizitätsmodul abnimmt, und anderseits infolge der geringen oder fehlenden Zugfestigkeit des Baustoffs Zugrisse eintreten, die eine starke Herabminderung der wirksamen J-, und infolgedessen auch der H_t-Werte zur Folge haben.

In dem folgenden Versuch einer rechnerischen Erfassung des auf diese Weise gebildeten neuen Gleichgewichtszustandes soll der Einfachheit halber der günstige Einfluss der Veränderlichkeit von E vernachlässigt und die Zugfestigkeit des Baustoffes = 0 gesetzt werden. In einem ebenen Querschnitt wird sich dann, bei ausserhalb des Kerns angreifender Drucklinie, die bekannte dreieckförmige Verteilung der Druckspannungen bilden.

Für ein gegebenes Gewölbe seien die Spannungen aus Eigengewicht und Verkehrslast nach der Elastizitätstheorie berechnet, und es werde mit σ_t die Temperaturspannung infolge $H_t = 1$ bezeichnet. Wie schon erwähnt, ist die wirkliche Grösse von H_t einstweilen noch unbestimmt, weil von J, und damit, unter den angenommenen Voraussetzungen, letzten Endes von den Spannungen und deren Verteilung im Querschnitt abhängig.

Für verschiedene, willkürlich angenommene Werte H von H_t ergeben sich für homogen gedachte Querschnitte die virtuellen Gesamtspannungen im Scheitel und im Kämpfer, unter Anwendung der üblichen Bezeichnungen,

$$\left.\begin{array}{ll} \text{im Scheitel:} & \sigma_s^{(o\,u)} = \sigma_{s\,(g)}^{(o\,u)} + \sigma_{s\,(p)}^{(o\,u)} + \sigma_{s\,t}^{(o\,u)}\,H \\ \text{im Kämpfer:} & \sigma_k^{(o\,u)} = \sigma_{k\,(g)}^{(o\,u)} + \sigma_{k\,(p)}^{(o\,u)} + \sigma_{k\,t}^{(o\,u)}\,H \end{array}\right\} \quad . \quad . \quad (2)$$

Die Werte $\sigma_s^{(o\,u)}$ und $\sigma_k^{(o\,u)}$ können positiv oder negativ sein, und aus ihnen kann rückschliessend die Exzentrizität e, und damit die Lage der Resultierenden aller inneren Kräfte berechnet werden nach der Formel

$$e = \left| \frac{\sigma_o - \sigma_u}{\sigma_o + \sigma_u}\,\frac{h}{6} \right|$$

worin h die Bogenstärke bedeutet. Die virtuellen Gesamtspannungen am obern, bezw. untern Ende sind hier und in der Folge zur Abkürzung einfach mit σ_o bezw. σ_u bezeichnet.

Unter der gemachten Annahme der Vernachlässigung der Zugspannungen wird, falls $h/2 > e > h/6$ [2]), nur ein Bruchteil $3\,(h/2 - e)$ der gesamten Gewölbestärke zur Wirkung kommen, und an Stelle des Gesamtträgheitsmomentes $J = b\,h^3/12$ tritt das wirksame Trägheitsmoment

$$J' = J\left[\frac{3\left(\frac{h}{2} - e\right)}{h}\right]^3 = J\,\frac{27}{8}\left[1 - \frac{\sigma_o - \sigma_u}{3\,(\sigma_o + \sigma_u)}\right]^3 \quad . \quad . \quad (3)$$

Da die Werte σ aus Eigengewicht und Verkehrslast festgesetzt sind, treten die wirksamen Trägheitsmomente in Scheitel und Kämpfer als Abhängige derselben und der Grösse H auf, die wir uns als willkürlich veränderlich denken. Wir können also schreiben:

$$J_s' = J_s'\,(\sigma_s^{(o)};\ \sigma_s^{(u)};\ H) \qquad J_k' = J_k'\,(\sigma_k^{(o)};\ \sigma_k^{(u)};\ H)$$

Wenn angenommen wird, dass auch ausserhalb der Scheitel- und Kämpferquerschnitte das auf Zug beanspruchte Baumaterial gerissen sei, d. h. dass J' sich zwischen den Werten J_k' am Kämpfer und J_s' im Scheitel nach einem ähnlichen Gesetz verändert wie J [3]), so können wir nach Gleichung (1) den Schub H_t' berechnen, den die gegebene Temperaturdifferenz Δt in einem Bogen von der Steifigkeit J' erzeugen würde:

$$H_t' = \frac{56}{3\,n' + 2}\,\frac{J_s'\,(\sigma_s^{(u)};\ \sigma_s^{(o)};\ H)}{f^2}\,E\,\alpha\,\Delta t \quad . \quad . \quad (4)$$

$$n' = \frac{J_s'}{J_k'\cos\varphi_k}$$

[1]) *M. Ritter*, „Beiträge zur Theorie und Berechnung der vollwandigen Bogenträger", Berlin 1909.

[2]) Falls $e > h/2$, oder $(\sigma_o - \sigma_u)/(\sigma_o + \sigma_u) > 3$, reisst der ganze Querschnitt und es wird $J' = 0$; wenn $e < h/6$, oder $(\sigma_o - \sigma_u)/(\sigma_o + \sigma_u) < 1$, bleibt der ganze Querschnitt gedrückt und es bleibt $J' = J$.

[3]) Die Annahme ist praktisch zulässig, trotzdem sich in der Gegend der Gewölbeviertel eine Zone ohne Zugrisse, und somit eine Unstetigkeit im Verlauf der J'-Werte befindet, denn die J-Werte auf der Höhe des Schwerpunktes der elastischen Gewichte haben nur einen geringen Einfluss auf die statisch unbestimmten Grössen.