

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 103/104 (1934)  
**Heft:** 15

## Inhaltsverzeichnis

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

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

INHALT: Beitrag zur Untersuchung des physikalischen und statischen Verhaltens kohärenter Bodenarten. — Wettbewerb zum Neubau der Schweiz. Lebensversicherungs- und Rentenanstalt, Zürich. — Optische Strassenverkehrssignale nach „Elektromatic-System“. — Aluminium im Brückenbau. — Mitteilungen: Durch elektrische Schweißung erzeugte Spannungen. Ein Saurer-Diesel-Leichtmotorwagen. Die

Neubauten des R. Politecnico di Milano. Die Zürcher Einäscherungsöfen mit Gasfeuerung. Felsenbrecher. Elektrische Wasserstands-Fernmelder. Physikalische Vorträge für Ingenieure. Internat. Ingenieurkongress in Stresa. Sicherungsarbeiten am Ulmer Münsterturm. — Nekrologe: Emil Burkhard. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 103

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. 15

### Beitrag zur Untersuchung des physikalischen und statischen Verhaltens kohärenter Bodenarten.

Von Dr. H. E. GRUNER und Ing. R. HAEFELI, Basel.

#### I. EINLEITUNG.

Erhöhte Anforderungen an wirtschaftliches Bauen einerseits und das Bewusstsein der Verantwortung andererseits erwecken das Bestreben, den Sicherheitsgrad unserer Bauwerke möglichst exakt zu erfassen — eine Aufgabe, deren Lösung die genaue Materialkenntnis zur Voraussetzung hat. Vergleicht man die wichtigsten Baumaterialien wie Eisen, Beton, Fels, Erde etc., so ergibt sich, dass die Erde sich durch die grösste Mannigfaltigkeit und Kompliziertheit im Aufbau auszeichnet. Der Erdbau verlangt deshalb einerseits die Voruntersuchung des Materials in Laboratorien zur genauen Ermittlung seiner technisch wichtigen physikalischen Eigenschaften und andererseits seine laufende Kontrolle, um Änderungen im Aufbau rechtzeitig erkennen und berücksichtigen zu können. Die letztgenannte Arbeit wird bei grösseren Bauobjekten vorteilhaft auf dem Bauplatz selbst durchgeführt. Zu diesem Zwecke wurde z. B. anlässlich des Baues des Rheinkraftwerkes Albruck-Dogern an das Laboratorium für Beton und Zement eine kleine erdbauliche Prüfstelle angeschlossen. Eine ausführliche Beschreibung der dabei angewandten Methoden und Instrumente ist im unten zitierten Bericht<sup>1)</sup> enthalten.

Der Zweck des vorliegenden Aufsatzes besteht zunächst darin, durch die kritische Betrachtung einzelner Versuchsmethoden einen Einblick in die physikalische Untersuchung kohärenter Bodenarten zu geben. Einige Anregungen haben dabei die Entwicklung neuer und die Verbesserung bestehender Versuchsmethoden zum Ziel. Durch Wiedergabe von Versuchsergebnissen wird das physikalische Verhalten einer Anzahl Bodenproben veranschaulicht. In einem weiteren Abschnitt werden zwei statische Probleme des Erdbaues auf bodenphysikalischer Grundlage nach neueren Gesichtspunkten behandelt unter spezieller Berücksichtigung der im Porenwasser auftretenden Spannungen.

<sup>1)</sup> 1<sup>er</sup> Congrès des Grands Barrages, Stockholm 1943, Question 2 a, Rapport No. 24 von H. E. Gruner und R. Haefeli: „Untersuchungsmethoden, um festzustellen, ob sich ein gegebenes Baumaterial für den Bau eines Erdammes eignet“.

#### II. VERSUCHSMETHODEN UND DEREN RESULTATE.

Unter den Versuchsmethoden der Bodenphysik lassen sich zwei Gruppen unterscheiden: Die eine führt zur direkten Bestimmung der technisch wichtigen Eigenschaften, die andere ermöglicht einerseits die Klassifizierung des Materials und gewährt andererseits einen tieferen Einblick in dessen physikalisches Verhalten. Von den nachträglich beschriebenen Versuchsmethoden gehört der Schubversuch zur ersten Gruppe, indem er die direkte Ermittlung der Scherfestigkeit ermöglicht. Die mechanische Analyse, die Bestimmung der Konsistenzgrenzen, die Ermittlung des spezifischen elektrischen Widerstandes, die Schwindprobe und der Nachweis des Kalkgehaltes sind dagegen in die zweite Gruppe einzureihen.

Die bei der Untersuchung verschiedener Materialien nach den obigen Methoden erhaltenen Resultate sind in untenstehender Tabelle zusammengestellt<sup>2)</sup>.

1. Die mechanische Analyse, die früher als wichtigste Materialuntersuchung galt, kann nur eine erste Orientierung über die Materialbeschaffenheit vermitteln. Durch kombinierte Schlamm- und Siebanalyse werden die Gewichtsanteile der verschiedenen Korngrössen festgestellt. Für die meisten Fälle der Praxis kann man sich damit begnügen, als untere Grenze der Korngrösse diejenige vom äquivalenten Durchmesser  $2\mu$  ( $\mu = 1/1000$  mm) zu bestimmen. Der Gewichtsanteil derjenigen Teile, die kleiner sind als  $2\mu$ , wird als Kolloidgehalt bezeichnet. Der Mangel der mechanischen Analyse besteht hauptsächlich darin, dass sie nur Aufschluss gibt über die Grösse der Körner, ohne z. B. deren Form zu berücksichtigen. Daher zeigen Materialien mit ähnlicher Siebanalyse im übrigen oft ganz verschiedene physikalische Eigenschaften (vergl. Materialproben 1 und 4 der Tabelle).

2. Die Bestimmung der Konsistenzgrenzen ergibt den in Prozenten des Trockengewichtes des Materials ausgedrückten Wassergehalt, den es bei einer durch gewisse

<sup>2)</sup> Auf der selben Grundlage wurden im ganzen 20 verschiedene Bodenarten der Schweiz untersucht. Die vollständige Tabelle kann bei Dr. H. E. Gruner, Nauenstrasse 7, Basel, bezogen werden.

Versuchsergebnisse der Untersuchung feinkörniger Bodenmaterialien.

| Nr. | Bezeichnung des Materials | 1. Kornzusammensetzung |     |      |      |      |       | 2. Konsistenzgrenzen |      |      |      | 3. Verdichtungs- und Schubversuch |       |              |                | 4. Spezifischer Elektr. Widerstand |            |            | 5. Schwindmass | 6. Kalkgehalt  |     |
|-----|---------------------------|------------------------|-----|------|------|------|-------|----------------------|------|------|------|-----------------------------------|-------|--------------|----------------|------------------------------------|------------|------------|----------------|----------------|-----|
|     |                           | Maschenweiten in mm    |     |      |      |      |       | C                    | P    | K    | A    | $w_2$                             | $R_2$ | $\epsilon_2$ | tg $\varphi_0$ | w                                  | $C_{Hmin}$ | $\Delta_2$ | S              | Ord-nungs-zahl |     |
|     |                           | 1                      | 0,5 | 0,2  | 0,06 | 0,02 | 0,002 |                      |      |      |      |                                   |       |              |                |                                    |            |            |                |                | °/o |
| 1   | Kreide in Pulverform      | 0,6                    | 8,8 | 14,4 | 19,1 | 28,2 | 98,0  | 2,0                  | 19,8 | 26,0 | 28,5 | 22,0                              | 2,06  | 0,61         | <b>1,10</b>    | 25                                 | 6,97       | —          | 3              | 0,5            | 6   |
| 2   | Löss                      | 0                      | 0,5 | 0,9  | 5,0  | 61,8 | 99,7  | 0,3                  | 25,0 | 26,6 | 29,8 | 22,0                              | 2,04  | 0,59         | <b>0,90</b>    | 26                                 | 3,34       | 5          | 1,6            | 4              |     |
| 3   | Lösslehm                  | 1,4                    | 2,4 | 4,2  | 8,4  | 49,8 | 99,6  | 0,4                  | 25,0 | 27,4 | 38,3 | 19,0                              | 1,96  | 0,46         | <b>0,52</b>    | 27,4                               | 1,55       | 7          | 5,7            | 3              |     |
| 4   | Kreidelehm                | 5,2                    | 8,7 | 19,5 | 38,6 | 45,6 | 96,4  | 3,6                  | 28,2 | 36,0 | 88,2 | 42,0                              | 1,73  | 0,94         | <b>0,28</b>    | 42                                 | 0,72       | 25         | 11,3           | 2              |     |

LEGENDE: C = Gehalt an Teilen < 0,002 mm (Kolloidgehalt). Wassergehalt in % des Trockenmaterials: P = Plastizitätsgrenze, K = Klebegrenze, A = Ausbreitungsgrenze. —  $w_2$  = Wassergehalt (nat. Porenwasser),  $R_2$  = Raumgewicht,  $\epsilon_2$  = Porenziffer für  $\sigma = 2$  kg/cm<sup>2</sup>; tg  $\varphi_0$  = Tangente des Winkels der natürlichen inneren Reibung (bestimmt für  $\sigma = 2$  kg/cm<sup>2</sup>); w = Wassergehalt bei grösster elektr. Leitfähigkeit;  $C_{Hmin}$  = Minimaler spez. elektr. Widerstand  $\perp$  zur Verdichtungsrichtung;  $\Delta_2 = 100 (\lambda_2 - \lambda_0)$  [hierin ist  $\lambda_2 = \frac{C_{V_2}}{C_{H_2}}$  für  $\sigma = 2$  und nat. Porenwasser,  $\lambda_0 = \frac{C_{V_0}}{C_{H_0}}$  für  $\sigma = 0$ , ferner  $C_H$  = Spez. elektr. Widerstand  $\perp$  zur Verdichtungsrichtung,  $C_V$  dergl. = zur Verdichtungsrichtung]; C = elektr. Widerstand des Zentimeterwürfels; spez. elektr. Widerstand des zur Sättigung des Materials verwendeten Wassers = 5000 bis 10 000  $\Omega$  cm.