

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 109/110 (1937)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Nachträgliche Erhöhung von Gewichtstaumauern  
**Autor:** Kelen, N.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-49097>

### **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:** 15.07.2025

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

INHALT: Nachträgliche Erhöhung von Gewichtstaumauern. — Notes et impressions de l'exposition de Paris. — Entwicklung der «Michelines»-Leichttriebwagen. — Mitteilungen: 60000 PS-Kaplan-Turbinen für Bonneville. Wärmebedarf in Kirchen und Grossräumen. Elektro-Industrie der Welt. Schulhaus-Bräuseanlagen der Stadt Dortmund. Verdampfer und Dampfumformer. Sauerstoff-Anreicherung des Hochofenwinds. Der

Summa-Kachelofen. Motorboote mit Holzgasantrieb. Das Cyclotron. Die Jahresversammlungen des SEV und des VSE. Graphische Bestimmung von Momenten. Persönliches. — Wettbewerbe: Sekundarschulhaus Thundürrenast. Kantonsspital Lausanne. Reformierte Kirche in Wettingen. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine.

Band 110

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. 6

## Nachträgliche Erhöhung von Gewichtstaumauern

Von Dr. Ing. N. KELEN, z. Zeit in Moskau

### Die Notwendigkeit einer späteren Mauererhöhung.

Die bisherige Entwicklung des Talsperrenbaues zeigt, dass die Notwendigkeit einer Vergrößerung des Staubeckens und damit einer nachträglichen Erhöhung der Staumauer bei vielen, wenn nicht bei den meisten Talsperren, früher oder später eintritt. Die wichtigsten Gründe hierfür sind: 1. Die Wirtschaftlichkeit verlangt, dass man in einer Mauer nach Möglichkeit nicht mehr Kapital investiert, als es für den Bedarf der nächsten Zeit unbedingt nötig erscheint, dass aber spätere Erweiterungen in dem Masse, wie der Bedarf zunimmt, jederzeit ermöglicht werden. 2. Die Entwicklung der Wasserwirtschaft kann es mit sich bringen, dass das Wasser später auch für andere wasserwirtschaftliche Zwecke ausgenutzt wird. Oder es tritt die Notwendigkeit einer vollkommeneren Anpassung der Wasserführung an den Bedarf ein (Ueberjahresregulierung, Fremdreulierung usw.), sodass das Staubecken vergrössert werden muss. 3. Wenn man unter den gegebenen geologischen und sonstigen örtlichen Verhältnissen den Bau einer Talsperre von grösserer Höhe zunächst aus technischen Gründen nicht wagen will, baut man die Mauer für eine kleinere Höhe aus und wartet die Erfahrungen oder die weitere Entwicklung der Technik ab, um später an die Erhöhung der Mauer heranzugehen.

### Die bisherigen Staumauererhöhungen.

Mit der statischen Wirksamkeit einer luftseitigen Verstärkung beschäftigt sich eingehend das im Jahre 1933 erschienene Buch des Verfassers<sup>1)</sup>. Die Ergebnisse der Untersuchungen seien hier kurz mitgeteilt. Wenn die luftseitige Verstärkung bei leerem Becken stattfindet, so erhalten wir ein Diagramm der Bodenpressung gemäss Abb. 1a. Hierbei ist vorausgesetzt, dass eine Verbindung zwischen altem und neuem Mauerwerk erst nach der Verstärkung und Erhöhung erfolgt. Nimmt man dagegen einen anderen extremen Fall an, dass das neue Mauerwerk gleichzeitig in Verbindung mit dem alten hochgeführt wird, dann besteht die Möglichkeit, namentlich infolge von Schwinden, dass das neue Mauerwerk an dem alten sozusagen hängen bleibt; in diesem Falle wird das Bodenpressungsdiagramm nach Abb. 1b aussehen. Nimmt man dagegen an, dass die Verstärkung bei vollem Becken erfolgt und eine genügende Verbindung zwischen altem und neuem Mauerwerk vorhanden ist, so gestalten sich die Spannungsverhältnisse gemäss Abb. 2. Vor der Verstärkung war das Bodenpressungsdiagramm abc vorhanden. Die Verstärkung lastet auf das alte Mauerwerk und drückt es noch mehr in das Fundament hinein, bis das Spannungsdiagramm abd entsteht. Durch die Eindrückung des alten Mauerwerks in das Fundament wird die Verstärkung selbst mitgenommen und es entsteht darunter das Bodenpressungsdiagramm begf.

In der Wirklichkeit wird ein Zwischenfall zwischen den drei Spannungsbildern eintreten, da der Wasserspiegel während der Verstärkungsarbeiten im allgemeinen eine mittlere Lage einnehmen wird. Jedenfalls geht aus diesen Ueberlegungen deutlich hervor, dass durch eine luftseitige Verstärkung niemals ein einheitliches Zusammenwirken der beiden Mauerteile erreicht werden kann.

Wird dagegen die Verstärkung an der Wasserseite vorgenommen, so kann eine viel grössere statische Wirksamkeit erzielt werden. Allerdings müsste in diesem Fall der Betrieb auf längere Zeit stillgelegt werden, was aus wirtschaftlichen und betriebstechnischen Gründen praktisch fast immer undurchführbar ist.

<sup>1)</sup> Siehe Seite 204 ff. von «Gewichtstaumauern und massive Wehre», Verlag Julius Springer, Berlin, besprochen in «SEZ» Bd. 105, S. 286\*. — Die Abbildungen 1, 2, 3 und 7 sind diesem Buch entnommen.

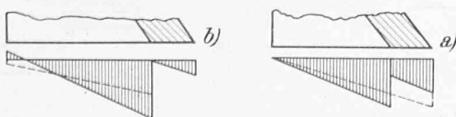


Abbildung 1

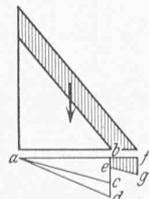


Abb. 2

In den letzten Jahren erhielt die Mauererhöhung mittels einer luftseitigen Verstärkung eine theoretische Unterstützung von gewissen Fachkollegen. Man hat in verschiedenen Staumauern Risse beobachtet, die z. T. vom Fundament etwa in senkrechter Richtung nach oben verlaufen, z. T., bei einigen Pfeilerstaumauern in Amerika, etwa senkrecht zur Wasserseite<sup>2)</sup>. Man hat ohne weiteres angenommen, dass diese Risse Schwindrisse seien und schlug vor, sie von vornherein einzubauen, d. h. entsprechende Fugen vorzusehen. Die Theorie, die man an diese Beobachtungen geknüpft hat, war, dass die Kräfte in der Richtung der II. Trajektorien der Abb. 3 wirken, sodass die Mauer auch in diesem Sinne aufgelöst werden könne. So behauptet man z. B., dass die statische Wirkung einer Gewichtstaumauer in einer sog. Strebenwirkung bestehe und dass dementsprechend die Mauer in einem ganz anderen Sinne beansprucht wird, als wir bisher angenommen haben. In Amerika hat man eine Theorie ausgearbeitet, wonach die Pfeiler aufgelöster Staumauern mittels Fugen, die gemäss den II. Trajektorien verlaufen, in einzelne Lamellen aufgelöst werden sollen, wobei eine jede Lamelle für sich den Wasserdruck und das Eigengewicht unabhängig von den anderen direkt auf das Fundament überträgt. Wenn diese Theorien richtig sind, so würde einer nachträglichen Erhöhung der Staumauer mittels luftseitiger Verstärkung nichts im Wege stehen, da hier nichts anderes geschieht, als die Hinzufügung einer neuen Lamelle zu den bestehenden.

Auf Seite 62 des in Fussnote 1 erwähnten Buches wurde der Nachweis erbracht, dass eine derartige Auffassung nicht richtig ist und dass die Anordnung solcher schräger Fugen, die bei einigen amerikanischen Staumauern vorgeschlagen wurden, bedenklich ist. In bezug auf die nachträgliche Erhöhung wurde ferner (auf Seite 208 des selben Buches) nachgewiesen, dass eine luftseitige Verstärkung die Stabilität der Staumauer, abgesehen von den bereits genannten statischen Nachteilen, auch noch dadurch wesentlich herabsetzen kann, indem Wasser vom Staubecken in die Verstärkungsfuge eintreten und dort einen Druck ausüben kann, mit der Folge, dass dadurch ein Abheben und eventuell ein Umkippen des neuen Mauerteils erfolgen kann. In einem Beispiel, wo eine ursprünglich 50 m hohe Mauer um weitere 5 m auf 55 m Höhe gebracht werden soll, wird die Stabilitätsgrenze erreicht, wenn die Porosität der Fugenfläche (bei einem Raumgewicht des Mauerwerks von 2,35 t/m<sup>3</sup> und bei einer relativen Mauerbreite von 70 %) 37 % beträgt. Ein solcher Wert steht aber durchaus im Bereich der Möglichkeit, namentlich wenn die Bauausführung nicht sorgfältig genug erfolgt, und damit ist es klar, dass eine derartige Mauererhöhung die Standsicherheit der Staumauer nicht unwesentlich herabsetzt.

Eine weitere Möglichkeit, die Staumauer zu erhöhen, besteht darin, dass bloss auf die Krone Mauerwerk aufgesetzt wird. Dadurch haben wir in der Nähe der Wasserseite, statisch betrachtet, ein zusätzliches Gewicht aufgebracht mit dem Erfolg, dass jetzt höher gestaut werden kann — natürlich nicht in dem Masse wie die Erhöhung der Krone erfolgt ist. (Beispiel: Ennepe-Talsperre in Deutschland.) Bei leerem Becken kann dagegen eine Zugspannung an der Luftseite auftreten.

Bei der Nordhäuser-Talsperre in Deutschland z. B. wurde die Erhöhung derart durchgeführt, dass der erhöhte Teil als Bogenring den Wasserdruck waagrecht unmittelbar auf die Widerlager überträgt. Eine derartige Erhöhung ist natürlich nur bei bogenförmig mit starker Krümmung angeordneten Staumauern möglich, wenn die Bogenwirkung im ersten Ausbau nicht berücksichtigt wurde.

Bei einigen Staumauern wurde die Erhöhung in der Weise vorgenommen, dass die luftseitige Verstärkung nicht auf der ganzen Länge der Mauer durchgeführt wurde, sondern nur mittels einzelner Stützpfeiler (z. B. Panzer-Talsperre der Stadt Lennep in Deutschland).

Eine radikale Art der Erhöhung kann darin bestehen, dass man die Gewichtstaumauer wasser- und luftseitig mit Erde zuschüttet, sodass sie nachher als Dichtungskern eines Erddamms wirken kann (Beispiel: Bever-Talsperre in Deutschland).

Und schliesslich erwähnen wir noch eine französische Ausführung: Bei der Mauer von Cheurfas (Algerien) hat man

<sup>2)</sup> Diese Risse sind aber ausgesprochene Zugrisse, wie es sich durch die statische Berechnung leicht nachweisen lässt.

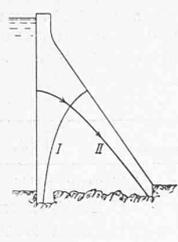


Abb. 3.

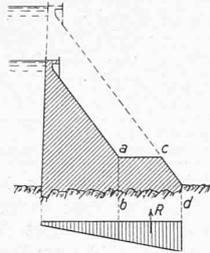


Abb. 5.

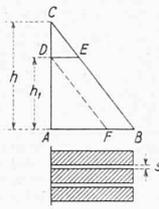


Abb. 9.

Löcher von der Krone durch die Mauer bis tief in den Fels hineinbohrt. In diese Bohrlöcher wurden im Fels Ankereisen einbetoniert und diese mittels Vorrichtungen an der Mauerkrone angezogen, sodass die Mauer einer Vorspannung ausgesetzt wird. Dadurch verschiebt sich die Drucklinie bei vollem Becken gegen die Wasserseite hin, wirkt also zentrischer. Dann wurden die Ankerstäbe in gespanntem Zustande mittels Zementmörtel in die Mauer einbetoniert (Verfahren nach Ing. Coyne).

Eines der bekanntesten Beispiele ist die Erhöhung der Assuan-Staumauer im Nil, über die auf S. 296\* von Bd. 93 (15. Juni 1929) dieser Zeitschrift ausführlich berichtet wurde.

Für die Verstärkung einer Gewichtstaumauer mittels luftseitiger Stützpfiler dient als Beispiel die Grosbois-Staumauer am Canal de Bourgogne (Frankreich), Abb. 4. Die Mauer wurde in den Jahren 1830/1838 erbaut. Hier handelt es sich allerdings nicht um Erhöhung, sondern mehr um eine Sicherungsmassnahme, da starke Verschiebungen der Mauer an ihrem Fundament beobachtet wurden. Durch den Bau der Stützpfiler hörten die Verschiebungen allerdings nicht auf, sodass man eine kleinere Mauer weiter flussab errichtete, die das Wasser bis zur Hauptmauer zurückstaut und so eine gewisse Entlastung bewirkt. Dieser Entlastungsstausee ist in Abb. 4 deutlich sichtbar.

**Berücksichtigung einer spätern Erhöhung beim ersten Ausbau.**

Um eine grössere statische Wirksamkeit zu erzielen, wird das Problem — nachdem die Erfahrung zeigt, dass die Notwendigkeit einer spätern Erhöhung oft eintritt — das erste Projekt so auszuführen, dass eine spätere Erhöhung jederzeit durchgeführt werden kann, immer aktueller. Die Massnahme besteht meistens darin, dass das Fundament der Staumauer für die endgültige Höhe ausgebaut wird, damit der erhöhte Teil auf diesem Fundamentblock aufgebracht werden kann. Zu einer besseren Verbindung des neuen Mauerwerkes mit dem alten wird ausserdem die Luftseite des ersten Aufbaues oft treppenförmig ausgeführt. Der Nachteil eines derartigen Projektes besteht darin, dass die Stärke der Fundamentplatte recht beträchtlich sein muss, um Risse zu vermeiden, die an der Unterseite der Fundamentplatte zu erwarten sind, gemäss Abb. 5. Der luftseitig des Querschnittes a-b liegende Teil des Bodenpressungsdiagrammes mit der Resultante R nimmt die Fundamentplatte abcd auf Biegung in Anspruch, sodass im Punkt b Zugspannungen entstehen können. Wird die Stärke der Fundamentplatte entsprechend gross gewählt, so ist der Bau einer solchen Staumauer mit erhöhten Kapitalinvestitionen verbunden.

Das Beispiel für eine derartige Erhöhung ist die Hetch-Hetchy-Staumauer in Kalifornien (Abb. 6 u. 7). Ausser der Fundamentplatte hat man hier den mittleren Block der Staumauer mit der vollen Stärke ausgeführt. Die Erhöhung der Staumauer von 105 auf 131 m wurde 1936 in Angriff genommen.

Es sei noch ein Beispiel und zwar die neueste und größte aller bisherigen Talsperren-Erhörungen, die Grand Coulee-Staumauer am Columbiafluss im Staate Washington (USA), erwähnt (Abb. 8). Ursprünglich wollte man die Mauer bis zu einer Höhe von 82 m (mittleres, gestricheltes Profil) ausführen, um sie später durch eine luftseitige Verstärkung bis auf eine Höhe von 140 m zu bringen. Später hat man jedoch eingesehen, dass die Erhöhung der Mauer mittels einer luftseitigen Verstärkung statisch ungenügend wirksam ist und es wurde nun beschlossen, nur den unteren Teil (in Abbildung 8 schraffiert) der endgültigen hohen Mauer (strichpunktirt) auszuführen. Die Mauerhöhe ist also noch niedriger als im ursprünglichen Projekt angenommen. So wird die Staumauer im ersten Ausbau rund 3 Millionen m<sup>3</sup> Beton enthalten, während das gesamte Mauer-volumen im erhöhten Zustande 7,5 Millionen m<sup>3</sup> betragen wird.

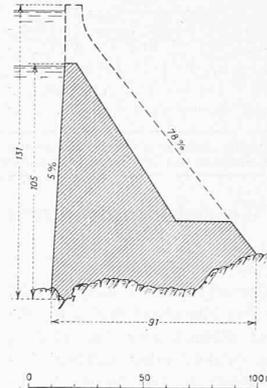


Abb. 6. Hetch-Hetchy-Mauer

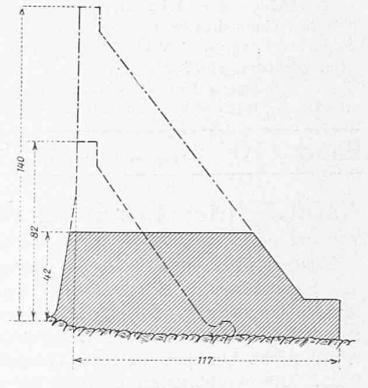


Abb. 8. Grand-Coulee-Mauer

**Ein neuer Vorschlag für den wirtschaftlichen Entwurf einer Gewichtstaumauer unter Berücksichtigung ihrer spätern Erhöhung.**

Vor einiger Zeit hat der Verfasser einen neuen Entwurf ausgearbeitet, der das gestellte Problem zum ersten Mal befriedigend löst. Durch diesen Entwurf ist es möglich, die spätere Erhöhung einer Gewichtstaumauer schon im ursprünglichen Projekt zu berücksichtigen, derart, dass die Erhöhung statisch vollkommen wirksam ist und während des Betriebes durchgeführt werden kann, ohne dass zum ersten Ausbau grössere Kapitalinvestitionen erforderlich werden.<sup>3)</sup> Bei der genauen Berechnung stellte sich sogar heraus, dass die Mauer im ersten Ausbau weniger kostet, als eine gewöhnliche Mauer von der selben Höhe.

Gehen wir vom dreieckförmigen Profil der Gewichtstaumauer mit endgültiger Höhe h aus (Abb. 9, oben), während die Höhe im ersten Ausbau h<sub>1</sub> betragen soll. Wir bauen nun die Mauer zunächst mit dem Trapezprofil ADEB. Der erhöhte Teil DCE wird dann später aufgebaut. Eine derartige Mauer würde im ersten Ausbau mehr Beton enthalten, welche Mehrmasse der Fläche des Parallelogramms FDEB entspricht. Diese Mehrmasse wird nun dadurch eingespart, dass die Mauer nicht massiv, sondern mit breiten Fugen von der Fugenweite s ausgeführt wird. Diese Fugenweite wird bestimmt unter der Bedingung, dass die Resultierende bei vollem Becken durch den luftseitigen Drittelpunkt der Sohle AB geht. Die Berechnung wird im Anhang mitgeteilt. Das Ergebnis dieser Berechnung ist in Abb. 10 aufgetragen. Wir sehen aus dieser Abbildung, dass die Fugenweite im Verhältnis zum Abstand der Fugenmittellinie umso grösser ist, je grösser die Erhöhung im Verhältnis zur ursprünglichen Mauerhöhe oder je kleiner der Wert h<sub>1</sub> = h<sub>1</sub> : h ist. Im Diagramm ist auch die erzielbare Wirtschaftlichkeit aufgetragen. Sei das Mauervolumen einer gewöhnlichen Mauer von der Höhe h<sub>1</sub> und vom Profil ADF mit V<sub>0</sub> und die Mauer-masse des Trapezprofils ADEB gemäss unserem Vorschlag, ebenfalls auf die Einheitslänge der Mauer bezogen V, so beträgt die erzielte Ersparnis  $w = 100 \frac{(V_0 - V)}{V} \%$ .

Diese Wirtschaftlichkeitsziffer w ist in Abb. 10 eingetragen. Wir sehen hieraus, dass die Ersparnis ähnlich der Fugenweite um so grösser ist, je grösser die Erhöhung im Verhältnis zur

<sup>3)</sup> Das Verfahren ist patentiert.

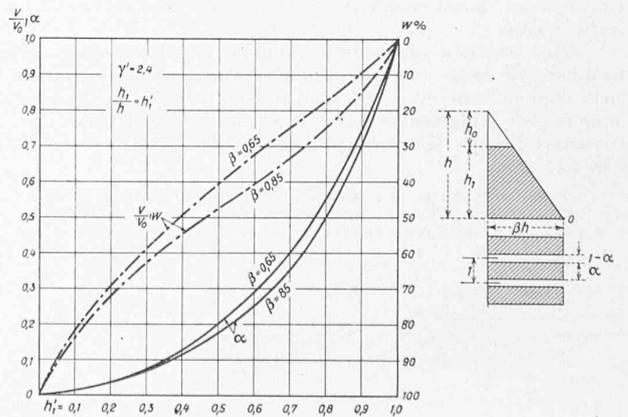


Abb. 10. Zusammenhänge zwischen Fugenweite, Mauererhöhung und Wirtschaftlichkeit beim Mauertyp nach Vorschlag des Verfassers

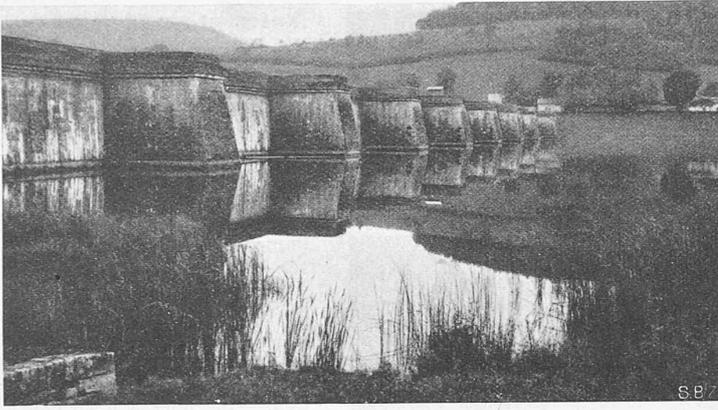


Abb. 4. Luftseite der hinterstauten Grosbois-Mauer in Burgund

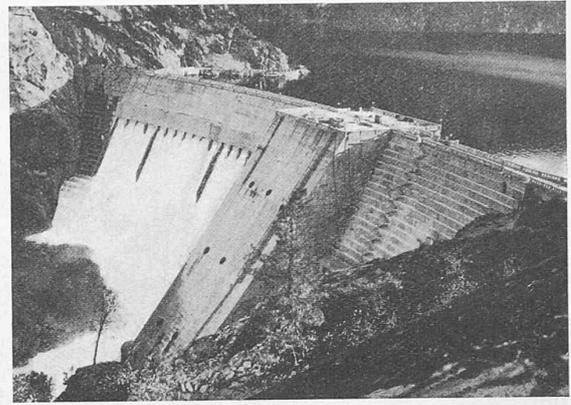


Abb. 7. Hetch-Hetchy-Staumauer in Kalifornien, U. S. A.

ursprünglichen Mauerhöhe ist. Abb. 11 zeigt die Entwurfs-skizze, Abb. 12 einige Vorschläge für die Ausbildung der Stauwand und der wasserseitigen Dichtung einer derartigen Staumauer.

Die Erhöhung der Mauer erfolgt nun in der Weise, dass zuerst die Zwischenräume bis zur Höhe  $h_1$  ausbetoniert werden, aber derart, dass das neue Mauerwerk vom alten durch schmale Fugen getrennt ist (Abb. 13). Diese Fugen, die nur eine Weite von 1 bis 2 mm zu haben brauchen, können in der Weise hergestellt werden, dass z. B. an der Seitenfläche des alten Mauerwerks dünne Stahlplatten gelegt werden, die, sobald der neue Beton einigermassen abgebunden hat, wieder herausgezogen werden. Die Fugen werden in der Nähe der Wasserseite z. B. mittels Metallplatten abgeschlossen. Ebenso erfolgt ein Abschluss dieser Fugen an der Luftseite. An der Wasserseite, zwischen neuem und altem Mauerwerk, bleibt ein Hohlraum offen. Dieser Hohlraum wird nun mit Wasser ausgefüllt, derart, dass der Wasserspiegel hier dem Stauspiegel im Speicherbecken entspricht. Auf diese Weise wird das neue Mauerwerk belastet und das alte Mauerwerk entlastet, sodass nun beide Mauerteile in genau gleichem Masse belastet sind. In diesem Zustand, also unter Vorspannung, erfolgt die Auspressung der Fugen mit Zementmilch oder Zementmörtel. Nachdem der Zement abgebunden hat, erfolgt die Ausbetonierung der wasserseitigen Hohlräume. Durch dieses Bauverfahren wird eine einheitliche Wirkung zwischen altem und neuem Mauerwerk und damit eine vollkommene statische Wirkung erzielt.

Eine derartige Bauweise hat aber auch noch andere Vorteile. Vor allem wird der Sohlenwasserdruck auf ein Mindestmass herabgesetzt, da das eventuell in die Sohle eindringende Wasser seitlich ausweichen wird. Eine kurze Sohlendrainage kann diese Entspannung noch weiter fördern. Sodann kann die hohe Abbindewärme auch an den Seitenflächen der Mauerblöcke entweichen, sodass die Abkühlung der Mauer ohne künstliche Mittel viel schneller und gleichmässiger vor sich gehen kann, als wenn die Mauer massiv ausgeführt wird. Dadurch wird die Rissgefahr wesentlich herabgesetzt. Ein weiterer Vorteil dieser Konstruktion besteht darin, dass die Mauer jederzeit von allen Seiten zugänglich ist, sodass sie bequem beobachtet werden kann. Man wird also ganz genau feststellen können, ob und wo Rissebildungen entstehen, die Stellen eventueller Undichtigkeit wird man ganz genau lokalisieren können

usw. und schliesslich kann man Reparaturarbeiten, falls sie notwendig würden, viel bequemer und sicherer ausführen als im Fall einer massiven Mauer.

Die Bauausführung erfordert nach diesem Vorschlag nicht nur keine Mehrkosten, sie wird sogar wesentlich erleichtert. Entsprechend einem Vorschlag, den der Verfasser bereits seit vielen Jahren vertritt, besteht in einigen Fachkreisen heute bereits die Tendenz, Gewichtstauauern abschnittsweise aufzuführen, d. h. derart, dass ein jeder zweite Block, begrenzt durch die Wasser- und Luftseite und seitlich durch zwei benachbarte Dehnungsfugen, in ununterbrochener Betonierung hochgeführt wird. In diesen Zwischenräumen ist auch die Ableitung des Wassers während des Baues sehr erleichtert. Nach Fertigstellung dieser Mauerblöcke werden die Zwischenräume ausbetoniert. Nach dem neuen Vorschlag kann die Bauausführung ohne weiteres nach dieser Baumethode erfolgen. Mehr Schalung ist hier nicht erforderlich, da man Seitenschalungen, ganz gleich, nach welcher Baumethode die Mauerblöcke ausgeführt werden, immer benötigt. Das Offenlassen breiter Fugen bietet gegenüber der vollkommen massiven Ausbildung derartige Vorteile, dass es zweckmässig erscheinen kann, diese Konstruktion auch nach der Erhöhung beizubehalten, indem der erste Entwurf so aufgestellt wird, dass auch nach der Erhöhung noch immer eine gewisse Fugenbreite offengelassen werden kann.

Der oben geschilderte Entwurf stellt die einfachste Form dieses Vorschlages dar. Es steht natürlich nichts im Wege, sowohl die ursprüngliche als auch die erhöhte Mauer nach einem anderen Profil auszubilden. Ferner kann noch der Umstand berücksichtigt werden, dass die grösste Mauerhöhe nur in der Talsohle erreicht wird, während die Mauer gegen die Widerlager hin immer kleiner wird; die Stärke der Mauerblöcke wird also gegen die Talflanken hin abnehmen bzw. die Fugenweite zunehmen können. Dadurch kann die Wirtschaftlichkeit noch weiter gesteigert werden.

Um die Vorteile dieses neuen Vorschlages vor Augen zu führen, sei erwähnt, dass bei einer projektierten Staumauer im Kaukasus, die zunächst eine freie Höhe von 115 m erhalten soll, womit die maximale Höhe 145 m betragen wird, und die durch eine spätere Erhöhung um weitere 15 m auf 130 bzw. 160 m gebracht werden soll, im ersten Ausbau eine Ersparnis von über 10 % gegenüber einer gewöhnlichen Mauer von 115 bzw. 145 m Höhe erzielt werden kann. Bei der erwähnten Grand-Coulee-Staumauer könnte man nach diesem Vorschlag rund 1 Million Dollar ersparen, was einer Ersparnis von etwa 15 Millionen Dollar gleichkommen würde, und dabei könnte die Mauer höher ausgebaut werden, als nach dem jetzigen Entwurf.

**Statische Berechnung des Trapezprofils mit Zwischenfugen.**

Sei der Abstand zwischen zwei benachbarten Fugenmittellinien (Dehnungsfugenabstand) der Einfachheit halber als Einheit gewählt (Abb. 14) und die Blockstärke =  $\alpha$ . Die wasser-

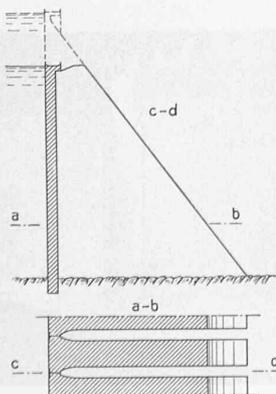


Abb. 11. Mauerentwurf nach Vorschlag des Verfassers.

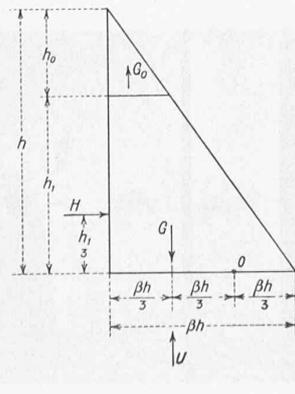


Abb. 14. Statische Berechnung des Trapezprofils mit Zwischenfugen

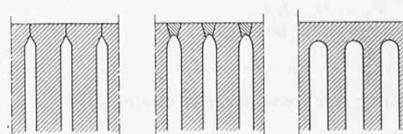


Abb. 12. Verschiedene Möglichkeiten der konstruktiven Durchbildung

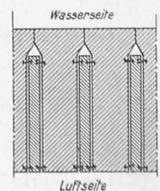


Abb. 13.

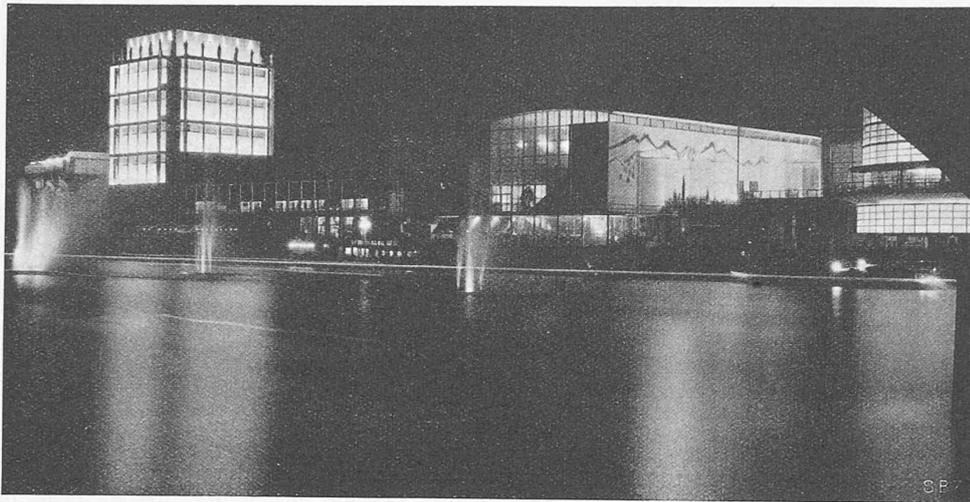


Fig. 1. Les pavillons italien (à gauche), suisse et belge. Vue prise par dessous du pont d'Iéna

seitige Verbreiterung der Blöcke wird in besonders ungünstiger Weise vernachlässigt.  $G$  ist das Gewicht des dreieckigen Blocks von der Höhe  $h$  und  $G_0$  des Dreiecks von der Höhe  $h_0$ . Der Sohlenwasserdruck wird dreieckig mit der wasserseitigen Ordinate  $m\gamma_0 h$  angenommen, er wirkt nur unter dem Block von der Stärke  $\alpha$ . Wir bilden das statische Moment der Kräfte in Bezug auf den luftseitigen Dreiteilpunkt 0 der Sohle

<i>Kräfte</i>	<i>Abstand von 0</i>
$H = \frac{1}{2} \gamma_0 h^2$	$e_h = \frac{1}{3} h_1$
$G = \frac{1}{2} \alpha \gamma \beta h_1$	$e_g = \frac{1}{3} \beta h$
$G_0 = -\frac{1}{2} \alpha \gamma \beta h_0^2$	$e_{g_0} = \frac{1}{3} \beta (2h - h_0)$
$U = -\frac{1}{2} \alpha \gamma_0 m \beta h h_1$	$e_u = \frac{1}{3} \beta h$
<i>Momente in Bezug auf 0</i>	
$M_H = \frac{1}{6} \gamma_0 h^3$	
$M_G = -\frac{1}{6} \alpha \gamma \beta^2 h^3$	
$M_{G_0} = \frac{1}{6} \alpha \gamma \beta^2 h_0^3 (2h - h_0)$	
$M_U = \frac{1}{6} \alpha \gamma_0 m \beta^2 h^2 h_1$	

Hier bedeutet  $\gamma$  das Raumbgewicht des Betons. Aus der Bedingung  $\Sigma M = 0$  erhalten wir die Formel:

$$\alpha = \frac{h_1^3}{\beta^2 [\gamma' - m h_1 - \gamma' h_0^2 (1 + h_1)]}$$

wo  $\gamma' = \gamma : \gamma_0$ ,  $h'_0 = h_0 : h$  und  $h'_1 = h_1 : h$  ist. Berücksichtigt man, dass  $h_0 + h_1 = h$  oder  $h'_0 + h'_1 = 1$ , so geht die obige Formel über in

$$\alpha = \frac{h_1^2}{\beta^2 [\gamma' (1 + h'_1 + h'^2_1) - m]} \dots \dots (1)$$

Wenn wir von der Dimensionierungsformel des dreieckigen Minimalprofils ausgehen, die sich auf das erhöhte Profil von der Höhe  $h$  bezieht und die durch die Beziehung<sup>4)</sup>

$$\beta^2 (\gamma' - m) = 1$$

gegeben ist, so können wir Gl. 1 noch in der Form schreiben:

$$\alpha = \frac{h_1^2}{1 + \beta^2 \gamma' h'_1 (1 - h'_1)} \dots \dots (2)$$

Die Formel gilt bis zu einer solchen Mauerhöhe, bei der die zulässige Druckspannung nicht erreicht wird. Die Werte von  $\alpha$  als Funktion von  $h'_1$  sind in Abb. 10 aufgetragen.

Nun wollen wir noch die Wirtschaftlichkeit, die mit dem vorgeschlagenen Verfahren erreicht werden kann, berechnen. Das Volumen des trapezförmigen Mauerblocks ist

$$V = \frac{\beta h_0 + \beta h}{2} \alpha h_1$$

oder, wenn wir die früher eingeführten Bezeichnungen berücksichtigen, nach Vereinfachung

$$V = \frac{1}{2} \alpha \beta \left( \frac{2}{h'_1} - 1 \right) h_1^2.$$

Das Volumen einer massiven Dreieckprofilmauer von der Höhe  $h_1$  und der Sohlenbreite  $\beta h_1$  ist

$$V_0 = \frac{1}{2} \beta h_1^2.$$

Die erzielte Wirtschaftlichkeit beträgt

$$w = \frac{V - V_0}{V_0} = \frac{V}{V_0} - 1,$$

oder unter Berücksichtigung der zwei letzten Gleichungen

$$w = \alpha \left( \frac{2}{h'_1} - 1 \right) - 1 \dots \dots (3)$$

Die Werte von  $w$  sind in Abb. 10 ebenfalls aufgetragen.

<sup>4)</sup> «Gewichtsstaumauern und massive Wehre», S. 28, Gl. 24.

## Notes et impressions de l'exposition de Paris

AD. GUYONNET, Arch., Genève<sup>1)</sup>

Introduire dans le coeur de la cité un organisme aussi considérable qu'une exposition internationale représente, pour ceux qui ont la tâche de mener l'entreprise à chef, un labeur immense en raison des difficultés multiples et diverses que soulève un tel problème. Et cependant, il ne semble pas qu'il y ait eu, à Paris, une hésitation quelconque au sujet de l'emplacement de l'exposition. Vincennes a paru excentrique, lors de l'exposition coloniale. Quant au Bois de Boulogne, il fallait presque envisager sa destruction. D'autre part, situer cette grande manifestation dans le cadre même de celles qui la précéderent, précède déjà d'une certaine tradition. Puis il y avait la proximité immédiate et surtout la valeur du cadre qui, s'il impose ses conditions, offre, en revanche, d'excellents emplacements et de belles perspectives. Bref, pas d'hésitation, mais à la condition de satisfaire aux besoins de l'extension en prévoyant de vastes élargissements selon les axes Trocadéro-Ecole militaire et Avenue Alexandre III-Invalides et la partie des quais de la Seine comprise entre ces axes.

Un coup d'oeil sur le plan général de l'exposition montre l'importance de ces élargissements qui, cependant, furent jugés insuffisants puisque l'on créa encore des annexes hors de l'exposition. On vit grand, très grand, et peut-être y a-t-il lieu de se demander si créateurs et dirigeants ne furent pas alors entraînés un peu au-delà de certaines possibilités propres au pays, variables selon les événements, et qu'il faut savoir apprécier à l'heure des décisions?

<sup>1)</sup> Unsere deutschschweizerischen Leser dürfte es besonders interessieren, das Urteil eines welschen Kollegen zu vernehmen, der sich durch eigene Arbeiten (von denen hier nur das Gebäude der Abrüstungskonferenz in Genf gezeigt worden ist, Bd. 99, S. 121\*) über seine gegenwartsoffene Bau-Auffassung ausgewiesen hat.

Die Ausstellung ist heute schon gross genug, um einen Besuch zu rechtfertigen, und besonders die nächtlichen Licht- und Wasserspiele sind von phantastischer, gänzlich neuartiger Schönheit. Deswegen liess es uns die verspätete, allmähliche Vollendung der Ausstellung geraten erscheinen, an Stelle einer Gesamtdarstellung vorläufig «erste Eindrücke» wiederzugeben in der Absicht, später noch auf besonders hervorragende Einzelheiten einzugehen. Eine auch nur einigermaßen vollständige Uebersicht zu bieten, würde ohnehin den Rahmen der «SBZ» weit überschreiten, sodass dafür auf die franz. Literatur, z. B. «Illustrations» vom 29. Mai, «Technique des Travaux» vom Juli und «Génie Civil» vom 12. Juni und 3. und 31. Juli verwiesen sei. Die besonders raffinierten licht- und wassertechn. Apparate beschreiben ausführlich die «Annales de l'Institut Technique» Nr. 3/1937.

Was den schweizerischen Pavillon betrifft, mögen die beigelegten Bilder genügen, um vom fertigen Werk einen Begriff zu vermitteln. Auf die Wiedergabe von Plänen dürfen wir verzichten unter Hinweis auf unsere Veröffentlichung des Wettbewerbsergebnisses (Bd. 108, S. 118\*), von dem in der Ausführung nicht wesentlich abgewichen wurde. Und schliesslich sei verwiesen auf die ganz gründliche und sehr schöne Publikation des Schweizerpavillons im Augustheft des «Werk» (auch als Sonderheft erschienen), das den wohl gelungenen Bau und seinen Inhalt in allen Teilen festhält.

Red.

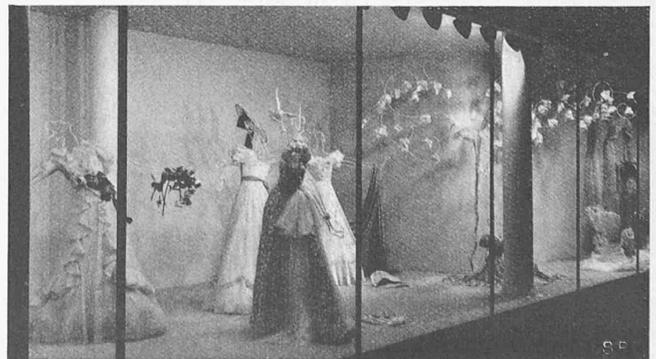


Fig. 5. Spécimen de la présentation dans le pavillon suisse: broderies et tissus de St. Gall, présentés par R. Piguet, Paris