Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **89/90 (1927)**

Heft 19

PDF erstellt am: **27.04.2024**

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: Die praktische Berechnung der Biegebeanspruchung in kreisrunden Behältern mit gewölbten Böden und Decken und linear veränderlichen Wandstärken. — Schaffhausen als Industriestadt. — L'aménagement de la vallée du Flon à Lausanne. — Das Tensometer von Huggenberger. — Theorie und Praxis der elektrischen Lichtbogen-Schweissung. — XI. Congrès International des Architectes, 1927. — † Hans Hugi. — Mitteilungen: Die rechtliche Ordnung der schweizerischen Elektrizitätsversorgung. Schweizer. Wasserwirtschaftsverband. Eidgen. Oberbauinspektorat. Gas- und Wasserwerk der Stadt Luzern. Le Corbusier. Eidgen. Tochnische Hochschule. — Wettbewerbe: Schulhaus in Zollikofen bei Bern. Ueberbauung des Stampfenbach-Areals in Zürich. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Basler I.- u. A.-V. S. T. S.

Band 90. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 19

Die praktische Berechnung der Biegebeanspruchung in kreisrunden Behältern mit gewölbten Böden und Decken und linear veränderlichen Wandstärken.

Von Dr. Ing. PETER PASTERNAK, Privatdozent an der Eidgen. Techn. Hochschule in Zürich.

Die wirtschaftlichste Form für Hoch- und Tiefbehälter mit grösserem Fassungsvermögen ist zweifellos die im Titel genannte; denn es treten in solchen Behältern als Hauptbeanspruchungen die gleichförmig verteilten, statisch bestimmten Membran-Spannungen auf, die für die kreiszylindrische Wand und die gewölbten Böden und Decken die geringsten Beton- und Bewehrungs-Abmessungen ergeben.

Beträchtliche *Nebenspannungen,* die namentlich in Eisenbetonbehältern als Zugspannungen infolge der zusätzlichen *Meridianbiegemomente* nicht vernachlässigt werden dürfen, stellen sich nur in den Randkreisen ein, infolge der monolithischen Verbindung der Wand mit den Böden und Decken. Die an den genannten Stellen nötige Zusatzbewehrung erhöht die Behälterkosten nur in ganz geringem Masse, da die Meridianbiegemomente sehr rasch, von den Rändern weg, in das Innere der Wände, Böden und Decken abklingen.

Gerade umgekehrt ist die Grössenordnung der innern Schnittkräfte in den rechteckigen Kastenbehältern. Hier überwiegen die Biegebeanspruchungen bedeutend die von den zentrischen Normalkräften herrührenden Spannungen, und es ergeben sich deswegen in solchen Behältern sehr starke Beton- und Bewehrungs-Abmessungen, die selbst bei mässig grossen Spannweiten die Anordnung von in mancher Hinsicht störenden Zwischenstützen erfordern.

Freilich verlangen die kreisrunden Behälter, zumal in der Verschalungsarbeit der gewölbten Böden und Decken, eine ungleich sorgfältigere Ausführung und also technisch besser geschulte Arbeitsorgane. Die Ersparnisse an teurem Baumaterial, wie Zement und Eisen, die bei grössern Objekten gegenüber den Kastenbehältern 30 % und mehr betragen, fallen aber so stark ins Gewicht, dass man, bei Turm- und eingegrabenen Behältern unter Aufschüttung, ohne zwingende Gründe auf die kreisrunde Form und gewölbte Decken und Böden nicht verzichten soll.

Meistens begnügt man sich mit der Bemessung kreisrunder Behälter auf Grund der statisch bestimmten, spezifischen Meridian- und Ringnormalkräfte, deren einfache Berechnung schon *Lamé* angegeben hat. Es ist dann gleichgültig, ob die Wandstärken konstant oder veränderlich sind.

Für die Berechnung der zusätzlichen Meridianbiegemomente in den Anschlusskreisen bildet dies aber eine wesentliche Erschwerung, wenn nach mathematisch strengen Lösungen der sich ergebenden Differentialgleichungen geforscht wird. Begnügt man sich aber mit Näherungslösungen, die bei Eisenbetonbehältern mit den stark schwankenden elastischen Eigenschaften des Beton als begründet erscheinen, so können auch bei *linear veränderlichen Wandstärken einfache geschlossene Formeln für die als Matrixvorzahlen in die Kontinuitätsbedingungen tretenden Einflusszahlen der elastischen Randbewegungen der Einzelschalen* aufgestellt werden.[1])

[1]) Für *konstante* Wandstärken sind solche Formeln vom Verfasser schon früher angegeben worden in den Abhandlungen: „Formeln zur raschen Berechnung der Biegebeanspruchung in kreisrunden Behältern". „S. B. Z." 1925 S. 129, und „Die praktische Berechnung biegefester Kugelschalen, kreisrunder Fundamentplatten auf elastischer Bettung und kreiszylindrischer Wandungen in gegenseitiger monolither Verbindung". (Mit einem Zusatz über die Kegelschale) „Zeitschrift f. angew. Math. u. Mech." 1926 S. 1 bis 29.

I. Die kreiszylindrische Behälterwand mit linear veränderlicher Wandstärke.

Diese ist erstmals von Professor *H. Reissner* behandelt worden in der Arbeit: „Ueber die Spannungsverteilung in zylindrischen Behälterwänden." [2]) In jener Abhandlung findet sich noch nicht die Zerlegung der sich ergebenden Differentialgleichung vierter Ordnung in zwei simultane zweiter Ordnung mit dem gleichen Differentialoperator, die der genannte Verfasser 1912 in der „Müller-Breslau Festschrift" für die Kugelschale gegeben und die Professor Dr. *E. Meissner* als grundlegend für das Biegeproblem aller Rotationsschalen erkannt hat. Zur Ableitung unserer Näherungslösung gehen wir von den simultanen Differentialgleichungen nach Prof. E. Meissner aus.[3])

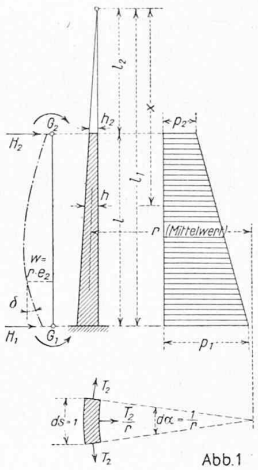

Abb. 1

Bezeichnungen (Abbildung 1).

a) für die *Wandabmessungen:*

r unveränderlicher Radius der Wand-Mittelfläche,

h linear veränderliche Wandstärke, h_1 und h_2 Randwerte,

l Wandlänge, l_1 und l_2 Abszissen des obern und des untern Randes inbezug auf den gewählten Nullpunkt, d. i. der Schnittpunkt der äussern und der innern Mantellinie im Meridianschnitt.

b) für die *spezifischen Werte der Schnittkräfte:*

T_2 Ringkraft, T_{20} ihr statisch bestimmter Wert,

H Querkraft, Randwerte H_1, H_2

G Meridianbiegemoment; Randwerte G_1, G_2,

c) für die *Deformationsgrössen:*

$e_3 = E\varepsilon_2 = E$-fache Ringdehnung,

$d = E\vartheta = E$-fache Meridian-Tangentendrehung,

d_0 ihr statisch bestimmter Wert.

d) *als stetig verteilte Belastung zwischen den Wandrändern wird ein linear veränderlicher Horizontaldruck* (Flüssigkeits- bezw. Erddruck) *p, mit den Randwerten p_1, p_2 angenommen.*

Der sehr geringe Einfluss der Vertikalbelastungen auf die Durchbiegung der Wand wird vernachlässigt, also gesetzt

$$\nu = \frac{1}{m} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Sämtliche weitern Bezeichnungen werden erst dort eingeführt, wo sie erstmals auftreten.

Gleichgewichtsbedingungen:

gegen Verschieben eines Wandelementes in horizontaler Richtung

$$\frac{T_2}{r} + H' - p = 0 \text{ oder } T_2 = -rH' + pr = -rH' + T_{20} \quad (2a)$$

gegen Drehen $G' = H$ (Satz von Schwedler) (2 b)

Elastizitätsbedingungen (unter Vernachlässigung von ν)

$$G = \frac{-h^3}{12} d' \quad . \quad . \quad (3a) \qquad e_2 = \frac{T_2}{h} \quad . \quad . \quad (3b)$$

[2]) „Beton und Eisen" 1908, Heft 6.

[3]) Ueber Elastizität und Festigkeit dünner Schalen. „Vierteljahrsschrift der Naturforsch. Gesellschaft Zürich" 1915. Vgl. auch Fussnote 7.