

Wirtschaftliche Bemessung von Druckrohrleitungen

Autor(en): **E.St.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **68 (1950)**

Heft 9

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-57976>

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.

Massgebend ist der grössere Wert von σ_{kr} nach Gleichung (5) oder (7). Praktisch wird Gleichung (7) jedoch nur bei verhältnismässig dickwandigen Rohren massgebend.

Es fragt sich noch, in welchen Abständen in Längsrichtung des Rohres die Verankerungen vorzusehen sind. Man kann die in einem Rohrquerschnitt angeordneten Verankerungen in ihrer Wirkung mit Versteifungsringen vergleichen, für deren Abstand wir bereits ein Kriterium angegeben haben. Man tut jedoch gut, bei kleiner Anzahl n den Längsabstand angemessen zu reduzieren.

Die einzelne Verankerung selbst kann theoretisch auf Grund der gemachten Annahmen nicht dimensioniert werden, da sich bei Ausbildung von n gleichen Beulen keine Schubkräfte auf die Anker errechnen lassen.

Einen Anhaltspunkt erhalten wir jedoch, wenn wir Ausführungs- und Montage- Ungenauigkeiten in der Kreisform des Rohrquerschnittes berücksichtigen. In jedem für sich verankerten Rohrabschnitt werden sich die Ringspannungen entsprechend seinem mittleren Krümmungsradius einstellen. Nehmen wir einen ellipsenartigen Querschnitt an, dessen Durchmesserabweichungen bei einigermassensorgfältiger Ausführung und Montage $\pm 1\%$ betragen, und setzen vier Verankerungen in den Winkelhalbierenden der Hauptachsen dieser Ellipse voraus, so weichen die Krümmungsradien, wie leicht nachzuweisen ist, um rd. $\pm 2\frac{1}{2}\%$ vom theoretischen Wert ab. Eine Verankerung ist daher auf eine Schubkraft von $\pm 2 \cdot 2,5 = \pm 5\%$ der anteilhabierenden Ringkraft zu dimensionieren. Man wird die Schubkraft S einer Verankerung also mit

$$(7a) \quad S = 0,05 \delta L \sigma$$

zugrundelegen, worin mit L der Abstand der Verankerungen in der Längsrichtung bezeichnet ist. Sind mehr als vier Verankerungen vorhanden, so empfiehlt es sich, die einzelne Schubkraft gleichwohl mit obigem Wert anzunehmen, da örtliche Aenderungen im Krümmungsradius wohl ebenso gross sein können.

Nehmen wir z. B. $\delta = 1$ cm, $L = 125$ cm und $\sigma = 1,20$ t/cm² an, so ergibt sich

$$S = 7,5 \text{ t}$$

Wie soll nun diese bedeutende Schubkraft auf den Beton übertragen werden? Die Rohrwandung selbst kann selbstverständlich keine Biegemomente aufnehmen; die Dübel sind also im Beton einzuspannen.

Unter Annahme linearer Betonpressungen nach Bild 8 ergibt sich eine maximale Betonpressung

$$(7b) \quad \sigma_B = \frac{4S}{bh}$$

und ein maximales Biegemoment im Dübel

$$(7c) \quad M = \frac{4}{27} S h$$

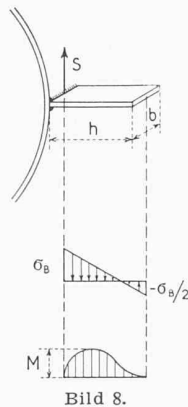


Bild 8.

Zahlenmässig zeigt sich, dass einzelne Flacheisenschlaudern üblicher Ausmasse nicht genügen. Es sind entweder Rippen von grösserer Längenausdehnung, evtl. sogar durchgehende Längsrippen oder Dübel aus Profileisen aufzuschweissen.

Eine grundsätzlich andere Lösungsmöglichkeit (Schweizerpatent angemeldet) besteht nach Bild 9, wonach vieleckförmige Rund- oder Flacheisenbügel an den Berührungstellen mit der Rohrwandung verschweisst sind. Da die Schubkräfte als Längskräfte $N = \pm S/2$ aufgenommen werden, genügen verhältnismässig kleine Bügel-Querschnitte. Sofern die Haftung im Beton nicht genügend ist, können diese Bügel mit Haken, Schlaufen oder Ankerscheiben versehen werden.

5. Schlussbemerkungen

Durch die vorliegende Untersuchung ist nicht nur die Dimensionierung der Schachtpanzerungen auf äusseren Wasserdruck möglich gemacht, sondern es sind auch Möglichkeiten aufgezeigt, die Stabilität der Panzerungen wirksam zu verbessern.

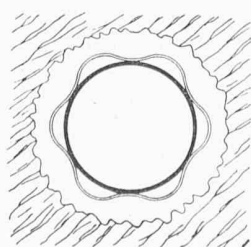


Bild 9.

Es wäre sehr erwünscht, wenn die Theorie durch Versuche erhärtet und eventuell erweitert werden könnte.

Damit ist das Problem allerdings erst von der statischen Seite aus gelöst; wie hoch der Wert des äusseren Wasserdruckes anzunehmen ist, verbleibt zumeist ein mit vielen Unsicherheitsfaktoren behaftetes geologisch-hydraulisches Problem. Betriebserfahrungen sind daher kein ausreichendes Mittel zur Ueberprüfung der Theorie. Zwei dem Verfasser bekannt gewordene Fälle zeigen immerhin, dass diesem Problem grösste Aufmerksamkeit geschenkt werden muss.

Der eine Fall betrifft eine Stollenpanzerung, die beim Entleeren des Stollens an einer Stelle um rd. 30 cm einbeulte. Anhand der zur Verfügung stehenden Daten kann der kritische äussere Wasserdruck auf rd. 20 t/m² abgeschätzt werden, die Tiefe unter Wasserspiegel betrug rd. 50 m; der effektive Wasserdruck hätte somit nicht ganz die Hälfte des maximal Möglichen erreicht, was durchaus plausibel ist.

Der zweite Fall betrifft eine Schachtpanzerung, die noch vor Inbetriebnahme auf eine Länge von über 10 m um den halben Schachtdurchmesser einbeulte. Der kritische äussere Wasserdruck berechnet sich nach vorliegender Theorie zu rd. 80 t/m². Man sieht daraus, mit wie hohen Drücken nur schon aus Bergwasser zu rechnen ist.

Wirtschaftliche Bemessung von Druckrohrleitungen

DK 628.152

Zur Berechnung von Rohrleitungen für die Bewässerung von grossen Trockengebieten Niederösterreichs wurde nach einem Aufsatz von Dr. M. Jung in der «Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins» (Heft 7/8 vom 19. April 1948) eine einfache Formel für die Ermittlung des wirtschaftlichen Durchmessers eines Rohrstranges angewendet; sie lautet:

$$D = 2,80 \frac{Q^{0,457}}{C^{0,163}}, \text{ wobei } C = \frac{c_2 c_3 c_6}{c_4 c_5}$$

Hierin bedeuten:

- c_2 den Rohrkostenkoeffizienten, der abhängig ist vom Rohrmaterial, von der Betriebsdruckstufe und von den Transportkosten,
- c_3 den Faktor der festen Jahresbetriebskosten; er berücksichtigt die Verzinsung und Abschreibung der Baukosten, sowie die Jahreskosten für Aufsicht, Unterhalt und Erneuerungsrücklage der Leitung,
- c_4 die Kosten der Energie pro kWh für die aufzuwendende Pumparbeit,
- c_5 den Jahresbelastungsfaktor als Verhältniszahl der mittleren Betriebsdauer der Anlage in Stunden zur Gesamtstundenzahl des Jahres,
- c_6 den Gesamtwirkungsgrad der Pumpanlage.
- c_1 den Reibungskoeffizienten für gebrauchte Gussrohre, der in der Zahl 2,80 der Formel enthalten ist ($c_1 = 33,5$).

Für die praktische Anwendung der Formel wird in der erwähnten Zeitschrift ein Diagramm wiedergegeben, aus dem für den Wasserdurchfluss von 1 ÷ 10000 l/s und den Beiwertbereich $C = 10 \div 100000$ die wirtschaftlichen Durchmesser der Leitungen zwischen 50 und 5000 mm leicht abgelesen werden können. Bei Extremwerten dürfte die Durchführung von Kontrollmessungen zu empfehlen sein.

Dieser Hinweis mag für die Berechnung grosser Wasserleitungsnetze für Gemeindegruppen und ausgedehnte Städte von Interesse sein. Es ist zu erwähnen, dass die Faktoren, die von den Kosten des Materials, der Energie und der Höhe der Löhne abhängig sind, verhältnismässig kurzfristig ändern können. Der Wert C muss dann jeweils wieder nachgerechnet werden. Selbstverständlich kann die Formel auch für die Berechnung von Leitungen aufgestellt werden, die der Wasserförderung unter natürlichem Gefälle, also ohne Pumpbetrieb, dienen. Handelt es sich um die Wasserversorgung einer Stadt, deren Leitungsnetz der Ausdehnung der Baugebiete entsprechend allmählich vergrössert wird, so dürfte es kaum zulässig sein, die Hauptstränge nur nach momentanen gültigen Wirtschaftlichkeits-Untersuchungen zu bemessen.

E. St.