

## **E 3-3 Tonmineralogische Charakterisierung von mineralischen Basisabdichtungen**

April 2010

### **1 Allgemeines**

Zur Beschreibung der mineralogischen Zusammensetzung und zur Erfassung möglicher oder wahrscheinlicher permeabilitätsbeeinflussender chemischer Wechselwirkungen zwischen Sickerwässern und den tonmineralischen Phasen der zur Abdichtung verwendeten mineralischen Materialien sind in Ergänzung zu den Eignungsprüfungen nach E 3-1 tonmineralogische und geochemische Untersuchungen erforderlich.

Die Untersuchungen können sowohl an frischem als auch an bereits kontaminiertem Probenmaterial mit einem relativ eingeschränkten Arbeitsaufwand durchgeführt werden. Die beschriebenen Verfahren gehören in modifizierter Form zu den Routinemethoden der Sedimentpetrographie.

### **2 Korngrößenverteilung**

Zur Ermittlung des Gehaltes an Feinstkorn ( $< 0,002 \text{ mm} = 2 \mu\text{m}$ ) der mineralischen Materialien müssen vor der Bestimmung der Korngrößenverteilung die Kornverbindungen chemisch gelöst werden (z. B. mit 1N HCl-Lösung) um zu vermeiden, dass nur zufällige Aggregatzustände bestimmt werden. Nach *Kohler* und *Wever* [2] werden durch eine mehrmalige Behandlung der Proben mit 0,1 molekularen Lösungen der Ethylendiamintetraessigsäure (= EDTE; Titriplex o. ä.) vom pH 4,5 und pH 8 die als Bindemittel auftretenden Ca- und Ca/Mg-Karbonate schonend aufgelöst und die auf den Tonmineraloberflächen adsorbierten Ca- und Mg-Ionen gegen Na-Ionen der EDTE umgetauscht. Dadurch wird zusätzlich ein optimaler Dispergierungsgrad der Suspension ermöglicht. Mit den so vorbereiteten Proben wird die Schlämmanalyse nach DIN 18 123 durchgeführt.

### **3 Tonmineralogische Untersuchung des Bodens**

#### **3.1 Bestimmung der Kationenaustauschkapazität**

Durch Belegung der Tonmineraloberflächen eines Bodens mit ein- oder zweiwertigen Metallkationen oder mit  $\text{NH}_4^+$ -Ionen und nachfolgendem quantitativen Rücktausch der fixierten Kationen lässt sich indirekt der Anteil quellfähiger Tonminerale der Probe erfassen [API AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE 1974], [MEHLICH, A., 1948].

Zur Durchführung der Bestimmungen genügen jeweils einige Gramm Einwaage (Tabelle 3-3.1). Notwendig ist eine mehrmalige Behandlung der Probe mit einer Austauschlösung, z. B. 3N Ammoniumazetatlösung und die Entfernung von

überschüssigem Ammoniumazetat vor der *Kjeldahlanalyse* [MEHLICH, A., 1948] durch mehrmaliges Auswaschen der Probe.

Tabelle 3-3.1: Maximale Einwaagen und Bandbreite der Kationenaustauschkapazität von verschiedenen Tonmineralen für das Kjeldahlverfahren [MEHLICH, A., 1948]

	max. Einwaage (g)	Bandbreite K. A. K. (mval/100g)
Kaolinit/ Fireclay	10	3-15
Illit	5	10-40
Mixed-Layer-Minerale	2	10-80
Montmorillonit	1	60-150

### 3.2 Röntgenographische Analyse

Die röntgenographische Erfassung der verschiedenen Tonmineralanteile (Tonmineralvergesellschaftungen) sollte nur an bindemittelfreiem und geschlämmttem Feinstkorn (Material < 0,002 mm) durchgeführt werden. Da für die Herstellung eines natürlichen und glyzeringesättigten (evtl. auch ethylenglykolgesättigten)

Texturpräparates jeweils nur etwa 10 bis 40 mg Substanz benötigt werden, genügt für die Separierung der Feinstfraktion ein vereinfachtes Schlämmverfahren (z. B. Pipettenverfahren). Unter Berücksichtigung des Anteils der wichtigsten Tonminerale wie Illit, Montmorillonit, Kaolinit und Chlorit an der Feinstkornfraktion lassen sich mittels der röntgenographischen Analyse auch halbquantitative Angaben über die Tonmineralgehalte machen. Die chemisch aktiven Tonminerale befinden sich fast ausschließlich in der Fraktion < 0,002 mm; Kaolinit geht meist auch in die Fraktion zwischen 0,002 bis 0,063 mm; Montmorillonit ist fast nur in der Fraktion < 0,002 mm angereichert.

### 3.3 Wasseraufnahme

Der Wasseraufnahmeversuch nach DIN 18 132 sollte in Ergänzung zu E 3-1 auch an der bindemittelfreien Feinstkornfraktion durchgeführt werden. Unter Berücksichtigung von Bild 3-3.1 lassen sich Fehlbeurteilungen hinsichtlich der Tonmineralanteile einschränken und Aussagen über das gesamte Quellvermögen ableiten. Die Versuchsdauer sollte 24 Stunden betragen.

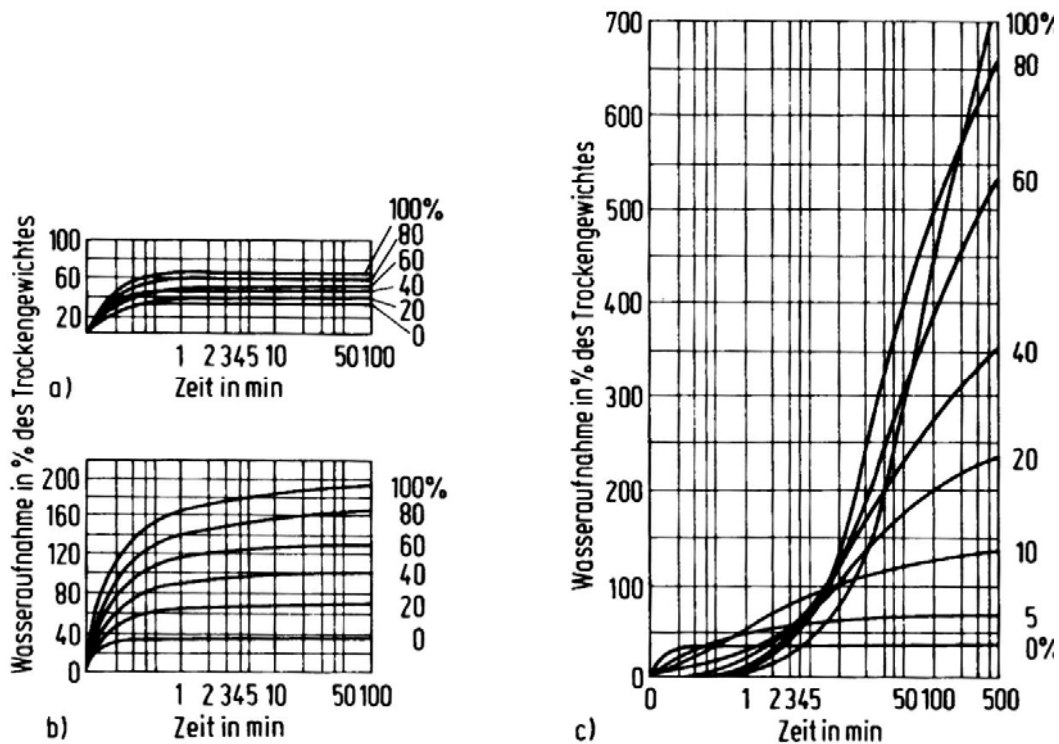


Bild 3.3-1: Wasseraufnahme von verschiedenen Tonmineral-Quarzmehl-Gemischen  
(nach Pichler [PICHLER, E., 1953])

a) Quarz-Kaolinit    b) Quarz-Ca-Bentonit    c) Quarz-Montmorillonit

#### 4 Karbonatanteil

Wegen der unterschiedlichen chemischen Stabilität von kalzitischem und dolomitischem Bindemittel muss bei der Bestimmung des Kalkgehaltes zwischen diesen beiden unterschieden werden. Die Bestimmung des Kalzit- und Dolomitgehaltes erfolgt am einfachsten titrimetrisch über eine Ca-Titration und eine Ca-Mg-Summentitration [HERRMANN, A. G., 1975]. In der salzsauren Aufschlusslösung für diese Titrations lässt sich auch Eisen nachweisen, das ebenfalls ein karbonatisches Bindemittel bilden kann. Alternativ zur Titration können die Analysen auch mit der Atom-Absorptions-Analyse (AAS) durchgeführt werden. Das Kalzit/Dolomit-Verhältnis kann mit ausreichender Genauigkeit auch röntgenographisch ermittelt werden [HERRMANN, A. G., 1975].

**Literatur zu E 3-3:**

API AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE 1974: Standard Procedure for Testing Drilling Fluids, API RP 13B, 5th Ed.

KOHLER, E. E. UND WEVER, R.: Gewinnung reiner Tonmineralkonzentrate für die mineralogische Analyse. *Keram. Zeitschrift* 32 (1980), Nr. 5, S. 250-257.

MEHLICH, A., 1948: Determination of cation- and anion exchange properties of soils. *Soil Sci.* 66, S. 429-445.

PICHLER, E., 1953: The expansion of soils due to the presence of clay minerals as determined by the adsorption test. *Proc. 3 Intern. Conf. Soil Mech. Found. Eng.* 1, S. 43.

HERRMANN, A. G., 1975: *Praktikum der Gesteinsanalyse*. Berlin/Göttingen/Heidelberg: Springer Verlag.

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. S. Geß  
FCB Fachbüro für Consulting und Bodenmechanik GmbH  
04579 Espenhain, gess@bodenmechanik.de

Bearbeiter: Dr. U. Maier-Harth, Mainz  
Dr. rer. nat. S. Melchior, Hamburg