

**Dipl.-Ing. Martin Gäb**  
Arbeitsgruppe Numerische Geotechnik  
Institut für Bodenmechanik und Grundbau  
E-Mail: martin.gaeb@tugraz.at  
Tel.: 0316 873 6229



**Ao.Univ.-Prof. Helmut F. Schweiger**  
Arbeitsgruppe Numerische Geotechnik  
Institut für Bodenmechanik und Grundbau  
E-Mail: helmut.schweiger@tugraz.at  
Tel.: 0316 973 6234



## Schottersäulen als effektives Gründungselement in weichem Baugrund – Neue Impulse durch numerische Modellierung im Rahmen des EU-Projektes “Advanced Modelling of Ground Improvement on Soft Soils” (AMGISS)

### *Stone Columns reinforced foundations on soft soils – New developments in numerical modelling*

Die Planung und Ausführung wirtschaftlicher Gründungskonzepte für Gebäude, Hallen und Dämme stellt eine der klassischen Aufgaben der Geotechnik dar, wobei aus unterschiedlichen Gründen zunehmend auf sehr setzungsempfindlichem Baugrund gebaut werden muss. Neben der Berechnung der Tragfähigkeit kommt einer möglichst genauen Abschätzung der zu erwartenden (differenziellen) Setzungen entscheidende Bedeutung zu, da diese für die Gebrauchstauglichkeit maßgebend sind. Bedingt durch das ausgeprägt nichtlineare Materialverhalten weicher Böden kann eine realistische Beurteilung des Setzungsverhaltens nur mit Hilfe moderner (numerischer) Berechnungsverfahren unter Einsatz komplexer Stoffgesetze erfolgen, die in der Lage sind, das mechanische und hydraulische Verhalten des Baugrundes in den wesentlichen Eigenschaften zu erfassen. Sind die Tragfähigkeit des Baugrundes nicht ausreichend und/oder die zu erwartenden Setzungen nicht akzeptabel, so stellen Baugrundverbesserungsmaßnahmen im Vergleich zu Tiefgründungen, die auf das gezielte Ableiten der Lasten in tiefer liegende und tragfähige Schichten abzielen, eine wirtschaftliche Alternative dar. Die Entwicklung numerischer Berechnungsmodelle für Gründungen auf durch unterschiedliche Verfahren verbessertem Baugrund ist Ziel des von der Europäischen Kommission im Rahmen der „Marie Curie Research Training Networks“ geförderten Forschungsprojektes „Advanced Modelling of Ground Improvement on Soft Soils“ (Budget ca. 1,4 Mio. Euro, Laufzeit 1.2.2005 bis 31.1.2009), an dem sieben europäische Universitäten (University of Strathclyde, Universität Stuttgart, ETH Zürich, Helsinki University of Technology, Norwegian University of Science and Technology Trondheim, University of Glasgow, TU Graz) beteiligt sind.

Das Projekt AMGISS greift dabei auf die im Rahmen des Vorgängerprojektes „Soft Clay Modelling for Engineering Practice“ (SCMEP) erzielten Ergebnisse zurück, in dem in erster Linie Stoffgesetze für weiche Böden unter Berücksichtigung anisotropen Materialverhaltens entwickelt wurden. Im Rahmen dieses Projektes wurde an der TU Graz ein „Multilaminate Model for Soft Soils“ (Wiltafsky, Messerklinger und Schweiger, 2002) entwickelt und in ein Finite-Elemente-Programm implementiert.

Im Projekt AMGISS werden an den beteiligten Universitäten Rechenmodelle für unterschiedliche Baugrundverbesserungsmaßnahmen entwickelt. In der Arbeitsgruppe „Numerische Geotechnik“ am Institut für Bodenmechanik und Grundbau wird besonderes Augenmerk auf die numerische Simulation von Schottersäulen gelegt. Dabei handelt es sich um in den Boden eingerüttelte und eingestopfte Säulen aus grobkörnigen Material, die einerseits als Tragelement fungieren und zusätzlich durch den Verdrängungsprozess die Steifigkeit des umgebenden Bodens erhöhen und das in den Porenräumen eingeschlossene Porenwasser rascher abfließen lassen (Beschleunigung der Konsolidierung). Dadurch wird eine deutliche Erhöhung der Tragfähigkeit erreicht, die Setzungen werden verringert bzw. Setzungsunterschiede ausgeglichen und Langzeitsetzungen, besonders in Verbindung mit Vorlastschüttungen, vorweggenommen.

Die derzeit in der Praxis gängigen Bemessungsmethoden basieren im Wesentlichen auf (halb-)empirischen Ansätzen, die die komplexen Vorgänge, die während der Installation und der daran anschließenden Konsolidation im Boden auftreten, nur in grober Näherung berücksichtigen können. Daher werden im Rahmen dieses Projektes numerische

Simulationsmodelle auf Basis der Finite-Elemente-Methode entwickelt (Abb. 1), die zu einer wesentlichen Verbesserung der Prognosen von Tragfähigkeit und Verformung führen werden. Eine der Herausforderungen der numerischen Simulation wird es sein, den Herstellungsvorgang in einer für die Praxis tauglichen Näherung zu berücksichtigen.

Zusätzlich zu den numerischen Berechnungen wird versucht, an praktischen Projekten die durch den Herstellungsvorgang bedingten Änderungen der Spannungs- und Steifigkeitsverhältnisse im Boden mit geeigneten Messmethoden zu quantifizieren. Dies geschieht in Zusammenarbeit mit Partnern

aus der Industrie (z.B. der Firma Keller Grundbau), die das Forschungsvorhaben auf diese Weise unterstützen.

#### Weitere Informationen:

[www.geotechnical-group.tugraz.at](http://www.geotechnical-group.tugraz.at); [www.civil.gla.ac.uk/amgiss](http://www.civil.gla.ac.uk/amgiss)

#### Literatur:

C. Wiltafsky, S. Messerklinger, H.F. Schweiger  
An advanced multilaminate model for clay. Proc. 8th Intern. Symp. Numerical Models in Geomechanics (G.N. Pande, S. Pietruszczak, eds.), Balkema, Lisse, 2002, 67-73

### *Stone Columns reinforced foundations on soft soils – New developments in numerical modelling*

*Construction of buildings and embankments, in particular for infrastructural projects, on very soft soils has become a common necessity within the last decades. In order to keep (differential) settlements within acceptable limits and to guarantee the bearing capacity of such foundations ground improvement techniques such as stone columns and deep mixing often provide more cost effective methods than deep foundations (e.g. piles). Development of high level computational models using advanced constitutive models for soft soils including effects of anisotropy and destructuration will be developed in the research project “Advanced Modelling of Ground Improvement on Soft Soils” (AMGISS), which is funded by the European Commission and involves seven universities across Europe. At TU Graz the Computational Geotechnics Group at the Institute for Soil Mechanics and Foundation Engineering is responsible for modelling stone column reinforced foundations. Particular emphasis will be given to simulate the installation process of the column. Constitutive models for soft soils which have been developed within a previous research project will be further enhanced. In addition, in situ measurements will be performed together with industrial partners to establish data the numerical analyses can be compared to.*

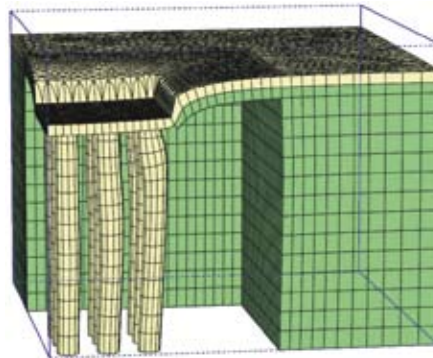


Abb. 1: Dreidimensionales FE-Modell einer Gruppe von Schottersäulen