

# Zur Frage des Auftriebs in Mauerwerkskörpern

Autor(en): **Straub, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **117/118 (1941)**

Heft 9

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-83394>

## **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.

INHALT: Zur Frage des Auftriebs in Mauerwerkskörpern. — Das Zürcher Kantonspital-Bauprojekt 1940. — Arbeitsbeschaffung für Ingenieure und Architekten. — Neuzeitliche Bauweisen für die Alpentunnel der Reichsautobahnen. — Mitteilungen: Hallen- oder Silolagerung für

Kohle? Eidgen. Technische Hochschule. Holzkohlegas-Triebwagen der Italienischen Staatsbahnen. Verdunklungs-Beleuchtung für Militärfahrzeuge. Kupfer sparen! Das Schalengewölbe der Mühle Rod in Orbe. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- u. Vortrags-Kalender.

Band 117 Nachdruck von Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Verelnsorgane nicht verantwortlich Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 9

### Zur Frage des Auftriebs in Mauerwerkskörpern

Von Ing. HANS STRAUB, Rom

Bei der Bemessung von einseitig durch Wasserdruck allein oder in Verbindung mit Erddruck beanspruchten Mauerwerkskörpern herrscht oft Unsicherheit darüber, ob und in welchem Masse die Wirkung des Auftriebs zu berücksichtigen sei. So vor allem beim Entwurf von Stützmauern, Wänden von Kammer-schleusen, Trockendocks u. dgl. Staumauern fallen aus dem Kreis der Betrachtung, da bei diesen der Einfluss des Auftriebs durch geeignete konstruktive Massnahmen (Entwässerung, wasser-dichte Verkleidung) praktisch weitgehend ausgeschaltet und ausserdem die Frage zumeist durch behördliche Vorschriften geregelt wird<sup>1)</sup>. Die Beurteilung der Standfestigkeit kleinerer Objekte dagegen erfolgt vorzugsweise, unter Umgehung komplizierter Theorien über Porenwasserdruck<sup>2)</sup>, nach der altbekannten, u. a. von Rob. Maillart<sup>3)</sup> formulierten Forderung, «dass überall da, wo Zugspannungen auftreten, untersucht werde, ob sich die genügende Stabilität findet, unter der Annahme, es besitze das Mauerwerk oder der Beton überhaupt keine Zugfestigkeit. Zugspannungen sind also ohne Rücksicht auf ihren Betrag dann als gefährlich zu betrachten, wenn unter der Voraussetzung, dass sie zur Rissbildung geführt haben sollten, die Stabilität nicht mehr vorhanden ist».

Besteht nun die Möglichkeit, dass unter Druck stehendes Wasser in den durch die Zugspannungen entstandenen Riss eindringen kann, so komplizieren sich die Verhältnisse insofern, als dieses durch seinen Auftrieb eine Verschiebung der Gesamtresultierenden nach der Druckseite des Querschnitts bewirkt, die wiederum eine Verringerung der Breite des Druckspannungs-Dreiecks und somit eine weitere Vergrösserung des Auftriebs nach sich zieht. Das Spiel kommt erst zur Ruhe, wenn zwischen der im folgenden mit  $R$  bezeichneten Normalkomponente der Resultierenden der äusseren Kräfte, dem Auftrieb und den Druckspannungen im Mauerwerk der Gleichgewichtszustand erreicht ist.

Auf Grund dieser Annahmen können einfache «gebrauchsfertige» Formeln aufgestellt werden, die in der Praxis für überschlägige Untersuchungen oft gute Dienste leisten.

Bei einem Wasserdruck von der Grösse  $p$  und mit den in Abb. 1 angegebenen Bezeichnungen können die Gleichgewichts-Bedingungen wie folgt angeschrieben werden:

$$pu + \frac{\sigma(s-u)}{2} - R = 0$$

und

$$pu \left( \frac{s-u}{2} + e \right) - \frac{\sigma(s-u)}{2} v = 0$$

Ferner ist

$$e + v + \frac{s-u}{3} = \frac{s}{2}$$

Die Auflösung dieser Gleichungen ergibt

$$u^2 + u \left( \frac{2R}{p} - 4s \right) + \frac{R}{p} (s - 6e) = 0$$

oder

$$u = 2s - \frac{R}{p} \pm \sqrt{4s^2 + \frac{R}{p} (6e - 5s) + \left( \frac{R}{p} \right)^2}$$

wobei der grössere der beiden Werte massgebend ist.

Wenn nun  $u < s$ , wird der Gleichgewichtszustand erreicht und die Standfestigkeit ist im allgemeinen gesichert; andernfalls, bei  $u > s$ , ist die Mauer, unter den angenommenen Voraussetzungen, instabil. Im ersten Fall errechnet sich die grösste Druckspannung im Mauerwerk zu

$$\sigma_{\max} = \frac{2(R - pu)}{s - u}$$

Theoretisch könnte gefordert werden, dass der Auftrieb über die Länge  $u$  hinaus bis zu dem Punkt berücksichtigt werde, wo die Druckspannung im Mauerwerk gleich dem Wasserdruck wird. Der Einfluss dieses zusätzlichen Auftriebs ist indessen klein, und zudem wird zufolge der stets vorhandenen, wenn auch ge-

<sup>1)</sup> So schreibt z. B. das italienische Reglement bei Gewichtmauern die Berücksichtigung eines dreieckförmig verteilten Auftriebs vor, der u. U. je nach den Untergrundverhältnissen und der Wichtigkeit des Bauwerks mehr oder weniger reduziert werden kann.

<sup>2)</sup> Vgl. z. B. Kelen, Gewichtstaumauern, Berlin, 1933, S. 10 ff.

<sup>3)</sup> In «SBZ», Bd. 85, S. 170\* (28. März 1925).

ringen Zugfestigkeit des Materials das Wasser in Wirklichkeit durch den sich bildenden Riss weniger tief eindringen als in der Ableitung als Grenzfall angenommen wurde, sodass die Vernachlässigung des (in Abb. 1 mit  $D$  bezeichneten) kleinen Dreiecks gerechtfertigt ist.

Bei Betonmauern erscheint es sogar nicht unzulässig, die Verteilung des Auftriebs dreieckförmig anzunehmen, wie in Abb. 2 dargestellt. Bei dieser Annahme, die offensichtlich etwas geringere Spannungen ergibt, vereinfacht sich die Rechnung noch wesentlich. Man erhält in diesem Fall:

$$\frac{pu}{2} + \frac{\sigma(s-u)}{2} - R = 0; \quad \frac{pu}{2} \frac{2s}{3} - Rv = 0$$

worin

$$v = \frac{s}{6} + \frac{u}{3} - e$$

Daraus ergibt sich

$$u = \frac{R(6e-s)}{2(R-ps)} \quad \text{und} \quad \sigma_{\max} = \frac{2R-pu}{s-u}$$

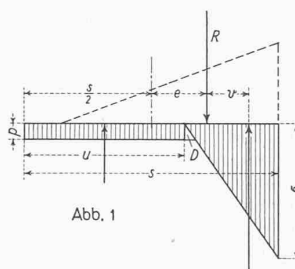


Abb. 1

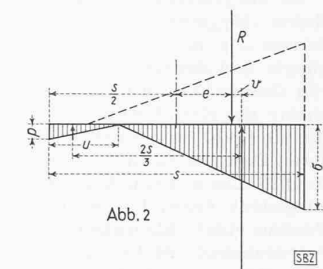


Abb. 2

Ist auf der Zugseite eine Eisenbewehrung vorhanden, so wird am einfachsten für  $\sigma_e$  ein willkürlicher Wert angenommen und die entsprechende Zugkraft  $\sigma_e F_e$  zum vornherein mit der Normalkomponente der den Querschnitt beanspruchenden äusseren Kraft zu der Resultierenden  $R$  zusammengesetzt, mit der dann wie für einen unbewehrten Querschnitt weitergerechnet wird. Die dann sich ergebende Betonspannung müsste nun theoretisch, nach der im Eisenbetonbau üblichen Berechnungsweise, mit der angenommenen Eisenspannung in der Beziehung

$$\frac{\sigma_e}{n \sigma_b} = \frac{u-a}{s-u}$$

stehen, wenn mit  $a$  der Abstand der Eisenbewehrung vom Querschnittsrand bezeichnet wird. Das wird nun im allgemeinen nicht ohne weiteres der Fall sein; wenn indessen der willkürlich angenommene Wert  $\sigma_e$  grösser ist als  $n \frac{u-a}{s-u} \sigma_{\max}$ , so ist die angenommene Bewehrung ausreichend. Durch wiederholtes Probieren kann Uebereinstimmung der beiden Werte erreicht werden, was sich jedoch in den meisten Fällen erübrigt, sofern nur der Nachweis der Stabilität der Mauer erbracht werden soll.

### Das Zürcher Kantonspital-Bauprojekt 1940

Mit dem Bauprojekt, das der Regierungsrat mit Datum vom 31. Dez. 1940 dem Kantonsrat zur Gutheissung und Krediterteilung — 48,8 Millionen Fr. — unterbreitet, hat die Jahrzehnte alte Entwicklungsgeschichte dieses seit langem dringenden Bauvorhabens ihren hoffentlich endgültigen Abschluss gefunden. Hundert Jahre alt wird nächstes Jahr der 180 m lange, ursprünglich für 300 Betten bemessene dreigeschossige Hauptbau des Kantonspitals. Man muss dem Optimismus seiner Erbauer alle Achtung zollen für die Schaffung eines Bauwerks, das, wenn auch durch zahlreiche Annexbauten seither ergänzt, heute noch gebrauchsfähig ist. Immerhin waren die Zustände mit der Zeit unhaltbar geworden; die breiten Korridore dienen als Reserve für Betten, Konsultationen u. a. m., Achterzimmer enthielten schon bis zu 14 Betten; an 44 Stellen muss das Essen nachgewärmt werden und an 70 verschiedenen Orten muss Geschirr abgewaschen werden, usw. Die Erneuerung des Spitals ist also wirklich nicht mehr verfrüht.