

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 79/80 (1922)
Heft: 8

Artikel: Zur Dimensionierung von Druckleitungs-Fixpunkten
Autor: Hürzeler, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-38048>

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: 15.03.2025

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

INHALT: Zur Dimensionierung von Druckleitungs-Fixpunkten. — Abwärmeverwertung. — Wettbewerb zum Wiederaufbau von Sent. — Zum Rücktritt Robert Winklers. — Miscellanea: Der Stand der Handelsflotte der Welt. Nach dem Zement-Spritzverfahren hergestellte Eisenbeton-Hohlpfähle. Aluminium-Fonds Neuhausen. Eidgenössische Technische Hochschule. Vollbahn-Elektrifizierung und Wahl der

Stromart in England. Internationale Ausstellung für moderne Baukunst in Turin. — Konkurrenzen: Mechanische Vorrichtung mit gleichmässiger Förderleistung für den Personenverkehr in Paris. — Nekrologie: E. Guinand. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Maschineningenieur-Gruppe Zürich der G. E. P. Stellenvermittlung.

Band 79.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 8.

Zur Dimensionierung von Druckleitungs-Fixpunkten.

Von Ing. H. Hürzeler, Baden.¹⁾

In neuerer Zeit beginnt man in der Schweiz nach französischem Muster Druckleitungen eingedeckt zu verlegen, und die „Méthode française“ der eingedeckten Verlegung scheint die offene Verlegung mit Anordnung von Fixpunkten und Dilatationsvorrichtungen, die „Méthode suisse“, wie sie Ingenieur A. Bouchayer in seiner Schrift „Les conduites forcées avant la guerre“ bezeichnet, verdrängen zu wollen. Nun besitzt aber die offen verlegte Druckleitung vor der eingedeckten zwei grosse Vorteile: Sie lässt sich erstens leicht dem fortschreitenden Ausbau des Werkes anpassen, zweitens ist sie zu jeder Zeit zugänglich. Bei der offenen Verlegung kann der Unterbau für den Vollausbau vorgesehen werden, die einzelnen Rohrstränge werden entsprechend dem weitem Ausbau des Werkes verlegt. Bei der eingedeckten Verlegung muss entweder von Anfang an die für den Vollausbau notwendige Zahl der Rohrstränge in den Rohrgraben eingelegt, oder dieser muss später von neuem wieder aufgebrochen werden, wenn nicht schliesslich jeder Strang einen separaten Rohrgraben erhält. Der zweite Vorteil, jener der leichten Reparaturmöglichkeit, wird besonders bei Rohrbrüchen ins Gewicht fallen; die Auswechslung des Schusses kann bei der offen verlegten Leitung jedenfalls in einem Bruchteil der bei einer eingedeckten Leitung erforderlichen Zeit erfolgen.

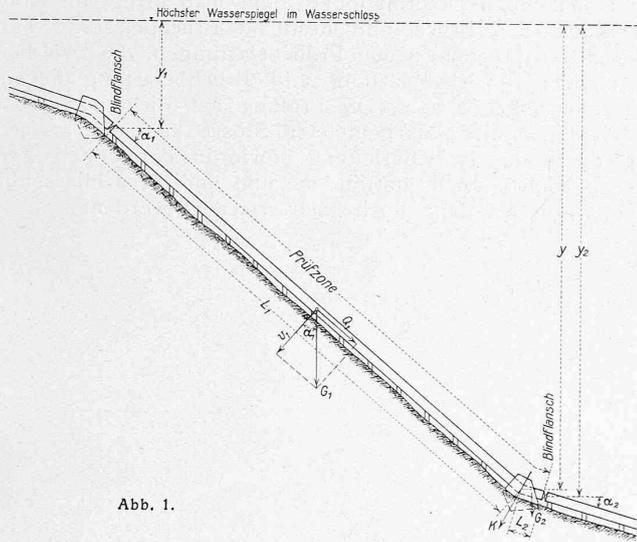


Abb. 1.

Dieser zweite Vorteil der offenen Verlegung bedingt aber zugleich auch ihren Nachteil: Die Notwendigkeit des Anstriches und seines Unterhaltes. Bei vergleichenden Kostenberechnungen gibt denn auch oft die zur erstmaligen Erneuerung des Anstriches zu kapitalisierende Summe den Ausschlag zu Gunsten der eingedeckten Verlegung.

In den folgenden Ausführungen soll nun gezeigt werden, dass die Fixpunkte der offen verlegten Leitungen bedeutend kleiner gehalten werden können, wenn man auf die Durchführung der Druckprobe am verlegten Strang, wie sie bis jetzt meistens noch üblich war, verzichtet. Damit wird die offene Verlegung der eingedeckten Verlegung gegenüber wieder konkurrenzfähiger.

¹⁾ Manuskript eingegangen am 8. April 1921.

Red.

Bei Vornahme der Druckprobe am fertig verlegten Strang wird die Strecke von einer Dilatation zur andern (unter Einschluss des untern Fixpunktes) durch Aufschrauben zweier Blindflanschen als Prüfzone isoliert und gefüllt. Hierauf wird so lange Wasser eingepumpt, bis das Manometer am obern Blindflansch den

vertragsmässig festgesetzten Probedruck anzeigt, der gewöhnlich dem anderthalbfachen Betriebsdruck dieses Querschnittes gleichkommt. In allen andern Rohrquerschnitten liegt hierbei der Probedruck unter dem anderthalbfachen des Betriebsdruckes, wie sich leicht nachweisen lässt; Druckrohr und Fixpunkt erhalten aber Beanspruchungen, wie sie im spätern Betrieb niemals auftreten können.

Abbildung 1 zeigt eine Prüfzone der Druckprobe; in Abbildung 2 ist das Kniestück des Rohres im vergrössertem Masstab herausgezeichnet. Die Reaktionen der Rohrsockel und des Fixpunktes müssen mit dem Gewicht des Rohres, sowie mit folgenden Kräften im Gleichgewicht stehen: Druck auf den obern Blindflansch: $H_1 = 1,5 \cdot \gamma_1 \cdot F = H_1'$ Druck auf den untern Blindflansch:

$$H_2 = [1,5 \cdot \gamma_1 + (\gamma_2 - \gamma_1)] F \cdot \gamma = H_2' + H_2''$$

(Die Pressungen auf die beiden Zylindermantelflächen scheiden im äussern Gleichgewicht aus, da sie sich infolge der Festigkeit des Rohres selbst Gleichgewicht halten.)

Die im Rohrknien entstehende Kraft K berechnet sich als Resultierende aller Pressungen auf den doppelten Zylinderhuf zu (Abbildungen 2 und 3):

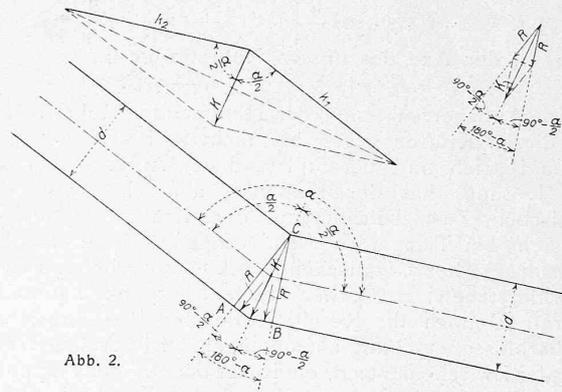


Abb. 2.

$$K = 2 \cdot R \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\alpha}{2}\right); \quad R = 2 \int_0^\pi y' \cdot \gamma \cdot df \cdot \cos \varphi;$$

$$df = \operatorname{tg}\left(90^\circ - \frac{\alpha}{2}\right) (1 + \cos \varphi) r^2 \cdot d\varphi.$$

$$R = 2 \cdot r^2 \cdot y' \cdot \gamma \cdot \operatorname{tg}\left(90^\circ - \frac{\alpha}{2}\right) \int_0^\pi (\cos \varphi + \cos^2 \varphi) d\varphi$$

$$= 2 r^2 \cdot y' \cdot \gamma \cdot \operatorname{tg}\left(90^\circ - \frac{\alpha}{2}\right) \cdot \left[\frac{\pi}{2}\right]$$

$$K = 2 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot y' \cdot \gamma \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = 2 F \cdot y' \cdot \gamma \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

wo

$$y' = 1,5 \gamma_1 + (\gamma_2 - \gamma_1);$$

$$K = 2 F \cdot \gamma \cdot \cos \frac{\alpha}{2} [1,5 \cdot \gamma_1 + (\gamma_2 - \gamma_1)] = K' + K''$$

Die Kräfte H_1' , H_2' und K' folgen aus dem („eingepumpten“) Ueberdruck $1,5 \gamma_1$, während H_2'' und K_2'' durch das Wassergewicht allein hervorgerufen werden. Sie müssen somit dieselbe Resultierende ergeben, wie die beiden Axialkomponenten Q_1 und Q_2 der Wassergewichte G_1 und G_2 , da die Zwischenstützpunkte infolge Reibungslosigkeit zwischen Wasser und Rohrwandung nur die zur Rohrxaxe normalen Gewichtskomponenten V_1, V_2 aufnehmen können.

$$\text{Es ist: } Q_1 = L_1 \sin \alpha_1 \cdot F \cdot \gamma = (y - y_1) \cdot F \cdot \gamma$$

$$Q_2 = L_2 \sin \alpha_2 \cdot F \cdot \gamma = (y_2 - y) \cdot F \cdot \gamma$$

Nach dem ersten Kräfteparallelogramm der Abb. 2 kann die Kraft $K'' = 2 (y - y_1) \cdot F \cdot \gamma \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$

zerlegt werden in die beiden gleich grossen Komponenten: $k_1'' = k_2'' = (y - y_1) \cdot F \cdot \gamma$, wovon k_1'' in der Axe des obern Rohrstranges nach unten wirkt, es ist somit: $k_1'' = Q_1$.

Die zweite Komponente k_2'' liegt in der Axe des untern Rohrstranges, sie wirkt nach oben und ergibt mit der Kraft H_2'' zusammen eine abwärts gerichtete Resultierende von der Grösse:

$$k_2'' + H_2'' = -(y - y_1) \cdot F \cdot \gamma + (y_2 - y) \cdot F \cdot \gamma = (y_2 - y) \cdot F \cdot \gamma = Q_2$$

Die beiden Gewichtskomponenten Q_1 und Q_2 werden demnach auf den Fixpunkt übertragen in Form der Kraft K'' und der auf den untern Blindflansch wirkenden Kraft H_2'' , die durch die Längs-Zugspannungen im Rohr an den Fixpunkt abgegeben wird.

Während der Druckprobe wirken somit auf den Fixpunkt folgende äussere Kräfte:

1. In der Axe des obern Rohrstranges:

Druck auf den obern Blindflansch: $H_1 = 1,5 \cdot \gamma_1 \cdot F \cdot \gamma$. Hiervon kann aufgenommen werden durch die Axialkomponente des Rohrgewichtes und die Reibung in den Rohrsätteln der Zwischenstützen:

$$G_R' + T = L_1 (r \cdot \sin \alpha_1 + f \cdot g \cdot \cos \alpha_1)$$

wo r das Gewicht der leeren, g das Gewicht der gefüllten Rohrleitung pro Meter, f den Reibungskoeffizienten zwischen Rohrwandung und Rohrsattel bedeuten.

- Resultierende in der Axe des obern Rohrstranges: $R^0 = H_1 - (G_R' + T)$.

2. In der Winkelhalbierenden des Brechungswinkels der Rohrxaxe:

$$K = 2 \cdot F \cdot \gamma \cdot \cos \frac{\alpha}{2} [1,5 \gamma_1 + (y - y_1)]$$

3. In der Axe des untern Rohrstranges:

$$H_2 = F \cdot \gamma [1,5 \cdot \gamma_1 + (y_2 - y)]$$

Die Auflagerreaktionen der anstossenden Rohrrecken fallen diesen Kräften gegenüber nicht in Betracht.

Im Betrieb und bei Stillstand der Anlage (aber gefüllter Leitung) hat der Fixpunkt, abgesehen von den dynamischen Zusatzbelastungen, den Kräften G_R' und T (T entsteht bei Temperatur-Änderungen), sowie der dem Betriebsdruck, bzw. statischen Druck entsprechenden Kraft K zu widerstehen; einzig der unterste Fixpunkt hat neben der Kraft K noch die Resultierende der Pressungen auf den Abschlussquerschnitt aufzunehmen. Die Auflagerreaktionen der Zwischenstützen, die Reaktionen K der Fixpunkte und jene des Abschlussquerschnittes stehen im Gleichgewicht mit dem Gewicht der gesamten, von der Rohrleitung eingeschlossenen Wassersäule.

Die dynamischen Zusatzkräfte sind die den Druckhöhenverlusten entsprechenden, von dem fliessenden Wasser an die Rohrwandung abgegebenen Reibungskräfte, sowie die vom Durchfluss des Wasserstrahles durch den Rohrkrümmen herrührenden „Zentrifugalkräfte“. In den weitaus meisten Fällen betragen diese dynamischen Kräfte nur wenige Tonnen und lassen sich den andern Kräften gegenüber ohne weiteres vernachlässigen. Hingegen wird es sich zur Berücksichtigung von Wasserschlägen empfehlen, bei der Fixpunktberechnung die statischen Druckhöhen um 15 bis 20% zu erhöhen.

Die vorstehenden Ueberlegungen lassen erkennen, in welch ungünstigem Masse Rohrleitung und Fixpunkt durch

die Druckprobe belastet werden. Abgesehen davon, dass der Probedruck den normalen Betriebsdruck bis um 50% überschreitet, wird die Rohrleitung während der Druckprobe gegenüber dem Zustand im spätern Betrieb zusätzlich beansprucht durch die Kräfte H_1 und H_2 , die je nach der Gestaltung des Längenprofils beträchtliche Werte annehmen, sodass die Druckrohre einem Spannungszustand unterworfen werden, den sie im späteren Betrieb niemals auszuhalten haben.

Für den Fixpunkt wird die Druckprobe besonders dann ungünstig, wenn er in der Steilpartie liegt, wo H_2'' gross wird; in den flachen Partien hat die Kraft T den Haupteinfluss auf die Bemessung des Fixpunktes. Ein in der Steilpartie liegender Fixpunkt muss infolge der ungünstigen Beanspruchung durch die Kraft H_2 , die den Betrag von T oftmals übersteigt, für die kurze Dauer der Druckprobe Abmessungen erhalten, wie sie der Betrieb nie erfordert.

Die Notwendigkeit der Druckprobe folgt aus der ungenügenden Kenntnis der Festigkeitseigenschaften des Rohrmateriales; durch die Vornahme am verlegten Strang wird diese Unsicherheit in jedem einzelnen Falle von neuem auch in die Dimensionierung der Fixpunkte hineingetragen. Wenn eine solche Art der Materialprüfung an sich schon als unwirtschaftlich bezeichnet werden muss, so wird sie es hier in erhöhtem Masse noch dadurch, dass der Materialtransport und die Foundation dieser grossen Massive an den steilen Hängen schwierig und kostspielig ist. Reicht die übliche Werkstattprüfung, bei der jeder einzelne, fertig gestellte Rohrschuss unter Probedruck gesetzt wird, als Garantie der notwendigen Festigkeit nicht aus, so wäre es jedenfalls wirtschaftlicher, weitere Garantien nicht in der Vornahme von Druckproben am verlegten Strang, sondern in einer eingehenderen Prüfung des Rohrmateriales zu suchen. In allen andern Gebieten der Baukonstruktionen führt man, um einen Einblick in die Festigkeit der Konstruktion zu erhalten, die Probebelastung entweder mit der maximalen Betriebslast durch und misst die elastischen und bleibenden Deformationen, oder man bringt die Konstruktion zum Bruch und bestimmt Bruchbelastung und Bruchbeanspruchung; von Probebelastungen, die zwischen maximaler Betriebsbelastung und Bruchbelastung liegen, ist man abgekommen. Die Prüfung auf dichten Schluss der auf dem Bauplatz genieteten Stösse kann bei erstmaligen Füllung der Rohrleitung sowie in der ersten Zeit des Betriebes noch stattfinden, und undicht schliessende Nieten können dann noch nachverstemmt werden.

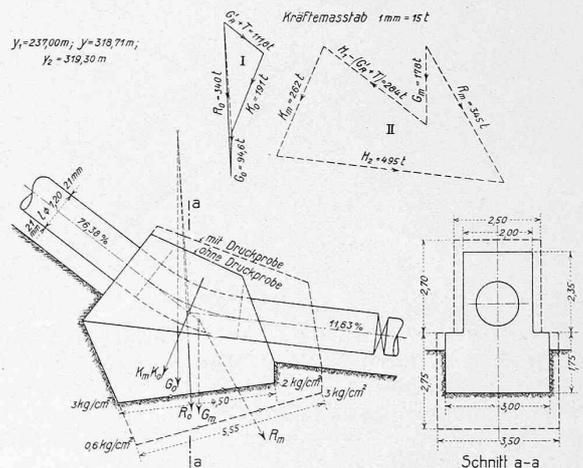


Abb. 4.

Zum Schluss ist in der Abbildung 4 die Dimensionierung eines Fixpunktes einer bestehenden Druckleitung ohne und mit Annahme der Durchführung einer Druckprobe am verlegten Strang wiedergegeben. Die Druckprobe erhöht die notwendige Kubatur des Fixpunktes von $41,0 \text{ m}^3$ auf $77,5 \text{ m}^3$, also um 90%.