Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **123/124 (1944)**

Heft 5

PDF erstellt am: **04.06.2024**

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: Erdbaumechanische Probleme im Lichte der Schneeforschung. — Das Wärmepump-Ergänzungswerk des Fernheizkraftwerkes (FHK) der E. T. H. — Zum Ausbau unserer Wasserkräfte. — Wettbewerb für ein Kirchgemeindehaus in Wallisellen (Zürich). — Das Elektrifikationsprojekt der Linie Paris-Lyon der S. N. C. F. — Mitteilungen: Das Weibel'sche Schweissverfahren im Flugzeugbau. Die industrielle Gasverwendung. Eine Schiffahrt-Signalstation im Basler Rheinhafen. Trolleybus- und Omnibus-Anhänger mit Vierradlenkung. Persönliches. — Nekrologe: Walter Mertens. Maurice Fatio. Max Scherrer. — Wettbewerbe: Verbindung der Rhoneschiffahrt aus der Stauhaltung Verbois mit dem Genfersee. — Literatur.
Vortrags-Kalender.

Band 123 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. 5

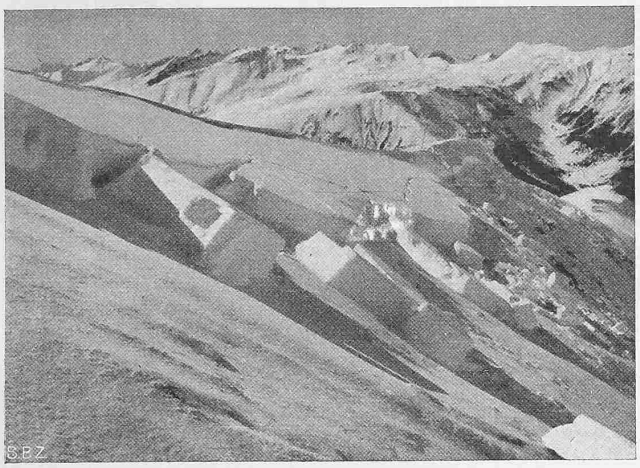

Abb. 15. Anbruch einer Schneebrett-Lawine. Phot. Meerkämper, Davos Bew. 6057

Erdbaumechanische Probleme im Lichte der Schneeforschung

Von P.-D. Ing. Dr. ROB. HAEFELI, Chef der Erdbauabteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H. Zürich (Schluss von S. 44)

4. DIE ZERREISSFESTIGKEIT, KOHÄSION UND SCHERFESTIGKEIT VON LOCKERGESTEINEN IM ZUSAMMENHANG MIT PRAKTISCHEN AUFGABEN

Die *Zerreissfestigkeit* kann physikalisch als Mass der Kohäsion betrachtet werden. Die *Kohäsion*, bedingt durch Kapillar- und Haftkräfte, ist eine jener grundlegenden Eigenschaften, die das gesamte Verhalten der Lockergesteine in ausschlaggebender Weise beeinflussen. Man denke nur an die ganz verschiedenen Böschungsneigungen des natürlichen Geländes, die in erster Linie von der Kohäsion des Materials abhängen.

Beim Schnee führt eine zunehmende Durchfeuchtung im Frühling zur Abnahme der Kohäsion und Zerreissfestigkeit gewisser Schichten und damit zur Bildung von späten Schneebrettlawinen (Abb. 15). Anderseits hat das Austrocknen von Gehängelehmen im Sommer Schwindrisse zur Folge, in die die ersten schweren Herbstregen eindringen und durch ihre festigkeitsvermindernde Wirkung Erdschlipfe veranlassen [12]. Im kontinentalen Klima besteht die Gefahr der Staubbildung und Windverfrachtung von Lockergesteinen infolge Kohäsionsverlust. Die einseitige Mechanisierung der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitungsmethoden bewirkte z. B. in den Vereinigten Staaten von Nordamerika eine vermehrte Austrocknung der Ackerkrume, wodurch ein grosser Teil des zur Verfügung stehenden Kulturlandes der Versteppung anheimfiel.

Die Kohäsion wird erdbaumechanisch definiert als die bei fehlendem Normaldruck vorhandene Scherfestigkeit c (Abb. 16). Bei Lockergesteinen unterscheidet man zwischen der «echten» Kohäsion, die unter Wasser erhalten bleibt, und der «unechten», die unter Wasser verloren geht, weil sie nur durch die Kapillarspannungen bedingt ist. Um den bedeutenden Einfluss der Kohäsion auf den Winkel der inneren Reibung im Bereich kleiner Drücke zu illustrieren, ist in Abb. 16 durch die Linie 1 die Abhängigkeit der Scherfestigkeit vom Normaldruck bei fehlender Kohäsion, durch Linie 2 dagegen für eine konstante Kohäsion c dargestellt. Im ersten Fall wird die innere Reibung durch eine Horizontale 1a ($\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{s_1}{\sigma}$ = konstant), im zweiten Fall durch die Hyperbel 2a veranschaulicht. Diese beiden Linien, von denen die erste als Asymptote der zweiten erscheint, divergieren um so stärker, je mehr man sich dem Ursprung A nähert, bzw. je kleiner der vorhandene Normaldruck σ ist. Dadurch erklärt sich z. B., weshalb eine scheinbar unbedeutende Aenderung der Kohäsion eine relativ grosse Aenderung des «Winkels der natürlichen Böschung» zur Folge hat, wie man dies bei Sanden und Schneeböschungen von verschiedener Feuchtigkeit oder Packung beobachten kann.

Aus obigen Ueberlegungen folgt, dass die quantitative Abklärung der Kohäsionsverhältnisse die unentbehrliche Voraussetzung zur Lösung zahlreicher erdbaumechanischer Probleme bildet. Leider stösst jedoch die direkte Messung der Kohäsion auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten. Man sieht sich deshalb gezwungen, indirekte Methoden zu benützen, für die sich nach den in Abb. 17 dargestellten Bruchzuständen verschiedene Möglichkeiten bieten [13]. Die eine besteht darin, dass man durch zwei Scherversuche T_1 und T_2 die Schergerade für konstanten Wassergehalt ermittelt, deren Ordinate c die gesuchte Kohäsion bedeutet. Dass an Stelle von Scherversuchen auch Druckversuche mit Seitendruck, die in sog. Triaxialapparaten ausgeführt werden, treten können und gewisse Vorteile bieten, sei hier nur nebenbei bemerkt. Eine andere Methode beruht auf der Bestimmung der Zug- und Druckfestigkeit z_1 bzw. d, wobei die Tangente an die entsprechenden Mohr'schen Kreise den gesuchten Schnittpunkt C mit der Abszissenaxe liefert [14]. Bei derartigen Versuchen hat man jedoch mit der unangenehmen Erscheinung zu rechnen, dass die Bruchgrenze für plastische Materialien sehr unscharf ausfällt und daher schwer zu bestimmen ist, während der Zerreissversuch eindeutigere Werte liefert. Die Ermittlung der Zug- oder Zerreissfestigkeit bildet deshalb ein wertvolles Element zur Kohäsionsuntersuchung, umso mehr, da, wie bereits erwähnt wurde, diese Festigkeitseigenschaft dem Kohäsionsbegriff im Sinne der reinen Physik am besten entspricht. Zieht man schliesslich von einem bekannten Punkte T_1 der Schergeraden die Tangente an den durch die Zugfestigkeit z_1 definierten Spannungskreis, so stellt der Ordinatenabschnitt c dieser mit der Umhüllungslinie der Bruchzustände zu identifizierenden Geraden die Kohäsion c im Sinne der Erdbaumechanik dar. Auf Grund dieser Ueberlegungen wurde versucht, die Methodik der *Zerreissversuche* weiter zu entwickeln.

Zu diesem Zwecke wurde das bei der Bestimmung der Zugfestigkeit des Schnees mit Erfolg verwendete Prinzip, den Bruch durch Fliehkräfte herbeizuführen, auf den Erdbau angewandt [6]. Es bietet den wesentlichen Vorteil, dass die Schwierigkeit der Einspannung der plastischen lockeren Probekörper zwecks Uebertragung der erforderlichen Zugkräfte vollständig wegfällt, indem diese Zugkräfte bei der Rotation durch die Massenkräfte des Probekörpers selbst erzeugt werden, wobei ein ziemlich homogener Spannungszustand entstehen dürfte. Abb. 18 (S. 50) zeigt verschiedene Anordnungen des Zerreissversuchs am rotierenden Probekörper. Die Zugfestigkeit z_1 ist proportional einem Formfaktor λ, dem Quadrat der beim Bruch des Körpers vorhandenen Drehzahl n und dem Raumgewicht γ des Materials. Es werden verschieden geformte Probekörper verwendet. Beim Schnee wurden bisher zylindrische, in einem Metallrohr befindliche Körper in horizontaler Lage um eine vertikale Axe rotiert, wobei die maximale Beanspruchung im mittleren Querschnitt entsteht (Anordnung a). Im Erdbaulaboratorium werden die im Oedometer verdichteten oder ungestört ausgestochenen zylindrischen Probekörper um ihre vertikale Zylinderaxe rotiert, wobei entweder die Möglichkeit besteht, die einaxiale Zugfestigkeit z_1 am Achter-Körper (Anordnung b) oder die zweiaxiale Zugfestigkeit z_2 an der Vollscheibe zu bestimmen (Anordnung c). Die letzte, die die Ermittlung des Schnitt-

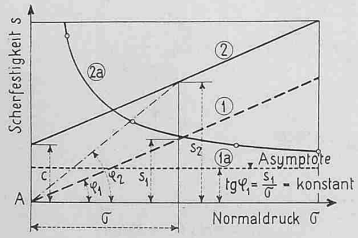

Abb. 16. Scherfestigkeit u. inn. Reibung in Funktion des Druckes, 1 ohne Kohäsion, 2 mit konst. Kohäsion

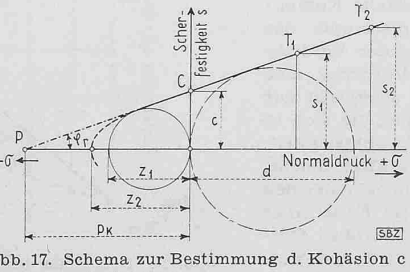

Abb. 17. Schema zur Bestimmung d. Kohäsion c