Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **107/108 (1936)**

Heft 4

PDF erstellt am: **24.05.2024**

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Beitrag zur Berechnung der Standsicherheit von Erddämmen. — Erweiterungsbau Hotel Acker in Wildhaus. — Zwei Pfarrhäuser im Kanton St. Gallen. — Raumakustische Probleme. — Metalldampf-Lampen und ihre Anwendungen. — Zürcher Strassenbeleuchtungsanlagen mit Gasentladungslampen. — Mitteilungen: Entwicklung des Sulzer-Dieselmotors in den letzten Jahren. Leichte Fahrbahndecken auf stählernen Strassenbrücken. Internat. Konferenz über Bodenmechanik und Fundationsprobleme. Zellwolle. Ausbildung von Flugzeug-Technikern am Technikum Burgdorf. Indirekte Beleuchtung eines Platzes mit Kreiselverkehr. Der Bau der Berliner Nord-Süd-S-Bahn. Subventionen an Hochbau-Renovationsarbeiten. Direktor des E. W. St. Gallen. Direktor der Trambahn St. Gallen. — Wettbewerbe: Kirchliche Gebäudegruppe in Winterthur. Erweiterung des Kantonsspitals in St. Gallen. — Mitteilungen der Vereine.

Band 108 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. 4

Beitrag zur Berechnung der Standsicherheit von Erddämmen.

Von Prof. Dr. E. MEYER-PETER, Dr. HENRY FAVRE und Dipl. Ing. R. MÜLLER.

Die üblichen Methoden der Berechnung der Standsicherheit von Erddämmen und Uferböschungen beruhen darauf, dass die Sicherheit gegen das Gleiten der Erdmassen nach kreiszylinderförmigen Gleitflächen untersucht wird. Der hierbei in Betracht kommende Spannungszustand kann als zweidimensional aufgefasst werden. Falls im Boden keine Grundwasserströmung auftritt, wirken auf die Einzelelemente des betrachteten Erdsegmentes nur die Erdschwere und der hydrostatische Auftrieb (von den Kapillarkräften wird hier abgesehen). Bei einem Staudamm, der mit einem praktisch dichten Kern versehen ist, während die Dammasse auf der Wasserseite und der Luftseite aus einem stark durchlässigen Material besteht, kann mit für das praktische Endresultat genügender Genauigkeit angenommen werden, dass der durch den Stau erzeugte hydrostatische Wasserdruck an der wasserseitigen Begrenzung des Kerns konzentriert wirke.

Die Lösung der Aufgabe ist aber nicht so einfach, wenn der Dammquerschnitt kein absolut dichtes Diaphragma enthält, weil dann der ganze Querschnitt von Sickerwasser durchströmt wird. Die Angriffspunkte der Wasserdrücke sind nicht mehr ohne weiteres anzugeben, vielmehr muss berücksichtigt werden, dass zufolge dieser Sickerströmung Reibungskräfte auf das Dammaterial im ganzen Bereich des Strömungsfeldes auftreten. Es wird sich auch zeigen, dass der Auftrieb, den der Boden erleidet, nicht mehr senkrecht steht.

Noch verwickelter werden die Verhältnisse, wenn die Standsicherheit der wasserseitigen Dammböschung für den Fall einer raschen Absenkung des Stauspiegels untersucht werden soll, weil sich in diesem Falle eine ganz andere Sickerströmung im Damm-Innern einstellt, die — streng genommen — nicht einmal mehr stationär ist. Zwar kann in vielen Fällen, bei rascher Absenkung und wenig durchlässigem Material, die entstehende Strömung als quasi-stationär aufgefasst werden, wodurch sich eine Vereinfachung ergibt. Immerhin bedarf auch in diesem Falle die Konstruktion des Strömungsbildes einer besonderen Ueberlegung.

Der Zweck dieses Aufsatzes besteht in einer Zusammenfassung der in der Literatur zerstreut vorliegenden Grundlagen des Problems der Dammberechnung unter besonderer Berücksichtigung der bis anhin wenig behandelten Aufgabe der Untersuchung des Einflusses von Wasserspiegelabsenkungen.

I. Sickerströmung.

1. *Damm mit homogenem Querschnitt.*

Unter der Voraussetzung einer laminaren Sickerströmung, oder, was gleichbedeutend ist, im Falle der Gültigkeit des Darcy'schen Sickergesetzes, die bei den verwendeten Dammaterialien zutreffen dürfte, kann zur Konstruktion des Strömungsbildes die Theorie der Potentialströmung herangezogen werden (siehe z. B. Forchheimer, Hydraulik, 1914/30). Im Prinzip kann diese als bekannt vorausgesetzt werden, sodass es hier nur nötig ist, die grundlegenden Gleichungen anzuführen und die sich daraus ergebenden Berechnungsmethoden zu skizzieren.

Da die Strömung nach Voraussetzung ein Potential besitzt, das wir mit Φ bezeichnen, so ergibt sich die Geschwindigkeit bei ebener Strömung zu

$$v_x = \frac{\partial \Phi}{\partial x}, \quad v_z = \frac{\partial \Phi}{\partial z} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

oder in vektorieller Darstellung

$$\mathfrak{v} = \text{grad}\, \Phi \quad . \quad . \quad (1a)$$

Ferner gilt die Laplace'sche Gleichung:

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = 0 \quad . \quad (2)$$

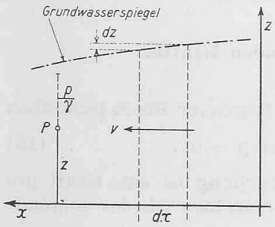

Abbildung 1.

Das Geschwindigkeitspotential Φ kann aus dem Gesetz von Darcy abgeleitet werden. Dieses lautet bekanntlich für den einfachen Fall, dass die Strömung praktisch horizontal ist

$$\left.\begin{aligned} v_x &= k\,J = -\,k\,\frac{dz}{dx} \\ v_z &\cong 0 \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Hierin bedeutet gemäss Abb. 1:

v_x und v_z die Komponente der Geschwindigkeit in Richtung der Koordinatenaxen;

$J = -\dfrac{dz}{dx}$ das relative Grundwasserspiegelgefälle;

k den Durchlässigkeitskoeffizienten.

Allgemein sagt das Darcy'sche Gesetz aus, dass die Geschwindigkeit proportional ist zum relativen Piezometerstandgefälle. Ist für den Punkt P (Abb. 1) die geodätische Höhe gleich z, die hydraulische Druckhöhe gleich $\dfrac{p}{\gamma}$, so ist das in Frage kommende Piezometergefälle ausgedrückt durch $J = -\dfrac{\partial}{\partial s}\left(z + \dfrac{p}{\gamma}\right)$

∂s ist in der Strömungsrichtung zu messen. Damit wird

$$|\,\mathfrak{v}\,| = -\,k\,\frac{\partial}{\partial s}\left(z + \frac{p}{\gamma}\right) \quad \text{oder}$$

$$\mathfrak{v} = -\,k\,\text{grad}\left(z + \frac{p}{\gamma}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Durch Gleichsetzung der Werte von $\mathfrak{v}$ aus den Gleichungen (1a) und (4) ergibt sich das Geschwindigkeitspotential zu

$$\Phi = -\,k\left(z + \frac{p}{\gamma}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Für die Konstruktion des Strömungsbildes wird die von F. Prasil[1]) gegebene Näherungsmethode angewendet. Es handelt sich um die Aufzeichnung der Aequipotentiallinien $\Phi =$ konst. und der Stromlinien $\psi =$ konst., welch letztere orthogonale Trajektorien der ersteren darstellen. Jede feste undurchlässige Begrenzung des Strömungsfeldes ist eine Stromlinie. In Abb. 2 kommt als solche die undurchlässige Bodenschicht in Betracht.

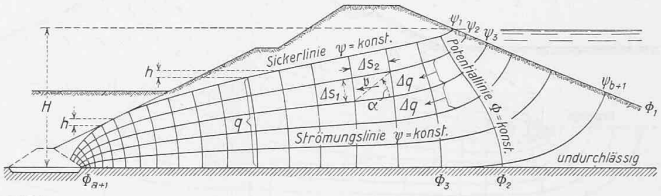

Abbildung 2.

Die wasserseitige, durchlässige Dammböschung ist eine Aequipotentiallinie, ebenso die innere Begrenzung des als Drainage wirkenden luftseitigen Dammfusses. Man sucht nun ein Netz von orthogonalen Trajektorien einzuzeichnen, welches diesen Grenzbedingungen genügt.

Dabei ist noch folgendes zu beachten:

Die totale zur Verfügung stehende Potentialdifferenz ist $+\,k\,H$. Man wählt nun die Aequipotentiallinien so, dass

$$\Phi_1 - \Phi_2 = \Phi_2 - \Phi_3 = \Delta\Phi = k\,\frac{H}{a} = k\,h \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

wobei $a + 1$ die Anzahl der Potentiallinien ist. Ferner sollen die Stromlinien so gelegt werden, dass in den durch sie begrenzten Stromfäden eine konstante Wassermenge

$$\Delta q = \frac{q}{b} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

fliesst. Darin bedeutet

q die totale Sickermenge pro m Dammlänge ($m^2 sec^{-1}$);

$b + 1$ die Anzahl Stromlinien;

Δq die pro Stromfaden und m Dammlänge durchsickernde Wassermenge ($m^2 sec^{-1}$).

Nun ergibt sich aus Gleichung (1a) und mit Berücksichtigung von Abb. 2:

$$v = \frac{\Delta\Phi}{\Delta s_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

ferner

$$\Delta q = v\,\Delta s_1 = \Delta\Phi\,\frac{\Delta s_1}{\Delta s_2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

[1]) *F. Prasil*, Technische Hydromechanik, 1926; siehe auch *Ph. Forchheimer*, Hydraulik, 1914 und 1930, sowie *René Koechlin*, Mécanisme de l'eau, Tome 2, 1926, und *Paul Neményi*, Wasserbauliche Strömungslehre, 1933.