Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 55/56 (1910)
Heft: 15

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: 13.12.2025

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

INHALT: Zur Theorie des Erddruckes auf Stützmauern. — Kolonie Bergheim in Zürich-Hirslanden. — Hölzerne Notbrücke der M. O. B. — Die elektrischen Lokomotiven der Berner Alpenbahn. — Schweizerische Landesausstellung in Bern 1914. — Miscellanea: Ein Laboratorium für Aerodynamische Untersuchungen. Rheinschiffahrt Basel-Bodensee. Schweizerischer Wasserwirtschafts-Verband. Schweizerischer Elektrotechnischer Verein. Die jüngste Entwicklung der Elektrostahlanlagen. Beeinträchtigung der Niagara-Wasserkraft durch Windwirkung. Neubau für das Bundesgerichtsgebäude in Lausanne. Kollegium Maria Hilf in Schwyz. Neue Bronzefiguren am Bundeshaus-Ostbau. Schulhaus Oberdiesbach (Bern). — Konkurrenzen: Grundplan für die Bebauung von Gross-Berlin. Krematorium in Biel. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizer. Ing.- & Arch.-Verein. Zürcher Ing.- & Arch.-Verein. G. e. P.: Stellenvermittlung.
Tafel 47 bis 50. Kolonie Bergheim in Zürich-Hirslanden.

Band 55. *Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und genauer Quellenangabe gestattet.* **Nr. 15.**

Zur Theorie des Erddruckes auf Stützmauern.

Von Dr.-Jng. *Max Ritter*, Zürich.

Wenn eine mit kohäsionsloser Erde hinterfüllte Stützmauer unter der Wirkung des Erddruckes etwas nachgibt, so gerät ein Teil des Erdkörpers in Bewegung; er fällt in sich zusammen, indem die Erdteilchen aufeinander abwärts gleiten. Dieses Gleiten erfolgt längs gewissen Flächen, den *Gleitflächen,* in denen während und nach der Bewegung der Reibungswiderstand erschöpft ist. Nachdem sich das Gleichgewicht wieder eingestellt hat, schliesst der Druck in jedem Punkte einer Gleitfläche mit der betreffenden Normalen den Reibungswinkel ϱ der Erde ein, der mit dem natürlichen Böschungswinkel identisch ist und leicht experimentell bestimmt werden kann.

Die Abbildung 1 zeigt einen Querschnitt durch die Mauer und den Erdkörper. Die Linien $A\,C$, $A_1\,C_1$ usw. stellen die Schnittlinien einiger Gleitflächen mit der Bildebene dar; ihr Verlauf ist von vorneherein natürlich nicht bekannt und in der Abbildung nur provisorisch so angegeben, wie man es zum voraus etwa erwarten könnte. Es ist wahrscheinlich, dass bei ebener Wand $A\,B$ und ebener Erdoberfläche die Gleitflächen einander annähernd ähnlich sind, weil dann ein Prisma $A_1\,B\,C_1$ unter ziemlich ähnlichen Verhältnissen abgleitet wie ein anderes $A_2\,B\,C_2$. Daher wächst auch der spezifische Druck der Erde auf die Wand nahezu proportional mit dem Abstande von der obern Kante, und die Resultierende der Drücke auf die Längeneinheit der Stützmauer, das ist der *Erddruck E,* greift im untern Dritteil der Mauerhöhe an.

Wir setzen in der Folge voraus, dass sich die Spannungen in dem Erdkörper mit dem Orte stetig ändern. Dann ist der Winkel ϱ', den die Spannung q' irgend eines Flächenelementes mit dessen Normalen bildet, eine stetige Funktion des Neigungswinkels ψ des Flächenelementes. In den Gleitflächen erreicht der Winkel ϱ' seinen Höchstwert ϱ; daher gilt für alle Elemente einer Gleitfläche

$$\frac{d\varrho'}{d\psi} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Diese Bedingung genügt bereits, um *die Spannung q in jedem Punkte einer Gleitfläche* zu berechnen. Zu diesem Behufe betrachten wir ein unendlich kleines, auf der Bildfläche senkrecht stehendes Prisma 1-2-3 von der Länge = 1, dessen eine Fläche 1-2 = 1 . ds in der Gleitfläche liegt, mit der horizontalen Ebene den Winkel ψ und mit der Fläche 2-3 den Winkel $d\psi$ einschliesst, vergl. Abb. 2. Auf die Fläche 1-2 wirkt der Druck $q\,ds$ unter dem Reibungswinkel ϱ, auf die Fläche 2-3 der Druck $q'\,ds$ mit Rücksicht auf Gleichung 1 ebenfalls unter dem Reibungswinkel ϱ. Die Gleichgewichtsbedingung gegen Drehen um die Achse o in der Fläche 1-3 lautet

$$q\,ds\,\cos\,(\varrho - d\psi)\,.\,\frac{ds}{2} = q'\,ds\,\cos\,(\varrho + d\psi)\,.\,\frac{ds}{2},$$

woraus

$$q' = q\,\frac{\cos(\varrho - d\psi)}{\cos(\varrho + d\psi)} = q\,\frac{\cos\varrho\cos d\psi + \sin\varrho\sin d\psi}{\cos\varrho\cos d\psi - \sin\varrho\sin d\psi},$$

oder, da $\cos d\psi = 1$ und $\sin d\psi = d\psi$ ist,

$$\text{folgt}\quad q' = q\,(1 + 2\,tg\,\varrho\,.\,d\psi) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Das Eigengewicht des Prismas fällt ausser Betracht, weil es ein unendlich kleines Moment höherer Ordnung liefert. Wir fügen jetzt an die Fläche 1-3 das kongruente Prisma 1-3-4 an, vergl. Abb. 3. Die Fläche 1-4 liegt in der Gleitfläche und empfängt den Druck $(q + dq)\,ds$ unter dem Reibungswinkel ϱ, die Fläche 3-4 den Druck $q''\,ds$ ebenfalls unter dem Reibungswinkel ϱ. Das Eigengewicht des Prismas 1-2-3-4 beträgt $\gamma\,.\,ds^2\,d\psi$, wo γ das spezifische Gewicht der Erde bezeichnet. Die Gleichgewichtsbedingung gegen Verschieben in Richtung der zur Spannung q'' senkrechten, unter dem Winkel $(\psi - \varrho)$ geneigten Axe $a - a$ lautet

$$(q + dq)\,ds\,d\psi - q\,(1 + 2\,tg\varrho\,d\psi)\,ds\,d\psi = \gamma\sin(\psi - \varrho)\,ds^2\,d\psi$$

und liefert die lineare Differentialgleichung

$$\frac{dq}{ds} - 2\,q\,tg\,\varrho\,\frac{d\psi}{ds} = \gamma\sin(\psi - \varrho), \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

die sich leicht integrieren lässt. Man findet

$$q = \gamma\,e^{2\psi\,tg\varrho}\int_0^s e^{-2\psi\,tg\varrho}\,\sin(\psi - \varrho)\,ds \quad . \quad . \quad (4)$$

Indem wir von der Erdoberfläche aus integrieren, wo $q = 0$ ist, entfällt die Integrationskonstante [1]).

Mit Hilfe der Gleichung (4) lässt sich der Gesamtdruck Q pro Längeneinheit an der Gleitfläche $A\,C$ bestimmen. Setzt man ihn mit dem Gewichte $G = \gamma$. 1 . Fläche $A\,B\,C$ des Erdprismas zusammen, so findet man den Erddruck E nach Grösse und Lage; er geht, wie schon oben erwähnt, durch den untern Dritteil der Wand und schliesst mit der Normalen zu dieser einen Winkel ω ein, der jedenfalls nicht grösser als der Reibungswinkel zwischen Erde und Mauer ist.

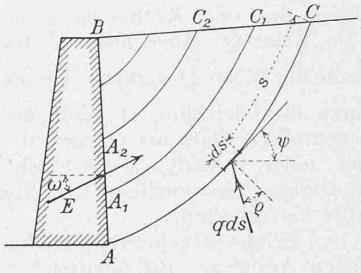

Abb. 1.

Diese Berechnung scheitert nun freilich an dem Umstand, dass die Gestalt der Gleitfläche $A\,C$ unbekannt ist; es sind offenbar unendlich viele Gleitflächen denkbar, die durch die Kante A gehen und der Bedingung genügen, dass die Mittelkraft aus Q und G durch den untern Dritteil der Mauer geht. Anders liegt jedoch die Sache, wenn wir über den Winkel ω schätzungsweise verfügen, sei es auf Grund von Versuchsergebnissen oder nach gesammelten Erfahrungen an ausgeführten Stützmauern. Dann gibt es nur *eine einzige Gleitfläche A C,* die mit den Gleichgewichtsbedingungen verträglich ist. Man erkennt die Richtigkeit dieser Behauptung, indem man beachtet, dass

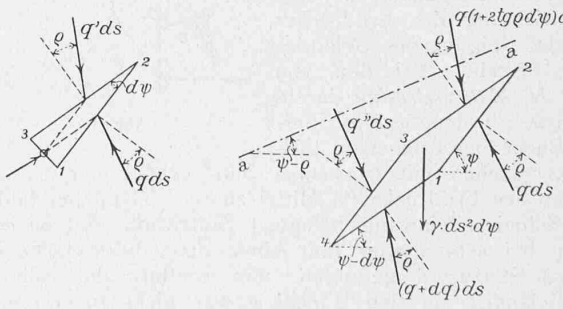

Abb. 2 und 3.

der Druck Q an einer Gleitfläche um so grösser ist, je steiler diese durchschnittlich verläuft, was sich an Hand

[1]) Die Beziehungen (3) und (4) sind zuerst von Prof. *F. Kötter* gefunden worden, jedoch auf einem wesentlich andern Wege, der eine lange Rechnung erfordert; vergl. *H. Müller-Breslau,* «Erddruck auf Stützmauern», 1906, Seite 107 ff. Eine weitere, sehr elegante Ableitung mit Zuhilfenahme des Rankine'schen Spannungskreises gab *O. Mohr* in der Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen 1907.