

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 111/112 (1938)
Heft: 24

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: 09.02.2026

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

INHALT: Mechanische Eigenschaften von Lockergesteinen. — Ein dynamischer Drehschwingungsdämpfer. — Schweizerische Möglichkeiten für Ersatztreibstoffe. — Projekt-Wettbewerb für den Steinertorviadukt in Basel. — Mitteilungen: Die Gestaltung eines Verkehrsplatzes. Die

Rundfahrten der Basler Strassenbahnen. Wasserverdunstung und Luftfeuchtigkeit. Francis-Spiralturbine von 60000 PS. Eine zusammensetzbare Dichtung für Flanschverbindungen. Ein Sonderflugzeug für Fliegeraufnahmen. — Literatur. — Sitzungs- und Vortragkalender.

Band 111

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. 24

Mechanische Eigenschaften von Lockergesteinen

Von R. HAEFELI, Ing., Institut für Erdbauforschung E.T.H., Zürich

I. Einleitung

Obwohl in den letzten 15 Jahren die Erforschung der mechanischen Eigenschaften von Lockergesteinen in zahlreichen Laboratorien intensiv in Angriff genommen wurde, lässt sich heute in keiner Weise behaupten, dass der Gegenstand dieses Bemühens bereits eine in allen Richtungen befriedigende Abklärung gefunden habe. Eine bezügliche Darstellung muss sich daher von vornherein damit begnügen, den *heutigen Stand* der Erkenntnisse zu beleuchten, ohne den Eindruck zu erwecken, dass schon die letzten Geheimnisse erforscht seien.

Der Grund dafür, dass diese Entwicklung trotz grossen Anstrengungen bald langsam, bald sprunghweise erfolgt, liegt wohl in der Schwierigkeit, die sehr zahlreichen Faktoren, die die mechanischen Eigenschaften der Lockergesteine beeinflussen, in genügender Weise zu erfassen und deren Zusammenwirken zu überblicken. Indem anfänglich nur eine geringe Zahl von Einflüssen berücksichtigt wurde, unterschätzte man die zu erwartenden Schwierigkeiten. Raschere Fortschritte wurden jeweils erzielt, wenn ein bisher zu wenig beachteter Faktor in seiner Bedeutung erkannt und in Rechnung gezogen wurde. Als Beispiel dieser schrittweisen Entwicklung sei erwähnt, dass es neuerdings als empfehlenswert betrachtet wird, eine Reihe mechanischer Versuche im thermostatischen Raum durchzuführen, weil sich der Temperatureinfluss als nicht unbedeutend erwiesen hat. Zu den verschiedenen Faktoren, die heute für das mechanische Verhalten homogener Lockergesteine als massgebend erachtet werden, gehören unter anderem: Petrographie, organische Beimengungen, Kornform, Kornverteilung, Anisotropie, Gefüge (insbesondere ob gestört oder ungestört), Lagerungsdichte (namentlich bei Sanden), Chemismus der flüssigen Phase, Wassergehalt, Wasserhaushalt, kolloidchemische Eigenschaften (Tixotropie, Basenaustausch, Koagulation), Spannungszustand des Porenwassers, Änderung der physikalischen Eigenschaften des Wassers in sehr feinen Kapillaren, Temperatur und Zeit [1 bis 7].

In jedem Einzelfall besteht die Aufgabe nun darin, abzuwegen, welche der zahlreichen Einflüsse überwiegen und den Vorgang beherrschen, während andere nur als Begleiterscheinungen mitspielen oder erst in einer späteren Phase des Prozesses stärker hervortreten.

Im Rahmen dieses Berichtes ist es nicht möglich, einen vollständigen Überblick über die verschiedenen Untersuchungsmethoden der Bodenmechanik zu geben. Um dennoch einen Einblick

in das Wesen der Materie zu gewinnen, soll versucht werden, einige der technisch wichtigsten Eigenschaften zu beleuchten, nämlich: *Zusammendrückbarkeit, Kapillarität, Wasserdurchlässigkeit, Scherfestigkeit, innere Reibung und Ruhedruck*. Dabei werden wir bemüht sein, die in verschiedenen Erdbau laboratorien gewonnenen Erfahrungen und Ergebnisse zu berücksichtigen, um zu einer Synthese zu gelangen.

II. Zusammendrückbarkeit

Der Zusammendrückungsversuch bei verhindeter Seitenausdehnung, der in der Regel mit wassergesättigten, gestörten oder ungestörten Proben durchgeführt wird, bezweckt die Ermittlung der Setzung, des Wassergehaltes, des Porenvolumens, der Porenziffer und des Raumgewichtes in Funktion des Druckes. Es werden dadurch die nötigen Grundlagen für Setzungsberechnungen erhalten.

Die zur Durchführung dieser Versuche verwendeten Oedometer beruhen in der Regel darauf, dass das Material in einem zylindrischen Presstopf einer stufenweise veränderten Vertikallastung ausgesetzt wird, wobei das überschüssige Porenwasser sowohl durch den Druckkolben, als auch durch die Bodenplatte, d. h. in vertikaler Richtung, ausströmen kann.

Abb. 1 zeigt ein im Erdbau laboratorium der Versuchsanstalt für Wasserbau seit 1935 verwendetes Oedometer, dessen schwenkend aufgehängte Seitenschalung nach dem Zusammendrückungsversuch ohne Störung der Probe entfernt werden kann, um anschliessend einen Druckversuch ohne Seitenschalung durchzuführen.

Eine von Ing. E. Maag konstruierte Batterie von vier Oedometern ermöglicht die serienmässige Durchführung von Zusammendrückungs-, Durchlässigkeit- und Kapillaritätsversuchen (Abb. 2).

Wird ein gestörtes, wassergesättigtes Lockergestein, bestehend aus einer dispersen festen und einer flüssigen Phase, als allseitig geschlossenes System, das unter der Spannung σ_i verdichtet wurde, durch eine Zusatzspannung σ_E belastet, so erhebt sich die Frage nach der Verteilung dieser *Mehrlast auf die beiden Phasen*. Da der prozentuale Anteil von fester und flüssiger Substanz am Gesamtquerschnitt der Probe durch die Porenziffer ϵ_i bestimmt ist, kann auf Grund des Elastizitätsmoduls E_w des Wassers einerseits und des Plastizitätsmoduls M_E der Probe andererseits das Verhältnis der Porenwasserspannung σ_w zur totalen Zusatzspannung σ_E nach Abb. 3 berechnet werden. Man erhält für dieses Spannungsverhältnis einen Ausdruck, der abhängig ist von der Grösse der Vorspannung σ_i , dem Elastizitätsmodul des Wassers, der Zusammendrückungszahl Δ_e des Materials

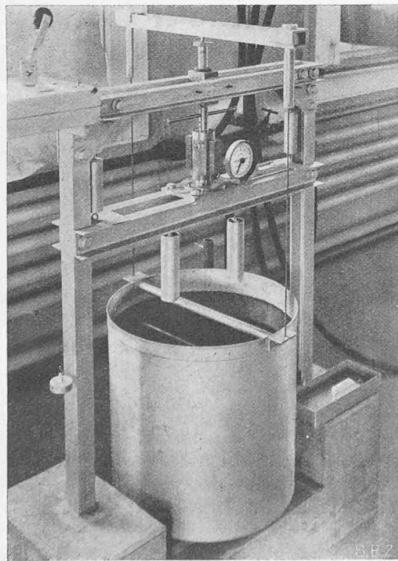


Abb. 1. Spezial-Oedometer

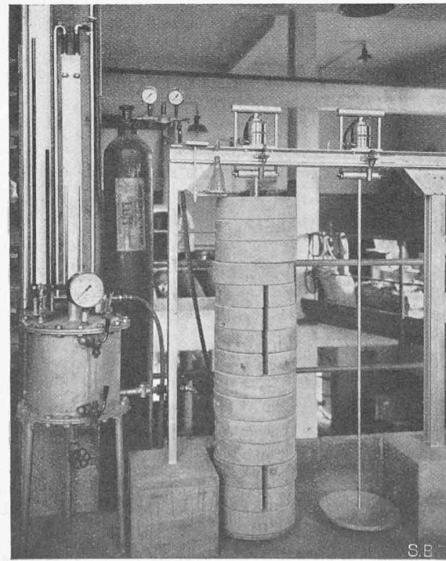


Abb. 2. Apparat zur Untersuchung der Zusammendrückbarkeit, Durchlässigkeit und Kapillarität

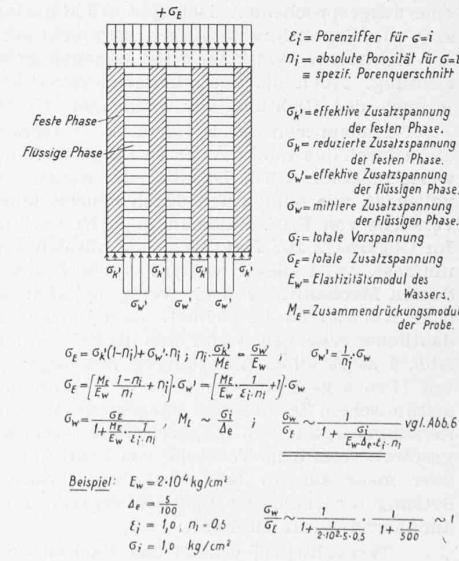


Abb. 3. Verteilung einer Zusatzspannung auf feste und flüssige Phase