

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 109/110 (1937)
Heft: 25

Inhaltsverzeichnis

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: 27.01.2026

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

INHALT: Beitrag zur Berechnung der Standsicherheit von Erdämmen. — Die Plangenehmigung bei Fabrikbauten. — Wettbewerb für die Erweiterung des Kantonsitals St. Gallen. — Nochmals Drahtseil-Macharten und Drahtseil-Normen. — Eine Ehrenrettung. — 14. Internat. Architekten-Kongress in Paris. — Mitteilungen: Bodenverfestigung durch Schwingungsprüfung. Bau der Sitterbrücke Hagen-Stein. Wärmezählung im Fernheizwerk der Kehrichtverbrennungsanstalt Zürich. Staffelart für

Personenverkehr in der Schweiz. Zürcher Tonhalle und Kongressgebäude. Kantonsbaumeister von Zürich. 400-Jahrfeier der Universität Lausanne. New Chelseabridge in London. Journées Internat. de Chronométrie et de Métrologie. Eidg. Technische Hochschule. — Nekrolog: Jos. Weishäupl. Jean Poudret. — Wettbewerbe: Neubau des Wirtschaftsgebäudes auf der Waid in Zürich. — Literatur.

Beitrag zur Berechnung der Standsicherheit von Erdämmen

Von Ing. JOH. OHDE, Neuenhagen bei Berlin

Zu dem gleichnamigen Aufsatz der Herren Prof. Dr. E. Meyer-Peter, Dr. Henry Favre und Dipl. Ing. R. Müller in Band 108, Nr. 4 (S. 35) dieser Zeitschrift habe ich einige Ergänzungen anzugeben, die der Klärung und Weiterentwicklung dieses statischen Sondergebietes förderlich sein dürften.

In dem Aufsatz, im folgenden kurz mit [A] bezeichnet, wird zunächst eine interessante, wenn auch etwas umständliche Methode zur Bestimmung der Massenkräfte eines von Sickerwasser durchströmten Dammkörpers entwickelt. Es wird nachgewiesen, dass der Auftrieb durch das strömende Wasser nicht lotrecht nach oben, sondern etwas schräg — in Strömungsrichtung abgelenkt — wirkt. Bisher war es üblich, den Wasserauftrieb lotrecht wirkend anzunehmen und als Strömungs- oder Reibungskraft den auf das betrachtete Erdelement entfallenden Druckverlust des Wassers in Richtung der Stromlinien anzusetzen¹⁾. Der sich hier also anscheinend zeigende Widerspruch verlangt eine Klärung.

Wir wollen zunächst die Massenkräfte für einen beliebigen Punkt eines von Sickerwasser durchströmten Erdkörpers ohne Zuhilfenahme der Vektor-Rechnung ermitteln. In dem durch Punktierung besonders hervorgehobenen Dammkörper-Element der Abb. 1 bedeuten:

Δg das Eigengewicht des Elements; Δw die Reibungskraft des fliessenden Wassers, in Richtung der Stromlinien wirkend, und Δa die (schräg wirkende) Auftriebskraft des Wassers.

Das Eigengewicht des Bodens, d. i. das Gewicht der einzelnen Bodenkörper, ist bekanntlich:

$$\Delta g = (1 - n) s \Delta v = \gamma_{tr} \Delta v, \dots \dots \quad (1)$$

wenn bedeuten: Δv das Volumen des betrachteten Erdelementes ($= \Delta s \Delta l \cdot 1,0$); n den Porenraum-Anteil von Δv ; s das Einheitsgewicht der Festmasse der Bodenkörper und γ_{tr} das Raum-einheitsgewicht des Bodens in völlig trockenem Zustand (bei gleichem n wie in nassem Zustand).

Zur Herleitung der Strömungs- und Auftriebskräfte werden vorteilhaft die Linien gleichen Wasserdruckes herangezogen (vergl. [A]). Die Bedingung gleicher Druckhöhe h ist für die durchströmten Endflächen des betrachteten Elements erfüllt, wenn die Schnittpunkte der Linie gleichen Druckes mit den beiden Potentiallinien den Höhenunterschied Δh aufweisen. Man kann also die Richtung der Linie gleichen Druckes in dem betrachteten Element leicht konstruieren, indem man zwei Wagrechte im Abstand $\frac{\Delta h}{2}$ vom Mittelpunkt des Elements zieht und ihre Schnittpunkte mit den Potentiallinien durch eine Gerade (a bis b) verbindet.

Die Strömungs- oder Reibungskraft Δw soll anhand der Abb. 2 hergeleitet werden. Wir betrachten das Gleichgewicht des um den Winkel β'' geneigten Wasserelements. Die Druckkräfte des Wassers in Richtung β'' sind gleich gross, heben sich also gegenseitig auf. Daher kann das Eigengewicht des Wassers nur noch aufgenommen werden durch eine Kraft senkrecht zur Linie gleichen Druckes und durch die in die Strömungsrichtung fallende Kraft der Reibung zwischen Wasser und Boden, wie es das Krafteck in Abb. 2 zeigt. Die auf das Bodenelement wirkende Massenkraft Δw ist gleich $\Delta w'$, aber entgegengesetzt gerichtet. Man hat rechnerisch:

$$\Delta w = \frac{\sin \beta'}{\cos (\beta'' - \beta')} n \Delta v \dots \dots \quad (2a)$$

¹⁾ Vergl. z. B.: Terzaghi, «Erdbaumechanik», S. 370 und 371.

Die Auftriebskraft Δa des Wassers muss lotrecht zur Richtung β'' sein, da sich nur in Richtung β'' die seitlichen Druckspannungen des Wassers auf die Bodenkörper aufheben. In einer ruhenden Flüssigkeit ist der Auftrieb eines Körpers vom Volumen v bekanntlich $= v \gamma$. Da der Auftrieb als Unterschied der lotrechten Teilspannungen auf die untere und obere Hälfte deutet werden kann, muss er der Druckänderung $\frac{dp}{dz}$ in der betrachteten Tiefe z verhältnisgleich sein. In der Tat ist

$$v \frac{dp}{dz} = v \frac{\gamma dz}{dz} = v \gamma,$$

sodass man schreiben kann: $a = v \frac{dp}{dz}$.

Für unser Erdelement ist das Bodenvolumen $v = (1 - n) \Delta v$ und der Druckzuwachs in Auftriebsrichtung $\frac{dp}{dz} = \frac{\Delta h'}{\Delta s'}$ (vergleiche Abb. 3), wenn das Raumgewicht des Wassers von vornherein gleich 1,0 gesetzt wird. Nun ist:

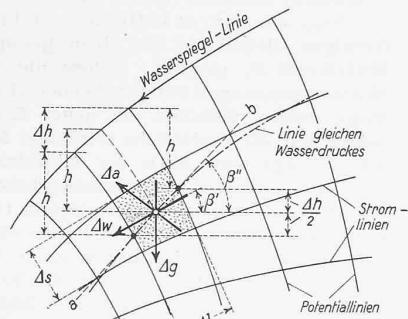


Abb. 1

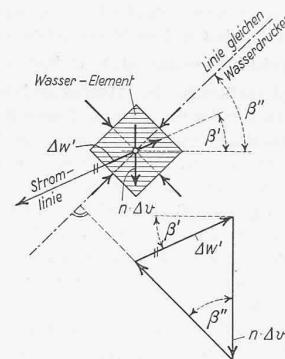


Abb. 2

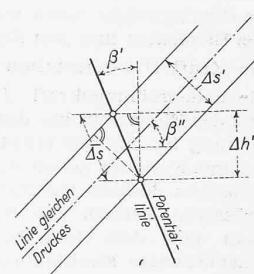


Abb. 3

$$\frac{\Delta h'}{\Delta s'} = \frac{\Delta s \cos \beta'}{\Delta s'} = \frac{\cos (\beta'' - \beta') \cos \beta'}{\cos (\beta'' - \beta')} = \frac{\cos \beta'}{\cos (\beta'' - \beta')},$$

sodass man schliesslich erhält:

$$\Delta a = \frac{\cos \beta'}{\cos (\beta'' - \beta')} (1 - n) \Delta v \dots \dots \quad (3a)$$

Die in dem Krafteck der Abb. 2 nicht näher bezeichnete Teilkraft errechnet sich zu

$$\frac{\cos \beta'}{\cos (\beta'' - \beta')} \Delta v$$

Man kann demnach Gleichung 3a auch als Ergebnis einer Kräftezerlegung nach Abb. 2 deuten, wenn man ($n - 1$) statt n setzt. Durch diesen Hinweis erkennt man im Vergleich mit den Abb. 6 und 7 des Aufsatzes [A], dass die dortigen Kräftezerlegungen genau die selben sind wie die hier verwendeten; unsere Gleichungen 2a und 3a müssen deshalb zu den gleichen Ergebnissen führen wie die vektoriell geschriebenen Gl. 20 bis 22 in [A].

Gleichungen 2a und 3a lassen sich noch vereinfachen. Man kann nämlich aus Abb. 1 die Beziehung ablesen

$$\cos (\beta'' - \beta') = \frac{\Delta l}{\Delta h} \quad \text{oder} \quad \frac{\sin \beta''}{\sin \beta'} = \frac{\Delta h}{\Delta l}$$

Damit ist an Stelle der Gleichungen 2a und 3a

$$\Delta w = n \frac{\Delta h}{\Delta l} \Delta v \dots \dots \quad (2b)$$

$$\Delta a = (1 - n) \frac{\cos \beta'}{\sin \beta'} \frac{\Delta h}{\Delta l} \Delta v \dots \dots \quad (3b)$$

Die Mittelkraft Δm aller auf das betrachtete Erdelement wirkenden Massenkräfte erhält man durch Zusammensetzen von Δg , Δw und Δa (vergl. Abb. 4a). Die beiden Grössen x und y findet man zu:

$$x = (1 - n) \frac{\sin \beta''}{\cos (\beta'' - \beta')} \Delta v = (1 - n) \frac{\Delta h}{\Delta l} \Delta v,$$

$y = (1 - n) \Delta v$ (vergl. auch Krafteck in Abb. 2), sodass man Δa und Δw ersetzen kann durch den lotrecht gerichteten Auftrieb $\Delta a = (1 - n) \Delta v \dots \dots \quad (4)$