Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 121/122 (1943)

Heft: 17

Artikel: Bemessung und Bruchsicherheit von Rohrleitungen, insbesondere von Eternitleitungen

Autor: Voellmy, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-53192

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: 15.07.2025

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

Wohlfahrtshaus der SWO, Bührle & Co., Zürich-Oerlikon. — Architekt R. Winkler, Zürich

Abb. 15. Sitzplatz im Esszimmer der Direktion, Obergeschoss

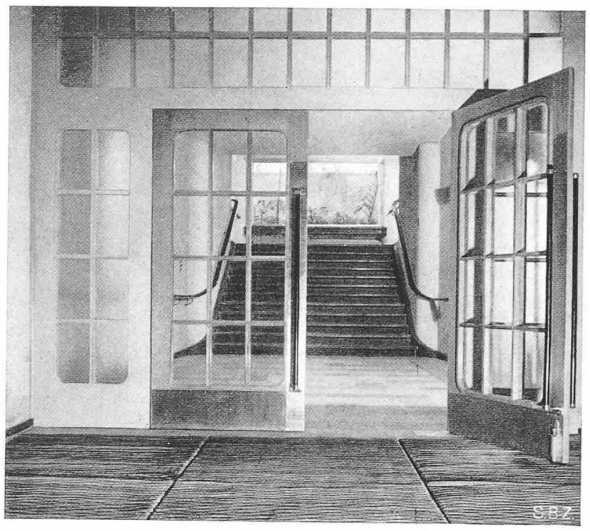

Abb. 16. Arbeiter-Eingang im Untergeschoss

Energie zu sichern; ein «Vollmachtenbeschluss» über Verfassung und Gesetz hinweg aber liesse sich nicht rechtfertigen.

*

II. Der Standpunkt des Konsortiums Kraftwerke Hinterrhein

Die öffentlichen Rechte und Pflichten der früheren Gerichtsgemeinden gingen mit der Verfassung von 1854 in Graubünden z. T. auf den Kanton und z. T. auf die heutigen Gemeinden über. Ihr heutiges Verfügungsrecht über die Wasserkräfte gehört daher nicht zu den ursprünglichen, sondern zu auf Grund der kantonalen Gesetzgebung übertragenen Rechten. Dieses Verfügungsrecht ist mit dem Eigentum nicht identisch, weshalb auch nicht die durch die bündnerische Verfassung garantierte sog. Gemeindeautonomie das Entscheidende ist. Dies Recht gilt nur innert den durch eidgenössisches und kantonales Recht gesetzten Schranken. Einen solchen Vorbehalt zum Verfügungsrecht über die Wasserkräfte enthält u. a. Art. 12 BWG. Bei dessen Auslegung ist aber nicht auf die damaligen Verhältnisse abzustellen, als die Konzession der 16 unterhalb Splügen liegenden Gemeinden vor rd. 25 Jahren erteilt wurde, sondern auf die grundlegende Veränderung in Technik und Wirtschaft und die inzwischen gemachten, gewaltigen Fortschritte. Von ausschlaggebender Bedeutung ist, dass in erster Linie *Winterenergie* dringend notwendig ist. Der Bau der Hinterrheinkraftwerke samt Stausee Rheinwald (Splügen) ist eine *gesamtschweizerische* wirtschaftliche Notwendigkeit. Da aber die Gemeinden von Splügen abwärts die Konzession längst erteilt haben, während Nufenen, Medels und Splügen sie verweigern, liegt in der Tat ein Interessenkonflikt vor, wie er Voraussetzung für die Anwendung des Art. 12 ist. Es hiesse dieser Gesetzesbestimmung Zwang antun, wollte man den Artikel nicht anwenden, weil nicht bloss eine, sondern drei Gemeinden die Konzessionserteilung verweigern. Dafür, dass der «Kleine Rat» gestützt auf Art. 12 BWG nur auf Beschwerde einer Gemeinde, nicht aber eines Konzessionsbewerbers einschreiten könne, finden sich im Gesetz keine Anhaltspunkte. Auch das eidgenössische Wasserrechtsgesetz von 1916 gibt dem Kleinen Rat die Möglichkeit, in bestimmten Fällen gegen Gemeinden, die die Konzessionserteilung verweigern, einzuschreiten. Das EWG nimmt immer wieder auf das «öffentliche Wohl» und die «öffentlichen Interessen» sowie auf «zweckmässige» und «wirtschaftlich richtige» Ausnutzung der Wasserkräfte Bedacht; das ist ja sein Hauptzweck. Unter diesen Gesichtspunkten ist Art. 11 EWG zu betrachten. Irgendeine Garantie, bewohnte Gegenden nicht unter Wasser zu setzen, darf nicht in diese Bestimmung, die einer logischen, sinnvollen und praktisch möglichen Auslegung bedarf, hinein interpretiert werden. Ein Ausnahmerecht für fünf Kantone besteht nicht. Eine kantonale Rekursinstanz zwecks Ueberprüfung rechtfertigt sich im Intersse der Rechtsgleichheit. Es ist daher zu untersuchen, ob die Hinterrheinwerke die Voraussetzungen für die Anwendung des Art. 11 EWG erfüllen; dies ist aber durchwegs zu bejahen, und es liegt auch kein wichtiger Grund zur Verweigerung der Konzession vor. Das Gesetz und damit Art. 11 bezwecken auch die Förderung der öffentlichen Interessen, d. h. die der gesamten, am betr. Werk interessierten Bevölkerung; das ist hier aber das ganze Land. Das Landesinteresse ist den Interessen der Gemeinden gegenüber heute bedeutend grösser. Der Entscheid des Kleinen Rates bei dieser Interessenabwägung ist nicht Rekursentscheid, sondern eine Verwaltungsverfügung; die Regierung aber ist Verleihungsbehörde, und Art. 11 sieht den Rekurs an den Bundesrat vor. Der Bund hätte zudem allenfalls auch ein Verfügungsrecht gemäss Art. 15 EWG. Dr. Ch. K.

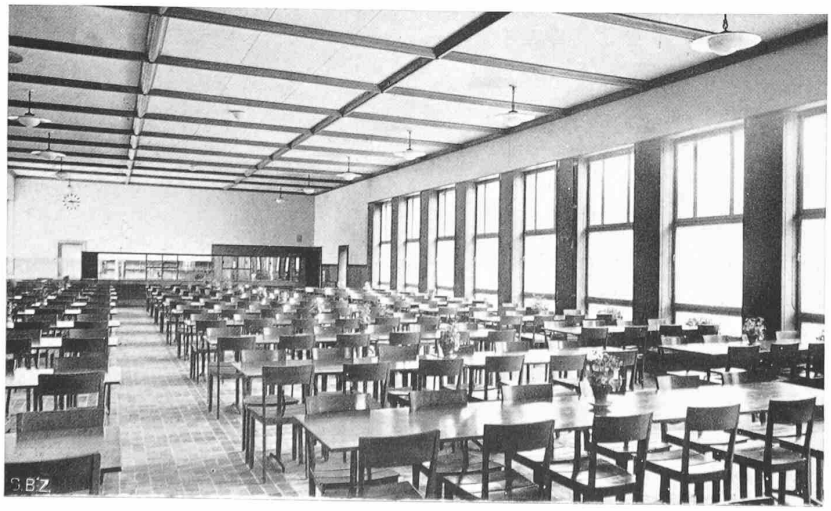

Abb. 18. Einer der beiden Arbeiterspeisesäle im Wohlfahrtshaus Bührle & Co.

Bemessung und Bruchsicherheit von Rohrleitungen, insbesondere von Eternitleitungen

Von Ing. Dr. A. VOELLMY, EMPA, Zürich

2. Beispiel (Schluss von Seite 192)

A. Wasserführung

Max. Wasserführung $Q = 200$ l/s $= 0{,}2$ m³/s
Länge 1000 m; verfügbarer Druckverlust $H = 4{,}5$ m;

Druckhöhengefälle $J = \frac{H}{L} = 0{,}0045$

Nach Abschnitt I ist:

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

d. h. $\log D = 0{,}378\,(0{,}301 - 1 - \frac{5}{9}\,(0{,}653 - 3) - 1{,}653) = 0{,}604 - 1$

$D \approx 0{,}40$ m ≈ 400 mm

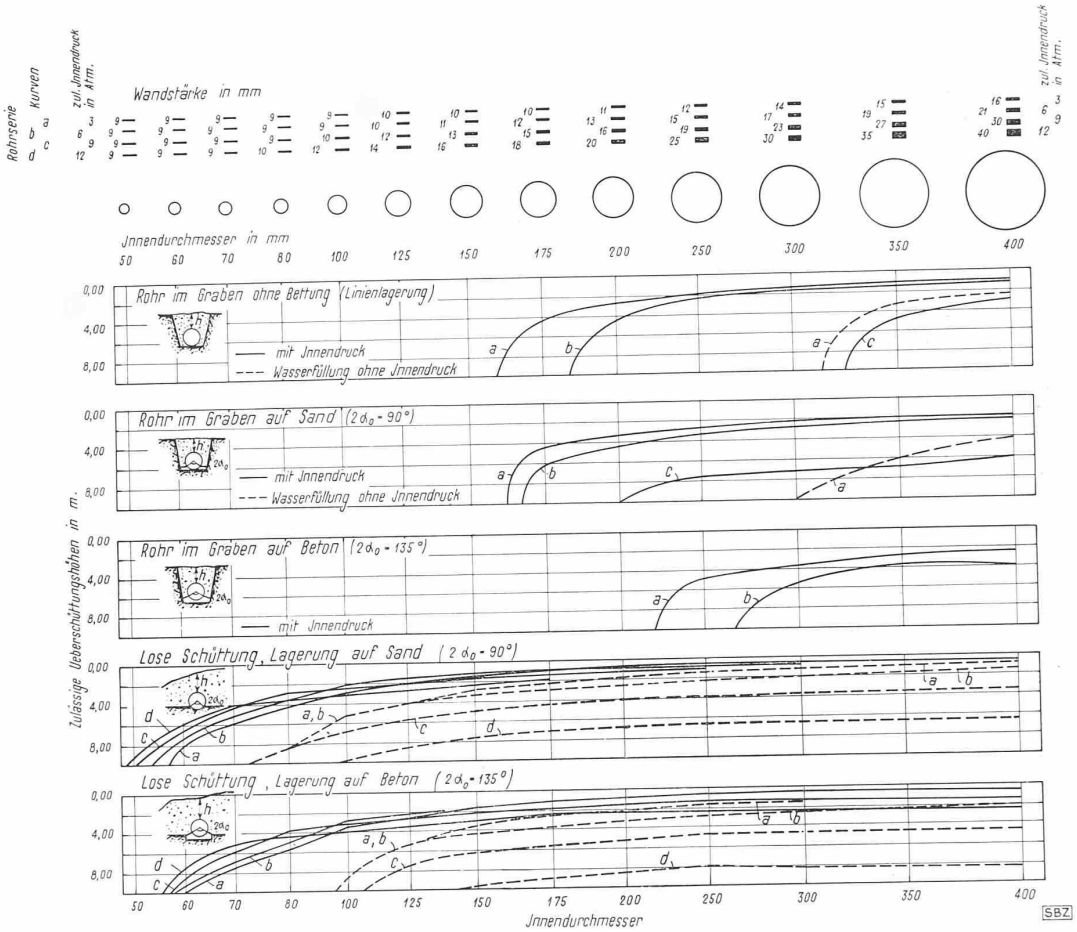

Abb. 21. Zulässige Verlegetiefen für stetig gelagerte Eternitröhren

B. Statischer Innendruck

Die maximale statische Druckhöhe der vorgesehenen Eternit-Leitung von 40 cm Innendurchmesser betrage 90 m W. S. = 9 at. Die hierfür nötige Wandstärke beträgt nach Abschnitt III und IV

$$\delta = \frac{p_i D_i}{2\,\sigma_z - p_i} = \frac{9 \cdot 40}{2 \cdot 70 - 9} = 2{,}8 \text{ cm} \approx 3 \text{ cm}$$

$D_a = 46$ cm

C. Wasserschlag

Mittlerer Rohrdurchmesser $D = \dfrac{D_a^2 + D_i^2}{D_a + D_i} = 0{,}433$ m

Fortpflanzungsgeschwindigkeit:

$$a = \sqrt{\frac{\frac{g}{\gamma} E_w}{1 + \frac{E_w}{E_r}\left(\frac{D}{\delta}\right)}} = \sqrt{\frac{\frac{9{,}81}{10^3} \cdot 2{,}1 \cdot 10^8}{1 + \frac{2{,}1 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^9}\left(\frac{0{,}433}{0{,}03}\right)}} = 1005 \text{ m/s}$$

Am Leitungsende seien vier mit Schiebern versehene Abzapfungen vorgesehen, wovon jede maximal 50 l/s führt. Abgesehen von Komplikationen infolge des Mehrleitersystems entsteht bei raschem Schliessen *eines* Schiebers in der Hauptleitung angenähert der Druckstoss

$$\Delta h = \frac{a}{g}\,\frac{Q/4}{F} = \frac{1005}{9{,}81} \cdot \frac{0{,}05}{0{,}126} = 40{,}7 \text{ m W.S.}$$

Erforderliche Wandstärke zur Aufnahme von statischem Druck + Wasserstoss

$$\delta = \frac{(9 + 4{,}1) \cdot 40}{2 \cdot 100 - (9 + 4{,}1)} = 2{,}8 \text{ cm} \approx 3 \text{ cm}$$

Die für statischen Innendruck ermittelte Wandstärke genügt auch bei Berücksichtigung des Druckstosses, wenn die Abschlussorgane derart beschaffen sind, dass während Abdichtungsmanövern (raschem Oeffnen und Schliessen) nicht mehr als die Hälfte der max. Durchflussmenge austritt, d. h. nicht mehr geöffnet wird als bis zu 25 l/s pro Schieber.

D. Erdüberschüttung, Wasserfüllung, Eigengewicht

Zur Orientierung über die bei verschiedenen Ueberschüttungshöhen notwendigen Lagerungsarten dienen die Angaben von Abb. 24 und 25. Die nachfolgenden Berechnungsbeispiele erläutern zugleich die Berechnungsmethoden, die zu den Angaben von Abb. 24 und 25 führten. Der Berechnung wird zu Grunde gelegt:

Raumgewicht der Erdüberschüttung $\gamma = 2$ t/m³
Innere Reibungswinkel $\varrho' = 30°$, $\varrho = 40°$

Für die Dimensionierung von Eternitleitungen genügt die Ermittlung der maximalen Beanspruchung in der Rohrsohle.

a) Grabenleitung, stetige Auflagerung

Die Leitung ist bis zu 6,0 m Tiefe in Gräben zu verlegen. Grabenbreite auf Höhe des Rohrscheitels $\approx 2D \approx 0{,}85$ m. Eigengewicht $G \approx D \pi \delta \gamma \approx 0{,}43 \pi 0{,}03 \cdot 2 = 0{,}081$ t/m'

$$\text{Wasserfüllung } W = \frac{\pi D_i^2}{4} \cdot 1 = 0{,}126 \text{ t/m'}$$

Nach Abb. 3 (Seite 178) ist für $\varrho' = 30°$: $\Psi = 0{,}192$

$$x = \frac{t}{B}\,\Psi = \frac{6{,}0}{0{,}425} \cdot 0{,}192 = 2{,}71, \quad \Phi = 0{,}34$$

$$\text{Nach Abb. 1 ist } p = \gamma t \cdot \frac{B + r}{2r} \cdot \Phi = 2 \cdot 6{,}0 \cdot \frac{0{,}425 + 0{,}215}{0{,}43} \cdot 0{,}34 = 6{,}07 \text{ t/m}^2$$

Bei Lagerung auf Sandbett ($2\alpha_0 = 90°$) erreichen nach Abb. 1 die inneren Kräfte in der Rohrsohle die folgenden Werte:

$$M = -\,0{,}239 \cdot 0{,}215\,(0{,}081 + 0{,}126) - 0{,}215^2\,(0{,}587 \cdot 6{,}07) + (0{,}081 + 0{,}126 + 2 \cdot 6{,}07 \cdot 0{,}215)\,0{,}215 \cdot 0{,}109 = -\,0{,}110 \text{ mt/m'}$$

$$N = 0{,}080 \cdot 0{,}081 - 0{,}398 \cdot 0{,}126 + 0{,}215 \cdot 0{,}106 \cdot 6{,}07 - (0{,}081 + 0{,}126 + 2 \cdot 6{,}07 \cdot 0{,}215) \cdot 0{,}016 = +\,0{,}050 \text{ t/m'}$$

Zur angenäherten Berücksichtigung der Rohrkrümmung ist noch nach Abb. 1 beizufügen

$$M' = N\,\frac{\delta^2}{12\,r} = 0{,}050 \cdot \frac{0{,}03^2}{12 \cdot 0{,}215} \approx 0$$

$$N' = \frac{3\,M}{r} = \frac{-\,3 \cdot 0{,}110}{0{,}215} = -\,1{,}53 \text{ t/m'}$$

Mit $M = -\,110$ cmkg/cm und $N = -\,15$ kg/cm ergibt die Dimensionierungsformel (Abschnitt V-1):

$$\delta = \frac{\sqrt{15^2 + 24 \cdot 110 \cdot 200} + 15}{2 \cdot 200} = 1{,}9 \text{ cm}$$

EMPA-Versuche zur Bemessung und Bruchsicherheit von Rohrleitungen, insbesondere von Eternitleitungen

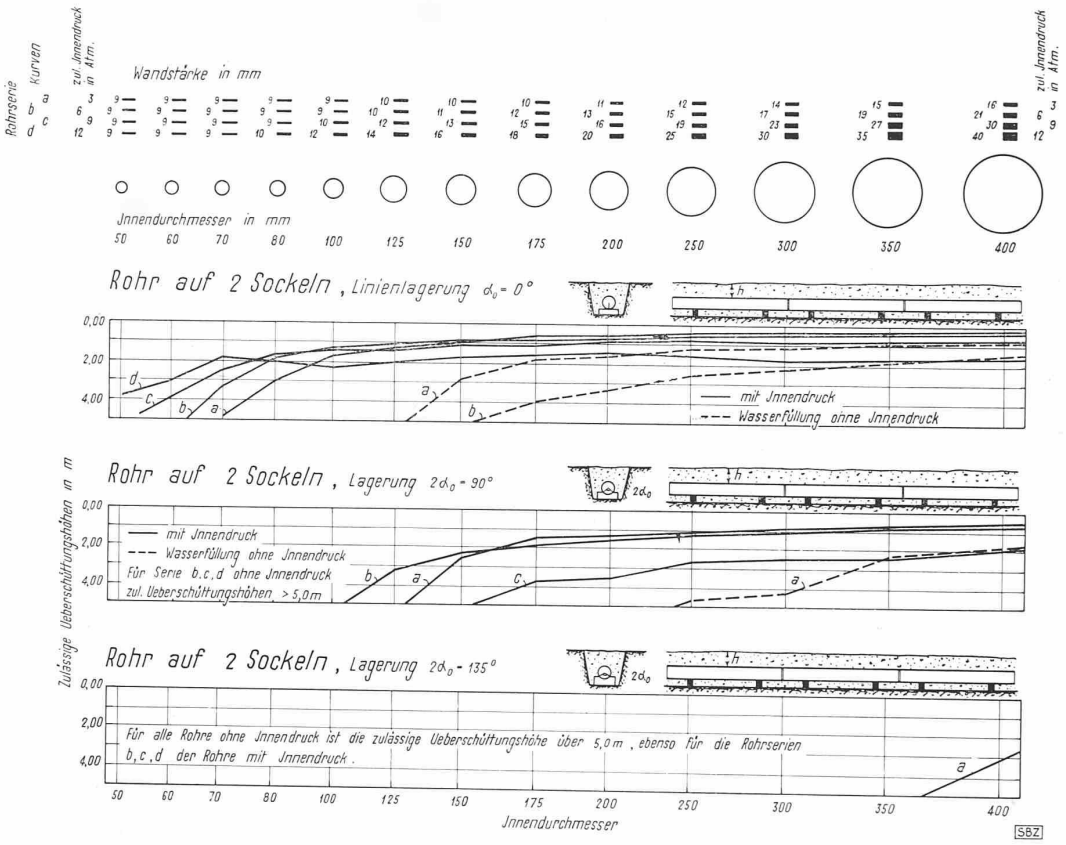

Abb. 25. Zulässige Verlegetiefen für auf Sockeln gelagerte Eternitröhren

Bei gleichzeitiger Berücksichtigung des statischen Innendrucks $N_i = r p_i = -21{,}5 \cdot 9 = -193{,}5$ kg lautet die Dimensionierungsformel:

$$\delta = \frac{\sqrt{209^2 + 24 \cdot 110 \cdot 140} + 209}{2 \cdot 140} = 3{,}0 \text{ cm}$$

b) Leitung unter weiter Aufschüttung, stetige Lagerung

Die Leitung ist unter einer weiten Aufschüttung (Damm) von 1,60 m Höhe durchzuführen. Hierbei hat die Setzung der neben der starren Leitung befindlichen Schüttung eine zusätzliche Belastung der Rohre zur Folge. Nach Abb. 24 ist zu erwarten, dass eine durchgehende Betonsohle mit mindestens 90° Auflagerwinkel anzuordnen ist.

Die in Abb. 2 gezeigte graphische Konstruktion gibt $w = 1{,}90$ m, $u = 0{,}22$ m, $\mu < 0$, $\frac{w}{u} = 8{,}60$, wofür aus den Kurven für $\mu = 0$ folgt:

$$\Delta p = \gamma u \, 11{,}0 = 4{,}84 \text{ t/m}^2$$

Nach Abb. 1 ist

$$p = \gamma t + \Delta p = 2 \cdot 1{,}6 + 4{,}84 = 8{,}04 \text{ t/m}^2$$

$$p' = \gamma (t + r) \frac{1 - \sin \varrho}{1 + \sin \varrho} = 2 \cdot 1{,}83 \cdot 0{,}217 = 0{,}80 \text{ t/m}^2$$

Nach Abb. 1 betragen die inneren Kräfte in der Rohrsohle:

$$M = -0{,}239 \cdot 0{,}215\,(0{,}081 + 0{,}126) - 0{,}215^2\,(0{,}587 \cdot 8{,}04 - 0{,}185 \cdot 0{,}80) + (0{,}081 + 0{,}126 + 2 \cdot 8{,}04 \cdot 0{,}215) \cdot 0{,}215 \cdot 0{,}137 = -0{,}114 \text{ mt/m}'$$

$$N = 0{,}080 \cdot 0{,}081 - 0{,}398 \cdot 0{,}126 + 0{,}215\,(0{,}106 \cdot 8{,}04 + 0{,}547 \cdot 0{,}80) - (0{,}081 + 0{,}126 + 2 \cdot 8{,}04 \cdot 0{,}215) \cdot 0{,}027 = 0{,}135 \text{ t/m}'$$

$$M' \approx 0, \; N' = \frac{3M}{r} = -1{,}59 \text{ t/m}'$$

$$M = 114 \text{ cmkg/cm}', \; N = -14{,}5 \text{ kg/cm}'$$

Ohne Berücksichtigung des Innendrucks ist $\delta = 3$ cm weitaus genügend.

Bei Berücksichtigung des Innendrucks ist $N = -21{,}5 \cdot 9 - 14{,}5 = -208$ kg/cm' und

$$\delta = \frac{\sqrt{208^2 + 24 \cdot 114 \cdot 140} + 208}{2 \cdot 140} = 3{,}0 \text{ cm}$$

Die angenommene Wandstärke $\delta = 3$ cm genügt für den vorliegenden Belastungsfall.

c) Grabenleitung, Lagerung auf Sockeln

Die Leitung ist bis zu 1,60 m tief in Graben zu verlegen, der vorliegende Baugrund erlaubt keine durchgehende Bettung auf Sand. Es werden nach Angabe von Abb. 25 pro Rohrlänge zwei Sockel von 90° Auflagerwinkel und 40 cm Auflagerlänge angeordnet. Der Abstand der Sockel beträgt zweckmässig $0{,}59 \cdot 4$ m $= 2{,}36$ m (Normallänge der Rohre 4 m). Für die Grabenbreite 0,85 m auf Höhe des Rohrscheitels und für $\varrho' = 30°$ für die Schüttung ist nach Abb. 3 (Seite 178)

$$x = \frac{1{,}60}{0{,}425} \cdot 0{,}192 = 0{,}72 \text{ und } \Phi = 0{,}71$$

somit nach Abb. 1: $p = 2 \cdot 1{,}6 \; \frac{0{,}425 + 0{,}215}{0{,}43} \cdot 0{,}71 = 3{,}38$ t/m²

Balken-Biegung:

Das Balkenmoment beträgt

$$M_{max} = \frac{(G + W + 2pr)\,L^2}{47} = \frac{1{,}661 \cdot 4^2}{47} = 0{,}565 \text{ mt}$$

Die maximale Schubkraft $Q_{max} = 1{,}661 \cdot 0{,}295 \cdot 4 = 1{,}959$ t

Das Widerstandsmoment $W = \frac{\pi}{32} \frac{D_a^4 - D_i^4}{D_a} = 4093$ cm³

Längsbiegespannung $\sigma_1 = \frac{56\,500}{4093} = 14$ kg/cm²

Schubspannung $\tau = \frac{1959}{21{,}5 \cdot 3{,}14 \cdot 3} = 9{,}7$ kg/cm²

Maximale Ringbiegespannung in der Sohle, über den Stützen:

$$A = Q_1 + Q_2 = (G + W + 2pr)\left(\frac{L}{2} - 0{,}40\right) = 2{,}65 \text{ t}$$

Lastverteilungsfaktor über den Stützen ($x = 0$), nach Abb. 4:

$$\mu = 0{,}77 \sqrt[4]{\frac{\delta b^2}{D^3}} = 0{,}77 \sqrt[4]{\frac{3 \cdot 40^2}{43^3}} = 0{,}380$$

Innere Kräfte nach Abb. 4

$$M = -\mu r \frac{A}{b}\,(0{,}238 - \eta_3) =$$

$$= -0{,}380 \cdot 0{,}215 \cdot \frac{2{,}65}{0{,}40}\,(0{,}238 - 0{,}137) = -0{,}054 \text{ mt/m}'$$

$$N = \mu \frac{A}{b} (0{,}238 - 0{,}027) - \frac{3M}{r} =$$

$$= 0{,}380 \cdot \frac{2{,}65}{0{,}40} \cdot 0{,}211 - \frac{3 \cdot 0{,}054}{0{,}215} = -0{,}222 \text{ t/m}'$$

Hierzu ist der Einfluss der direkten Belastung nach Abb. 1 zu superponieren:

$$M = -0{,}239 r (G + W) - r^2 0{,}587 p + (G + W + 2pr) r \eta_3 =$$
$$= -0{,}052 \text{ mt/m}$$

$$N = 0{,}08 G - 0{,}398 W + r 0{,}106 \cdot p - (G + W + 2pr) 0{,}027 -$$
$$- \frac{3M}{r} = -0{,}737 \text{ t/m}'$$

Bei Berücksichtigung der Zugkraft aus Innendruck $N_i = p_i r =$ 194 kg/cm' resultieren somit die inneren Kräfte:

$$M = -106 \text{ cmkg/cm}'$$
$$N = -203 \text{ kg/cm}'$$

Hierfür ist bei $\sigma zul = 140$ kg/cm² folgende Wandstärke erforderlich

$$\delta = \frac{\sqrt{203^2 + 24 \cdot 106 \cdot 140} + 203}{2 \cdot 140} = 3{,}0 \text{ cm}$$

Die Ring-Beanspruchungen an den übrigen Stellen des Rohres, insbesondere zwischen den Stützen, sind durchwegs geringer was anhand der Formeln von Abb. 4 leicht nachzuweisen ist.

Zum Schluss wird noch die lokale Biegebeanspruchung in Längsrichtung abgeschätzt (vergl. [5]) und Abb. 4):

$$\sigma_l \approx \frac{\delta}{2} E \frac{d^2 y}{d x^2}$$

Denkt man sich den Auflagerring abgeschnitten, so verursachen bei der vorliegenden Lagerungsart die an diesem wirkenden Schubkräfte τ die maximale Durchbiegung

$$w \approx \frac{0{,}112}{E} \left(\frac{r}{\delta}\right)^3 \frac{A}{b}$$

Die effektive Durchbiegung beträgt $y = \mu w$ (vergl. Abb. 4). Somit ist

$$\sigma_l \approx 0{,}112 \frac{\delta}{2} \left(\frac{r}{\delta}\right)^3 \frac{A}{b} \mu 2 k^2 e^{-kx} (\sin kx - \cos kx)$$

$$k = 1{,}46 \sqrt[4]{\frac{\delta}{D^5}} = 0{,}0174$$

$$\sigma_{l\,max} \approx 0{,}112 \delta \left(\frac{r}{\delta}\right)^3 \frac{A}{b} \mu k^2 =$$
$$= 0{,}112 \cdot 3 \cdot 367 \cdot \frac{2650}{40} \cdot 0{,}38 \cdot 0{,}0174^2 \approx 1{,}0 \text{ kg/cm}^2$$

d) Unterführung — Radlasten

Die Leitung werde 2 m tief unter einer Strasse erster Klasse durchgeführt, die mit 13 t-Lastwagen oder 20 t-Dampfwalzen befahren werden kann. Nach Abb. 1 verursachen die Radlasten P folgenden Druck auf die Leitung:

$$p' = \sum \frac{3P}{2\pi R^2} \cos \beta$$

Eine Vergleichsrechnung zeigt sogleich, dass für die Maximal-Belastung der Leitung die Strassenwalze [10]) massgebend wird: Vorderrad 8 t, Achsabstand 3 m, Hinterräder 2 × 6 t im Abstand 1,4 m. Hierfür ergibt obige Formel, wenn das Vorderrad über der Leitung steht:

$$p' = \frac{3 \cdot 8}{2\pi 2^2} + \frac{2 \cdot 3 \cdot 6}{2\pi 3{,}6^2} \cdot 0{,}55 = 1{,}197 \text{ t/m}^2$$

Nach amerikanischen Versuchen [11]) kann der Stosszuschlag in dem in Frage kommenden Bereich zu $\varkappa = \left(\frac{100}{R^2}\right)$ %, d. h. im vorliegenden Fall zu 25 % angenommen werden.

Bei Ermittlung des statischen Drucks der Erdüberschüttung ist bei Strassenunterführungen mit Rücksicht auf die ständigen Vibrationen der Einfluss der Reibung an den Grabenwandungen zu vernachlässigen, es beträgt somit

$$p_0 = \gamma t \frac{b + r}{2r} = 2 \cdot 2 \cdot \frac{0{,}43 + 0{,}215}{0{,}43} = 6{,}0 \text{ t/m}^2$$

und die totale Maximalbelastung

$$p = p' + (1 + \varkappa) p_0 = 7{,}5 \text{ t/m}^2$$

[10]) Normen des S. I. A. über die Berechnung, die Ausführung und den Unterhalt von Bauten aus Stahl, Beton und Eisenbeton. Zürich 1935.

[11]) M. Spangler, G. Mason, R. Winfrey: Experimental Determination of Static and Impact Loads transmitted to Culverts. Jowa Eng. Exp. Stat. Bull. 79, 1926.

Diese Belastung wird nach der unter b) durchgeführten Untersuchung durch das vorliegende Rohr (∅ 400 mm, δ 30 mm, p_i 9 at) aufgenommen, wenn dieses auf einer durchgehenden Betonsohle mit rd. 90° Auflagerwinkel gebettet wird.

3. Zulässige Ueberschüttungshöhen

Anhand der dargelegten Berechnungsgrundlagen wurden als Anwendung durch Dipl. Ing. G. Bonifazi und Dipl. Ing. E. Herzig die für Eternitrohre von Niederurnen [9]) zulässigen Verlegtiefen bei gleichmässig verteilter Lagerung und für Lagerung auf Sokkeln berechnet und in Abb. 24 und 25 dargestellt. Der Berechnung liegen folgende Annahmen zu Grunde:

Grabenbreite auf Höhe Rohrscheitel $2B = 2 \cdot$ Durchmesser, mindestens aber $2B \geq 60$ cm.

Länge von Rohrsockeln in Richtung der Rohraxe $b' =$ Durchmesser, mindestens aber $b \geq 25$ cm.

Raumgewicht der Erdüberschüttung $\gamma = 2$ t/m³.

Innere Reibungswinkel der Erdüberschüttung $\varrho' = 30°$, $\varrho = 40°$.

Sollte ausnahmsweise Ueberschüttungsmaterial von noch geringerem Reibungswinkel oder grösserem Raumgewicht angewendet werden, so ist eine besondere Berechnung notwendig, die auf Grund der Angaben der vorhergehenden Abschnitte ohne Schwierigkeit durchgeführt werden kann.

Wesentliche Bedingung für die Gültigkeit der gemachten Angaben ist eine sorgfältige Einbettung der Rohre; Sandbettungen sollen vorgeformt und dem Rohrumfang genau angepasst sein, Betonsohlen und Sockel müssen den in der Berechnung vorgesehenen Teil des Rohrumfanges genau umschliessen. Die Bruchsicherheit kann in gefährlichem Mass herabgesetzt werden, wenn Rohre, die für stetige Lagerung bemessen wurden, in Wirklichkeit nur an einzelnen Stellen aufliegen.

Zur Schiffbarmachung des Rheins Basel-Bodensee

In seiner Besprechung des Buches von Ing. Dr. A. Eggenschwyler über «Die Wirtschaftlichkeit der Rheinschiffahrt Basel-Bodensee» erinnert Prof. Dr. C. Andreae [1]) an den Staats-Vertrag zwischen der Schweiz und Deutschland vom 28. März 1929 betr. die Durchführung der Rheinregulierung Kehl-Istein (Strassburg-Basel). In Bd. 94, Nr. 10 (1929) haben wir diesen Vertrag im Wortlaut mitgeteilt, desgl. als Erläuterung einen Teil der bezügl. Botschaft des Bundesrates vom 6. Aug. 1929. Angesichts des Wiederauflebens der Diskussion über die Wirtschaftlichkeit scheint es angezeigt, an die damals von der Schweiz eingegangene Verpflichtung zum Ausbau der Schiffahrtstrasse Basel-Bodensee zu erinnern, bzw. deren Tragweite zu beleuchten.

Der in Frage kommende Art. 6 des Staatsvertrages lautet wie folgt (die *Hervorhebungen* sind von uns):

> Art. 6. Die Schweizerische und die Deutsche Regierung sind darüber einig, dass im Zusammenhang mit der Regulierung des Rheins von Strassburg-Kehl bis Istein die Ausführung des Grosschiffahrtsweges von Basel bis zum Bodensee zu erstreben ist.
>
> Beide Regierungen kommen überein, dass, *sobald die wirtschaftlichen Verhältnisse die Ausführung des Unternehmens möglich erscheinen lassen*, der Schweizerische Bundesrat mit der Badischen Regierung einen Vertrag abschliessen wird, durch den insbesondere eine *angemessene Kostenbeteiligung* der Schweiz, die Fristen der Ausführung des Unternehmens und seine technische und administrative Förderung festgesetzt werden.
>
> Um die Erstellung eines Grosschiffahrtsweges zu fördern, sagt der Schweizerische Bundesrat zu: 1. die Verhandlungen betreffend die Erteilung neuer Konzessionen für Kraftwerke zwischen Basel und dem Bodensee nach den bisherigen Grundsätzen gemeinsam mit der Badischen Regierung zu führen und möglichst zu beschleunigen; 2. die bisher im Interesse der Grosschiffahrt üblich gewordenen Auflagen auch bei Erteilung neuer Konzessionen im Einvernehmen mit der Badischen Regierung zu erlassen; 3. die Ausführung der Kraftwerke zu erleichtern, insbesondere auch in der Bewilligung der Ausfuhr für schweizerische Kraftanteile, die ausserhalb der Schweiz eine günstigere Verwendung finden können, Entgegenkommen zu zeigen, soweit die Rücksicht auf die nationalen Interessen der Schweiz ein solches Entgegenkommen erlaubt, und sofern hiervon die Erstellung der Kraftwerke abhängen sollte.

Zur Würdigung dieses Abkommens ist es nützlich, auf seine *Entstehungsgeschichte* zu verweisen. Die Botschaft des Bundesrates vom 6. August 1929 sagt hierzu u. a.:

> Vom 14. bis 17. März 1927 fand eine *erste Fühlungnahme* zwischen den Vertretern der Schweiz und Deutschlands in Berlin statt. Das wesentlichste Moment der Verhandlungen bildete zunächst ein Vorstoss der deutschen Vertreter zugun-

[1]) Siehe unter Literatur auf Seite 212.