

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 29/30 (1897)  
**Heft:** 18

**Artikel:** Bestimmung der Wassergeschwindigkeit in Druckleitungen  
**Autor:** Melli, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-82521>

### **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:** 03.04.2026

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

steg-Verblattstoss und für die Linien Aeschenplatz-Birsfelden und Barfüsserplatz-Missionsstrasse das Profil Phönix XVII<sup>b</sup> mit Verblattstoss (Fig. 2).

Das Phönixprofil XVII<sup>b</sup> mit Verblattstoss wurde für eine Rillenbreite von 35 mm und eine Rillentiefe von 32 mm bestellt. Die grosse Rillenbreite wurde deshalb genommen, um eine Spurerweiterung in Kurven vornehmen zu können, was bisher bei dem Profil mit kleinen Rillenbreiten nicht möglich war. Sehr gut lässt sich die Rillen- und Spurerweiterung beim Haarmannprofil durchführen, indem bloss die Leitschiene weiter von der Fahr- schiene angeordnet wird.

Das Profil Phönix XVII<sup>b</sup> hat eine Stegdicke von 16 mm. Am Stoss wird der halbe Steg samt Fuss und Kopf abgefräst und so das Blatt gebildet. Vorteilhafter für Bildung des Verblattstosses ist das Profil Haarmann mit Wechselsteg-Verblattung. Der Steg ist bei diesem System um seine Dicke aus der Mitte versetzt und zwar einmal nach rechts und einmal nach links. Dadurch erhält man am Stoss den doppelten Steg und es wird durch die kräftigen Laschen und Leitschiene eine sehr solide Stossverbindung erzielt.

Die Abmessungen der beiden Profile sind:

	Haarmann 47 f	Phönix 17 <sup>b</sup>
Schienenhöhe	155 mm	150 mm
Fussbreite	155 »	130 »
Stegdick	9 »	16 »
Breite des Kopfes	48 »	58 »
Rillenbreite	30—40 »	35 »
Rillentiefe	35 »	32 »
Gew. per lfd. Meter Geleise	109,50 kg	117,17 kg
Trägheitsmoment	1866 cm <sup>4</sup> *	1894 cm <sup>4</sup>
Widerstandsmoment	240 cm <sup>3</sup> *	237 cm <sup>3</sup>

\*) an der Halbstossfuge.

Die mit den Oberbaumaterialien vorgenommenen Qualitätsproben ergaben für die Schienen:

	Festig- keit in kg/cm <sup>2</sup>	Dehnung in %	Kontrak- tion in %	Quali- täts- Coeff.	Chem. Analysen			
					Kohlen- stoff.	Phos- phor	Mangan	Silicium
Phönix 17 <sup>b</sup>	65,5	17,0	25,2	109,76	0,408	0,063	0,586	0,011
	bis 75,7	bis 23,5	bis 56,0	bis 112,5	bis 0,418	bis 0,072	bis 0,764	bis 0,144
Haarmann 47 f	64,9	15,8	31,9	97	0,265	0,087	0,888	0,402
	bis 73,5	bis 19,0	bis 51,0	bis 108,1	bis 0,310	bis 0,099	bis 0,938	bis 0,441

Als Unterbau wurde für makadamisierte Strassen wieder ein Trockenmüerchen mit 10 cm darüber befindlichem Schlägelschotter gewählt. In Holzpflasterstrassen wurde der Schienenfuss einbetoniert.

Es sei hiebei auf eine bemerkenswerte Thatsache beim Oberbau-Profil VII<sup>b</sup>, das seit 2 1/2 Jahren verlegt ist, aufmerksam gemacht. Die Stösse im Holzpflaster, die also einbetoniert liegen, halten sich schlechter als jene in Makadamstrassen und verursachen beim Befahren weit mehr Geräusch als die letzteren. Es dürfte dies dadurch zu erklären sein, dass die in Makadamstrassen befindlichen Ge-

leisestösse auf einer elastischen Unterlage, als welche der Schotter zu betrachten ist, ruhen, während im Beton eine feste unnachgiebige, daher vollkommen unelastische Unterlage vorhanden ist. Das rollende Geräusch, wenn ein Bahnwagen in Holzpflasterstrassen fährt, hat den gleichen Grund.

Als Weichen wurden durchwegs Zweizungenweichen, mit durch Gummipuffer festgestellten Zungen genommen, die beim Ausfahren aufgeschnitten werden. Zur Bedienung von Weichen, die in beiden Richtungen befahren werden, sind besondere Weichenwärter an- gestellt. (Forts. folgt.)

Fig. 4. Basler Strassenbahnen.



Durchfahrt unter der Verbindungsbahn.

### Bestimmung der Wassergeschwindigkeit in Druckleitungen.

Bekanntlich kann der Durchmesser einer Rohrleitung bestimmt werden, wenn die Abflussmenge und das Gefälle gegeben sind. Wenn aber das Gefälle unbestimmt ist, wie bei Druckleitungen mit künstlicher Wasserhebung oder bei Turbinenleitungen, dann kann

man diese Aufgabe nur unter Zugrundelegung gewisser Annahmen lösen. Ist die Wassermenge gegeben, so muss man die Geschwindigkeit wählen, um die Rohrweite zu bestimmen. Zweck dieser Zeilen ist die Bestimmung und Begründung der Annahmen, die man zu Grunde legen muss, um eine günstige Wassergeschwindigkeit zu erhalten.

A. Um die zur Ueberwindung der Rohrreibung finanziell günstigste Geschwindigkeit zu erhalten, muss man dafür sorgen, dass die Summe der Anlagekosten der Druckleitung und der kapitalisierten Betriebskosten ein Minimum wird. In der Praxis sind die Anlagekosten  $K_1$  dem Radius  $r$  der Leitung proportional; bedeutet somit  $l$  die Länge, so darf man setzen

$$K_1 = \mu \cdot r \cdot l$$

Bezeichnet man mit  $Q$  die Wassermenge in  $m^3$  pro Sekunde und mit  $b$  die verlorene Druckhöhe in Metern, so ist

$$b = \frac{l}{12800} \cdot \frac{Q^2}{r^5}$$

dabei sind  $l$  und  $r$  auch in Metern einzusetzen.

Die Arbeit in Pferdekräften, die man anwenden muss, um diese Rohrreibung zu überwinden, ist

$$A = \frac{h \cdot Q \cdot 1000}{75} = \frac{l \cdot Q^3}{960 r^5}$$

Bedeutet  $s$  die nötigen Anlagekosten zur Erzeugung einer Pferdekraft, so muss folgende Gleichung bestehen:

$$\mu r l + \frac{l Q^3}{960 r^5} s = K = \text{Minimum}$$

oder 
$$\frac{dK}{dr} = 0 = \mu l - \frac{5}{960} \cdot \frac{l Q^3}{r^6} s$$

$$r = \sqrt[6]{\frac{s}{192 \mu} \cdot l Q} \dots \dots (1)$$

Ist  $c$  die Wassergeschwindigkeit in cm, so ist

$$c = 183 \sqrt[3]{\frac{\mu}{s}}$$

Angenommen, eine Druckleitung koste so viel Franken per laufenden Meter, als Centimeter in dem Durchmesser enthalten sind, so ist

$$\mu = 200.$$

Angenommen ferner, dass eine Pferdekraft einschl.

Zins und Amortisation der Maschinen 300 Fr. pro Jahr kostet, so ist für einen Zinsfuss von 5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>

$$s = 6000$$

somit  $r = 0,73 \sqrt{Q}$  oder  $v = 60 \text{ cm}$ .

NB. Eine ähnliche Formel wie (1) hat schon Herr Ing. Smreker abgeleitet.

B. Die zweite Bedingung, welche die Geschwindigkeit erfüllen muss, ist: dass die durch den Wasserstoss erzeugte dynamische Beanspruchung, vermehrt um die statische Zugbeanspruchung des Eisens nicht zu gross wird. — Wird die in Bewegung befindliche Wassersäule plötzlich zur Ruhe gebracht, so entsteht ein Wasserstoss, wobei die Stossarbeit ist

$$A = \frac{G^2}{G + G_1} \cdot \frac{c^2}{2g}$$

Es bedeutet  $G$  das Gewicht des stossenden Wassers,  $c$  die entsprechende Wassergeschwindigkeit und  $G_1$  das reduzierte Gewicht des Rohres.

Für die Längeneinheit ist  $G = \pi r^2 \gamma$ , wobei  $\gamma = 1$  Spec.-Gewicht des Wassers. Ist ferner  $\delta$  die Rohrdicke und  $\gamma_1 = 7,5$  das spec. Gewicht des Eisens, so ist

$$G_1 = 2\pi r \cdot \delta \cdot \gamma_1 \left(1 - \frac{3\delta}{10r}\right) \text{ rund } 15\pi r \delta$$

$$\text{somit } A = \frac{\pi^2 r^4}{\pi r^2 + 15\pi r \delta} \cdot \frac{c^2}{2g} = \frac{\pi r^3}{r + 15\delta} \cdot \frac{c^2}{2g}$$

Wird  $r$  und  $\delta$  in  $\text{cm}$  eingesetzt und will man  $A$  in  $\text{cm/kg}$ , so ist

$$A = \frac{\pi r^3}{r + 15\delta} \cdot \frac{c^2}{2000000}$$

Bezeichnet  $\sigma$  die dynamische Zugsbeanspruchung und  $A$  die entsprechende Verlängerung, so ist

$$A = \frac{\sigma}{E}$$

und die von den Röhren geleistete Arbeit

$$A_1 = \pi r \cdot \frac{\sigma^2}{E} \delta$$

Diese Arbeit muss gleich der Stossarbeit sein; daher

$$\sigma = cr \cdot \sqrt{\frac{E}{2000000} \cdot \frac{1}{\delta(r + 15\delta)}}$$

Für Gusseisen ist  $E = 1000000 \text{ kg/cm}^2$  und

$$\sigma = c \cdot r \sqrt{\frac{1}{2\delta(r + 15\delta)}} \quad (2)$$

Angenommen eine Gussleitung mit  $r = 15 \text{ cm}$ , welche einem hydrostatischen Druck  $p$  von 30 Atm. widerstehen muss, so ist die Wanddicke der Röhren nach der gewöhnlichen Rechnungsmethode

$$\delta = \frac{pr}{\sigma_1} = \frac{15 \cdot 30}{250} = 1,8 \text{ cm},$$

$\sigma_1 =$  zulässige Zugbeanspruchung, und der Ausdruck

$$r \sqrt{\frac{1}{2\delta(r + 15\delta)}} = 1,22.$$

Bei einer Wassergeschwindigkeit  $c = 200 \text{ cm}$  ist die dynamische Zugbeanspruchung

$$\sigma = 200 \cdot 1,22 = 244 \text{ kg/cm}^2.$$

Die gesamte Zugbeanspruchung der Röhren  $250 + 244 = 494 \text{ kg/cm}^2$ .

Bei dieser Beanspruchung wäre nur noch eine zweifache Sicherheit vorhanden.

Für Stahlröhren ist  $E = 2000000$

$$\sigma = c \cdot r \sqrt{\frac{1}{\delta(r + 15\delta)}} \quad (3)$$

Angenommen eine zulässige Zugbeanspruchung von  $\sigma_1 = 750 \text{ kg/cm}^2$ , so ist für  $r = 60 \text{ cm}$  und  $p = 20 \text{ Atm}$ . hydrostatischen Druck

$$\delta = \frac{p \cdot r}{\sigma_1} = \frac{1200}{750} = 1,6 \text{ cm}.$$

Der Ausdruck

$$r \cdot \sqrt{\frac{1}{\delta(r + 15\delta)}} = 5,17$$

für  $c = 200 \text{ cm}$  und  $\sigma = 200 \cdot 5,17 = 1034 \text{ kg/cm}^2$  und

die totale Zugbeanspruchung in einem Längsriß wäre  $1034 + 750 = 1784 \text{ kg/cm}^2$ .

Diejenige in einem Querriss ist bekanntlich nur halb so gross, d. h.  $892 \text{ kg/cm}^2$ . Die Zugkraft in der Rohrachse ist  $540000 \text{ kg}$ .

Die Verankerungen, die notwendig wären, um eine derartige Rohrleitung zu fixieren, müssten im stande sein, diese Zugkraft aufzunehmen.

Rechnet man die Schwierigkeiten und die Kosten, die derartige Verankerungen verursachen und berücksichtigt man, dass in jedem Falle eine gewisse Sicherheit vorhanden sein muss, so ist es ratsam, mit der Wassergeschwindigkeit nicht zu weit zu gehen.

Zürich, im Oktober 1897.

E. Melli, Ing.

## Rückkauf der schweizerischen Eisenbahnen.

II. (Schluss.)

### Bundesgesetz betreffend die Erwerbung und den Betrieb von Eisenbahnen für Rechnung des Bundes und die Organisation der Verwaltung der schweizerischen Bundesbahnen.

(Vom 15. Oktober 1897.)

#### II. Organisation der Verwaltung der schweizerischen Bundesbahnen.

Art. 12. Die Verwaltung der Bundesbahnen bildet eine besondere Abteilung der Bundesverwaltung.

Die Beamten und Angestellten der Bundesbahnen unterstehen der für die Bundesbeamten geltenden Gesetzgebung.

Die Verwaltung der Bundesbahnen hat ihr rechtliches Domizil am Sitze der Generaldirektion.

Dieselbe hat ausserdem in jedem durch ihre Bahnlinien berührten Kanton ein Domizil am Kantonshauptorte zu verzeigen, an welchem sie von den betreffenden Kantonseinwohnern belangt werden kann.

Für dingliche Klagen gilt der Gerichtsstand der gelegenen Sache.

Für die Behandlung und Beurteilung der civilrechtlichen Streitigkeiten gegen die Bundesbahnen finden die bestehenden kantonalen und eidgenössischen Gesetze Anwendung, mit der Beschränkung, dass das Bundesgericht als einzige Instanz urteilt, sofern der Streitgegenstand einen Hauptwert von wenigstens 30000 Fr. hat.

#### 1. Oberleitung der Verwaltung.

Art. 13. Für die Oberleitung der Verwaltung durch die Bundesbehörden gelten die nachfolgenden Bestimmungen:

Es kommen zu:

#### A. Der Bundesversammlung:

1. Die Genehmigung der Anleiheoperationen und des Amortisationsplanes;
2. die Genehmigung von Vereinbarungen betreffend die Erwerbung anderer bestehender Bahnen, sowie betreffend die Uebnahme des Betriebes von Nebenbahnen und den Eintritt des Bundes in Betriebsverträge, welche etwa zwischen den in Art. 2 genannten Hauptbahnen und Nebenbahnen abgeschlossen worden sind;
3. die Gesetzgebung über die allgemeinen Grundsätze für die Tarifbildung;
4. der Erlass von Gesetzen, betreffend die Erwerbung oder den Bau von Eisenbahnen;
5. die Gesetzgebung über die Besoldungen;
6. die Genehmigung des Jahresbudgets;
7. die Prüfung und Abnahme der Jahresrechnung und des Geschäftsberichtes.

#### B. Dem Bundesrat:

1. Der Erlass einer Vollziehungsverordnung zu diesem Gesetze.
2. Die Wahl:
  - a) von 25 Mitgliedern des Verwaltungsrates (Art. 16);
  - b) der Mitglieder der Generaldirektion und der Kreisdirektionen (Art. 23 und 33);
  - c) von je 4 Mitgliedern der Kreiseisenbahnräte (Art. 29).
3. Die Einbringung folgender Vorlagen bei den eidgenössischen Räten:
  - a) des Jahresbudgets, der Jahresrechnung und des Geschäftsberichtes;
  - b) der Anträge betreffend die Uebnahme des Betriebes von Nebenbahnen und den Eintritt des Bundes in Betriebsverträge, welche