

Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **79/80 (1922)**

Heft 6

PDF erstellt am: **27.04.2024**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

### **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*  
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, [www.library.ethz.ch](http://www.library.ethz.ch)

<http://www.e-periodica.ch>

INHALT: Durchbiegungen und Spannungen in Gewölbe-Staumauern. — Heizwagen mit Elektroden-Kessel für 15000 Volt der Schweizer Bundesbahnen. — Finnlands Wasserkraft. — Das farbige Zürich. — Die projektierten Kraftwerke am Hinterrhein. — † Prof. Dr. Theodor Vetter. — Miscellanea: Das neue Dampfkraftwerk Gennevilliers bei Paris. Schweizerischer Techniker-Verband. Ausfuhr elektrischer Energie. Umbau

des Themse-Tunnels der City- and South London Railway. Eine freie Akademie des Städtebaues. R. H. Mantel. — Nekrologie: E. La Roche. — Konkurrenzen: Verwaltungsgebäude für die städtischen Betriebe in Lausanne. Primar- und Sekundarschulhaus Wetzikon. Neues Kantonschul-Gebäude Winterthur. — Internationales Preisausschreiben für einen Flugzeug-Höhenmesser. — Literatur. — Stellenvermittlung.

Band 80.

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

Nr. 6.

## Durchbiegungen und Spannungen in Gewölbe-Staumauern.

Von Dr. Ing. F. A. Noetli, San Francisco.<sup>1)</sup>

Die statische Berechnung von Gewölbe-Staumauern unter Berücksichtigung von elastischen Formänderungen des Mauerwerks ist ein Problem, dessen korrekte Lösung ausser in einigen speziellen Fällen dem Statiker ganz besondere Schwierigkeiten bietet.

Die Berechnung der horizontalen Gewölbe-Elemente, in die gewöhnlich eine solche Mauer zum Zwecke der statischen Untersuchung eingeteilt gedacht wird, bietet schon an und für sich gewisse Schwierigkeiten, indem in verschiedenen Höhen derselben Mauer meist verschiedene grosse Spannweiten, Krümmungsradien und Gewölbestärken vorkommen, und da zudem die Belastung dieser Elementar-Gewölbe entsprechend der Tiefe unter der Wasseroberfläche sich ändert. Die Verhältnisse werden noch dadurch ganz ausserordentlich kompliziert, dass die untersten Gewölbe-teile infolge ihres Zusammenhanges mit der Felsfundation und durch das Gewicht der über ihnen liegenden Mauer-massen in der freien Gewölbewirkung gehemmt und zum Teil ganz gehindert sind. Dazu kommen die Ungewissheiten in bezug auf den Elastizitätsmodul des oft viele Meter dicken Mauerkörpers, ferner unsere vorläufig noch recht beschränkte Kenntnis in bezug auf Bereich und Verlauf der Temperatur-Schwankungen im Innern der Mauer, Schwinden des Betons beim Abbinden, Schwellen unter dem Einfluss des die Mauerporen füllenden Wassers u. a. m.

Diese Darlegungen zeigen zur Genüge, dass eine theoretisch exakte Lösung des Problems der Gewölbe-Mauern kaum je möglich sein wird, ganz besonders nicht im Falle unregelmässigen Längenprofils der Mauer, was in der Praxis sehr oft vorkommt.

Verschiedene Methoden zur näherungsweise Berechnung von Bogenmauern sind bisher bekannt geworden, wobei die den wirklichen Verhältnissen wohl am nächsten kommende darin besteht, dass man sich die Mauer eingeteilt denkt das eine Mal in eine Reihe von übereinander liegenden horizontalen Elementar-Gewölben, und das andere Mal in eine Serie von radial aus dem Mauerkörper herausgeschnittenen vertikalen Kragträgern<sup>2)</sup>. Der Wasserdruck wird dann auf beide Systeme derart verteilt, dass die horizontalen Gewölbe unter ihrem Anteil der Last in jedem Punkte sich genau gleich viel durchbiegen wie die entsprechenden vertikalen Kragträger in den gleichen Punkten.

Die meisten bisher gebauten Gewölbe-Staumauern sind jedoch berechnet worden unter der einfachen Annahme, dass die Stabilität der Mauer vollständig gesichert sei, falls jedes horizontale Elementar-Gewölbe dem vollen darauf wirkenden Wasserdruck mit einem genügenden Sicherheitsgrad widerstehen könne. Die in den Gewölben infolge Schwinden des Betons, Temperaturänderung usw. auftretenden Nebenspannungen wurden dabei ganz ausser Acht gelassen, und die unfehlbar in allen diesen Mauern auftretenden Risse wurden als unvermeidliches Uebel in Kauf genommen.

<sup>1)</sup> Für diejenigen unserer Leser, denen der Autor unbekannt ist, sei erwähnt, dass er von 1906 bis 1911 an der E. T. H. studiert, an dieser im S. S. 1915 Prof. F. Bäschlin vertreten hat, und dass er seither als Bauingenieur in Nordamerika erfolgreich tätig ist. Für seine Arbeiten auf dem Gebiete der Gewölbe-Staumauern hat ihn kürzlich die «American Soc. of Civil Engineers» mit ihrer Goldenen Medaille ausgezeichnet. Red.

<sup>2)</sup> Dr. Ing. Hugo Ritter, «Die Berechnung von bogenförmigen Staumauern», Karlsruhe 1913.

Besonders die Amerikaner haben bisher fast ausschliesslich diese Berechnungsart angewandt, und dem kühnen Pioniergeist der Ingenieure des Westens sind manche derartige Bauten zu verdanken, die praktisch sich ausnahmslos glänzend bewährt haben, obschon nach den Grundsätzen moderner Theorie die statischen Verhältnisse dieser Mauern teilweise als geradezu trostlos erscheinen. Allein noch keine einzige Bogen-Staumauer ist je eingestürzt, und diese Tatsache vermag ganz zweifellos viele Bedenken theoretischer Art wenigstens zum Teil zu beschwichtigen. Es ist aber gerade deshalb, weil Theorie und Praxis sich anscheinend so sehr widersprechen, doppelt wünschenswert, dass für alle diese Mauern genaue Spannungs-, Temperatur- und Durchbiegungsmessungen gemacht werden, um den wirklichen Grad ihrer Standsicherheit besser erkennen zu lassen.

### Näherungsmethode zur Berechnung der Spannungen in Gewölbe-Staumauern auf Grund gemessener Durchbiegungen.

Die oben angeführten Gründe betreffs Ungewissheit in den einer Berechnung zu Grunde zu legenden Annahmen lassen es zum vornherein als sehr zweifelhaft erscheinen, ob genaue Gewölbe-Formeln, wie sie z. B. zur Berechnung von Bogenbrücken mit Erfolg angewendet werden, im Falle von Gewölbemauern auch zu entsprechend genauen Ergebnissen führen würden. Aus diesem Grunde mag es zweckmässig sein, wenigstens für ein Uebergang-Stadium, der Einfachheit halber Näherungsmethoden anzuwenden, und darnach zu trachten, aus Messungen und

Experimenten mit der Zeit genauere Koeffizienten für die Formeln zu erhalten.

Die Durchbiegung des Scheitels eines Kreisgewölbes mit radialer Belastung ist näherungsweise<sup>1)</sup>

$$D = \frac{3}{16} \frac{l}{f} \Delta l \quad (1)$$

wobei  $D$  die Durchbiegung des Gewölbes im Scheitel,  $l$  die Länge der Gewölbe-Axe,  $f$  die Pfeilhöhe der Gewölbe-Axe und  $\Delta l$  die Aenderung der

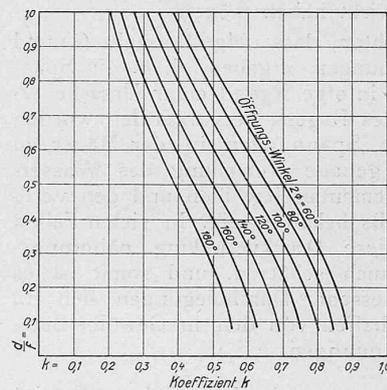


Abb. 1.

Länge der Bogenaxe infolge radialer Belastung des Bogens, Temperaturschwankungen, Schwinden usw., bedeuten.

Andererseits ist der durch eine Aenderung der Länge eines eingespannten Bogens von konstantem Trägheitsmoment erzeugte Horizontalschub<sup>2)</sup>

$$H_e = k \frac{E d^3}{f^2 l} \Delta l \quad (2)$$

Hierin bezeichnet  $H_e$  den im Schwerpunkt des Bogens wirkenden „Deformations“-Schub,  $d$  die Dicke des Gewölbes,  $E$  den Elastizitätsmodul und  $k$  eine Konstante, die auf Grund der bekannten fundamentalen Gleichungen der elastischen Formänderungen eines Gewölbes von der Breite  $= 1$  berechnet wurde. Die Konstante  $k$  ist dabei aus den Kurven der Abbildung 1 für die verschiedenen in der Praxis vorkommenden Verhältnisse  $d:f$  und Öffnungswinkel  $2\delta$  des Bogens, zu entnehmen.

<sup>1)</sup> F. A. Noetli, «Gravity and Arch Action in Curved Dams» Transactions Am. Soc. C. E. Band 84, Seite 1.

<sup>2)</sup> F. A. Noetli, «The Relation between Deflections and Stresses in Arch Dams», Proceedings Am. Soc. C. E., Oktober 1921, Seite 261.