Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 71 (1953)
Heft: 38

Artikel: Erhaltung von Kunstdenkmälern durch die UNESCO
Autor: Meyer, Peter
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-60624

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: 07.08.2025

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

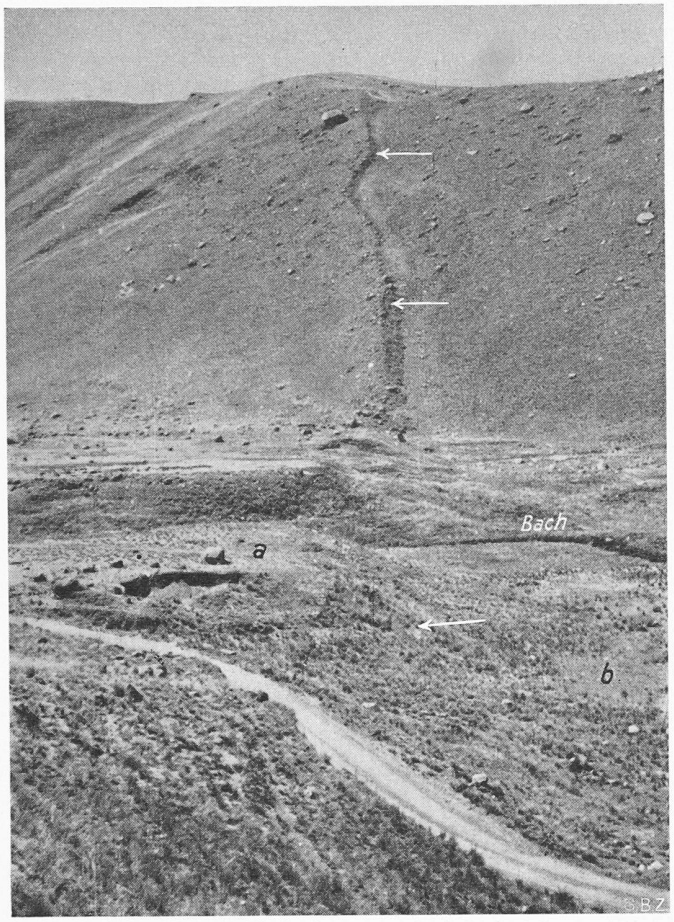

Bild 3. Auf diesem Bild verläuft der Bruch (weisse Pfeile) im Hintergrund durch einen Seitenmoränenkamm. Im Vordergrund wurde die Alluvionalebene des Baches verworfen (Höhenunterschied zwischen a und b etwa 10 m). Photo W. Leupold.

grösser ist auch die auf sie bei einem Beben einwirkende Beschleunigungskraft. Dünnere Bogen können sich leichter an eine Ausweitung des Tales anpassen als dickere. Hierbei ist aber auch klar, dass zwar der Einfluss einer angenommenen Talausweitung auf die Beanspruchung der Bogen ohne weiteres ermittelt werden kann, dass aber eine sichere Abschätzung der Vorgänge bei solchen Naturkatastrophen selbstverständlich unmöglich ist.

Es sei zuletzt noch auf die Beziehungen hingewiesen, die zwischen der Kühnheitsziffer der Mauer und ihrem Sicherheitsgrad bestehen können. Wie wir schon ausgeführt haben, wird die Kühnheit einer Mauer der möglichen erreichbaren Betonqualität angepasst. Somit ist es klar, dass eine kühnere Mauer nicht von vornherein weniger sicher wäre als eine andere, ja dass das Gegenteil ebensogut zutreffen kann. So sei z. B. erwähnt, dass bei gleichen rechnerischen Verhältnissen Bruchfestigkeit zu zulässiger Spannung der wirkliche Sicherheitsgrad in jedem Einzelfall für eine ganz bestimmte Dicke der Mauer ein Maximum erreicht und dann für dickere oder dünnere Mauern wieder abnimmt.

7. Bemerkungen zur Berechnung von Bogenmauern

Bekanntlich wird die Berechnung von Bogenmauern meistens auf der Basis der sog. Trägerrostmethode durchgeführt, bei welcher die Mauer durch eine Anzahl von Bogen und Konsolen ersetzt und die äussere Last zwischen den beiden Trägergruppen durch Gleichsetzung der radialen Verformung aufgeteilt wird.

Das amerikanische Bureau of Reclamation hat aus dieser Methode das sogenannte Versuchslastverfahren (Trial load method) entwickelt, das durch Berücksichtigung der Radial-, Tangential- und Drehverformungen auch den Einfluss des tangentialen Schubes und der Drillung erfassen will. Die erforderlichen Berechnungen sind jedoch unverhältnismässig umfangreich und kostspielig, sodass diese Methode in Europa kaum zur Anwendung kommen kann. Hingegen ist es gelungen, eine Erweiterung der Trägerrostmethode für die Mitberücksichtigung der Torsion, leider nicht des Tangentialschubes, auf viel einfachere Art zu entwickeln.

Es ergab sich, dass im allgemeinen die Berücksichtigung der Torsion eine Verminderung der Zugspannungen und eine ausgedehnte Entlastung der Mauer, insbesondere im mittleren Teil dadurch herbeiführt, dass ein Teil der Wasserlast durch die Drillung direkt gegen die Fundamente abgeleitet wird. Die wirkliche Lösung des statischen Problems der Bogenmauern, besonders der dünnen Mauern, liegt jedoch letzten Endes bei der Schalentheorie. Die Schwierigkeiten, die hier angetroffen werden, sind aber sehr gross, vor allem bei komplizierter Form des Tales und daher auch der Mauer. Unter besondern Voraussetzungen und in Einzelfällen ist jedoch eine solche Berechnung tunlich.

8. Wirtschaftlichkeit

Es ist nicht möglich, in dieser kurzen Abhandlung den Vergleich von Bogenstaumauern und Gewichtsmauern so weit darzulegen, dass eine allgemein gültige Abklärung erreicht werden könnte. Die grosse Entwicklung, welche die Technik der Bogenmauern in letzter Zeit erfahren hat, und die Tatsache, dass manche Akkumulieranlage erst durch Anwendung von Bogenmauern wirtschaftlich wurde, zeugt dafür, dass dieser Mauertyp oft überlegen ist. Dies ist umso mehr der Fall, wenn neben der Wirtschaftlichkeit auch die grössere Sicherheit, welche sich mit diesem Mauertyp erreichen lässt, gebührend gewürdigt wird.

Interessanter ist es, die Wirtschaftlichkeit verschiedener Bogenstaumauerprojekte an der gleichen Sperrstelle miteinander zu vergleichen. Solche Untersuchungen haben gezeigt, dass die «kühnste» Mauer nicht immer die wirtschaftlichste ist, weil eine kühnere Mauer einen hochwertigeren und folglich teureren Beton verlangt. Dabei muss berücksichtigt werden, dass eine Erhöhung der Zementdosierung eine entsprechende Erhöhung der beim Abbinden entstehenden Wärmemenge erzeugt und somit wirkungsvollere Kühlvorrichtungen notwendig machen kann. Schon aus diesen Umständen geht hervor, dass Kühnheit einer Bogenmauer nicht ohne weiteres mit Wirtschaftlichkeit gleichgesetzt werden kann, sondern dass jeder Fall individuell zu bewerten ist.

*

Die Frage allfälliger konstruktiver Massnahmen gegen Zerstörungen im Krieg durch Bomben wurde nicht in unsere Betrachtungen einbezogen, weil hiefür zunächst die Wirksamkeit der vorhandenen und der in den nächsten Jahrzehnten zu erwartenden Zerstörungsmittel weiter abgeklärt sein müsste[2]); dieses in erster Linie militärtechnische Problem ist naturgemäss sehr hypothetisch. Es ist daher unseres Erachtens wichtiger und zweckmässiger, bei jeder grössern Talsperre Entleerungseinrichtungen anzulegen, welche erlauben, den Seeinhalt innert kurzer Frist so tief abzusenken, dass der Wasserablauf durch Mauerbreschen, die durch Bombentreffer entstehen können, nie so gross wird, dass im Unterlauf des Flusses katastrophale Zerstörungen durch die Flutwelle entstehen können.

Die vorliegende Studie bezweckt, eine möglichst knappe Uebersicht über die Probleme zu vermitteln, welche sich bei Bogenmauern stellen. Vielleicht mag sie auch Anlass zu weitern Studien und Auseinandersetzungen mit diesen Fragen geben.

[2]) Schwerste Bomben im letzten Weltkrieg hatten 2000 kg mit 50 Vol. % Explosifstoff, heute bereits 5000 kg mit 80 Vol. %.

Erhaltung von Kunstdenkmälern durch die UNESCO

DK 719.32

Die byzantinische Kreuzkuppelkirche Hagia Sophia in Ochrida ist eines der bedeutendsten Baudenkmäler Mazedoniens, sie stammt wahrscheinlich aus dem Ende des 11. Jahrhunderts; spätere Zutaten und Veränderungen haben ihren Charakter nicht wesentlich getrübt, sie ist mit bedeutenden Fresken aus dem 11. bis 14. Jahrhundert geschmückt. Bauwerk und Fresken sind vom Verfall bedroht.

Auf Ersuchen der jugoslawischen Regierung wurde eine Kommission erster Fachleute der italienischen und französischen Denkmalpflege um Vorschläge zur Sicherung und Wiederherstellung ersucht; die vorliegende Publikation[1]) enthält dieses Gutachten.

[1]) **Sainte-Sophie d'Ochrida.** La conservation et la restauration de l'édifice et de ses fresques. 27 p. avec des photos et fig. Paris 1953, UNESCO, 19, Avenue Kléber. Preis kart. 5 Fr.

Wenn sich auf diese Weise so etwas wie eine europäische Solidarität zur Erhaltung wertvoller Kunstdenkmäler herausbilden würde, im Bewusstsein, dass die Zeugnisse der Vergangenheit, auf der die Gegenwart beruht, schlechthin ganz Europa angehen, gleichviel in welchem Land sie gerade stehen, so würde sich die UNESCO damit ein sehr grosses Verdienst erwerben. Und sie würde damit die weitverbreitete Meinung widerlegen, sie erschöpfe sich in einem ungeheueren organisatorischen Leerlauf. Auch materiell ist das Gutachten interessant — was man aber am Schluss gerne wüsste: ist die Kirche von Ochrida nun wirklich vor dem Verfall gesichert, ist effektiv etwas erreicht worden, oder bleibt es bei guten Ratschlägen und frommen Wünschen? Wäre es nicht richtiger, solche Publikationen erst dann herauszugeben, wenn man wirkliche Ergebnisse zeigen kann?

Wenn man an die unendlichen Schwierigkeiten und Knauserigkeiten denkt, mit denen unsere Schweizerische Denkmalpflege zu kämpfen hat, so sollte dieses jugoslawische Beispiel anspornend wirken — nicht in dem Sinn, dass wir auf ausländische Hilfe warten sollten, sondern dass sich in unseren Bundes-, Kantons- und Gemeindebehörden die Erkenntnis durchsetzt, dass es hier nicht um Spezialangelegenheiten und Liebhabereien von Aestheten und Historikern geht, sondern um die nationale, mehr noch, um die europäische Kultursubstanz.

Noch eine Anregung: Die UNESCO sollte sich von solchen Bauten, die mit ihrer Hilfe restauriert werden, eine Sammlung erstklassiger Photographien anlegen, aus der Abzüge ohne Komplikationen zu beziehen wären; vielleicht liesse sich das mit der Zeit zu einem gesamteuropäischen Dokumentationszentrum ausbauen. Wer je mit diesen Dingen zu tun hat weiss, wie nützlich das wäre.

P. M.

Betonprüfung mit akustischen Methoden

DK 620.179.16:666.97

Auf Einladung des Schweiz. Verbandes für die Materialprüfungen der Technik (SVMT), der S. I. A.-Fachgruppe der Ingenieure für Brückenbau und Hochbau (FGBH) und des Schweiz. Nationalkomitees für grosse Talsperren (SNGT) fand am 13. Juni 1953 im Audit. I der ETH in Zürich eine Diskussionsversammlung statt[1]), an der zwei Dienstchefs der Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics, Paris, über das Thema des «Dynamischen Abhorchens von Beton» referierten. Wie der Vorsitzende der Tagung, Ing. H. Gicot, Präsident des SNGT, erwähnte, sind im Zusammenhang mit den Vorträgen Versuche an Bauwerken in der Schweiz geplant. In den Laboratorien in Paris sind nach den Ausführungen des ersten Redners, Dipl. Ing. *G. Dawance,* für den erwähnten Zweck bisher vier Apparate konstruiert worden, wovon die ersten beiden hauptsächlich für den Gebrauch im Laboratorium, die andern für die Verwendung an Bauwerken bestimmt sind.

Der erste Apparat beruht auf dem Resonanzverfahren, d. h. auf der Ermittlung einer der Eigenfrequenzen, beispielsweise der untersten (Bild 1). Der längliche Prüfling wird hierbei zu Eigenschwingungen mit der Frequenz f_n angeregt, wobei $n = 1, 2, 3 \ldots$:

$$(1) \qquad f_n = \frac{n}{2l}\sqrt{\frac{E}{\varrho}}$$

Für $n = 1$ (Grundschwingung) ist die Amplitude maximal. Um f_n zu bestimmen, wird ein Frequenzgenerator mit einem passenden Frequenzband benützt, der in einer beliebigen Einstellung beispielsweise die Frequenz f_g erzeugt. Weichen f_n und f_g nur wenig voneinander ab, so entsteht durch Superposition eine Schwebung, die bei vollkommener Uebereinstimmung $f_n = f_g$ verschwindet. Man wählt je nachdem Ultraschall[2]) mit Frequenzen von etwa 20 bis 200 kHz, entsprechend einer Wellenlänge λ im Beton von rund 20 bis 2 cm[3]). Dies hat den Vorteil, dass die Abmessungen der Probekörper je nach Wunsch klein ausfallen ($d < \lambda/4$, $l = n\,\lambda/2$).

Die drei übrigen Geräte beruhen auf der Messung der Schallgeschwindigkeit V, die von der Formgebung des zu prüfenden Körpers, seinen elastischen Konstanten E, ν, sowie der Dichte ϱ und schliesslich von Art und Ort der Welle abhängt (Bild 2). Die Schallgeschwindigkeiten betragen in diesem Fall:

$$(2) \qquad V_L = \sqrt{\frac{E}{\varrho}}\sqrt{\frac{(1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\nu)}}$$

$$(3) \qquad V_T = \sqrt{\frac{E}{\varrho}}\sqrt{\frac{1}{2(1+\nu)}}$$

$$(4) \qquad V_R = \frac{0{,}87 + 1{,}12\,\nu}{1+\nu}\,V_T$$

Während alle vier Geräte elektrische Empfänger aufweisen, hat nur das zweite Gerät einen piezoelektrischen Geber, wobei heute bei höhern Frequenzen meist nicht Quarz, sondern wegen seiner bedeutend höhern Beanspruchungsfähigkeit Bariumtitanat verwendet wird. Dennoch ist die Reichweite solcher Geber, selbst unter Verwendung relativ niedriger Ultraschall-Frequenzen, infolge Schallabsorption im Beton beschränkt.

Die untere Grenze für Schallgeschwindigkeitsmessungen liegt bei der apparatetechnisch bedingten Minimalzeit von etwa 15 Mikrosekunden (1 Mikrosec = 10^{-6} s), was im Beton einer Weglänge von rund 6 cm entspricht. Mit dem zweiten Gerät ist somit V in Körpern von der Länge bis minimal 6 cm messbar. Dieses Gerät ist deshalb, wie bereits erwähnt, hauptsächlich für Laboratoriumszwecke vorgesehen.

Bei Prüfungen ausserhalb des Laboratoriums, so z. B. an Flugplatzpisten, Staumauern usw., müssen bei grossen Messstrecken wegen der grossen Schallabsorption andere Schall-

[1]) SBZ 1953, Nr. 23, S. 344.

[2]) Ueber die «Physikalischen Grundlagen des Ultraschalles und seine Anwendung im Materialprüfungswesen», s. SBZ 1948, Nr. 14, 15 und 16.

[3]) Bei den Zahlenangaben in diesem Referat wird eine Schallgeschwindigkeit $V_L = 4000$ m/s angenommen, was einem Bauwerkbeton guter Qualität entspricht. Ein Bauwerkbeton unter 3700 m/s wird als schlecht, ein solcher über 4600 m/s als sehr gut bewertet.

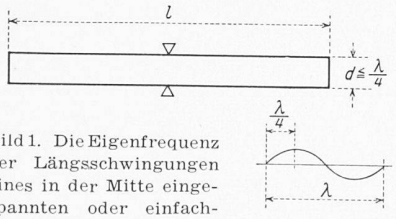

Bild 1. Die Eigenfrequenz der Längsschwingungen eines in der Mitte eingespannten oder einfachheitshalber auf einer Kautschukunterlage ruhenden Stabes von der Länge l ist durch die Formel (1) gegeben. Am einen Ende wird der Stab mittels eines passenden, vom Frequenzgenerator belieferten Gebers zu Eigenschwingungen der Frequenz f_n angeregt; am anderen Ende werden diese durch einen piezoelektrischen Empfänger aufgefangen und verstärkt einem Kathodenstrahloszillographen zugeführt. Da diesem ausserdem die Wechselspannung des Frequenzgenerators (Frequenz f_g) aufgedrückt wird, entsteht die im Text erwähnte Schwebung.

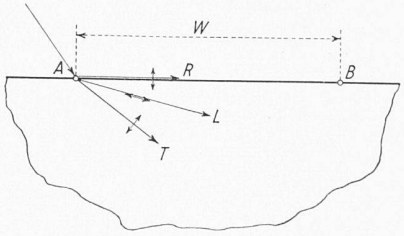

Bild 2. Die Schallausbreitung in Medien mit verhinderter Querkontraktion (z. B. in dreidimensionalen Medien) ist durch die Formeln 2, 3 und 4 gegeben. Bewegen sich alle drei Wellen von A nach B, so finden die Schwingungen der Longitudinalwellen in Richtung A—B in der Oberfläche, diejenigen der Transversalwellen senkrecht A—B in der Oberfläche und diejenigen der Rayleighwellen senkrecht A—B senkrecht zur Oberfläche statt.

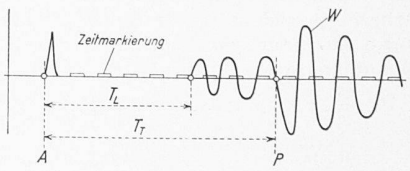

Bild 3. Typisches Kathodenstrahloszillographen-Schirmbild mit dem primär von der Longitudinalwelle erzeugten Wellenzug W. Von einem gewissen Punkte P an stellt W die Superposition der Longitudinal- und Transversalwelle dar. Noch etwas später trifft schliesslich die Rayleighwelle ein, doch ist der betreffende Punkt P' im Wellenzug nicht einwandfrei feststellbar. Die Zeitmarkierung ist nur schematisch angedeutet.