Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 111/112 (1938)
Heft: 11

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: 09.07.2025

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

INHALT: Drei Lockergesteine und ihre technischen Probleme. — Von der optischen Zugsbeeinflussung. — Das Appartementhaus «Muralto» in Zürich. — Mitteilungen: Die Generalversammlung der G. E. P. Staubfreie Bergstrassen. Neue amerikanische Mallet-Gelenklokomotiven. Der 6. Bausparkassen-Weltkongress. Das Lehrgerüst der neuen SBB-Aarebrücke in Bern. Das Lehrgerüst der Kräzernbrücke bei St. Gallen. Hochdruckpumpen mit hoher Drehzahl. Deutsche Akademie für Bauforschung. 16. Betonkonstruktionskurs in Luzern. Neue Kerenzerbergstrasse. Gewerbemuseum Basel. Schweizer. Landesausstellung 1939. — Nekrologe: Carl Stapfer. — Wettbewerbe: Turnhalle der Schulgemeinde Schüpfen. Kantonspital Lausanne, Anatomie und Kapelle. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine.

Band 112 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich Nr. 11
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Drei Lockergesteine und ihre techn. Probleme:
Hydraul. Grundbruch, Strukturstörung, Plastizität

Von Ing. R. HAEFELI und Dr. geol. A. v. MOOS, Institut für Erdbauforschung an der E. T. H., Zürich

I. Einleitung

Die meisten erdbaumechanischen Vorgänge, die dem Ingenieur bautechnische Schwierigkeiten bereiten, treten bei bestimmten geologischen Formationen besonders klar in Erscheinung. Um dies zu illustrieren, werden nachstehend drei feinkörnige Lockergesteine gegensätzlicher Natur, von denen zwei als Baugrund schweizerischer Städte vorkommen, während das dritte als Dichtungskern eines Erddammes Verwendung fand, vom geologischen und physikalischen Gesichtspunkt aus betrachtet.

Material:	*Erdbaumechanisches Problem:*
1. Schlammsand (Wollishofen-Zch.):	Hydraul. Grundbruch
2. Seekreide (Alpenquai, Zürich):	Strukturstörungen
3. Gehängeton (Bannalp, Kt. Nidw.):	Plastische Verformungen

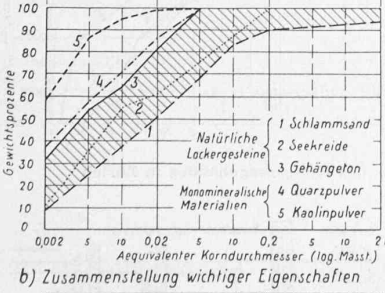
Die Reihenfolge wird so gewählt, dass wir vom gröberen Material zum feineren fortschreiten. Um andererseits zu betonen, dass *nicht allein die Feinheit* des Materials, sondern vor allem auch dessen *Petrographie, Kornform* u. a. m. für seine mechanischen Eigenschaften von Bedeutung sind, werden zwei feinkörnige, nahezu monomineralische Materialien zum Vergleich herangezogen. Als das eine wählen wir Quarzpulver von Dörentrup bei Hannover, Mahlung 12, also ein extrem unplastisches Material, während das andere, Kaolinpulver von Zettlitz, Tschechoslowakei, sich durch eine relativ hohe Plastizität auszeichnet.

II. Vergleichende Untersuchungen und geologische Entstehung

Vergleichende Untersuchungen

Aus der vergleichenden Zusammenstellung einiger bodenphysikalischer Eigenschaften der oben erwähnten fünf Materialien, nach Abb. 1, geht folgendes hervor:

Sämtliche Materialien bestehen zu mehr als 50 % aus Schluff. Der Anteil der Fraktion feiner als 0,002 mm schwankt zwischen 8 und 59 %. Je grösser die Plastizitätszahl, um so höher ist auch die Zusammendrückbarkeit des Materials, die durch die Zusammendrückungszahl Δe charakterisiert wird [21] [1]). Dieser letztgenannte Wert variiert zwischen 1 % (beim Quarzpulver) bis zu 6,8 % (beim Gehängeton). Die Seekreide steht hinsichtlich Plastizität und Zusammendrückbarkeit zwischen dem Schlammsand und dem Gehängeton. Die Scherfestigkeit für $\sigma = 1$ kg/cm², die zahlenmässig mit dem Beiwert der scheinbaren innern Reibung identisch ist, schwankt zwischen 0,42 beim Kaolinpulver und 1,41 beim Quarzpulver, also im Verhältnis von über 1 : 3. Die hohe Scherfestigkeit des Quarzpulvers ist hauptsächlich durch den starken Gefügewiderstand dieses, aus splittrigen, scharfkantigen Teilchen bestehenden Materials zu erklären. Von den drei natürlichen Lockergesteinen, die hier zunächst nur im gestörten Zustand untersucht wurden, besitzt die Seekreide die höchste Scherfestigkeit. Die Wasserdurchlässigkeit, die sich der Grössenordnung nach zwischen 10^{-6} und 10^{-8} cm/sec bewegt, ist ebenfalls bei der Seekreide am grössten, beim Gehängeton am kleinsten. Das Schrumpfdruckäquivalent, das ein Mass darstellt für die beim Austrocknen und Schwinden des Materials auftretenden Kapillarkräfte, wurde nur für die hochkohärenten Lockergesteine 3 und 5 zu 16, bezw. 22 kg/cm² ermittelt [21].



b) Zusammenstellung wichtiger Eigenschaften

Material Nr.		1	2	3	4	5
Fraktion feiner als 2 μ	%	8,0	11,0	31,5	35,3	59,0
Plastizitätszahl	%	5,4	9,3	41,9	0	27,7
Porenziffer für σ = 1 kg/cm²	—	0,40	0,92	1,16	0,76	0,96
Zusammendrückzahl Δe	%	1,5	2,5	6,8	1,0	5,6
Krit. Schersp. für σ = 1 kg/cm²: σ_{11}	kg/cm²	0,44	0,52	0,38	1,20	0,31
Scherfestigk. " σ = 1 " " : S	"	0,68	0,74	0,55	1,41	0,42
Durchlässigkeitsziffer k_{10}	cm/sec	$2,9 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-8}$	$7,1 \cdot 10^{-6}$	$2,2 \cdot 10^{-8}$

Abb. 1. Vergleich verschiedener Materialien (gestört)

Geologische Entstehung

Schlammsand. Als Schlammsand (auch Schlemmsand) bezeichnet man namentlich in der Ostschweiz ein feinkörniges Lockergestein, das in trockenem Zustand zusammenbackt, zwischen den Fingern sich leicht zerdrücken lässt und sich rauh anfühlt.[2]) Es saugt begierig Wasser auf, wodurch eine knetbare, wenig plastische Masse entsteht, die bei weiterer Wasseraufnahme zerfliesst. Streng granulometrisch, etwa nach Niggli, fällt das Material in den Bereich von Silt, event. Grobschluff, und besitzt einen Plastizitätsbereich nach Atterberg (Fliessgrenze minus Ausrollgrenze), der kleiner als 5 bis 8 % ist. Die hier untersuchte Probe wies eine Fliessgrenze von 20,4 %, eine Ausrollgrenze von 15,0 % und einen Plastizitätsbereich von 5,4 % auf.

Charakteristisch, und allgemein für die geringe Kohärenz massgebend, ist das Zurücktreten der Kornanteile kleiner als 0,002 mm; dieser sog. Schlämmanteil nach Niggli [1] beträgt hier 8 %. Die petrographische Zusammensetzung wechselt je nach dem Einzugsgebiet [2, Tab. 1]. Wesentlich ist die Morphologie der Einzelteilchen; vermutlich zeigen blätterige Mineralien (Glimmer) stärkere Disposition zu Grundbrucherscheinungen als isometrische, wobei auch die Orientierung der Blättchen zur Strömungsrichtung eine Rolle spielen dürfte.

Schlammsand oder Silt bildet sich in unseren Gebieten hauptsächlich durch Ablagerung aus dem fliessenden Wasser, sei es als Flussanschwemmung, als Deltabildung, oder wie im vorliegenden Falle der Unterführung Wollishofen, als moränennahe Ausschwemmung.

Seekreide. Die Seekreide, die in feuchtem Zustand normalerweise als grauweisse, kohärente, schmierige Masse mit tierischen Schalenresten und Pflanzenteilchen vermengt (siehe Abb. 3, eigentliches Ufergebiet usw.), seltener durch Ueberzug von Sand und Kies als fast inkohärentes, weisses Material (Abb. 3, Limmatgebiet nördlich Münsterbrücke) auftritt, erweist sich unter dem Mikroskop als eine Agglomeration von Kalzitmineralien + Schalenresten + organischen Resten, wozu noch untergeordnet Quarz, Hornstein, Feldspäte, Glimmer hinzutreten. Die röntgenographische Untersuchung bestätigt das fast ausschliessliche Vorkommen von Kalzit auch in der Schlämmfraktion (kleiner 0,002 mm) und endlich zeigt die chemische Untersuchung, dass meist 70 bis 90 % Kalk neben 2 bis 5 % organischen Gemengteilen auftreten [3].

Eine solche Häufung von festen Kalkteilchen kann einerseits durch mechanischen Absatz und Anreicherung detritischer (zugeführter) Karbonatteilchen entstehen oder aber auf chemische Ausscheidung zurückgehen. Die feineren Komponenten der Moränen, der Schotter, der alten Seeablagerungen um den Zürichsee herum, die eingeschwemmt werden können, enthalten 40 bis 50 % Karbonate, während die Molasseablagerungen nur 20 bis 30 % enthalten; der Rest setzt sich in beiden Fällen aus Quarz, Hornstein, Feldspäten, Glimmern und Tonmineralien zusammen. Da eine selektive Auflösung von Silikaten neben Karbonaten in unseren Klimaten nicht bekannt ist, kann die chemische Ausfällung allein solche Anreicherungen hervorbringen, wobei vereinfacht folgende Gleichung gilt:

$$Ca\,(HCO_3)_2 + (n-1)\cdot CO_2 \underset{a}{\overset{b}{\rightleftarrows}} Ca\,CO_3 + H_2O + n\,CO_3$$

Kalziumbikarbonat + Kohlensäure = Kalk + Wasser + Kohlensäure
löslich fest

Dieses Gleichgewicht ist abhängig von Temperatur, Kohlensäuredruck, pH, in Lösung befindlichem $Ca\,CO_3$. Erwärmung des Wassers, Verdunstung, können Ausscheidungen von Kalk bewirken (Vorg. b). Pflanzen bedürfen in ihrer Hauptvegetationszeit (Mai/Okt.) vermehrt der Kohlensäure, wodurch im Sinne oben stehender Formel der Gehalt an gelöstem Kalziumbikarbonat fällt;

[1]) Eckige Klammern verweisen auf das Literatur-Verzeichnis am Schluss des Aufsatzes.

[2]) Als Ergänzung sei noch erwähnt, dass in dem selben Gebiet der feinkörnige, vollständig inkohärente und sofort mit Wasser zerfliessende «Schliesand» (entspricht granulometrischer Nomenklatur Feinsand) von dem gröberen, ebenfalls inkohärenten «körnigen Sand» (= Grobsand) getrennt wird.