

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 81 (1963)  
**Heft:** 17

**Artikel:** Asbestzementrohre mit kleinen Strömungswiderständen - Erwiderung  
**Autor:** French, D.W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-66778>

#### 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:** 14.02.2026

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

Das Kaltwasser tritt aus den Rücklaufleitungen bei Vollast mit 13,5 °C zunächst in die Verdampfer der Absorptionssteile, wo es sich auf 8,9 °C abkühlt, und anschliessend in die Verdampfer der Kompressionsteile, die es mit 6,9 °C verlässt. Jeder Gruppe ist eine Kaltwasserpumpe vorgeschaltet, die 480 m<sup>3</sup>/h fördert. Eine dritte gleiche Pumpe, die sowohl auf das eine wie auch auf das andere Netz schaltbar ist, dient als Reserve.

Die Kondensatoren und die Absorber arbeiten mit rückgekühltem Wasser. Für jede der beiden Gruppen besteht ein Rückkühliturm für das Kühlen von 620 m<sup>3</sup>/h Wasser von 40,3 °C auf 29,5 °C. Davon durchströmen 535 m<sup>3</sup>/h den Absorber, den sie mit 35,6 °C verlassen. Dann verteilt sich der Wasserstrom. 370 m<sup>3</sup>/h kühlen den Kondensator der Absorptionsgruppe unter Erwärmung auf 42 °C, 165 m<sup>3</sup>/h mischen sich zunächst mit 85 m<sup>3</sup>/h von 29,5 °C, die direkt vom Kühliturm kommen, worauf das Gemisch, also 250 m<sup>3</sup>/h von 32,0 °C, den Kondensator des Kompressionsteils durchströmt und mit 38,4 °C abfließt. Die genannten Zahlen beziehen sich auf Sommerbetrieb und Vollast. Ein selbsttätig wirkendes Ueberströmventil 31 im Kühliturm, das warmes Rücklaufwasser in die Fangschale für gekühltes Wasser übertragen lässt, verhindert bei kaltem Wetter ein zu starkes Absinken der Kühlwassertemperatur, was die Betriebssicherheit der Kälteerzeugungsanlagen gefährden könnte. Bei Teillasten drosselt ein automatisch gesteuertes Ventil 32 den Kühlwasserstrom durch den Kondensator des Absorptionsteils. Damit dabei der Wasserstrom durch den Absorber unverändert bleibt, öffnet ein weiteres pressostatisch gesteuertes Ueberströmventil 33 und lässt die entsprechende Kühlwassermenge durchströmen.

Im Kaltwasserteil bestehen von Hand abschliessbare Verbindungsleitungen, die verschiedene Schaltungen der Kühler (Verdampfer) zulassen. So ist es möglich, die Kompressionsanlage auch kaltwasserseitig vom Netz abzutrennen und den Betrieb mit dem Absorptionsteil allein zu führen.

Zum Inbetriebsetzen wird zuerst der Absorptionsteil mit geringem Heizdampfdruck (1,14 ata) und kleiner Leistung durch Öffnen des Reduzierventils 28 angefahren und die Leistung durch Erhöhen des Betriebsdruckes allmählich bis auf 50 bis 70 % der gesamten Vollastleistung vergrössert. Nun kann die Turbokompressorgruppe hochfahren werden, worauf sich der Zwischendruck erhöht und das Reduzierventil selbsttätig schliesst. Damit ist der normale Betriebszustand erreicht. Zum Abstellen geht man in umgekehrter Reihenfolge vor.

Die Anlage konnte im Frühling 1959 dem Betrieb übergeben werden und hat seither zur vollen Zufriedenheit gearbeitet. Die Erwartungen hinsichtlich geringem Dampf- und Kühlwasserverbrauch sowie Anpassungsfähigkeit des Betriebs sind durch die Ergebnisse übertroffen worden.

## Asbestzementrohre mit kleinen Strömungswiderständen — Erwiderung

Unter diesem Titel erschien in SBZ 1962, Heft 28, S. 502 ein Aufsatz von E. Bader, dipl. Ing., Zürich, auf den Ingenieur D. W. French, der mit Ing. R. Gillen die beanstandeten Versuche durchgeführt hatte, dem Autor eine Entgegnung zukommen liess, die uns dieser auszugweise und in deutscher Uebersetzung zusandte. Sie lautet wie folgt:

Die Folgerung, die Ing. Bader aus den von uns veröffentlichten Resultaten zieht, nach denen Asbestzementrohre glätter als «hydraulisch glatt» sind, stimmt mit unseren eigenen Feststellungen überein. Anlässlich der Bearbeitung unserer Resultate für den Aufsatz in der ASHRAE-Zeitschrift wurde entschieden, dass diese grundlegende Feststellung allzu revolutionierend für eine Veröffentlichung sei. Demzufolge wurden die verständlicheren und für die Anwendung wichtigen Resultate eines verringerten Druckabfalles herausgestrichen, ergänzt durch möglichst viele Einzelheiten über Messeinrichtungen und Messwerte, um es den Fachleuten zu ermöglichen, den Vergleich mit bis anhin publizierten Daten selbst vorzunehmen. Gegen die Vermutung, unsere

Resultate würden auf einer fehlerhaften Ermittlung beruhen, können wir folgendes erwideren:

1. Wie angeführt und im veröffentlichten Artikel veranschaulicht, wurde vorerst an Rohren aus galvanisiertem Blech gemessen, um sicher zu sein, dass die Vorrichtung, die Ermittlung der Messwerte und die mathematische Auswertung der Messungen zu Resultaten führt, welche mit der Theorie und den bisherigen Messwerten übereinstimmen. Der Versuch bestätigt dies in befriedigender Weise. Nachdem nur das 8"-Blechrohr der Prüfstrecke durch ein 8"-Asbestzementrohr ausgewechselt wurde, ist genau dieselbe Versuch mit annähernd denselben Luftmengen, der gleichen Vorrichtung, demselben Verfahren und mathematischen Formeln ausgeführt worden, der dann zu den veröffentlichten Resultaten führte. Zur weiteren Bestätigung wurde zudem ein unabhängiger, konzessionierter Ingenieur beauftragt, die Versuche zu bezeugen, selbst Messwerte zu ermitteln und daraus seine eigenen Resultate und Schlussfolgerungen abzuleiten, welche mit jenen im veröffentlichten Aufsatz übereinstimmen.

2. Vom technischen Standpunkt aus hat uns das von Ing. Bader aufgeworfene Problem schon immer interessiert, seitdem unsere ursprünglichen Messdaten zeigten, dass eine Serie von Widerstands faktoren in Funktion der Re-Zahl im Moody-Diagramm (ähnlich Bild 2 im Aufsatz von Hrn. Bader) eine Kurve gibt, welche unterhalb jener für «hydraulisch glatte» Rohre liegt. Infolgedessen haben wir wiederholt unser Vorgehen, die Messwerte, Berechnungen und Literatur überprüft, um den Grund dieses Phänomens zu finden. C. F. Colebrook's Aufsatz Nr. 5204 in «Institute of Civil Engineers Journal, London», S. 133, Febr. 39, bietet hiefür bis heute den besten Schlüssel. Bei den massgebenden Formeln ist zu berücksichtigen, dass die Konstanten aus Versuchen hervorgehen, die an künstlich gerauhten Rohren und an Normalausführungen vorgenommen wurden. Für derartige Rohre haben diese Gleichungen gute Übereinstimmung gezeigt. Aber mit dem Erscheinen der Asbestzement-Rohre, die nach dem MAZZA-Verfahren angefertigt werden, existiert nun ein Rohr, zu dessen experimentell ermittelten Widerständen kein vorangehender mathematischer Ausdruck passt. Infolgedessen muss die Gleichung für diese Rohre gegenüber «hydraulisch glatten» Rohren abweichende Ergebnisse zeigen. Es wird vermutet, dass andere Rohre, so z.B. glatt gezogene Messingrohren mit einem Durchmesser von 8" auch eine Charakteristik aufweisen, welche unterhalb der Kurve für «hydraulisch glatt» liegt. Wir schlagen vor, die Konstante zu verfeinern, um das vorliegende Phänomen einzubeziehen und auf diese Weise die Gleichung von Prandtl zu verbessern.

3. Eine weitere Bestätigung, dass die von uns veröffentlichten Resultate richtig sind, wurde durch die später ausgeführten Versuche mit Wasser bewiesen, welche an 6", innen nicht überzogenen Asbestzement-Wasserröhren (Klasse 150) bei Geschwindigkeiten von 1,07 m/s und weniger vorgenommen wurden. Während frühere Versuche an «hydraulisch glatten» Messingrohren mit 53 mm Ø, bei 1 m/s einen Hazen-Williams C-Koeffizienten von 143 aufweisen (S. 19 in «Hydraulic Tables» von G. S. Williams und A. Hazen, Chapman Hall, London 1933), zeigten unsere Versuche an Asbestzementrohren einen mittleren Koeffizienten von 160. Ueberträgt man die Messwerte dieser Versuche in das Moody-Diagramm, so fällt diese Kurve wiederum mit jener für «besonders glatte» Rohre zusammen, welche anlässlich der veröffentlichten Luftwiderstands-Untersuchungen gefunden wurde.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass Ing. Bader eine triftige Frage gestellt hat, auf welche wir zur Zeit keine vollbefriedigende Antwort bereit haben. Jedoch, gerade weil die veröffentlichten Resultate eine radikale Änderung darstellen, wenden wir uns auf das Entschiedenste gegen seine Annahme einer fehlerhaften Ermittlung. Lieber möchten wir ihn einladen, ähnliche Versuche vorzunehmen und bei unserem Unvermögen einer Erklärung dieses Phänomens würden wir jede Erklärung willkommen heissen, die sich auf die Ergebnisse derartiger Versuche bezieht.

D. W. French, Johns-Manville Products Corporation Research Center, Manville, New Jersey, USA