

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 121/122 (1943)  
**Heft:** 16

**Artikel:** Bemessung und Bruchsicherheit von Rohrleitungen, insbesondere von Eternitleitungen  
**Autor:** Voellmy, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-53186>

### **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:** 13.01.2026

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

INHALT: Bemessung und Bruchsicherheit von Rohrleitungen, insbesondere von Eternitleitungen. — Von der Bitumentagung des S. V. M. T. — Schweizerischer Verein von Dampfkessel-Besitzern. — Wettbewerb für ein Geschäftshaus der Firma Stoffel & Co., St. Gallen. — Mitteilungen: Englische Fahrzeug-Gas-Generatoren. Eidgen. Technische Hochschule.

Eine Schweiz. Ausstellung in Lissabon. Das Haus «zum Ritter» in Schaffhausen. Der liechtensteinische Binnenkanal. Eine 460 m lange Pontonbrücke. Persönliches. — Nekrolog: Fritz Wyss. — Wettbewerbe: Ueberbauung des Schiltwiesenareals in Oberwinterthur. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Vortragskalender.

Band 122

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. 16

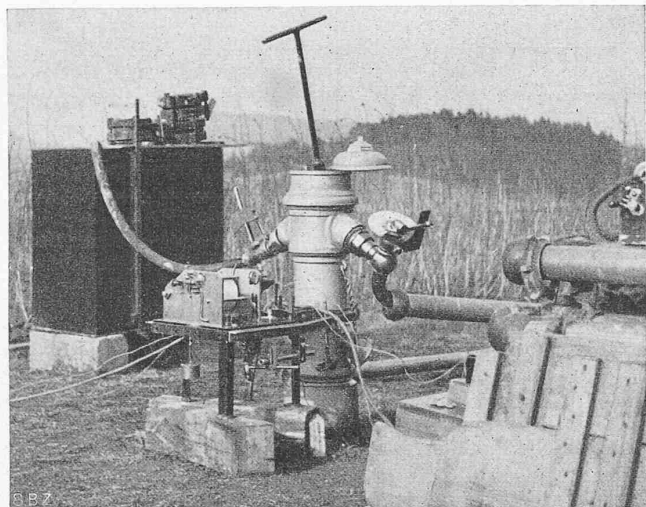


Abb. 13. Erzeugung und Registrierung der Abschlussvariationen. Schnellschluss-Schieber, Flushometer, Hubschreiber und Messbehälter

## Bemessung und Bruchsicherheit von Rohrleitungen, insbesondere von Eternitleitungen

Von Ing. Dr. A. VOELLMY, EMPA, Zürich

(Forts. von S. 181)

Dank dem Entgegenkommen von Prof. R. Dubs, Präsident der Druckstosskommission des S. I. A., konnten an Eternitleitungen einer Wasserversorgung Messungen vorgenommen werden, die einige Aufklärung über die komplizierten Druckstosserscheinungen bringen. Es folgen hierüber einige Angaben aus dem von Dipl. Phys. P. Weber, von der Druckstoss-Kommission des S. I. A., ausgearbeiteten Bericht.

Die Lage der für Wasserversorgung und zu Löschzwecken dienenden Leitung im Gelände mit Messtellen (I, II, III) und Hauptdaten ist aus Abb. 10 ersichtlich; sie wird gespeist von einem vorhandenen Wasserreservoir in rund 510 m Höhe ü. M. Die ganze Rohrleitung ist 1,2 bis 1,6 m tief in den Boden verlegt, sie besteht aus zwei Sektoren von 685 und 458 m Länge mit 150 bzw. 125 mm lichte Durchmesser. Die Abzweigungen zu den Hydranten haben 4 bzw. 6 m Länge und 75 mm  $\varnothing$ . Die statische Druckhöhe beträgt am Leitungsende rd. 70 m W.S. An der Leitung wurden durch die Organe der Druckstosskommission Druckmessungen mit direkt aufzeichnenden Indikatoren und durch die E. M. P. A. Dehnungsmessungen mit dynamischen Tensometern durchgeführt. Alle Registrierinstrumente waren von einer Kommandostelle aus synchronisiert. Die Indikatoren besaßen eine Druckempfindlichkeit von 6 ÷ 8 mm Ausschlag pro

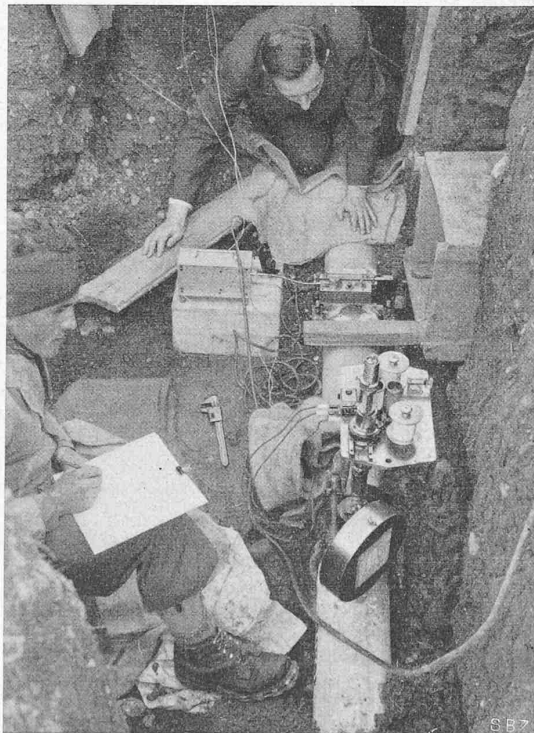


Abb. 11. Messtelle I mit Apparaten

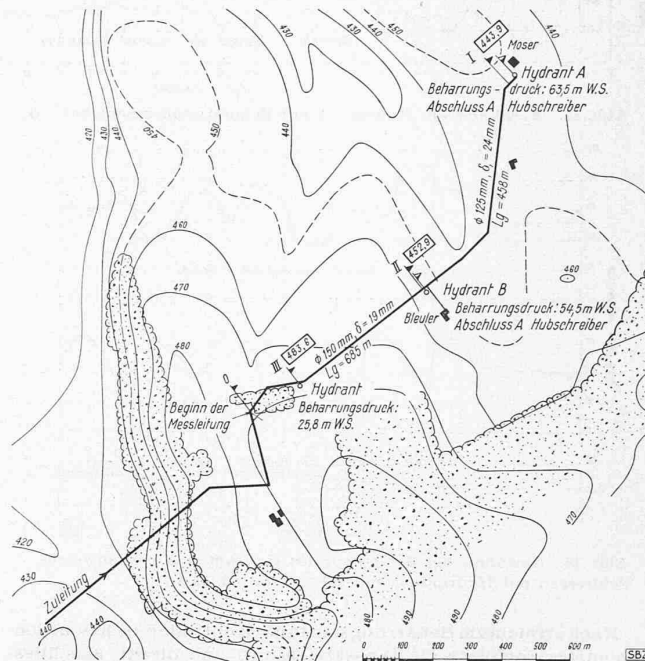


Abb. 10. Lageplan der untersuchten Eternitleitung. — 1:20000

Atmosphäre und eine Eigenfrequenz von 150 Hz. Die Tensometer wiesen ein Übersetzungsverhältnis 1:100 und eine Eigenfrequenz von rd. 100 Hz auf.

Abb. 11 und 12 zeigen die Messtellen I und III mit den angeschlossenen Apparaten. In Abb. 13 sind die zur Erzeugung und zur Registrierung der verschiedenen Abschluss- und Öffnungsvariationen verwendeten Instrumente dargestellt. Zur Wassermessung diente der links in Abb. 13 sichtbare Messbehälter.

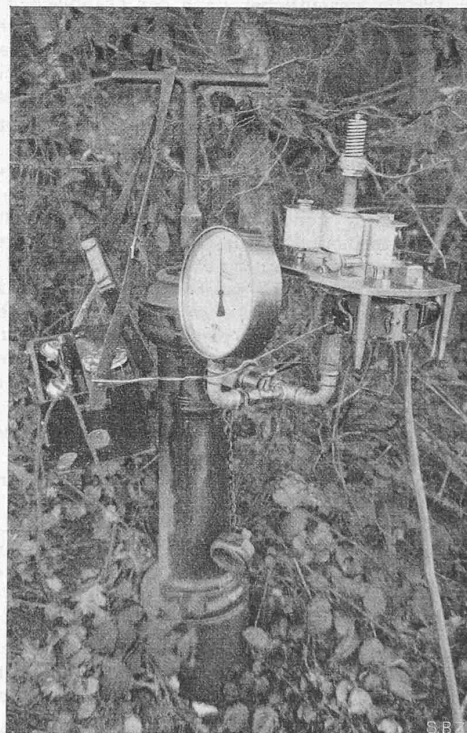


Abb. 12. Messtelle III mit Druckindikator u. Manometer

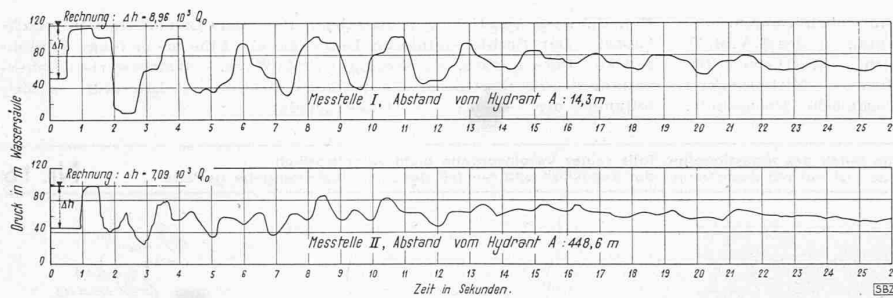
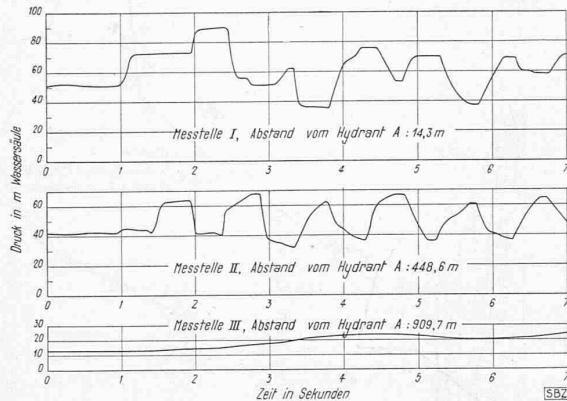
Abb. 15. Abschluss am Hydrant A mit Schnellschluss-Schieber.  $Q_0 = 7,491 \text{ l/s}$ ,  $T_s = 0,1 \text{ s}$ 

Abb. 14. Gewöhnliches Schliessen des Hydranten A, stufenweises Schliessen mit Hydrantenschlüssel in total rd. 12 s

Nacherreichtem Beharrungszustand (Kontrolle durch Bourdon-Manometer) erfolgte die Wassermessung und direkt anschliessend der Abschluss mittels Schnellschluss-Schieber oder Flushometer. Auf diese Weise konnte die den einzelnen Versuchen zuzuordnende Ausgangswassermenge am genauesten bestimmt werden. Die Schliesszeiten für totalen Abschluss wurden bis auf rd.  $\frac{1}{100}$  s hinunter beliebig variiert, wobei Druckhöhen von mehr als 200 % des statischen Gefälles erzielt wurden.

Die gesamten ausgeführten Messungen wurden in praktischer und theoretischer Richtung eingehend ausgewertet und die Ergebnisse in einem umfassenden Bericht festgehalten. Dieser Bericht wird voraussichtlich durch die Druckstosskommission des S. I. A. veröffentlicht werden.

Die im wesentlichen nach der graphischen Methode Schnyder-Bergeron<sup>7)</sup> durchgeführten Vergleichsberechnungen ergaben befriedigende Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen, soweit dies mit Rücksicht auf die für eine Berechnung unvermeidlichen Vereinfachungen erwartet werden kann.

Es seien hier kurz die besonders interessierenden, praktisch wichtigsten Messresultate zusammengefasst:

a) Aus allen Versuchen geht eindeutig hervor, dass sich die untersuchte Eternit-Leitung in Bezug auf die Erzeugung und Fortpflanzung von Druckwellen grundsätzlich gleich verhält, wie eine Stahl- oder Gussleitung. Die bei irgend welchen Abschlussvariationen auftretenden maximalen Druckstösse sind eher etwas kleiner, als bei einer dem gleichen Zweck dienenden Eisen-Rohrleitung. Dies deshalb, weil die Stosshöhe proportional der Druckfortpflanzungsgeschwindigkeit ist, und diese für eine handelsübliche Eisen-Rohrleitung von gleichem Innendurchmesser etwa um 10 % grösser ist, als bei der untersuchten Eternit-Leitung.

b) Bei allen Versuchen zeigten die Druckkurven nur während den ersten Sekunden den theoretisch zu erwartenden Verlauf. Schon während den Messungen wurde der Grund dafür in einem sich zwischen den Messstellen II und III befindenden, beträchtlichen Luftkissen festgestellt. Dieses Luftkissen war trotz allen angewandten Schikanen nicht wegzubringen und beeinflusste dadurch den zeitlichen und quantitativen Druckverlauf. Auf den maximalen, ersten Druckanstieg hat jedoch dieses Luftkissen keinen Einfluss.

c) Bei ganz gewöhnlichem Öffnen und Schliessen des Hydranten A oder B entstanden maximale Unterdrücke von rd. 50 % und maximale Ueberdrücke von rd. 60 % des statischen Gefälles.

<sup>7)</sup> O. Schnyder: Ueber Druckstösse in Rohrleitungen, «Wasserkraft und Wasserwirtschaft», 1932. — L. Bergeron: Etude des coups de bélier dans les conduites, «La Technique Moderne», 1936.

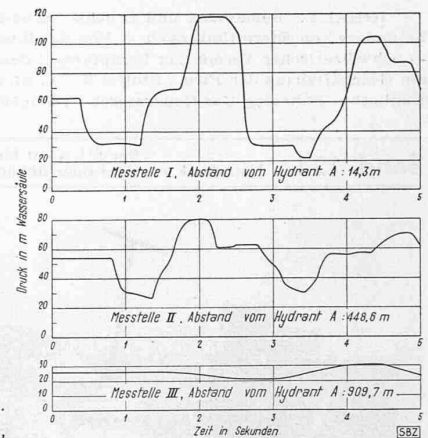


Abb. 16 (rechts).

Abdichtungsmanöver

«Auf-Zu» am Hydranten A.

Zeit für Öffnen rd. 0,5 s,

Stillstand rd. 0,2 s, Schliessen rd. 0,3 s, ganzes Manöver rd. 1 s

Als gefährlich erwiesen sich die bekannten «Abdichtungsmanöver» (rasches Öffnen und Schliessen in der letzten Phase des gewöhnlichen Abschlusses). Es entstanden auf diese Weise maximale Druckstösse von nahezu 100 %. Wird dieses Manöver zudem verschiedene Male kurz hintereinander ausgeführt, so können Stösse entstehen, die ohne weiteres zum Bruch der Rohrleitung führen. Anlässlich der Versuche wurde durch solche Manöver ein maximaler Ueberdruck von 230 % erzeugt, ohne dass indessen die Rohrleitung Schaden nahm.

d) Wird die Leitung an ihrem Ende sehr rasch geschlossen, nachdem vorher eine Wassermenge  $Q_0 \text{ l/s}$  ausfloss, so wird dadurch ein Druckstoss von  $\left(\frac{a}{gF} Q_0\right) \text{ m W.S.}$ , d. h. im vorliegenden

Fall ein Stoss von rd.  $(8,6 Q_0) \text{ m W.S.}$ , im ersten Sektor erzeugt ( $Q_0 \text{ in l/s}$ ). Von diesem Stoss gelangen 82 % auch in den zweiten Sektor. Wird der selbe Abschluss am Hydrant B bei der Uebergangsstelle des ersten in den zweiten Sektor erzeugt, so entsteht im zweiten Sektor ein Stoss von  $(3,6 Q_0) \text{ m W.S.}$

e) Die Versuche mit variabel einstellbarem Abschlussorgan lieferten wertvolle Anhaltspunkte für die Vorausberechnung des infolge beliebigem Abschlussgesetz eintretenden Druckverlaufes.

f) An den Rohrwandungen ausgeführte Dehnungsmessungen ergaben ähnlichen Verlauf und gute zeitliche Übereinstimmung mit den Innendruckmessungen bei Druckstössen. Das Rohr vermag jedoch den sehr raschen, zackigen Anfangsschwingungen nicht zu folgen. Mit Hilfe der an den gleichen Rohren nachträglich ausgeführten Dehnungsmessungen bei statischen Innendruckversuchen lässt sich berechnen, dass die bei den Stossversuchen gemessenen maximalen Dehnungen dem maximalen Druckstoss ziemlich genau entsprechen.

Beispiele der Druckstossmessungen sind aus den Abb. 14 bis 16 ersichtlich. Abb. 17 zeigt das Ergebnis der während einem Druckstoss ausgeführten Dehnungs-Messungen. Das Schliessen der Hydranten erfolgte bei diesem Versuch so rasch ( $\approx \frac{1}{100} \text{ s}$ ), dass sich auch die Druckschwingungen im kurzen Anschlussrohr des Hydranten zum Teil noch ausbilden konnten.

## 2. Beanspruchung durch gleichmässigen Innen- und Aussendruck

Gleichmässiger Innen- oder Aussendruck (z. B. infolge innerem oder äusserem Wasserdruck) erzeugt in der Rohrwandung Ringspannungen, die gegen die Innenseite der Wand umso stärker anwachsen, je grösser die Wandstärke im Vergleich zum lichten Durchmesser des Rohres wird. Für die Berechnung der Beanspruchungen steht nach der Elastizitätstheorie die strenge Lösung von Lamé<sup>8)</sup> zur Verfügung. In Abb. 18 sind die Koeffizienten für die genaue Berechnung der Tangentialspannungen an der Innen- und Aussenseite der Rohrwandung zusammengestellt.

Für den Rohrleitungsbau genügt in der Regel die Ermittlung der Maximalspannung infolge Wasserinnendruck nach der angenäherten Formel

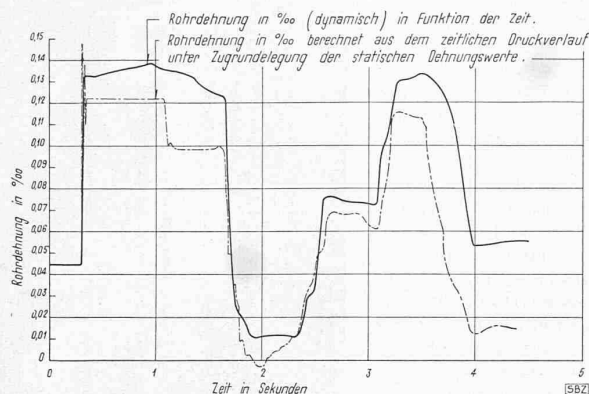
$$\sigma_i = \frac{p_i \cdot r}{\delta}$$

wobei die Bezeichnungen aus Abb. 18 hervorgehen. Für Verhältnisse  $\frac{D_i}{D_a} > 0,7$ , die bei normierten Eternitrohren nicht unterschritten werden, bleibt obige Formel genauer als 3 %.

<sup>8)</sup> Vgl. z. B. A. Föppl: Festigkeitslehre. Leipzig 1900.



## Versuche der EMPA zu Bemessung und Bruchsicherheit von Rohrleitungen, insbesondere Eternitleitungen

Abb. 17. Rohrdehnungen infolge Druckstoss durch raschen Abschluss des Hydranten A. Messtelle  $Q_0 = 7,539 \text{ l/s}$ 

## IV. Festigkeit, Bruchsicherheit und zulässige Spannungen

Es folgen einige orientierende Angaben über die Materialeigenschaften, soweit deren Kenntnis für die Dimensionierung der Rohrleitungen unmittelbar von Interesse ist. Eingehenden Aufschluss hierüber wird der demnächst erscheinende EMPA-Bericht über Eternitrohre von Prof. Dr. M. Roß, Direktionspräsident der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt, geben.

## 1. Festigkeit und Elastizität

Tabelle II: Mittelwerte und maximale Streuung in % des Mittelwerts

Belastungsart der Rohre	Beanspruchungsart	Festigkeit in $\text{kg/cm}^2$
Innendruck	Ring-Zugfestigkeit	$280 \pm 24 \%$
Scheiteldruck	Ring-Biegefestigkeit	$520 \pm 29 \%$
Längs-Biegung	Längs-Biegefestigkeit	$430 \pm 8 \%$
	Schubfestigkeit	$180 \pm 20 \%$
Längs-Druck	Druckfestigkeit	$860 \pm 16 \%$

Der Elastizitätsmodul des Eternits beträgt im Spannungsbereich  $0 \div 100 \text{ kg/cm}^2$  rund  $E = 300\,000 \text{ kg/cm}^2 \pm 20 \%$ . Der Verformungsmodul für die totalen Deformationen ist in diesem Spannungsbereich um 5 bis 20 % geringer als der  $E$ -modul. Für die Querdehnungszahlen des Eternitmaterials wurden Werte zwischen  $m = 4$  und  $m = 6$  bestimmt.

Die angegebenen Ring-Zugfestigkeiten wurden durch normal ausgeführte Innendruckversuche ermittelt, wobei die Laststeigerung innerhalb rd. 10 min erfolgte.

Dauerversuche (Laststeigerung während rd. 4 Stunden, Belastungszeit bis zu 15 Stunden) ergeben nur  $\frac{2}{3}$  bis  $\frac{4}{5}$ , im Mittel  $\frac{3}{4}$ , der auf normale Weise ermittelten Ring-Zugfestigkeiten.

Um festzustellen, ob bei Beanspruchung durch Wasserstoss andere Festigkeitseigenschaften der Eternitrohre in Erscheinung treten, als diese bei der normalen Innendruck-Prüfung festgestellt werden, wurden für beide Beanspruchungsarten je eine Serie Vergleichsversuche ausgeführt. Die Vorrichtung zur Erzeugung sehr rasch verlaufender Druckstösse ist aus Abb. 19 ersichtlich; der Verlauf des Druckstosses wurde durch zwei mechanische Druckindikatoren der Druckstosskommission des S.I.A. aufgenommen. Auf der Wasserfüllung des zu prüfenden Rohres schwimmt ein genau passend gedrehter Eichenholzklotz, die Druckstösse im Wasser werden durch Schlag eines Fallgewichtes auf diesen Eichenholzklotz erzeugt. Die hierbei erzielten Druckstösse zeigen einen rascheren Verlauf, als dies in Rohrleitungen beim Abschiessen der Hydranten in der Regel vorkommt. Die Prüfergebnisse begrenzen deshalb die bei Druckstössen massgebenden Festigkeiten für die grösstmöglichen Geschwindigkeiten des Last-Anstieges bei Druckstössen in Leitungen. Bei Beanspruchung durch Wasserstoss ergab sich im Vergleich zu den normalen Innendruckversuchen eine Steigerung von rd. 30 % des maximal erreichten Innendrucks, bzw. der daraus berechneten Ring-Zugfestigkeiten. Bei der Wasserstossbeanspruchung erfolgt jedoch der Bruch nicht durch Ueberwindung der Ring-Zugfestigkeit allein; es wird zugleich die Schubfestigkeit des Rohrmaterials überwunden und es werden unregelmässig begrenzte Stücke aus der Rohrwandung heraus geschlagen.

Die Bruchform der Eternitrohre ist charakteristisch für die erlittene Art der Beanspruchung. Da dies für die nachträgliche Feststellung der Ursachen von Rohrbrüchen von Interesse sein kann, werden in Abb. 20 die bei rascher Innendruck-Steigerung entstehenden Brucherscheinungen und zum Vergleich hierzu in Abb. 21 die Bruchbilder von Dauerversuchen gezeigt.

$$\sigma_i = \frac{r}{\delta} [k_1 p_i - k_3 p_a]$$

$$\sigma_a = \frac{r}{\delta} [k_2 p_i - k_1 p_a]$$

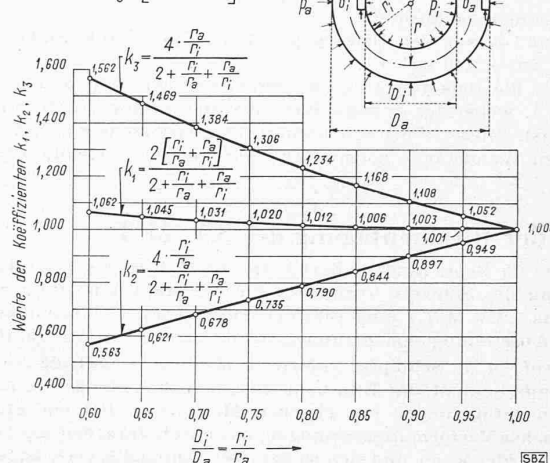


Abb. 18. Max. und min. Randspannungen nach Lamé infolge gleichmässigen Innen- oder Aussendruckes

Die Gibault-Kupplungen (Abb. 22), die zur Verbindung der Eternitrohre verwendet werden, gewährleisten die volle Ausnutzung der Festigkeitseigenschaften der Rohre, da sie auch bei hohem Innendruck bis über die Bruchgrenze der zugehörigen Eternitrohre hinaus dicht bleiben. Die elastischen Kupplungen erlauben, ohne undicht zu werden, bei 10 at Innendruck Abbiegungen der Axe aufeinanderfolgender Rohre von 10 bis 13 % (Abb. 23).

## 2. Bruchsicherheit und zulässige Spannungen

Den Angaben über zulässige Spannungen und Verlegetiefen von Eternit-Rohrleitungen wird eine  $2\frac{1}{2}$  bis 3fache Bruchsicherheit zu Grunde gelegt.

Für die Bemessung werden bei den verschiedenen Beanspruchungsarten die zulässigen Spannungen gemäss Tabelle III angenommen.

Tabelle III: Zulässige Spannungen für Eternitrohre

Beanspruchung	Zulässige Spannung
a) 1. Innendruck allein, ohne Rücksicht auf Druckstösse	$\sigma_z = 70 \text{ kg/cm}^2$
2. Innendruck allein, bei Berücksichtigung von Druckstössen	$\sigma'_z = 100 \text{ kg/cm}^2$
b) Erdüberschüttung, Wasserfüllung, Eigengewicht	$\sigma_b = 200 \text{ kg/cm}^2$
c) Beanspruchungen a) 1. und b) zusammen	$\sigma_{b,z} = 140 \text{ kg/cm}^2$
d) Schub	$\tau = 60 \text{ kg/cm}^2$
e) Druck	$\sigma_d = 300 \text{ kg/cm}^2$

Für Eternitrohre von 40 cm Durchmesser und mehr als 3 cm Wandstärke sind die zulässigen Spannungen um 15 % zu ermässigen.

## V. Dimensionierung, zulässige Verlegetiefen

## 1. Dimensionierung

Die in dieser Arbeit allgemein angenommene Vorzeichen-Regel für die inneren Kräfte geht aus Abb. 1 hervor. Werden die inneren Kräfte auf die Längeneinheit 1 cm bezogen: Moment  $M$  in  $\text{cmkg/cm}$ , Normalkraft  $N$  in  $\text{kg/cm}$ , so ergeben sich im betrachteten Schnitt die maximalen Spannungen aus

$$\sigma = -\frac{N}{F} \pm \frac{M}{W} = -\frac{N}{\delta} \pm \frac{6M}{\delta^2}$$

Oberes Vorzeichen: Aeusserer Rand.

Zugspannungen positiv.

Für die Dimensionierung ist in der Regel die maximale Zugspannung massgebend, in diesem Fall folgt aus obiger Gleichung

$$\delta = \frac{\sqrt{(-N)^2 \pm 24 M \sigma_{zul}} - N}{2 \sigma_{zul}}$$

Oberes Vorzeichen: Aeusserer Rand.

Es sind folgende Fälle zu untersuchen:

- Innendruck allein:  $N = -p_i r$ ,  $M = 0$
- Für  $p_i$  ohne Berücksichtigung von Druckstössen:  $\sigma_{zul} = 70 \text{ kg/cm}^2$
- Für  $p_i$  mit Berücksichtigung von Druckstössen:  $\sigma_{zul} = 100 \text{ kg/cm}^2$

Da  $r = r_i + \frac{\delta}{2}$ , erfolgt die erste Schätzung der Wandstärke

$$\text{aus } \delta = \frac{p_i D_i}{2 \sigma_z - p_i}$$

b) Belastung durch Erdüberschüttung und Wasserfüllung.  $M$  und  $N$  nach Abschnitt II,  $\sigma_b$  zul = 200 kg/cm<sup>2</sup>. Bei Längsbiegung  $\tau$  nachprüfen.

c)  $M$  und  $N$  aus den Belastungen a, 1) und b) zusammen:

$$\sigma_{b,z} \text{ zul} = 140 \text{ kg/cm}^2.$$

Für die Belastungen a), b) und c) ergeben sich verschiedene Werte  $\delta$ , wobei der grösste Wert der Bemessung zu Grunde zu legen ist. Dieser Wert soll kleiner oder höchstens gleich der gewählten Wandstärke normierter Rohre sein<sup>9)</sup>. (Schluss folgt)

## Von der Bitumentagung des S.V. M. T.

Am 25. Sept. fand in Zürich in der E.T.H. als 111. Diskusstag des Schweiz. Verbandes für die Materialprüfungen der Technik (S.V. M. T.) eine Bitumen-Tagung statt, verbunden mit einer Ausstellung von Bitumenprodukten (vgl. S. 162 lfd. Bds.).

Prof. Dr. P. Schläpfer referierte über die vielseitige Anwendungsmöglichkeit des Bitumens. Bitumen, ein Gemisch von zahlreichen Verbindungen mit gleichen Merkmalen, hat ein grosses plastisches Verformungsvermögen, das durch Verarbeitung beeinflusst werden kann, und sich so dem Verwendungszweck anpassen lässt. Die Standardprodukte für bestimmte Zwecke sollen möglichst konstant sein. Da Bitumen praktisch in Süss- und Seewasser unlöslich ist, grosse Beständigkeit gegenüber atmosphärischen Einflüssen zeigt, gegen Licht, Luft und Feuchtigkeit unempfindlich ist, ist es für sehr viele Zwecke geeignet. Wegen seiner Widerstandsfähigkeit gegen Säuren, Salze usw. ist Bitumen ein vorzüglicher Korrosionsschutz. Seine Löslichkeit in Kohlenwasserstoffen erlaubt die Herstellung von Lacken, seine Emulgierbarkeit eine vielfache Anwendung als Emulsion, gute elektrische Eigenschaften für Isolierungen usw. Je nach Verwendung ist die eine oder andere Eigenschaft massgebend.

Wesentlich ist, dass für einen bestimmten Verwendungszweck das richtige Bitumen gewählt wird. Die EMPA legt gerade auf diesen Punkt grossen Wert. Da die Bitumina nach Provenienz und Aufbereitung sehr verschieden sind, können durch Anwendung unrichtiger Sorten leicht Misserfolge entstehen. Die Aufstellung von Richtlinien und Qualitätsvorschriften für Bitumen hat sich bis jetzt zusammen mit der Normung von Strassenteeren erst im Strassenbau durchgesetzt, während andere Industrien noch keine Normen eingeführt haben.

Dr. W. Rodel sprach über die chemisch-physikalischen Eigenschaften der Bitumina. Im Gegensatz zu Teeren und Pechen, die bei der trockenen Destillation organischer Stoffe entstehen, sind die Bitumina entweder natürlich vorkommende Stoffe wie Asphaltite und Naturasphalte, oder Destillationsprodukte von asphaltbasierten Erdölen; diese künstlichen Bitumina spielen eine viel grössere Rolle. Quantitätsmässig beträgt die normale Gewinnung von Naturbitumen 5 bis 700 000 t, während die Bitumina aus Erdölen in der Menge von 4,5 bis 5 Mio t erzeugt werden. Durch verschiedene Behandlung bei der Destillation unter Vakuum oder Hochvakuum, dann durch Blasen, d. h. Oxydieren mit Luft, lassen sich die chemisch-physikalischen Eigenschaften, besonders Schmelzpunkt, Erweichungspunkt usw. stark beeinflussen. Wertvoller sind die schwefelhaltigen Bitumina.

Die Konstitution des Bitumens, das aus komplizierten Kohlenwasserstoffen besteht, erkennt man heute als ein zweiphasiges Gemisch, bestehend aus einem hochmolekularen Kern, der in eine ölige Phase eingebettet ist. Je nach dem die hochmolekularen Kerne dichter oder weiter auseinander liegen, ändern sich die physikalischen Eigenschaften des Bitumens. Anhand von instruktiven Kurven wurden die Veränderungen der Eigenschaften des Bitumens entsprechend der Verarbeitung gezeigt und die Anwendungsmöglichkeiten für die Industrie nachgewiesen.

Dr. E. Ackermann wies in eingehenden, gut belegten Ausführungen, die besonders für den Fachmann Interesse boten, die Notwendigkeit der Normierung in der Dachpappenindustrie nach.

In der Diskussion wurden eingehend Prüfungsmethoden und die Bewertung und Gegenüberstellung der Prüfungsergebnisse erörtert. Die erfolgreiche Tätigkeit der EMPA zur Abklärung der Frage der Eignung der verschiedenen Bitumensorten für bestimmte Zwecke fand besondere Anerkennung. Lebhaft begrüsst wurde der Vorschlag zur Normung in der Dachpappenindustrie. Die Untersuchung und Normalisierung muss durch

<sup>9)</sup> Eternit A.-G., Niederurnen: Eternitdruckrohre und Formstücke für Wasserleitungen, Quellsleitungen, Berieselungen. Kat. No. 7.1. Niederurnen 1939.

die Zusammenarbeit zwischen Fabrikant und Forschung intensiv gefördert werden, obwohl heute wegen Rohstoffmangel die Anwendungsmöglichkeit der gewonnenen Erkenntnis kaum besteht.

An der übersichtlichen Ausstellung im Raum 10 b der E.T.H. hatten die meisten an der Bitumina-Verarbeitung interessierten Firmen ausgestellt. Die Lumina S. A. zeigte eine schematische Darstellung der Blasendestillation von Erdöl und die Aufarbeitung in die verschiedenen Produkten. An zahlreichen Beispielen führte die Dachpappenindustrie die verschiedenen Sorten, den Aufbau und die Anwendungsmöglichkeiten von teerfreier Dachpappe vor. Bitumen-Emulsionen und Weichbitumina sowie Stampfasphalt usw. waren ausgestellt als Isoliermasse für Flach-Dächer, Brücken, Betonbehälter und Strassenbau usw. Bitumen dient auch zur Einbettung von Holzpflaster, das mit Teeröl imprägniert ist (einziger Hinweis auf Teerprodukte). Eine ganze Reihe Isolier- und Anstrichmittel auf Bitumenbasis, als Schutzanstriche für Beton-Druckleitungen, Isolierung von eisernen Behältern und Rohren, Gussasphalt, Stampfasphalt, Anwendung von Emulsionen, dann imprägnierte Papiersäcke, anderweitige mit Bitumen imprägnierte Ersatzstoffe, Gewebe aus Natur- und Kunstfaser usw. waren von den betreffenden Firmen ausgestellt. Die Ausstellung bot ein vollständiges Bild der Bituminverarbeitung in der Schweiz und verfolgte offenbar, wie auch die ganze Tagung, den Zweck, auf die kommende reichere Bitumeneinfuhr vorzubereiten. Es war auffallend, dass die einheimische Teerindustrie weder erwähnt noch vertreten war. Wünschenswert wäre, dass diese instruktive Ausstellung erhalten bliebe.

F. E.

## Schweizerischer Verein von Dampfkessel-Besitzern Aus dem Tätigkeitsbericht vom Jahre 1942

Obwohl den Organen des Vereins immer mehr Aufgaben aufgebürdet werden, ist dank ihrer Tätigkeit an keinem der von ihnen überwachten Objekte ein schwerer Unfall vorgekommen. Die einzige Explosion, die auch ein Menschenleben gekostet hat, ereignete sich an einem Autoklaven eines chemischen Betriebes, der vom Besitzer entgegen seiner Verpflichtung zur Ueberwachung nicht angemeldet war. Wie die Nachrechnung ergab, genügte zwar die Dimensionierung für den vom Besteller genannten Betriebsdruck; ein Sicherheitsventil war aber nicht angebracht und aus den Deformationen konnte auf eine Drucksteigerung auf rd. 45 at geschlossen werden. Der Druckanstieg muss auf den chemischen Prozess zurückzuführen sein und der Verein benützt die Gelegenheit um zu betonen, dass er als Prüfstelle sein Gutachten über Apparaturen für chemische Prozesse natürlich

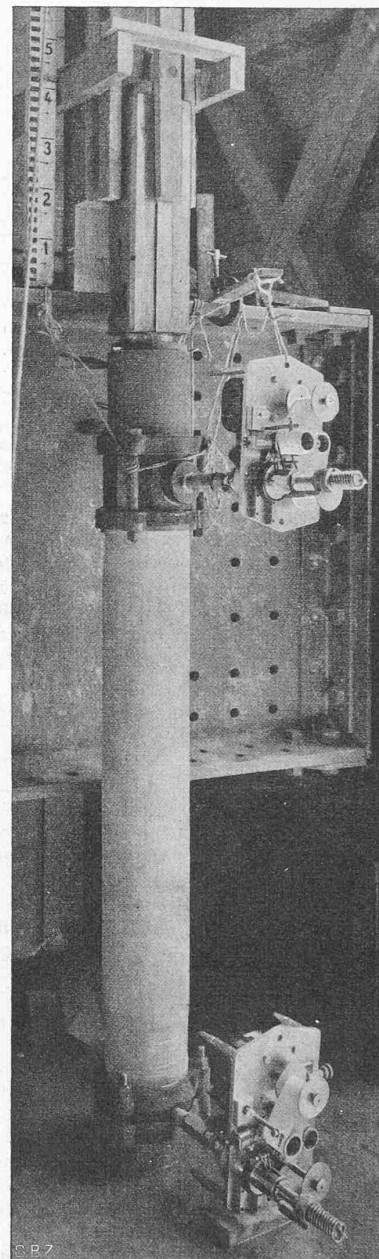


Abb. 19. Prüfung auf Wasserstoss



## Versuche der EMPA zur Berechnung der Bruchsicherheit von Rohrleitungen, insbesondere Eternitleitungen

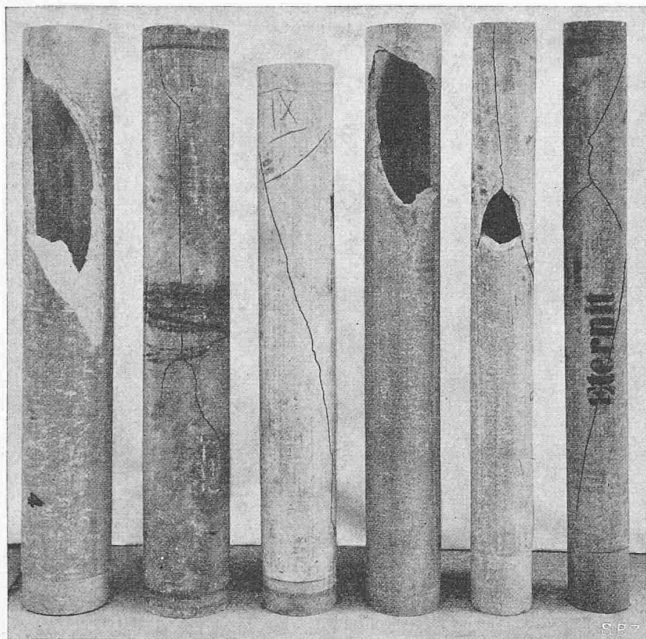


Abb. 20. Bruchbilder von durch Wasserschlag geprüften Eternitrohren



Abb. 21. Desgleichen durch dauernden Innendruck

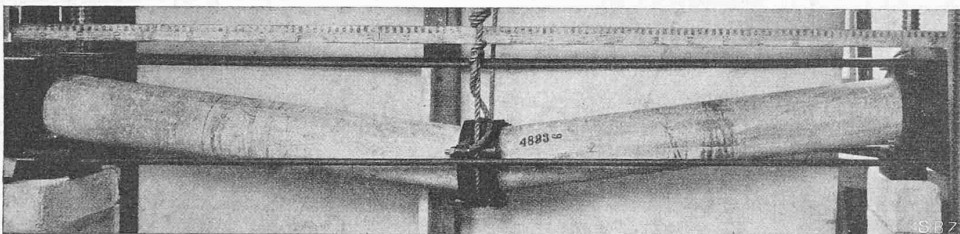


Abb. 23. Biegeversuche gekuppelter Rohre unter Innendruck

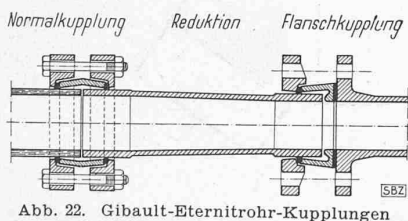


Abb. 22. Gibault-Eternitrohr-Kupplungen

durch sachkundiges Personal; sie sind auch der Grund, warum man wo immer möglich Neuanschaffungen durch umfangreiche Reparaturen zu umgehen sucht. — Der Hauptzuwachs an zur Kontrolle angemeldeten Objekten kommt wie in den letzten Jahren noch immer von den Druckluftbehältern, und diese verursachen viel Arbeit, weil jetzt immer mehr die älteren Behälter erfasst werden, von denen keinerlei Unterlagen mehr aufzutreiben sind.

Durch den Beimischungszwang von Koks für Kesselfeuerung<sup>1)</sup> ist dem Verein zusätzlich eine grosse Arbeit erwachsen, muss er doch alle Gesuche betr. Befreiung von dieser Massnahme begutachten. Zahlreich sind die Mittel und Wege, die zur Brennstoffersparnis im Kesselbetrieb und in der Raumheizung für Fabriken und grosse Hallen genannt und empfohlen werden; nach eingehender Prüfung kommt die Geschäftstelle aber auch dazu, gewisse Sparapparate nur bedingt oder gar nicht zu empfehlen. Sekundärluftzufuhr führt nur in Sonderfällen zu einer Brennstoffersparnis und darf auf keinen Fall unabhängig von der Kesselbelastung angewandt werden. Verbrennungsregelung durch Kaminbelüftung hat sich nicht bewährt. Mit der Rückführung von Verbrennungsgasen in die Frischluftkanäle wird die Verbrennung aus der Brennstoffschicht in den Feuerraum verlegt, weil aus  $\text{CO}_2$  der Rauchgase in der Glühzone  $\text{CO}$  entsteht. Die wirtschaftliche Ausnutzung dieses Verfahrens setzt darum einen grossen Feuerraum voraus, wie er bei Wasserrohrkesseln

vorliegt. Infolge starker Wärmebindung bei der  $\text{CO}$ -Bildung wird der Rostbelag gekühlt, was sich auf den Rost günstig auswirkt.

Hinsichtlich der Verwendung von Ersatzbrennstoffen kann gesagt werden, dass Stückholz auf Planrost mit Handbeschikung sehr gute Resultate und beachtenswerte Kesselleistungen ergibt. Sägemehl und Hobelspäne führen zu Gasexplosionen, wenn man die ganze Rostfläche

gleichzeitig beschickt. Mit starkem Zug wird ausserdem viel Material in die Züge mitgerissen und Löcherbildung im Rostbett stört den gleichmässigen Abbrand empfindlich. Bei Unterschubfeuerungen lassen sich Holzabfälle (oder eigens hergestellte Holzschnitzel) der Kohle beimischen. Hat diese wenig flüchtige Bestandteile, so erleichtert das Holz die Zündung und fördert die Brenngeschwindigkeit, sodass die Kesselleistung steigt. Sind Anlagen ausschliesslich mit Holz, brennbaren Abfällen wie Sägemehl, Gerberlohe, Lederresten oder mit Torf zu betreiben, so erfolgt die Verbrennung am wirtschaftlichsten in gemauerten Schrägrostfeuerungen. Der Rost darf aber nicht zu gross sein. Bei Heizflächenbelastungen von  $25 \text{ kg/m}^2\text{h}$  wähle man als Verhältnis von Rost- zu Kesselheizfläche 1:43. Mit Schieferkohlen in Stücken lassen sich Rostbelastungen bis zu  $150 \text{ kg/m}^2\text{h}$  und mehr erzielen. Unsere älteren Braunkohlen enthalten stets viel, d. h. bis zu 10% organisch gebundenen Schwefel! Wenn ihr Aschegehalt 30% nicht überschreitet, kann in allen Feuerungssystemen mit rd.  $100 \text{ kg/m}^2\text{h}$  Rostbelastung wirtschaftlich verfeuert werden. Höherer Aschegehalt gibt starke Schlackenbildung und stört die Verbrennung. Hoher Aschegehalt und wenig flüchtige Bestandteile machen den Walliser Anthrazit für Kesselfeuerungen nicht oder nur als Beimischung geeignet. Zum Anheizen sehe man von der Beimischung ab und im Betrieb muss der Rost gleichmässig und nur in dünner Schicht, d. h. maximal 10 bis 12 cm beschickt werden. Auch ist häufiges und gründliches Abschlacken notwendig.

E. H.

## Wettbewerb für ein Geschäftshaus der Firma Stoffel &amp; Co., St. Gallen

Der besondere Reiz dieser Wettbewerbsaufgabe lag darin, dass ebenso wichtige stadtbauliche wie private Bedürfnisse durch den geplanten Neubau erfüllt werden sollen. Als Bauherrin braucht die Textilfirma Stoffel & Co. Geschäftsräume, Bureaux, Lager und Spedition, und um genügend Bauland zu erzielen,

<sup>1)</sup> Siehe SBZ Bd. 121, S. 54 (1943).