

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 121/122 (1943)
Heft: 15

Inhaltsverzeichnis

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>

INHALT: Bemessung und Bruchsicherheit von Rohrleitungen, insbesondere von Eternitleitungen. — Wettbewerb für das Freibad Letzigraben, Zürich. — Mitteilungen: Ermüdungsfestigkeit von Kurbelwellen. Schwingungsdämpfende Wirkung von Werkstoffen. Leistungsverbesserung bestehender Wasserkraftanlagen. Schweizerwoche und Werkver-

bundenheit. Schweiz. Rhone-Rheinschiffahrts-Verband, Sekt. Ostschweiz. Strassenbrücke über die Rhone beim Kraftwerk Chèvres (Genf). Der erste Viertakt-Verbrennungsmotor. Eidgen. Techn. Hochschule. — Literatur. Mitteilungen der Vereine. Vortragskalender.

Band 122

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. 15

Bemessung und Bruchsicherheit von Rohrleitungen, insbesondere von Eternitleitungen

Von Ing. Dr. A. VOELLMY, Abteilungsvorsteher der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt, Zürich

Die nachfolgend dargelegten Berechnungsgrundlagen wurden in Folge eines Auftrages der Eternit A.-G., Niederurnen, in erster Linie für die Berechnung von Eternitleitungen zusammengestellt; sie sind aber zum grössten Teil von allgemeiner Gültigkeit und können deshalb sinngemäss auch auf Rohre von anderem Material angewendet werden.

Für die Bemessung von Rohrleitungen sind im allgemeinen massgebend:

- a) Die hydraulischen Verhältnisse;
- b) Die Belastung durch Ueberschüttung, Wasserfüllung und Eigengewicht, welche Lasten vorwiegend durch die Ringbiegebeanspruchung aufgenommen werden, wozu bei Verlegung auf Sockeln noch die Längsbiege- und Schubbeanspruchung kommt;
- c) Der Wasser-Innendruck, aufgenommen durch die Ring-Zugbeanspruchung der Rohre;
- d) Bei den auftretenden Beanspruchungen ist die Dichtigkeit der Muffen und Anschlüsse zu gewährleisten;
- e) Die Beständigkeit der zementgebundenen Eternitrohre gegen chemische Einflüsse ist nach bisherigen Erfahrungen gesichert, wenn diese im ungeschützten Zustand nicht einem zementgefährlichen Wasser oder Boden ausgesetzt werden¹⁾.

Die oben bezeichneten Beanspruchungsarten und Einflüsse werden in der Folge nur soweit behandelt, als sie nicht schon im Bericht No. 35 des Schweiz. Verbandes für die Materialprüfungen der Technik¹⁾ eingehend untersucht worden sind.

I. Wasserführung

Der für eine vorgeschriebene Wasserführung erforderliche hydraulische Radius R in m kann auf Grund der folgenden, durch Versuche an Eternitleitungen belegten Formel²⁾ ermittelt werden:

$$v = \frac{Q}{F} = 140 R^{0,645} J^{5,9}$$

v = Fließgeschwindigkeit in m/s (normalerweise < 2 m/s)

Q = Durchflussmenge in m³/s

F = Leitungsquerschnitt in m²

J = Gefälle der Energielinie (bei unveränderlicher Geschwindigkeit ist J = Druckhöhengefälle)

R = hydraulischer Radius = $\frac{1}{4}$ lichter Durchmesser in m

Hieraus ergibt sich bei vorgeschriebener Wasserführung und gegebenem Druckhöhengefälle der Durchmesser D aus der Formel

$$D^{2,645} = 0,0224 \frac{Q}{J^{5,9}}$$

$$\text{oder} \quad \log D = 0,378 \left(\log Q - \frac{5}{9} \log J - 1,653 \right)$$

zur Auswertung der obigen Formeln eignen sich graphische Tafeln, wie solche z. B. im Schweiz. Ingenieurkalender (Kap. 16) zu finden sind.

II. Beanspruchung durch Ueberschüttung, Wasserfüllung und Eigengewicht

Das Raumgewicht γ von losem Schüttungsmaterial nimmt zunächst mit wachsender Feuchtigkeit ab, um bei einem bestimmten Wassergehalt (für Sandkies bei rd. 3%) ein Minimum zu erreichen, das bis 15% geringer ist, als das Raumgewicht im trockenen Zustand. Bei weiter wachsender Feuchtigkeit nimmt das Raumgewicht wieder zu und übersteigt schliesslich das Raumgewicht für den trockenen Zustand. Sind sämtliche Hohlräume mit Wasser gefüllt, so beträgt das Raumgewicht:

$$\gamma_n = (1 - n) \gamma_s + n \gamma_w$$

wo γ_s = spezifisches Gewicht des Schüttungsmaterials = $2,6 \div 2,7$ t/m³

$$\gamma_w = \text{spezifisches Gewicht des Wassers} = 1 \text{ t/m}^3$$

¹⁾ M. Ros: Gegenwärtiger Stand und aktuelle Probleme hochwertiger stahlbewehrter und nicht bewehrter Zementrohre. — A. Voellmy: Die Bruchsicherheit eingebetteter Rohre. — H. Gessner: Die natürlichen chemischen Einflüsse auf Beton.

²⁾ A. Stucky: Etudes des pertes de charge dans les Tuyaux Eternit. Communications du Laboratoire d'Hydraulique de l'Ecole d'Ingénieurs à l'Université de Lausanne.

$$n = \frac{\gamma_s - \gamma_t}{\gamma_s} = \text{Porenziffer}$$

γ_t = Raumgewicht des Schüttungsmaterials im trockenen Zustand.

Liegen für Reibungswinkel und Raumgewicht keine besonderen Versuchsergebnisse vor, so können für überschlägliche Rechnungen folgende Werte verwendet werden:

Für naturfeuchte Gerölle und Sande bis nasse, lehmige Materialien

$$\text{Reibungswinkel } \rho = 35^\circ \text{ bis } \rho = 20^\circ$$

$$\text{Raumgewicht } \gamma = 1,7 \text{ t/m}^3 \text{ bis } \gamma = 2,1 \text{ t/m}^3$$

Der innere Reibungswinkel ρ kann mit genügender Genauigkeit dem natürlichen Böschungswinkel gleichgesetzt werden. Dieser wird durch wechselnde Feuchtigkeit des Schüttungsmaterials wenig beeinflusst, dagegen wächst die scheinbare Kohäsion mit abnehmender Feuchtigkeit. Für die Berechnung des Erddrucks auf überschüttete Rohre kann im allgemeinen die Kohäsion in angenäherter Weise durch eine Erhöhung des Reibungswinkels berücksichtigt werden. Bei trockenem Aufschütten werden lehmige Materialien infolge der scheinbaren Kohäsion schollig, wobei etwa der für Gerölle massgebende Reibungswinkel erreicht wird. Wird lehmiges Material eingeschlämmt, so ergibt sich bei nachheriger Austrocknung infolge scheinbarer Kohäsion und Schwinden eine starke Verminderung des Seitendrucks; es ist für dessen Berechnung in diesem Fall zur Sicherheit der Reibungswinkel $\rho \approx 90^\circ$ zu setzen. In den meisten praktischen Fällen ist der an Grabenwandungen wirksame Reibungswinkel ρ' des Ueberschüttungsmaterials nicht viel geringer als der innere Reibungswinkel ρ .

Das Eigengewicht des Eternitmaterials kann mit Hilfe seines mittleren Raumgewichtes $\gamma_E \approx 2,0$ t/m³ ermittelt werden.

1. Rohrbeanspruchung bei stetiger Lagerung, z. B. auf Sandbett oder Betonsohle

Wenn die Belastung und Lagerung in Längsrichtung der Rohrleitung stetig erfolgt, derart, dass diese Verhältnisse für die jeweils betrachtete Rohrlänge als konstant angenommen werden können, so gelten für die Rohrberechnung die Formeln von Abb. 1. Diese Angaben stützen sich auf eingehende Untersuchungen¹⁾, die für die gewöhnliche Berechnung insofern vereinfacht wurden, als hier die Ueberschüttungshöhe der oberen Rohrhälfte als konstant angenommen und zugleich vorausgesetzt wurde, dass der aktive Seitendruck im unteren Viertel des Rohrumfanges verschwinde. An dieser Stelle ist, wie Druckmessungen zeigten, der Seitendruck immer sehr gering, somit hat die getroffene Annäherung keine nennenswerten Ungenauigkeiten zur Folge. Das letzte Glied in den Formeln Abb. 1 ergibt sich aus der Berücksichtigung der Krümmung der Rohrwandung²⁾.

Der in weiten Aufschüttungen zu berücksichtigende Zusatzdruck infolge Nachgiebigkeit der Schüttung ergibt sich aus Abb. 2. Die Bedeutung der Bezeichnungen ist aus den Abb. 1 und 2 ersichtlich (Seite 178).

Bei Verlegung der Leitung in Gräben ergibt sich infolge Reibung des Schüttungsmaterials an den Grabenwandungen eine Reduktion der Rohrbelastung. Der in der diesbezüglichen Formel von Abb. 1 einzusetzende Faktor Φ kann aus dem Graphikon Abb. 3 entnommen werden.

Für den Nachweis der Angaben von Abb. 1 bis 3, sowie für besondere Fälle wird auf die bezüglichen Untersuchungen des Verfassers verwiesen³⁾.

2. Rohrbeanspruchung bei Lagerung auf einzelnen Sockeln

Die Lagerung wird auf Sockeln angeordnet, wenn bei durchgehender Bettung auf dem vorliegenden Baugrund für die in Betracht fallenden Ueberschüttungshöhen keine genügende Bruchsicherheit oder feste Lage gewährleistet werden kann, die genannten Erfordernisse aber noch nicht eine durchgehende Bettung auf einer Betonsohle notwendig machen. Für die Rohrberechnung ist immer anzunehmen, dass die gesamten Belastungen durch die Sockel aufgenommen werden, selbst wenn die Rohre

³⁾ A. Voellmy: Eingebettete Rohre. Zürich 1937.