

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 89/90 (1927)  
**Heft:** 19

## 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:** 22.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://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. Oberbauspektorat. Gas- und Wasserwerk der Stadt Luzern. Le Corbusier. Eidgen. Technische Hochschule. — Wettbewerb: 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 grösseren 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 Lami 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 Matrixvoraussetzung in die Kontinuitätsbedingungen tretenden Einflusszahlen der elastischen Randbewegungen der Einzelschalen aufgestellt werden.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 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, kreisrunden Fundamentplatten auf elastischer Bettung und kreiszylindrischer Wandungen in gegenseitiger monolithischer Verbindung“. (Mit einem Zusatz über die Kugelschale) „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.“<sup>2)</sup> 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.<sup>3)</sup>

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 oberen und des unteren Randes in bezug auf den gewählten Nullpunkt, d. i. der Schnittpunkt der äussern und der inneren 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:  $e_2 = Ee_2$  =  $E$ -fache Ringdehnung,  $d = E\theta = E$ -fache Meridian-Tangentendrehung,  $d_0$  ihr statisch bestimmter Wert.

d) als stetig verteilte Belastung zwischen den Wandrändern wird ein linear veränderlicher Horizontaldruck (Flüssigkeits- bzw. 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

$$v = \frac{1}{m} = 0 \quad \dots \quad (1)$$

Sämtliche weiteren 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  $v$ )

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

<sup>2)</sup> „Beton und Eisen“ 1908, Heft 6.

<sup>3)</sup> Ueber Elastizität und Festigkeit dünner Schalen. „Vierteljahrsschrift der Naturforsch. Gesellschaft Zürich“ 1915. Vgl. auch Fussnote 7.

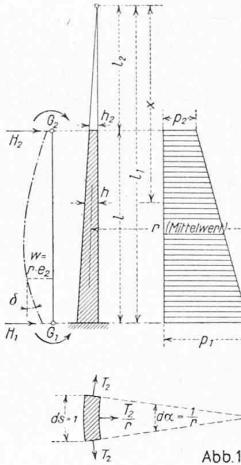


Abb. 1