

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 93/94 (1929)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Eisenbeton-Schleuderrohre Bauart Vianini  
**Autor:** Roš, M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-43365>

### **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: Eisenbeton-Schleuderrohre Bauart Vianini. — Gas-Fernversorgung mit Hochdruckbehälter in Stein am Rhein. — Wohnhaus Dr. Rheinart-Ganzoni, Winterthur (mit Tafel 25). — Geschäftshaus A. Wiegner in Winterthur (mit Tafel 26). — Wasserkraftnutzung und Elektrizitätsversorgung der Schweiz. — Mitteilungen: Der

XII. Internationale Wohnungs- und Städtebau-Kongress. Omnibus mit Luftstreifen in Paris. Kongress der „Institute of Metals“ in Düsseldorf. Eidgen. Technische Hochschule. Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband. — Korrespondenz. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 93

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. 25

## Eisenbeton-Schleuderrohre Bauart Vianini.

Von Prof. Dr. M. ROŠ, Direktor der Eidg. Materialprüfungsanstalt, Zürich.

Das Prinzip der Herstellung von Vianini-Rohren<sup>1)</sup>, armierten, ohne oder mit Glockenmuffen versehenen Rohren, beruht auf dem Schleudern des in eisernen kreisrunden Formen eingebrachten Mörtels bzw. Betons. In die zwei- oder mehrteilige eiserne Rohrform (Abb. 1), die in die Schleudermaschine (Abb. 2 und 3) eingebaut ist, wird die spiralförmige, einfache oder doppelte Armierung, mit Längseisen versehen (Abb. 4) eingebracht, und sodann der stark plastische Zementmörtel mittels eines aufklappbaren Löffels eingefüllt. Einer der beiden Spannköpfe der Schleudermaschine ist fest, der andere, entsprechend der jeweiligen Rohrlänge, verstellbar angeordnet. Während des Einfüllens des Mörtels bzw. Betons wird die Schleudermaschine in langsame Umdrehungen, entsprechend einer Umfangsgeschwindigkeit von etwa 8 m/sec, versetzt. Nach erfolgter Schlusseinfüllung wird die Umfangsgeschwindigkeit auf etwa 20 m/sec gesteigert. Das Schleudern selbst dauert, je nach Grösse der Rohre, 20 bis 25 min. Infolge der Zentrifugalkräfte wird der Mörtel an die Rohrwandungen gepresst, unter Ausscheidung des überschüssigen Wassers, wodurch er seine Festigkeit und Dichtigkeit erhält. Die 2 $\frac{1}{2}$  bis 12 mm dicke Eisenarmierung stellt sich von selbst zentrisch ein. Der Abstand der einfachen oder doppelten Spiralen schwankt zwischen 25 und 100 mm. Dem Umfange nach werden 4 bis 24 Längseisen von 2,5 bis 7 mm Durchmesser gleichmässig verteilt angeordnet. Nach Beendigung des

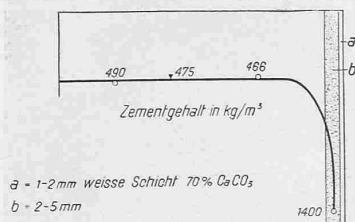
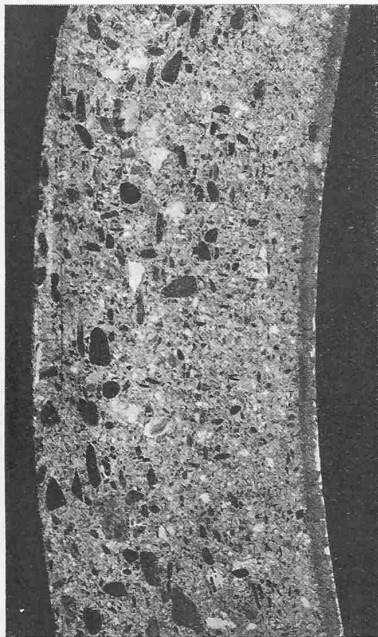


Abb. 5. Querschnitt durch die Rohrwand.  
Abb. 6 (darunter). Zementverteilung.

Schleuderns werden die Rohre 24 bis 48 h in den eisernen Formen gelassen und sodann ausgeschalt. In den ersten Tagen werden sie tüchtig genässt und mit feuchten Tüchern behängt, um den Einfluss der Schwindspannungen, so weit dies praktisch erreichbar ist, zu vermindern. Einer sachgemässen Nachbehandlung der Rohre unmittelbar nach dem Schleudern ist grösste Sorgfalt zuzuwenden.

Die Bemessung der Armierungen erfolgt in der Regel derart, dass bei Vernachlässigung der Betonzugfestigkeit die rechnerischen Spannungen in den Armierungseisen 800 kg/cm<sup>2</sup> nicht wesentlich überschreiten. Die Mörtel- bzw. Betonmischung von stark plastischer Kon-

sistenz weist Sand bzw. Kiessand von zweckmässiger Kornabstufung mit einer Dosierung von 450 bis 550 kg/m<sup>3</sup> hochwertigem Portlandzement auf. Beim frisch geschleuderten Mörtel beträgt das Raumgewicht 2,35.

Die Baulängen der Vianini-Rohre betragen bei lichten Rohrdurchmessern von 10 bis 100 cm 2,00 bis 3,60 m, bei lichten Rohrdurchmessern von 100 bis 200 cm bis 3,00 m, während die Wanddicken in weiten Grenzen von 20 mm bei 10 cm weiten Rohren bis 150 mm bei Rohren von 200 cm lichter Weite schwanken.

\*

Bei der Fabrikation der Vianini-Rohre werden die zur Verwendung gelangenden Materialien: Portlandzement, Sand-Kies, Wasser und Armierungseisen, einer ständigen Kontrolle unterzogen. Ferner wird die Rotationsgeschwindigkeit, die für die Pressung des Mörtels bzw. Betons, also dessen Verarbeitung ausschlaggebend ist, genau reguliert. Dadurch hat man die für die Fabrikation massgebenden Faktoren in der Hand, wie selten bei einer andern Fabrikationsart der Mörtel- bzw. Betonbauweise. Diesem Umstande ist die Gleichmässigkeit in der hervorragenden Qualität der Vianini-Rohre zu verdanken.

Infolge des Schleuderns stellt sich eine Materialabstufung im Mörtel ein. Während das gröbere Korn nach der Aussenwandung strebt, lagert sich das feinere gegen die innere Rohrwand (Abb. 5 und 6). Die Zementdosierung schwankt für die  $\frac{1}{10}$  der Rohrwanddicke zwischen 466 und 490 kg pro m<sup>3</sup> Mörtel bzw. Beton, beträgt somit im Mittel 475 kg/m<sup>3</sup>. An der innern, 2 bis 5 mm starken, sehr dichten, feinkörnigen, grauen Schicht der Rohrwandung beträgt der Zementgehalt im Mittel 1400 kg/m<sup>3</sup>. Der so beschaffene Mörtel besitzt ein ausserordentlich dichtes Gefüge, das durch die regelmässige Kornabstufung und den reichen Zementgehalt, insbesondere in der innersten, 2 bis 5 mm starken Schicht, einen sehr wirksamen Widerstand gegen mechanische und chemische Einflüsse bietet und absolute Wasserundurchlässigkeit gewährleistet.

### ERGEBNISSE DER FESTIGKEITSVERSUCHE.

#### 1. Festigkeit.

Die Ergebnisse der Festigkeitsversuche von 80 luftgelagerten, im Alter von 35 bis 100 Tagen erprobten, der regulären Fabrikation entnommenen Vianini-Rohren auf Biegezugfestigkeit (Abb. 7 und 8), auf Scheiteldruckfestigkeit (Abb. 9 und 10) und auf Ringzugfestigkeit (Innendruck, Abb. 11) führten zu nachfolgenden Feststellungen:

1. Der Mörtel bzw. Beton der Rohrwandung weist eine mittlere Druckfestigkeit von rund  $\beta_d = 400 \text{ kg/cm}^2$  auf.

2. Die nach der Formel von Navier-Hooke  $\beta_b = \frac{M_{\max}}{W}$  ermittelte Beton-Biegezugfestigkeit der als Balken auf zwei Stützen wirkenden, in der Mitte durch eine Einzellast beanspruchten Rohre beträgt im Mittel  $\beta_b = 45 \text{ kg/cm}^2$ .

Es ist zu bemerken, dass die erprobten Rohre eine derartige Längsarmierung aufwiesen, dass unmittelbar nach Ueberwindung der Biegezugfestigkeit des Mörtels die Tragfähigkeit der schwachen Armierungseisen erschöpft wurde. Die Armierung kann aber, nach Bedarf, verstärkt werden.

3. Die aus der Formel  $\beta_b = \frac{M_r}{W}$  berechneten Biegespannungen, wobei  $M_r$  das grösste Biegemoment in der Ringsohle bzw. im Ringscheitel bedeutet und  $M_r = 0,318 P r$  ist (Abb. 12), unter Berücksichtigung des in der Ringsohle gleichzeitig auftretenden Biegemomentes aus Rohreigenlast von der Grösse  $M_{\max} = 0,238 G r'$  (Abb. 15) ergeben als Mittelwert  $\beta_b = 60 \text{ kg/cm}^2$ .

<sup>1)</sup> M. Roš „Die Vianini-Rohre“, Bericht Nr. 21 der Eidgen. Materialprüfungsanstalt an der E. T. H. (Oktober 1927).

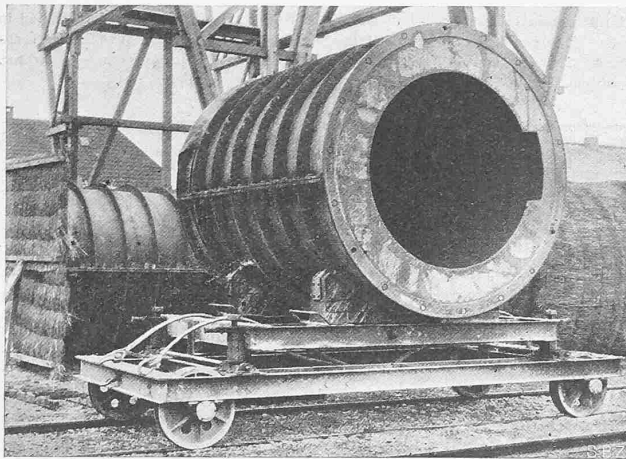


Abb. 1. Eiserne Rohrform mit fertig geschleudertem Rohr.

4. Der Mittelwert der Ringzugfestigkeit durch Innendruckversuche bestimmt, für die grösste Zugspannung an der inneren Rohrwandung und aus der Formel

$$i\beta_z = \frac{P_{1\max}}{\delta} \frac{R^2 + r^2}{R + r}$$

berechnet (Abb. 13), ergibt sich zu  $\beta_z = 40 \text{ kg/cm}^2$ . Die erprobten Röhre hatten je nach Durchmesser und Wanddicke Innendrucke von 6,5 bis 15 at widerstanden. Für die armierten Vianini-Röhre wurde das Verhältnis  $n = \frac{E_{\text{Eisen}}}{E_{\text{Beton}}}$  gleich 8 gesetzt, gestützt auf die Ergebnisse der Elastizitätsmessungen.

5. Der Mittelwert des Elastizitätsmoduls wurde aus den örtlichen Dehnungsmessungen (Spannungsmessungen) der Biegungsversuche (Abb. 7) und den Zusammendrückungen der lotrechten und Ausweitungen der wagrechten Rohrdurchmesser (Abb. 10) ermittelt. Sein Mittelwert aus den Veränderungen der Rohr-Durchmesser nimmt die Grösse an von

$$E_e = \frac{1}{2} \frac{Pr^3}{J} \left( \frac{0,1475}{\Delta d_v} + \frac{0,1375}{\Delta d_h} \right)$$

worin  $J =$  Trägheitsmoment der Rohrwand um die Längsaxe und  $\Delta d_v$  bzw.  $\Delta d_h$  die gemessenen elastischen Verformungen des lotrechten bzw. wagrechten Rohrdurchmessers bedeuten.

Als Gesamt-Mittelwert für den Elastizitätsmodul ergibt sich  $E = 280000 \text{ kg/cm}^2$  und somit für die Verhältniszahl  $n = \frac{E_{\text{Eisen}}}{E_{\text{Beton}}} \sim 8$ . Der Gesamt-Mittelwert von  $E_e$  stimmt mit der in der Eidg. Materialprüfanstalt bestimmten Kurve für die  $E_e$ -Moduli von Zementmörtel gut überein (Abb. 14).

Die Abweichungen der Gesamtmittelwerte der Festigkeiten und Elastizitätsmoduli von den Einzelwerten betragen im Durchschnitt 10 bis 12 %.

Das Verhältnis der Biegezugfestigkeit (Faserspannung) zur axialen Zugfestigkeit (Volumenspannung), wie es aus den Versuchen folgt:

$$\frac{\beta_b}{\beta_z} = \frac{60}{40} = \frac{1,5}{1}$$

ist entschieden als zu gross zu bewerten, da sich der Wert von  $60 \text{ kg/cm}^2$  auf die ersten sichtbaren Risse, denen naturgemäss von freiem Auge nicht sichtbare Risse vorausgehen, bezieht. Diese letzten, als die wirklichen ersten Risse, treten früher auf, entsprechen also niedrigeren Spannungswerten, wie dies auch die örtlichen Dehnungsmessungen (Spannungsmessungen) an der Sohle der Rohrinne bei den Scheiteldruckversuchen ganz deutlich anzeigen (Abb. 10). Aus andern, eingehenden Versuchen der Eidg. Materialprüfanstalt wurde dieses Verhältnis zu

$$\frac{\beta_b}{\beta_z} = \frac{1,33}{1}$$

ermittelt, wobei nicht ausser acht zu lassen ist, dass beim reinen Zugversuch das ganze Volumen des Zugkörpers beansprucht wird und er an der wirklich schwächsten Stelle

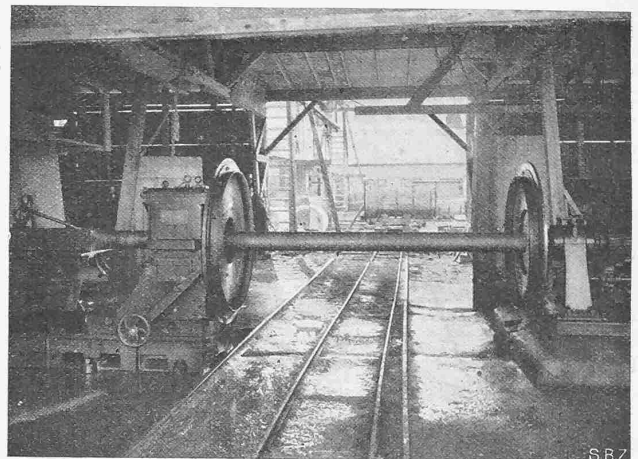


Abb. 2. Schleudermaschine. Spannköpfe mit durchgestecktem Füll-Löffel.

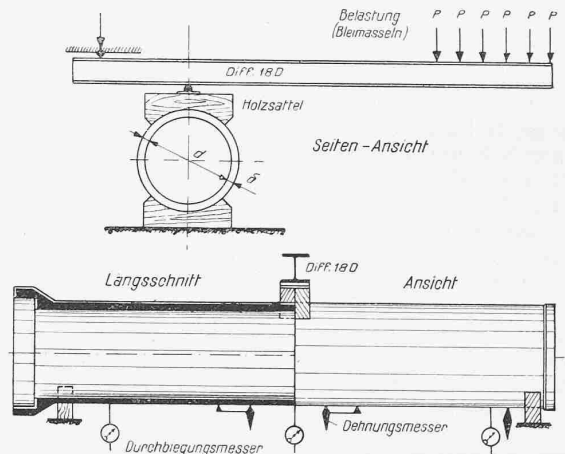


Abb. 7. Messung der Biegezugfestigkeit. — Allgemeine Anordnung.

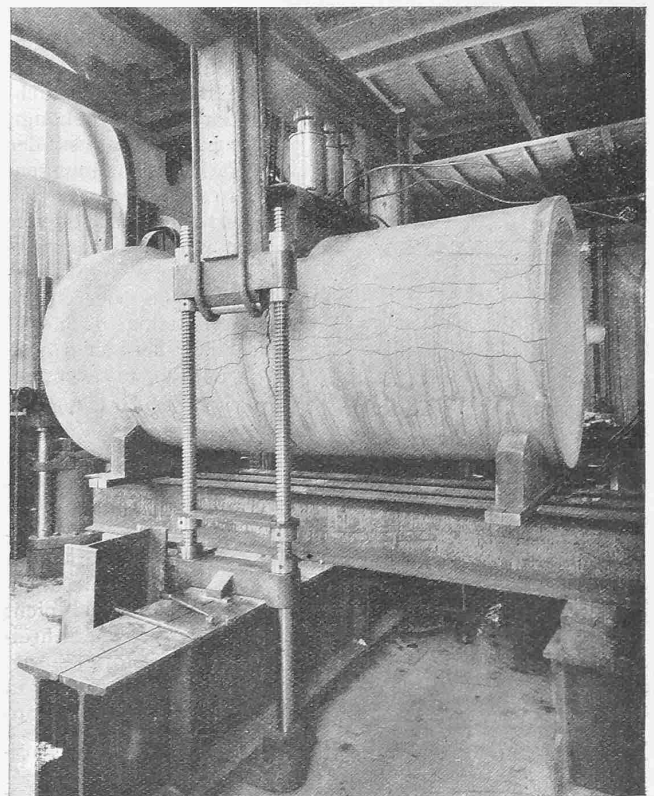


Abb. 8. Biegungsversuche. Rohr 100 cm I. W., Stützweite 2 m,  $P_{\max} = 34,2 \text{ t}$ .

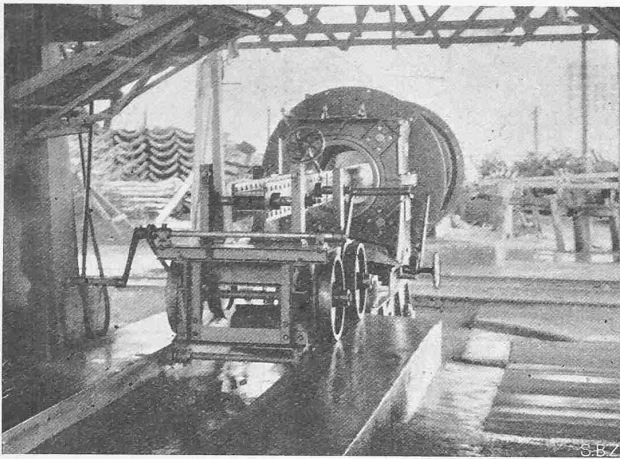


Abb. 3. Schleudermaschine mit aufklappbarem Einfüll-Löffel, von hinten.

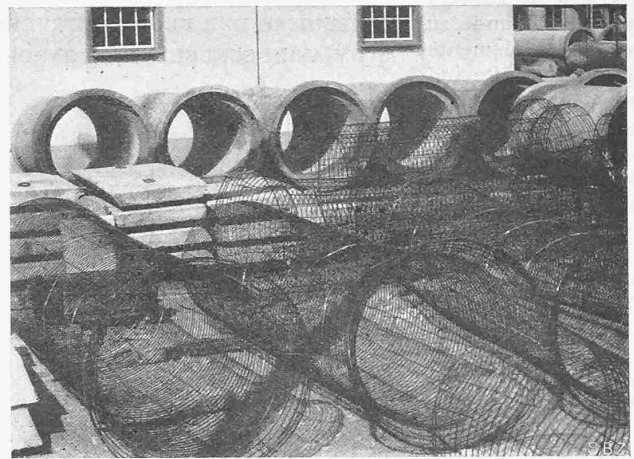


Abb. 4. Eisenarmierungen für Rohre von 100 cm l. W. und 2,45 m Baulänge.

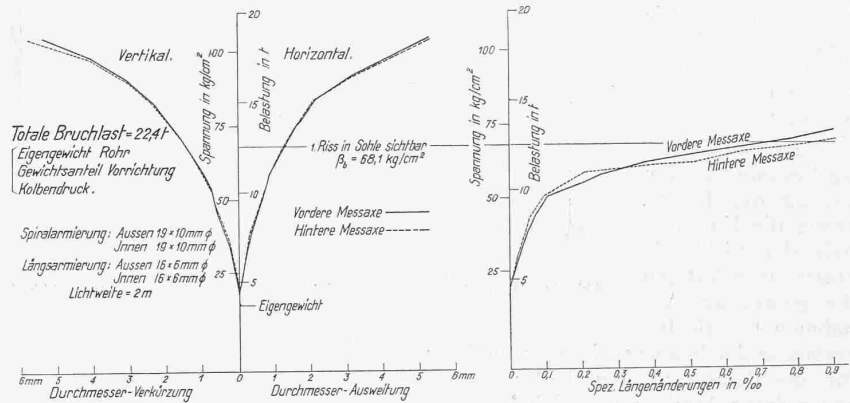
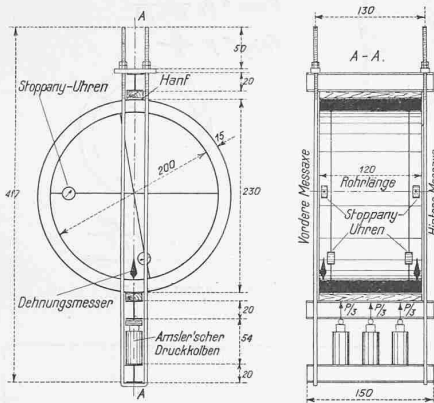


Abb. 9 und 10. Allgemeine Anordnung und Ergebnisse der Scheitelbelastung mit 22,4 t eines 1,20 m langen Rohrstückes von 200 m l. W. (Sohle innen).

reist, während bei der Biegezugprobe die Zugfestigkeit an einer bestimmten, in der Regel nicht der schwächsten Stelle erzwungen wird; zudem entspricht der rechnerische Wert  $\beta_b = M_{max}/W$ , wegen der Ungültigkeit des Hookeschen Gesetzes, der Wirklichkeit nicht: er ist gegenüber der wirklich auftretenden Zugfestigkeit der Randfaser zu gross.

Die aus Zugversuchen errechneten Zugfestigkeiten  $\beta_z = N/F$  sind zu klein und die aus Biegeversuchen errechneten Biegezugfestigkeiten  $\beta_b = M/W$  zu gross, was bei der Beurteilung der jeweiligen Werte zu beachten ist<sup>2)</sup>.

<sup>2)</sup> M. Roß. „Der heutige Stand der Festigkeitsprüfung von Zementen nach den Normen und deren Wert für die Praxis der Beton- und Eisenbetonbauweise“. Bericht erstattet am internationalen Kongress für die Materialprüfungen der Technik, Amsterdam 1927.

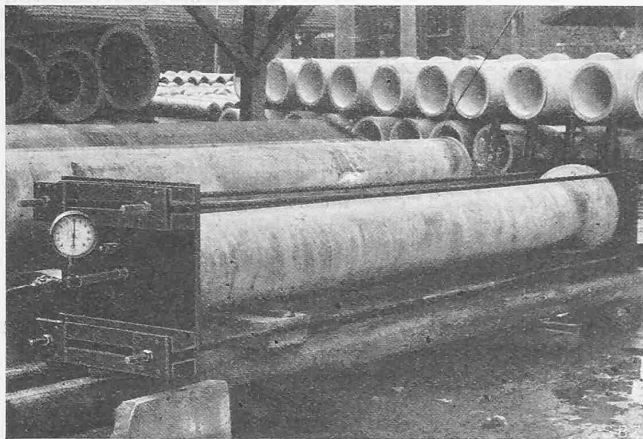


Abb. 11. Innendruckversuche mit 10 at (max. 15 at) an einem Rohr von 30 cm l. W. und 3,65 m Länge.

In der Abbildung 16 sind die Scheiteldruck-Bruchtragkräfte und Biegefestigkeiten sowie die entsprechenden Werte der Schweiz. Zementröhren-Normen 1927 dargestellt. Aus dieser Darstellung geht die vorzügliche Festigkeitsqualität der Vianini-Rohre hervor.

Als rechnerische Grundlagen für die Bemessung von mit Erdreich überschütteten und unter Innendruck sich befindenden Rohren gelten nachfolgende drei Beziehungen:

$$a) \quad \frac{N}{F} \leq \frac{\beta_z}{2,5}$$

worin  $N = p_i r$  die grösste Ringkraft aus dem Wasserinnendruck  $p_i$ . Unter Berücksichtigung der grössten Faserringspannung ist  $p_i r$  durch  $p_i \frac{R^2 + r^2}{R + r}$  zu ersetzen (Lamé).  $F =$  Rohrquerschnitt mit Berücksichtigung der Eisenarmierung;  $n = 8$ ,  $\beta_z = 40 \text{ kg/cm}^2$ .

Die Ringspannungen aus dem grössten Wasserinnendruck  $p_i$  sollen höchstens den  $1/2,5$ -fachen Betrag von  $\beta_z$  erreichen (also 2,5-fache Sicherheit).

$$b) \quad \frac{N}{F} + \frac{M}{W} \leq \frac{\beta_b}{1,5}$$

$M =$  massgebendes, grösstes Biegemoment (Rohrsohle),  $W =$  Widerstandsmoment des am ungünstigsten beanspruchten Querschnittes (Rohrsohle), mit Berücksichtigung der Eisenarmierung;  $n = 8$ ,  $\beta_b = 60 \text{ kg/cm}^2$ .

Die grösste Randfaser-Zugspannung infolge der Längskräfte und Biegemomente darf nur den  $1/1,5$ -fachen Betrag von  $\beta_b = 60 \text{ kg/cm}^2$  betragen; der Sicherheitsgrad muss also noch mindestens ein 1,5-facher sein.

c) Die grösste Zugbeanspruchung der Armierungseisen  $\sigma_s$ , ohne Berücksichtigung der Zugfestigkeit des Beton (übliche Berechnungsart), soll an der ungünstigsten beanspruchten Stelle des Rohres (Sohle)  $1200 \text{ kg/cm}^2$  nicht überschreiten, entsprechend einer rund 2,0-fachen Sicherheit (Flie遡grenze).

Die der Berechnung zu Grunde zu legenden Momente und Längskräfte sind auf der Abb. 15 zusammengestellt. Die Lagerung des Rohrs wurde für das Eigengewicht des Rohrs und die Wasserfüllung bis zum Scheitel als Mittel zwischen Scheidenlagerung (Erzeugende) und parabolisch über dem wagrechten Rohrdurchmesser verteilter Lagerung angenommen. Für die Erdüberschüttung wurde nur eine parabolisch über dem wagrechten Rohrdurchmesser verteilte Lagerung vorausgesetzt.

Die nicht eindeutig bestimmbare Lagerung der Rohre, sowie die Unsicherheit der Erddrücke rechtfertigen die gemachten Annahmen für die Berechnung der Beanspruchungen und somit für die Bemessung der Rohrwand-Dicke sowie deren Armierung, welche letztere gegebenenfalls innen stärker und aussen schwächer, entsprechend den rechnerisch auftretenden Beanspruchungen, anzuordnen ist. Ein Einschlämmen mit Sand von rd. 30 cm Höhe über Rohrsohle und eine darauffolgende Hinterfüllung mit Sand-Kies ist empfehlenswert.<sup>3)</sup>

2. Dichtigkeit.

Bei den Versuchen auf Innendruck zeigt sich, dass sich das Auftreten von Wasserflecken an der Aussenwandung der Rohre kurz vor der Ueberwindung der Ringzugfestigkeit einstellt. Die Rohrwandungen sind bis unmittelbar vor Bruch praktisch wasserdicht. Bordvoll mit Wasser gefüllte, hochkant stehende und unten abgedichtete Rohre sind absolut dicht: sie lassen keinen Tropfen Wasser durch.<sup>4)</sup>

Das ausserordentlich, praktisch absolut dichte Gefüge der Rohrwandungen mit der innern, 2 bis 5 mm dicken Schicht aus fast reinem Zement, die wie ein absolut wasserundurchlässiger Verputz wirkt, ist ein hervorragender Vorzug des Vianini-Rohres. Die grosse Dichtigkeit macht auch das Rohr gegen mechanische und chemische Angriffe sehr widerstandsfähig. Diese Widerstandsfähigkeit wird von keinem Zementrohr anderer Fabrikationsweise übertroffen.

Die Wasseraufnahme des Mörtelmaterials der Vianini-Rohre wurde zu 2,66 Gewichtsprozent ermittelt.

Im Laufe der Zeit stellt sich auch eine Selbstdichtung der Rohrwandungen ein durch mechanisches Einschlämmen feinsten im Wasser suspendierter Teile, CaCO<sub>3</sub>-Ablagerungen und Schwellen des Mörtels bzw. Betons (Abb. 17).

<sup>3)</sup> R. Meyer. „Die Herstellung grosser Eisenbetonrohre nach dem Schleuderverfahren Patent Vianini für die Druckrohrleitung der mittleren Isar A.-G. bei Unterföhring“, in „Beton und Eisen“, Heft 13, Jahrgang 1928.

<sup>4)</sup> „Normen für die Herstellung von Zementrohren“, aufgestellt von der Schweiz. Kommission zur Prüfung des Verhaltens von Zementrohren in Meliorationsböden“. Diskussionsbericht Nr. 10 des Schweiz. Verbandes für die Materialprüfungen der Technik (April 1928).

ERGEBNISSE DER FESTIGKEITSVERSUCHE MIT VIANINI-SCHLEUDERBETONROHREN.

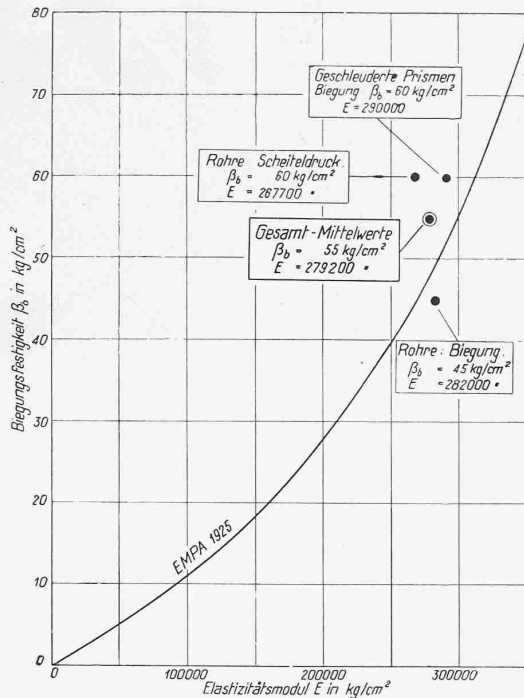


Abb. 14. Werte der Elastizitätsmoduli.

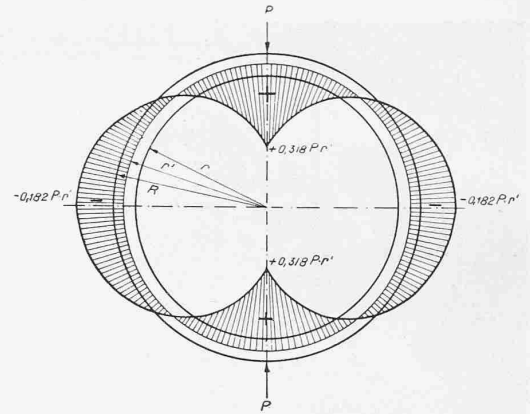


Abb. 12. Scheitelbelastung, Linienbelastung, Momenten-Verlauf.

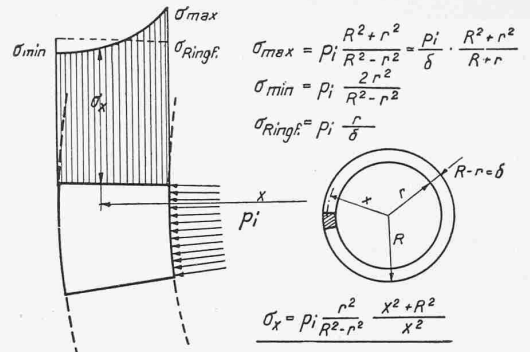


Abb. 13. Spannungsverteilung infolge Innendruck pi.

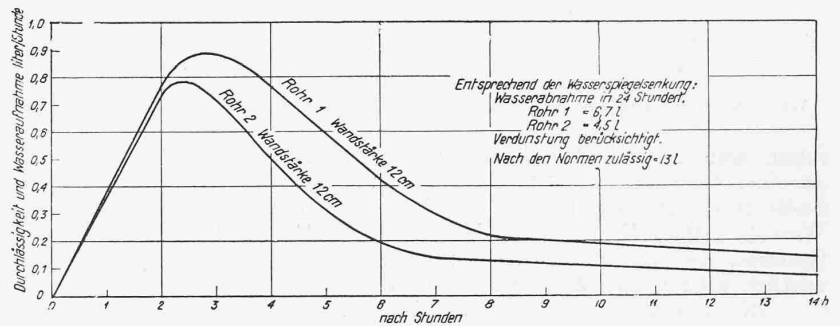


Abb. 17. Selbstdichtung der Rohrwandungen in Funktion der Zeit.

Die Dichtung an den Stosstellen erfolgt durch bewährte Glockenmuffen (Abb. 18 u. 19). In den Abb. 20 bis 22 ist ferner eine Dichtung mittels Ueberwurfmuffe ersichtlich. Die Rohrenden weisen einen gegenseitigen Abstand von 15 mm auf; sie werden mit einer Kaltklebemasse bestrichen und sodann durch zwei ringförmige Dichtungstreifen von 320 mm Breite überdeckt. Die Ueberwurfmuffe aus armiertem Beton besitzt eine Breite von 350 mm und eine Höhe von 150 mm; sie wird aus einer aus Z-Eisen bestehenden eisernen Schalung erstellt, die nach unten, gegen die Rohre, mit fest angepressten Gummidichtungen abgedichtet ist. Das Schwinden der eisernen Ueberwurfmuffe bewirkt einen Druck auf die vorerwähnten Dichtungstreifen, die durch das im Rohre befindliche Wasser aufquellen, wodurch die Wirksamkeit der Dichtung erhöht wird. Die zwischen den Rohrstirnen vorhandene 15 mm starke Fuge wird mit Muffenkitt ausgespachtelt. Derart erstellt, weist die Stossverbindung die erforderliche elastische Nachgiebigkeit auf und hat sich als dicht bewährt.<sup>5)</sup>

Vianini-Rohre von 1,1 m lichtigem Durchmesser, für die 200 m lange Heberleitung des Städt. Elektrizitätswerkes Stuttgart bestimmt, wurden als einzelne Rohrschüsse auf Luftdichtigkeit geprüft. Das mögliche Vakuum bewegte sich zwischen 94 und 98%. Die Heberleitung, inbegriffen die Rohrdichtungen, hat den gestellten Ansprüchen genügt.

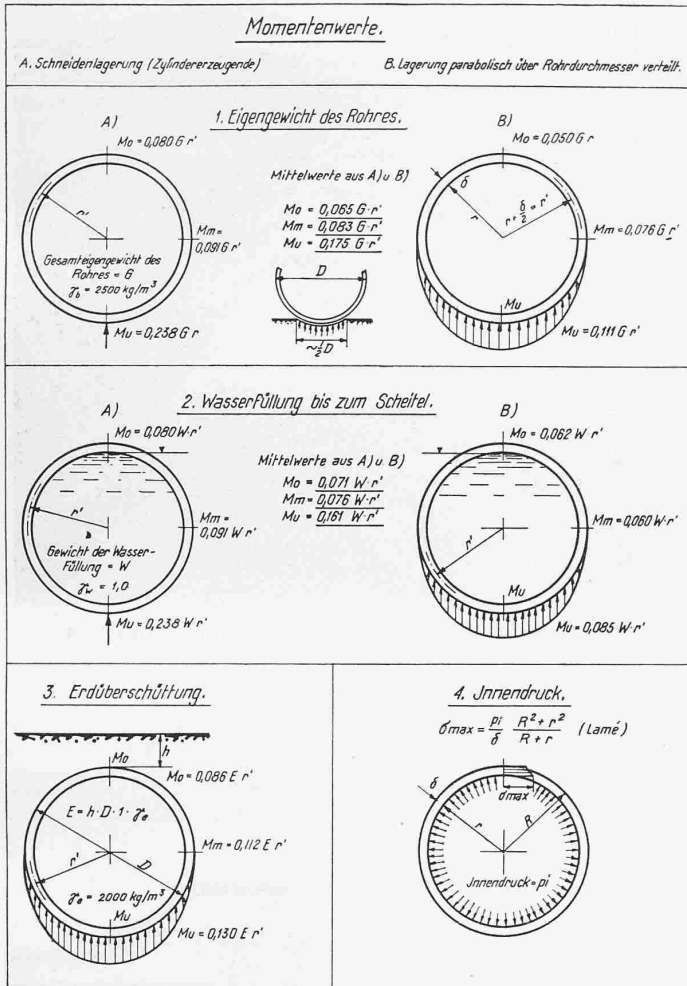


Abb. 15. Der Berechnung zu Grunde zu legende Momente und Längskräfte.

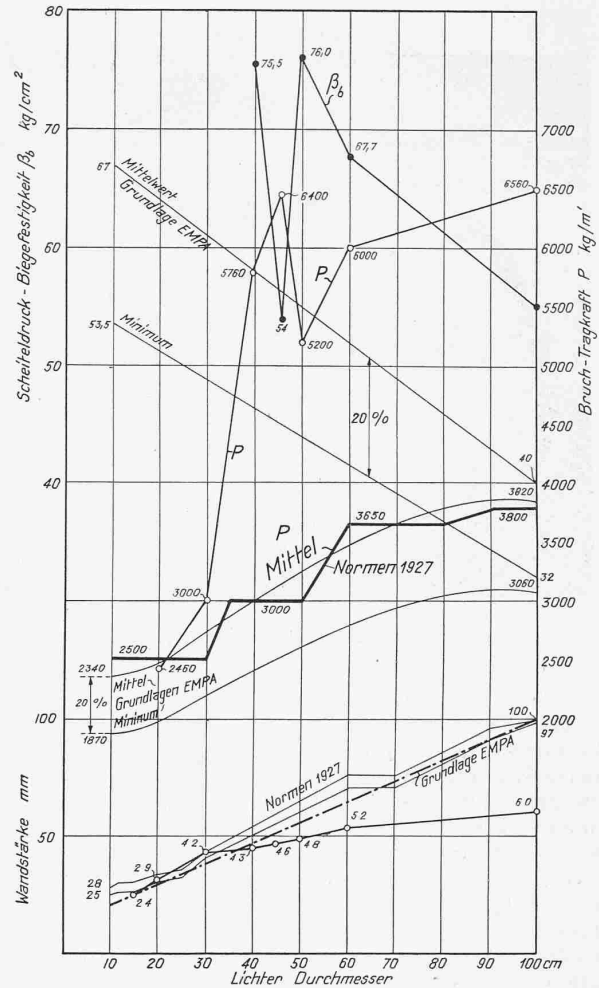


Abb. 16. Scheiteldruck-Bruchtragkräfte und -Biegefestigkeiten.

3. Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Abnutzung.

Die totale Abnutzung durch Abschleifen der inneren Schicht von Vianini-Rohren bei 200 Uml/min der mit Naxos-Schmirgel bedeckten Schleifscheibe, einer spezifischen Druckbelastung von 0,5 kg/cm<sup>2</sup> und einem Radius von 50 cm ergab sich im Mittel zu 2,26 mm. Nach der Behandlung mit Sandstrahlgebläse während 2 min unter einem Drucke von 3 at zeigte die innere Schicht eine mittlere Abnutzungshöhe von 0,6 mm, was auf deren hohen Widerstand gegen mechanische Abnutzung schliessen lässt.<sup>5)</sup>

4. Widerstand gegen chemische Einflüsse.<sup>4 u. 6)</sup>

Als zementgefährliche Böden und Wasser sind anzusehen: Böden mit stark saurer Reaktion (pH unter 6,0), mit einem hohen Gehalt an austauschfähigen Wasserstoff-Ionen (Säuregrad nach Baumann-Gully über 20), reich an Sulfaten (Gehalt an SO<sub>3</sub> im Salzsäureauszug über 0,2 %), oder an Magnesiumsalzen (Gehalt an MgO im Salzsäureauszug über 2,0 %), ferner freie, aggressive Kohlensäure, insbesondere bei kalkarmen, weichen Gebirgswässern von Granitböden

<sup>5)</sup> Vergleichsweise betragen die Mittelwerte der mechanischen Abnutzung:

	Abschleifen		Sandstrahlgebläse trocken
	trocken	nass	
für natürliche Steine	mm	mm	mm
Eruptivgesteine	0,71	1,72	0,56
Sandsteine und Konglomerate	0,85	1,88	0,69
Kalksteine	1,56	2,89	0,52
für Steingutrohren	2,3		0,84

<sup>6)</sup> B. Zschokke. „Die Widerstandsfähigkeit des Betons gegen chemische Einflüsse der Böden und Grundwässer“ und H. Gessner „Die chemischen Ursachen von Betonzerstörungen durch Grundwässer und Böden“. Diskussionsbericht Nr. 4 der Materialprüfungsanstalt an der E. T. H. Zürich (Juni 1925).

und Gletschern, und Säuren oder deren gelöste Salze sowie Alkalien (Kanalisationwässer). Die Entscheidung, ob eine Bodenart oder ein Wasser zementgefährlich sei, kann nur durch eine genaue chemische Analyse gefällt werden.<sup>4)</sup>

Der Widerstand gegen die treibende, sprengende Wirkung der Sulfate des Kalziums und Magnesiums, sowie gegen die zersetzende Wirkung kohlenstoffhaltiger Gewässer, mehr oder weniger saurer Böden und solcher von hoher Austausch-Azidität, wie es Torfböden sein können, wird in erster Linie durch die Dichtigkeit des Mörtel- bzw. Betonkörpers bedingt. Je dichter der Mörtel bzw. Betonkörper, desto grössern, länger andauernden Widerstand gegen Zerstörung vermag er in Gegenwart zementgefährlicher Bodengewässer oder Bodenarten zu leisten. In stark zementgefährlichen Böden wird der chemische Angriff durch eine vorzügliche Betonqualität nicht restlos aufgehalten, dagegen verlangsamt.

Die in der Schweiz gemachten praktischen und wissenschaftlichen Erfahrungen zeigen, dass sich Vianini-Rohre, zufolge ihrer hervorragenden Dichtigkeit und besonderen Beschaffenheit der Innenschicht in neutralen oder weniger zementgefährlichen Bodenarten am besten verhalten haben, und dass sie in mehr zementgefährlichen Böden am längsten Widerstand zu leisten vermögen.

Nach den Feststellungen der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule in Stuttgart<sup>7)</sup> zeigten versuchsweise in fließendes Quellwasser mit bis etwa 28 mg freier aggressiver Kohlensäure und von 1,5 deutschen Härtegraden verlegte Vianini-Rohre nach 3/4-jähriger Versuchsdauer ein sehr günstiges Verhalten. Hierauf gestützt

<sup>7)</sup> Attest der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart vom 24. November 1926.

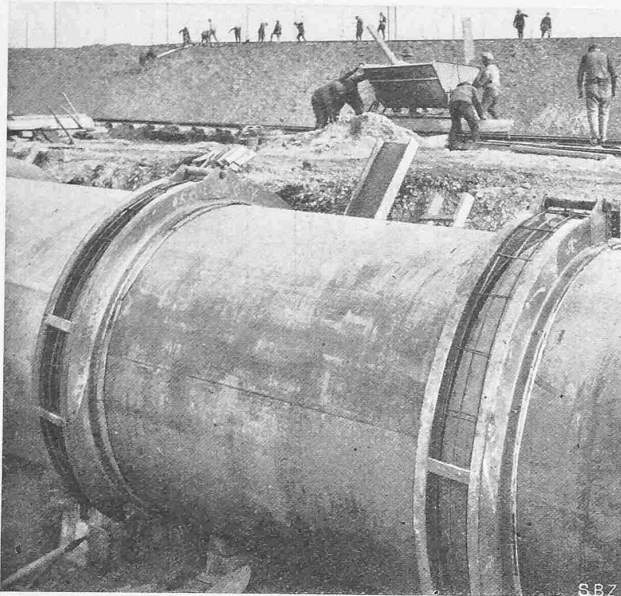


Abb. 21. Dichtung der Stosstelle mit Ueberwurfmuffe gemäss Abb. 20.



Abb. 22. Leitung der „Mittlern Isaar A.-G.“, d bis 2,0 m, pi 1,7 bis 2,4 at.

beschloss die badische Wasser- und Strassenbaudirektion, die 7 km lange Wasserleitung des zweiten Ausbaues des Murgwerkes, die sehr weiches und freie aggressive Kohlensäure enthaltendes Quellwasser als Freileitung dem Felsstollen zuführt, in Vianini-Rohren von 25 bis 60 cm lichtigem Durchmesser auszuführen. Nach anderthalbjährigem Betrieb gab die Leitung zu Beanstandungen wesentlicher Art keine Veranlassung und zeigte keinerlei feststellbare Mängel.<sup>8)</sup>

Nach Prof. Dr. P. Schläpfer, Zürich weisen erfahrungsgemäss die Abwässer der Kanalisationen nie oder höchst selten saure Reaktion auf. Sie sind entweder neutral oder sogar schwach alkalisch infolge Ammoniakbildung durch Fäulnisprozesse. Wenn es sich aber um alkalische Schwefelverbindungen handelt, ist Vorsicht am Platze. Die geringe, von der Reinigung der Schüttsteine, Badewannen usw. herrührende Menge an Salzsäure wird rasch verdünnt und sodann neutralisiert; ein Angriff der dichten, zementreichen Innenschicht der Vianini-Rohre durch Abwässer der Haushaltungen ist daher nicht zu befürchten.

5. Hydraulisches Leistungsvermögen.

Nach den hydraulischen Versuchen von Prof. Dr. Ing. A. Staus, Esslingen, an einer 18 m langen Leitung aus neuen Vianini-Rohren von 30 cm Lichtweite ergab sich ein Druckverlust von 14 mm Wassersäule pro 1 m Rohrlänge für eine Wassergeschwindigkeit von 2 m/sec. Versuche von Prof. Puppini und Ing. Casale an der 200 km langen und mehrere Jahre im Betriebe stehenden Apulischen Wasserleitung aus Vianini-Rohren, haben noch kleinere Reibungsverluste ergeben (Abb. 23).

Die hervorgehobenen technischen Vorzüge der Vianini-Rohre haben auch wirtschaftliche Vorteile zur Folge. So haben sich diese Rohre bereits ein sehr verzweigtes Verwendungsgebiet gesichert, so für Kanalisationszwecke, Rohrnetze für Gas- und Wasserversorgungen, Druckleitungen bis zu 6 at Betriebsdruck, Bewässerungsanlagen,

<sup>8)</sup> Zeugnis vom 8. Juni 1928 an Ed. Züblin & Cie., Kehl.

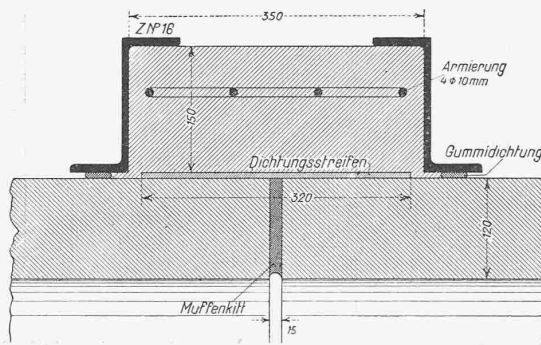


Abb. 20. Dichtung mit Ueberwurfmuffe (vergl. Abb. 21). Rohrdurchmesser 2,0 m, Rohrlänge 3,0 m. — 1 : 5.

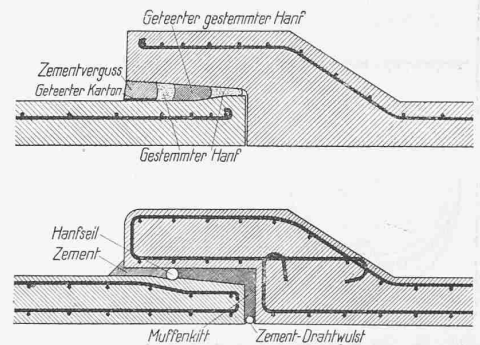


Abb. 18 u. 19. Dichtung der Muffenverbindung; oben für mittlern, unten für hohen Innendruck. — 1 : 8.

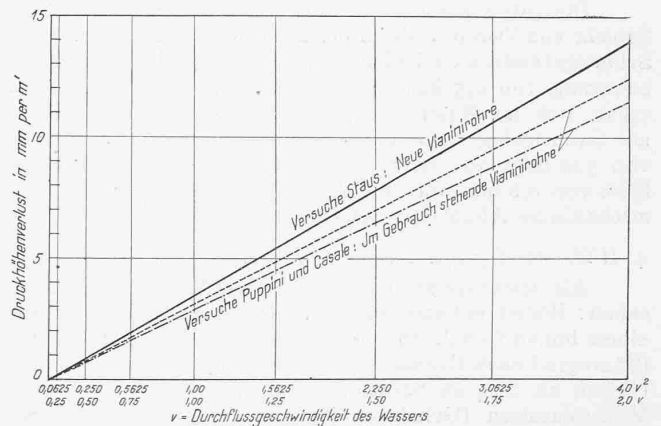


Abb. 23. Druckverluste von Vianini-Rohren nach Staus, bzw. Puppini und Casale.

Drainagen, Düker- und Saugleitungen, Kabelkanäle und Durchlässe, selbst unter stark belasteten Eisenbahndämmen und Strassen, Leitungen für landwirtschaftliche und industrielle Zwecke.

Die Herstellung von geschleuderten Betonrohren, System Vianini, bedeutet in der Rohrfabrikation einen bemerkenswerten technischen Fortschritt, der auch als von weitgehender volkswirtschaftlicher Bedeutung zu würdigen ist.

Lizenzinhaberin des Vianini-Verfahrens für die ganze Welt, mit Ausnahme von Italien und seinen Kolonien, Griechenland und Britisch-Indien, ist die Internationale Siegartbalken-Gesellschaft in Luzern.