Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103/104 (1934)
Heft: 12

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: 08.08.2025

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

INHALT: Die günstigste Form von Kesselböden. — Das neue Schlachthaus von Aarau. — Von der Zürcher Kunstgewerbeschule. — Mitteilungen: Die Elektrifizierung der italienischen Bahnen. Elektrisch beheizter Beton im Tiefbau. Meisterprüfungen im Gewerbe. Elbebrücke Tangermünde. Ueber die elektrisch geschweisste Naht im Eisenbetonbau. Die Arbeitslosigkeit in den technischen Berufen. Basler Rheinhafenverkehr. Note II relative au coup de bélier et à son influence sur le réglage automatique des turbines par Charles Jaeger. — Nekrologe: Jakob Nold. — Literatur. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 103 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. 12**

Die günstigste Form von Kesselböden.

Von Dr. sc. techn. FRITZ SCHULTZ-GRUNOW, Kassel.

[Entwicklung einer Methode zur Bestimmung der günstigsten Bodenform von Kesseltrommeln, deren Anwendung auf einen bestimmten Fall und Berechnung der hierbei auftretenden Spannungen.]

Als günstigste Bodenform in Bezug auf Materialausnützung wird bis jetzt das abgeplattete Drehellipsoid mit dem Axenverhältnis 2 : 1 (Abb. 1) angesehen, denn bei dieser Form sollen sowohl im Boden als auch im Zylinder gleich hohe Maximalspannungen auftreten. Zu dieser Aussage gelangte *Geckeler*[1]) mit Hilfe seiner leistungsfähigen Näherungstheorie des Elastizitätsproblems dünner, axensymmetrischer Schalen. Inzwischen ist diese Theorie weiter entwickelt worden[2]), wodurch sich neue Einblicke in die Festigkeit von Böden ergeben, welche die genannte Form nun nicht mehr als die günstigste erscheinen lassen.

Für die Festigkeitsrechnung sieht man nach dieser Theorie jeden Breitenkreis, in dem eine Unstetigkeit in der Wandstärke, Krümmung oder in der Richtung der Meridiantangente auftritt, als Schalenrand an, d. h. man denkt sich die Schale längs dieses Kreises aufgeschnitten. Bei Kesseln tritt eine Unstetigkeit in der Krümmung am Uebergang vom Zylinder zum Boden auf (Abb. 1), an welchem der Meridiankrümmungsradius R_1 von dem Werte unendlich im Zylinder auf den endlichen Wert im Boden sprunghaft übergeht, und bei dem Kessel in Abb. 2 tritt noch eine Unstetigkeit in der Richtung der Meridiantangente am Uebergang hinzu. Demnach hat man sich den Boden vom Zylinder abgetrennt zu denken.

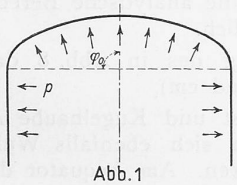

Abb. 1

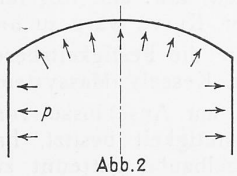

Abb. 2

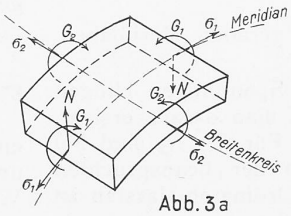

Abb. 3a

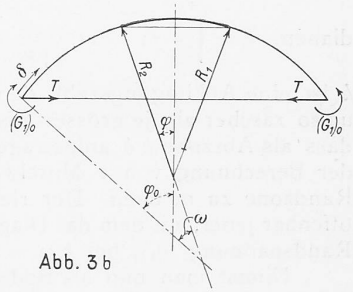

Abb. 3b

Die Festigkeitsberechnung setzt sich dann aus zwei Teilen zusammen: Zuerst errechnet man die Membranspannungen aus den bekannten Formeln[3])

$$\sigma_1{}^* = p\,\frac{R_2}{4h}\;;\quad \sigma_2{}^* = \sigma_1{}^*\left(2 - \frac{R_2}{R_1}\right) \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

σ_1 bedeute Meridian-, σ_2 Ringspannung, h die halbe Wandstärke, R_1 den Meridiankrümmungsradius, R_2 den zweiten Hauptkrümmungsradius (Abb. 3a, b). Man erhält die Formeln unter Vernachlässigung der Biegung rein aus den Gleichgewichtsbedingungen für eine allseits geschlossene, durch den Druck p belastete Schale, die einen einfach zusammenhängenden Raum bildet, und deren Meridian keinen Wendepunkt besitzt. Am Kesselboden, der eine nicht geschlossene Schale dieser Art darstellt, erfordert dieser Spannungszustand die Randspannung $\sigma_1{}^*$, denn dann ist er ebenso belastet wie als Teil einer geschlossenen. Entsprechend ist auch am Zylinderrande die Spannung $\sigma_1{}^*$ anzubringen. Der Membranspannungszustand verlangt also eine ganz bestimmte Randbedingung, nämlich die alleinige Wirkung der genannten Randspannung. Am Kessel ist sie aber nicht erfüllt, denn unter der Wirkung des Druckes p und der Randspannung $\sigma_1{}^*$ (Abb. 4) würde sich der Bodenrand um

$$\varepsilon_{2\mathrm{II}}{}^* = (\sigma_{2\mathrm{II}}{}^* - \nu\,\sigma_{1\mathrm{II}}{}^*)\,\frac{1}{E} = \frac{p}{E}\,\frac{R_{2\mathrm{II}}}{4h}\left(2 - \nu - \frac{R_{2\mathrm{II}}}{R_{1\mathrm{II}}}\right)$$

und der Zylinderrand um

$$\varepsilon_{2\mathrm{I}}{}^* = \frac{p}{E}\,\frac{R_{2\mathrm{I}}}{4h}\,(2 - \nu)$$

ausweiten; beide Ränder würden sich also um verschiedene Beträge dehnen, was der Wirklichkeit nicht entspricht. (Index I soll sich im Folgenden stets auf den Rand mit der grösseren Dehnung $\varepsilon_2{}^*$ beziehen, II auf den andern. E = Elastizitätsmodul für Zug.) Diese unwirkliche Randbedingung kann man aber der tatsächlich auftretenden, die aussagt, dass sich beide Ränder gleichartig deformieren, dadurch angleichen, dass man eine Randbelastung durch Momente $(G_1)_0$ und durch Kräfte T ohne Komponente in Axenrichtung (Abb. 3b) überlagert, welche die anschliessenden Ränder wechselseitig aufeinander ausüben. Wie hierbei vorzugehen ist, und wie die Grösse dieser Belastung ermittelt wird, habe ich letzthin[2]) gezeigt. Es ergab sich damals, dass beide Ränder, wenn sie wie in Abb. 1 tangential anschliessen, bemerkenswerterweise nur eine Kraft T und kein Moment aufeinander ausüben. Dieses Resultat gilt auch, wenn der Randwinkel φ_0 (Abb. 1) einen andern Wert als 90° besitzt, aber nicht kleiner als 30° ist, denn bei $\varphi_0 < 30°$ stimmen die Voraussetzungen der Näherungstheorie nicht mehr gut genug. Im Falle des nicht tangentialen Anschlusses ergaben sich so hohe Randbelastungen und damit Beanspruchungen, dass eine Bodenform nach Abb. 2[4]) hier ausser Betracht fällt. Für die Errechnung der Randkraft mit dem Betrage T pro Längeneinheit des Randes wurde im Falle des tangentialen Anschlusses die Formel

$$T = \frac{\sigma_{2\mathrm{I}}{}^* - \sigma_{2\mathrm{II}}{}^*}{8h\sin\varphi_0\left[\sqrt[4]{\frac{3}{4}(1-\nu^2)}\,\left(\sqrt{\frac{R_2}{h}}\right)_0 - \frac{\nu}{2}\,\mathrm{ctg}\,\varphi_0\right]}$$

abgeleitet[2]), ferner die Beziehung

$$(\sigma_2)_0 = \frac{\sigma_{2\mathrm{I}}{}^* - \sigma_{2\mathrm{II}}{}^*}{2 - \nu\,\dfrac{\mathrm{ctg}\,\varphi_0}{\sqrt{\frac{3}{4}(1-\nu^2)}}\,\left(\sqrt{\dfrac{h}{R_2}}\right)_0}\,, \quad . \quad . \quad (2)$$

welche die von T verursachte Randspannung σ_2 liefert. Es bedeutet ν den reziproken Wert der Querdehnungszahl m; Index o kennzeichnet jene Randgrössen, die an den anschliessenden Rändern gleiche Werte haben.

Im zweiten Teile der Festigkeitsrechnung hat man dann die Spannungen, die T verursacht, zu errechnen

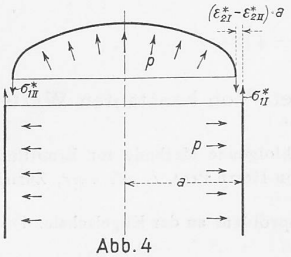

Abb. 4

[1]) *J. Geckeler*, Forsch.-Arb. Ing. Wes. (1926), Heft 276.

[2]) *F. Schultz-Grunow*, Ing.-Arch. (1933), Bd. IV, Heft 6, S. 339.

[3]) Siehe etwa L. Föppl: Drang und Zwang.

[4]) Diese Bodenform ist bereits von J. Geckeler, jedoch unrichtig, berechnet worden.