

# AKTION

## Wissenschafts - und Erziehungskooperation Österreich - Tschechische Republik

### Abschlußbericht

### Triaxialversuche mit aufgelockertem Sand

Forschungskooperation und Studien- und Forschungsaufenthalt  
von Studierenden und jungen Wissenschaftlern



**Prof. Dr. D. Kolymbas**

**Ing. Jan Boháč, CSc.**

Institut für Geotechnik und Tunnelbau  
Universität Innsbruck  
Techniker Str. 13  
A-6020 Innsbruck  
Tel.: +43/512/507 6670  
Fax: +43/512/507 2996  
dimitrios.kolymbas@uibk.ac.at

Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užití geofyziky,  
Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta  
Albertov 6  
CZ-12 843 Praha  
Tel.: +420/2/21 95 2205  
Fax: +420/2/21 95 2180  
bohac@natur.cuni.cz

23. Juni 2003

## 1 Ziel

Um in Modellversuchen mit verkleinertem Maßstab bei normaler Schwerkraft (1g) realistische Spannungszustände zu simulieren, sind Modellstoffe mit entsprechenden bodenmechanischen Eigenschaften zu finden. Im Rahmen des Kooperationsprojektes wurde das Spannungs-Dehnungs Verhalten eines künstlich aufgelockerten Sandes untersucht, um zu überprüfen, ob er als Modellstoff für 1g-Versuche in Frage kommt.

1. Genaue Untersuchung des unbehandelten Versuchsmaterials (Quarzsand)
  - (a) Bestimmung der Bodenkennwerte (Siebanalysen, Lagerungsdichten, usw.)
  - (b) Bestimmung der Scherparameter im Triaxialgerät
    - ▷ bei dichtester Lagerung unter hohem Druckniveau
    - ▷ bei lockerster Lagerung unter hohem Druckniveau
    - ▷ bei dichtester Lagerung unter geringem Druckniveau
    - ▷ bei lockerster Lagerung unter geringem Druckniveau
2. Untersuchung von verschiedenen Materialien zur Modifikation des Versuchssandes
  - ▷ Mischbarkeit mit dem Versuchssand
  - ▷ Volumenanteil, der zugesetzt werden soll
  - ▷ chemische Eigenschaften (Aggressivität, Wasserlöslichkeit, usw.)
  - ▷ physikalische Eigenschaften (Härte, Wasserdurchlässigkeit, Dichte, usw.)
3. Genaue Untersuchung des modifizierten Versuchsmaterials (Quarzsand + Zusätze) im Triaxialgerät
  - ▷ unter hohem Druckniveau
  - ▷ unter niedrigem Druckniveau
4. Vergleiche der gewonnenen Ergebnisse

## 2 Projektteilnehmer

### Österreich

- ▷ Prof. Dr.-Ing. Dimitrios Kolymbas, Institut für Geotechnik und Tunnelbau, Universität Innsbruck (Institutsvorstand)
- ▷ Dipl.-Ing. Andreas Laudahn, Institut für Geotechnik und Tunnelbau, Universität Innsbruck (Doktorand)
- ▷ cand. ing. Martin Hiegelsperger, Institut für Geotechnik und Tunnelbau, Universität Innsbruck (Diplomand)

### Tschechische Republik

- ▷ Ing. Jan Boháč, CSc., Institut für Hydrogeologie, Ingenieurgeologie und Geophysik, Karls-Universität Prag (Wissenschaftlicher Assistent)
- ▷ cand. ing. Karel Sosna, Institut für Hydrogeologie, Ingenieurgeologie und Geophysik, Karls-Universität Prag (Diplomand)

### 3 Projektablauf

▷ **Juli-August 2002**

Vorarbeiten zum Projekt:

- ▷ Auswahl und Beschaffung geeigneter Sande und Zusatzstoffe
- ▷ Erstellung technischer Zeichnungen der notwendigen Umbauten und Modifikationen der Triaxialgeräte
- ▷ Herstellung der Umbauten

▷ **09.-30. September 2002**

Es wurde ein Triaxialstand mit einem Kontrollgerät, das die Volumenänderung der Triaxialprobe über ausgepreßte Porenluft erfaßt, ausgestattet und getestet. Diese Arbeiten wurden gemeinsam von Ing. Jan Boháč, Dipl.-Ing. Andreas Laudahn und Karel Sosna im Prager bodenmechanischen Laboratorium durchgeführt.

Einige Triaxialversuche zur Untersuchung des Spannungs-Dehnungs-Verhaltens von trockenen Sanden und Sand-Zusatzstoff-Gemischen konnten durchgeführt werden.

▷ **01.-31. Oktober 2002**

Im Oktober 2002 wurden diese Versuche ausgewertet und weitere Untersuchungen der Materialien im Innsbrucker bodenmechanischen Labor von Dipl.-Ing. Andreas Laudahn und Karel Sosna durchgeführt.

▷ **28.-30. Oktober 2002**

Aufenthalt Prof. Kolymbas in Prag zur Besprechung des Projektes, Begutachtung der durchgeführten Arbeiten und zur Besprechung weiterer Verbesserungen der Geräte.

▷ **11.-15. November 2002**

Aufenthalt Ing. Jan Boháč in Innsbruck zur Besprechung des Projektes.

▷ **November 2002 - Januar 2003**

In diesem Zeitraum wurden von einer Werkstatt weitere notwendige Umbauten an den Geräten vorgenommen. Diese Umbauten wurden im Dezember und Januar von Karel Sosna auf ihre Tauglichkeit untersucht und überarbeitet.

Die Kontrolleinrichtung zur Erfassung der Volumenänderung der Triaxialproben wurde komplett überarbeitet. Die Software zur Erfassung der Meßwerte wurde zur automatischen Steuerung der Volumen-Kontrolleinrichtung erweitert.

▷ **26. Januar - 01. Februar 2003**

Aufenthalt Ing. Jan Boháč in Innsbruck: informelles Treffen zu den Umbauten an den Triaxialgeräten.

▷ **03. Februar - 31. März 2003**

Es wurden weitere Triaxialversuche zur Untersuchung des Spannungs-Dehnungs-Verhaltens von trockenen Sanden und Sand-Zusatzstoff-Gemischen von Dipl.-Ing. Andreas Laudahn, Karel Sosna und Martin Hiegelsperger im Prager bodenmechanischen Labor durchgeführt.

▷ **April-Juni 2003**

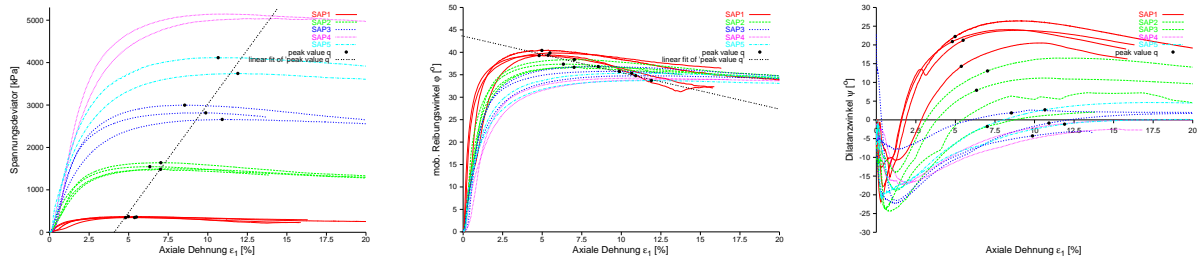
Die Ergebnisse der Untersuchungen wurden ausgewertet.

▷ **26.-28. Mai 2003**

Aufenthalt Prof. Kolymbas in Prag: Abschlußtreffen zum Projekt.

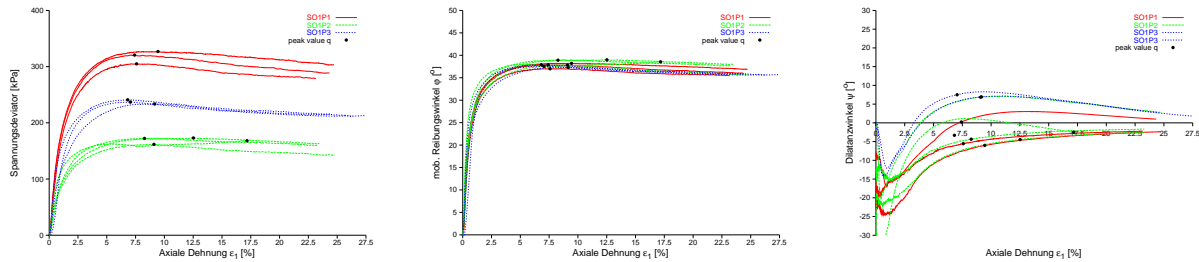
## 4 Ergebnisse

- ▷ **Zu 1:** Es wurde das Spannungs-Dehnungsverhalten der Sande systematisch untersucht. Es konnten wie geplant Versuche mit Sanden in dichtester Lagerung bei verschiedenen Druckniveaus durchgeführt werden. Die Untersuchung locker gelagerter Sandproben konnten aus Zeitgründen und aufgrund der technischen Umsetzung nicht durchgeführt werden.

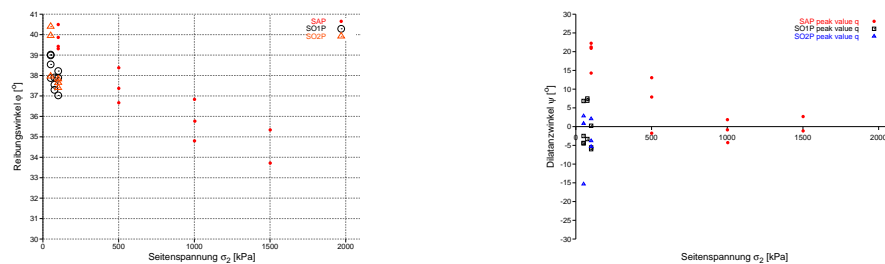


Die Versuche sind sehr anspruchsvoll, da mehrere Fehlerquellen unterdrückt werden mußten. Die Versuche wurden durch die moderne Ausstattung des bodenmechanischen Labors der Karls-Universität und die hervorragende Zusammenarbeit ermöglicht. Sie ergaben, wie in den Diagrammen erkennbar, sehr gute Ergebnisse.

- ▷ **Zu 2:** Als Zusatz zur Herstellung von locker gelagerten Proben wurden verschiedene Materialien in unterschiedlicher Konzentration geprüft.
- ▷ **Zu 3:** Es wurde das Spannungs-Dehnungsverhalten der Sande mit Zusätzen systematisch untersucht. Die Zusätze wurden zugegeben, um locker gelagerte Proben zu erhalten, die nicht bei geringster Erschütterung zusammenfallen. Es konnten die geplanten Versuche teilweise durchgeführt werden. Die Versuchsergebnisse weisen gute Trends auf, die in bereits geplanten Versuchen weiter untersucht werden.



- ▷ **Zu 4:** Die gewonnenen Erkenntnisse sind sehr vielversprechend. Weitere Untersuchungen mit anderen Mischungsverhältnissen und anderen Zusätzen könnten die Ergebnisse verbessern.



## Schlußwort

Die Zusammenarbeit zwischen den zwei beteiligten Instituten war sehr fruchtbar, so daß weitere Kooperationen entstanden und gegenseitige Besuche geplant sind. Ein weiteres interessantes Forschungsprojekt wurde wieder beim AKTION-Programm eingereicht.

Wir möchten uns bei AKTION für die finanzielle Unterstützung herzlich bedanken!

Stellvertretend für alle Beteiligten

Prof. Dr.-Ing. Dimitrios Kolymbas