

# Geotechnik

# 2/2014

## Organ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik

Anzeigenschluss:  
09.05.2014

Druckunterlagenschluss:  
15.05.2014

Erscheinungstermin:  
06.06.2014



### Produkte & Objekte

Firmen-Berichte zu Referenzobjekten, Produkten, Verfahren, Anwendungen, Dienstleistungen etc. zu den Themen:

- Software für die Geotechnik

Grundbaulösungen, Standsicherheitsnachweise, Bemessung von Verbauwänden, Setzungsnachweise, geotechnische Nachweise, CAD, FEM , etc.

- Abdichtungs- und Injektionsmaßnahmen in der Geotechnik

Hebungsinjektionen, Baugrundverbesserung, Injektionen in Fels und Lockergestein, Bodenverfestigung, Hohlraumverfüllungen (Kunstharze und Zement)

### Fachaufsätze

Kay-Uwe Schenkengel, Christos Vrettos

#### Simulation von verflüssigtem Sand mit der Gitter-Boltzmann-Methode

Gitter-Boltzmann-Methoden werden zunehmend für die numerische Simulation einer Vielzahl von komplexen hydrodynamischen Problemstellungen angewandt. Makroskopische Eigenschaften wie Flüssigkeitsdichte, Geschwindigkeit oder Spannung werden als Momente einer Verteilungsfunktion dargestellt. Das Verfahren kann eingesetzt werden, um nicht-newtonische Fluide zu modellieren. Laborversuche an verflüssigtem Sand zeigen ein scherverdünnendes Verhalten, d.h. abfallende Viskosität mit zunehmender Scherdehnungsrate. Geophysikalische Strömungen verhalten sich ähnlich. In der Arbeit erfolgt die rheologische Charakterisierung des verflüssigten Bodens mittels eines nichtlinearen Modells mit oberen und unteren Grenzwerten für die Viskosität. Die wesentlichen Merkmale der eingesetzten numerischen Methode werden beschrieben. Typische Situationen, wie verflüssigungsinduziertes Fließen in einem Rütteltischversuch, das Versagen einer Böschung sowie das Fließen um eine Wand in verflüssigtem Boden werden simuliert. Die Ergebnisse ermöglichen eine qualitative Erfassung der maßgebenden Verformungsmechanismen.

Gisa Kleine Vennekate, Sohrab Noorsalehi-Garakan, Janos L. Urai

#### Numerische Simulationen des Clay-Smear Prozesses in Sandboxversuchen

Bei der Lagerstättenerkundung und Erdölförderung sind Kenntnisse über die Strömungssituation im Untergrund von entscheidender Bedeutung. An Störungszonen können die Strömungsvorgänge z.B. durch Eintrag von Ton („Clay Smear“) behindert werden. Zur Beurteilung des Clay Smears existieren verschiedene Ansätze, die die Schichtmächtigkeit der Ausgangssituation und den Versatz in der Störungszone berücksichtigen (z.B. Shale Gouge Ratio – SGR). Anhand von Grenzwerten wird dann abgeschätzt, ob der Ton in der Störungszone abdichtend wirkt oder nicht. Wichtige Einflussparameter wie die Scherfestigkeitseigenschaften der Materialien und das Spannungsniveau werden bei den bestehenden Ansätzen jedoch nicht berücksichtigt. In einem interdisziplinären Forschungsprojekt zwischen dem Institut für Geotechnik im Bauwesen (GiB) und dem Institut für Geologie – Endogene Dynamik (GED) an der RWTH Aachen werden die Ansätze Feldarbeit, Sandboxversuche und Numerik miteinander verknüpft, um die Vorgänge beim Clay Smear-Prozess zu untersuchen. Im vorliegenden Beitrag werden die numerischen Simulationen der Sandboxversuche vorgestellt. Dabei werden die Einflüsse auf den Clay-Smear-Prozess ermittelt und es wird eine neue Berechnungsformel für Grenzwerte für die SGR abgeleitet. In diese Formel gehen das Spannungsniveau, die Scherfestigkeit und der Einfluss der Kinematik ein. Die entwickelte Gleichung basiert auf physikalischen Grundlagen, bietet aber gleichzeitig die Möglichkeit einer Kalibrierung anhand von Messdaten aus Laborversuchen und Felduntersuchungen.

Hanna Viefhaus, Tom Schanz

#### Untersuchungen zum Quellpotential von Bentoniten unter dem Einfluss von Biostimulation

Dieser Beitrag befasst sich mit dem Einfluss einer mikrobiologischen Anreicherung auf das Quellverhalten von Bentoniten. Die Anreicherung erfolgte organismenunspezifisch über die Zugabe einer Energie- und Kohlenstoffquelle ( $C_6H_{12}O_6$ ) zu Materialmischungen bestehend aus 30% Bentonit und 70% natürlichem Schluff (Biostimulation). Es wurden zwei Bentonite

untersucht, die sich hinsichtlich ihrer Zwischenschichtkationen unterscheiden: Calcigel mit hauptsächlich Ca<sup>++</sup>-Kationen und MX 80 mit hauptsächlich Na<sup>+</sup>-Kationen. Beide Bentonite weisen ein unterschiedliches Quellverhalten auf, welches beim Calcigel maßgeblich durch innerkristallines und beim MX 80 maßgeblich durch osmotisches Quellen bestimmt ist. Es hat sich gezeigt, dass eine stoffwechselbedingte Gasbildung die Volumenänderung der Calcigelproben deutlich beeinflusst, während die Wasseradsorption weitgehend unbeeinflusst bleibt. Die MX 80-Proben hingegen zeigen ein deutlich verringertes osmotisches Quellvermögen infolge der mikro-biologischen Anreicherung. Als direkte Folge der Anreicherung wurde für beide Bentonite eine Reduktion des pH-Wertes von 7,4 auf 4,8 im Porenfluid festgestellt, was die Reduktion des stark milieuhängigen osmotischen Quellvorganges erklärt.

Gunther Wölfe

### GKM Mannheim - Spezialtiefbau im Kraftwerksbau

Beim Neubau des Blocks 9 des Großkraftwerks Mannheim sind umfangreiche Bauarbeiten zu bewerkstelligen. Aufgrund des begrenzt zur Verfügung stehenden Platzes und zur Kostenoptimierung werden die benötigten Bauteile in ihrer räumlichen Ausdehnung assimiliert. Dies hat zur Folge, dass die Bauwerke immer tiefer in den Untergrund expandieren. Des Weiteren bündeln sich die Bauwerkslasten auf einer immer kleiner werdenden Fläche und müssen vom Untergrund möglichst setzungsunempfindlich aufgenommen werden. Dies bietet ein äußerst facettenreiches Betätigungsfeld für den Spezialtiefbau im Kraftwerksbau. Im Folgenden wird über die Vielfalt der hier zur Anwendung gekommenen Verfahren des Spezialtiefbaus und den damit verbundenen komplexen arbeitstechnischen Aufgaben berichtet.

Dirk Wegener

### Prediction of permanent soil deformations due to cyclic shearing with a hypoplastic constitutive model

Die Prognose von bleibenden Bodenverformungen infolge Wechselbelastung spielen zum Beispiel für die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit und Stabilität von Verkehrswegen sowie von dynamisch belasteten Gründungen wie z.B. Maschinenfundamenten oder Windenergieanlagen, aber auch für Bauten in Erdbebengebieten eine wichtige Rolle. Die Akkumulation der Verformungen infolge Wechselbelastung hängt dabei von vielen Faktoren ab, die in einer entsprechenden Spannungs-Dehnungs-Beziehung erfasst werden. Im Artikel wird das typische Bodenverhalten infolge dynamischer Beanspruchung beschrieben und gezeigt, wie man dieses nichtlineare und anelastische Verhalten mit dem hypoplastischen Stoffgesetz mit intergranularen Dehnungen wirklichkeitsnah erfassen kann. Dabei wird auf die geeignete Wahl der Materialparameter zur Beschreibung der Abnahme der Steifigkeit mit zunehmender Scherdehnungsspannungsamplitude sowie die Zunahme der Steifigkeit nach einem Richtungswechsel der Belastung eingegangen. Für die realistische Erfassung des Bodenverhaltens infolge zyklischer Belastung werden eine Modifizierung des hypoplastischen Stoffgesetzes sowie die Einführung eines zusätzlichen Stoffgesetzparameters vorgenommen. Es wird gezeigt, wie dieser Parameter in zyklischen Scher- oder Triaxialversuchen bestimmt werden kann und wie damit die Akkumulation von volumetrischen Verformungen bei drainierten Verhältnissen bzw. von Porenwasserüberdrücken bei undrainierten Verhältnissen zuverlässig prognostiziert werden kann..

Joachim Stahlmann, Christian Missal, Peter Hahn, Thomas Edel

### Geotechnische Bedingungen in der Schachtanlage Konrad

#### Auffahrung von Strecken und Kammern in druckhaftem Gebirge

Die Schachtanlage Konrad ist ein ehemaliges Erzbergwerk bei Salzgitter in Niedersachsen. Das Bergwerk wird in den nächsten Jahren zu einem Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle umgebaut. Im Zuge dieser Umbaumaßnahmen sollen am Schacht 2 auf der 2. Sohle (Teufe 850 m) Grubenbaue für den Betrieb des Endlagers erweitert und neu aufgefahren werden. Die geplante Nutzungsdauer der Räume beträgt 40 Jahre. Das anstehende Gebirge zeichnet sich durch eine komplexe Geologie aus, die durch Schichtungen und Trennflächen geprägt ist. Zudem zeigen die Tonsteinschichten zum Teil ein druckhaftes Gebirgsverhalten. Für den Nachweis der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit kommt die Beobachtungsmethode zum Einsatz. Numerische Prognosemodelle, welche die räumlichen Spannungsumlagerungen und Konvergenzen abbilden können, werden durch ein umfangreiches geotechnisches und markscheiderisches Messprogramm flankiert. Das Ausbaukonzept sieht in den Bereichen mit druckhaftem Gebirge eine geschlitzte Schale mit Gleitankern vor, die planmäßig Konvergenzen zulässt. Dadurch kann sich innerhalb des Konvergenzzeitraums ein Gebirgstragring ausbilden. Erst anschließend wird der endgültige Ausbau mit einer bewehrten Spritzbetonschale erstellt. Eine besondere Herausforderung ergibt sich aus der Abschätzung des Konvergenzzeitraums aus dem Prognosemodell unter Berücksichtigung des Messprogramms.

(Änderungen vorbehalten)

Bestellschein



Abonnement Fax +49 (0)30-47 03 12 40 Ernst & Sohn  
A Wiley Brand

Ja, wir möchten die Zeitschrift *geotechnik* lesen:

- Einzelheft Ausgabe \_\_\_ / \_\_\_ € 21,50  
 Jahresabo 4 Ausgaben print € 78,00  
 Jahresabo 4 Ausgaben print + online € 91,00

DGQT  
Deutsche Gesellschaft  
für Geotechnik e.V.  
German Geotechnical Society  
www.dggt.de

Das Abonnement gilt zunächst für ein Kalenderjahr / 4 Ausgaben. Es kann jederzeit mit einer Frist von drei Monaten zum Ablauf des Kalenderjahres schriftlich gekündigt werden. Sollten wir keinen Lieferstopp senden, bitten wir um Fortführung der Belieferung für ein weiteres Jahr. Bei Bestellung eines print + online-Abonnements steht die Zeitschrift auch im PDF-Format im Online-Portal Wiley Online Library zur Verfügung.

Kostenlose Probehefte aller Ernst & Sohn Zeitschriften: [www.ernst-und-sohn.de/zeitschriften](http://www.ernst-und-sohn.de/zeitschriften)

019/000000.pdf

Rechnungs- und Lieferanschrift:

Privat  Geschäftlich KD-NR

Firma ..... USR-ID-Nr./VAT-No. ....

Titel, Vorname, Name Straße / Postfach ....

Funktion / Position / Abt. Land / PLZ / Ort ....

E-Mail Telefon ....

**Vertrauensgarantie:** Dieser Auftrag kann innerhalb zwei Wochen beim Verlag Ernst & Sohn, WILEY-VCH, Boschstr. 12, D-69469 Weinheim, schriftlich widerrufen werden. (Rechtzeitige Absendung genügt.)

x

Datum ..... Unterschrift .....

Preise: exkl. Mwst., inkl. Versand, gültig bis 31.08.2014. €-Preise gelten nur in Deutschland. Staffelpreise und Preise in anderen Währungen auf Anfrage. Änderungen und Irrtum vorbehalten.

Abo-Coupon-2012-13\_181x100.indd 6

09.07.2013 15:13:13