

Worauf wir stehen

Der Geotechniker Dr. Friedemann Sandig erforscht, wie sich das Wirken über der Erdoberfläche auf den Boden darunter auswirkt – und was das für Baumaßnahmen auf und in diesem Boden bedeutet. Seit Herbst 2016 koordiniert er die an zwei Professuren angesiedelte interdisziplinäre Nachwuchsforschungsgruppe G² Gruppe Geotechnik an der HTWK Leipzig.

Text: Rebecca Schweier, Fotos: Robert Weinhold (S. 30/31), Kristina Denhof (S. 32, 33 links), Andreas Schröder (S. 33 rechts).

Boden, soviel sei vorangestellt, ist nicht einfach diese graubraune Erdmasse, auf der wir stehen und uns bewegen. Nüchtern betrachtet handelt es sich um eine Mischung aus Mineralien, Lebewesen, Wasser, Luft und organischem Material, welche sich zwischen der Erdoberfläche und der festen Gesteinsschicht der Erde befindet. Aber diese eher trockene Beschreibung vermag für Dr. Friedemann Sandig nicht im Mindesten die Faszination des Materials zu umreißen. „In der inneren Struktur von Boden sind Informationen gespeichert über das, was sich seit Jahrtausenden in

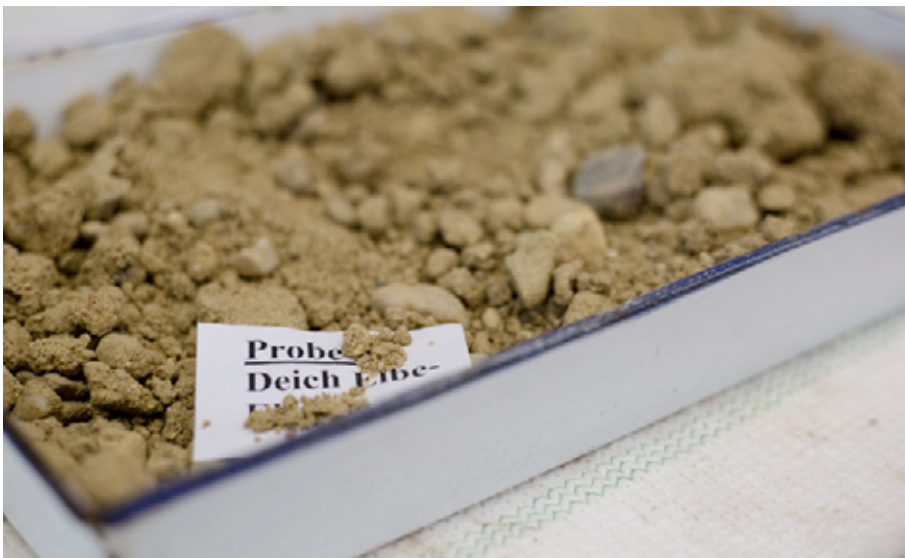
und über ihm abgespielt hat. Ereignisse wie Eiszeiten, Erdbeben oder die Entwicklung von Flora und Fauna, all das lässt sich aus einer Probe aus dem Untergrund ablesen“, erzählt der Geotechniker mit leuchtenden Augen. „Das ist nicht nur ausgesprochen spannend“, fährt Sandig fort und leitet damit zu seinem Forschungsgebiet über, „sondern das beeinflusst maßgeblich, wie der Boden auf äußere Einflüsse reagiert.“

Eine überaus wichtige Rolle spielt das beispielsweise, wenn der Boden zu Baugrund

werden soll. Schon seitdem Menschen Häuser bauen, entwickeln sie unterschiedliche Verfahren, um den Baugrund so zu stabilisieren, dass er die Last eines Gebäudes sicher trägt. Holzpfähle, vergrabene Steinblöcke und unterirdische Gemäuer im Fundament historischer Gebäude zeugen vom Erfindergeist früherer Bauherren. „Heutzutage soll es beim Bauen möglichst schnell zugehen. In der Praxis werden dann schlecht tragfähige Böden nicht selten komplett durch einen besseren Boden oder gar Beton ausgetauscht. Das ist manchmal ein riesiger Aufwand mit immensen Kosten. Aber aus meiner Sicht viel gravierender ist, dass ein solcher Umgang mit den natürlichen Ressourcen nicht nachhaltig sein kann. In der konventionellen Geotechnik wühlen wir in großem Maßstab unseren kompletten natürlichen Untergrund um und ersetzen ihn durch ortsfremde Materialien, ohne dass wir eine Vorstellung davon haben, was das langfristig für Auswirkungen haben könnte“, so Friedemann Sandig. Seit über zehn Jahren erforscht er deshalb an der HTWK Leipzig, wie vorhandener Boden wirtschaftlich und zugleich ressourcenschonend so aufbereitet werden kann, dass er als Baugrund taugt, aber weiterhin möglichst natürlich bleibt.

Forschung zu alternativem Baustoff

Friedemann Sandig studierte Bauingenieurwesen an der Universität Leipzig und lernte dort den Geotechniker Dr. Ralf Thiele kennen,



Die Kompetenzen der HTWK-Geotechniker sind auch in der Baupraxis gefragt. So prüft die G² Gruppe Geotechnik regelmäßig Bodenproben (hier aus einem Elbdeich bei Torgau) auf ihre Qualität.



Dr. Friedemann Sandig promovierte zu den mechanischen Eigenschaften eines alternativen Baustoffes für die Deichabdichtung. Seit 2017 erhält er für seine wissenschaftliche Profilierung und die Weiterentwicklung der Nachwuchsforschergruppe G² eine Postdoc-Förderung der HTWK Leipzig.

der nach einigen Jahren in der Wirtschaft dort inzwischen als Dozent tätig war. Als Thiele 2007 auf die Professur für Bodenmechanik, Grundbau, Fels- und Tunnelbau an die HTWK Leipzig berufen wird, ist Sandig gerade mit seinem Studium fertig. Er wechselt ebenfalls an die HTWK Leipzig und bearbeitet unter Thieles Leitung verschiedene Forschungsvorhaben und -aufträge. In zwei großen aufeinanderfolgenden Projekten bauen die Wissenschaftler schrittweise ihre Expertise zu ressourcenschonenden Methoden der Bodenmodifizierung aus. Dabei beschäftigt sich Friedemann Sandig mit dem alternativen Baustoff „Flüssigboden“ und dessen Potenzial für den Einsatz in Hochwasserschutzdeichen. Dem Boden werden hierbei verschiedene Zusätze wie Ton, Bindemittel, Mineralien und Wasser beigemischt, anschließend wird die Mischung als Dichtschicht in einen Deich eingebaut. Im Vergleich zu vorher hat der Boden

nun die nötigen dichtenden und elastischen Eigenschaften, um Hochwasser zurückzuhalten, ist aber von normalem Boden quasi nicht zu unterscheiden. Für seine Forschungsarbeiten bringt Friedemann Sandig etliche Wochenenden auf einem großen Versuchsdeich im Leipziger Norden zu, nimmt Proben und wertet diese im Labor aus. Daraus entstehen Bemessungsgrundlagen für die optimale Anwendung des Verfahrens.

Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten nutzt Sandig, um sich wissenschaftlich zu qualifizieren. An der Technischen Universität Wien und der Bauhaus-Universität Weimar findet er mit Prof. Dietmar Adam und Prof. Karl Josef Witt zwei renommierte Betreuer für sein Promotionsvorhaben. „In Wien wurde vor allem meine methodische Kompetenz geschult. Und in Weimar wurde ich ermuntert, den Boden in seiner inneren Struktur zu beschreiben, um

wirklich zu verstehen, was ihn genau nach der Aufbereitung wasserabdichtend und elastisch macht. Hier wurde in mir das Interesse geweckt, Materialien in ihrer mikroskopischen Zusammensetzung zu untersuchen, Modelle zu entwickeln und bodenmechanisch neu zu denken. Denn es ist die Wechselwirkung zwischen den unterschiedlich großen Bodenkörnern, die bewirkt, ob ein Deich bricht, ein Hang abrutscht oder ein Baugrund trägt“, so Sandig. Im November 2014 verteidigt er erfolgreich seine Dissertation zu den mechanischen Eigenschaften dieser alternativen Deichdichtung.

Die G² Gruppe Geotechnik

Während Sandig an seiner Dissertation arbeitet, unterstützt er Prof. Ralf Thiele beim Aufbau einer Nachwuchsforschergruppe. Seit 2011 arbeitet in der G² Gruppe Geotechnik eine wachsende Anzahl an Nachwuchswis-

senschaftlern, Laboringenieuren und Geotechnik-Studierenden an wissenschaftlichen Lösungen zur ressourcenschonenden Aufbereitung von Baustoffen und Verfahren in der Geotechnik. Finanziert werden die Wissenschaftler über Drittmittelstellen in verschiedenen Förderprojekten und mithilfe von Stipendien. Nach dem Abschluss seiner Dissertation übernimmt Friedemann Sandig mehr und mehr koordinierende Tätigkeiten in der Gruppe und steht Studierenden wie Nachwuchswissenschaftlern als Ansprechpartner zur Seite. „Natürlich stand für mich, gerade nach der Promotion, die Frage im Raum, ob nicht jetzt der richtige Zeitpunkt gekommen ist, um in die Wirtschaft zu wechseln. An Möglichkeiten dazu mangelte es nicht“, so Sandig. „Aber es sind noch so viele spannende Fragestellungen ungelöst in der Geotechnik, es gibt noch so viele Aspekte im Bodenverhalten, die man dringend erforschen müsste. Und die G² Gruppe Geotechnik bietet mir die Chance, diese Fragestellungen in enger Rück-

kopplung mit den Bedarfen der Baupraxis tatsächlich zu bearbeiten. Die Forscherneugier hält mich hier in der Wissenschaft und treibt mich an.“

Mittlerweile ist die Frage nach der persönlichen Zukunft zumindest für die kommenden drei bis fünf Jahre erstmal beantwortet: Die HTWK Leipzig hat mit Landesmitteln ein eigenes Förderprogramm für den wissenschaftlichen Nachwuchs aufgelegt. Aus diesem erhält Sandig seit Februar 2017 eine Postdoc-Förderung, um seine wissenschaftliche Kompetenzen weiter auszubauen, sich international zu vernetzen und künftig auch als Gruppenleiter die G² Gruppe Geotechnik im Sinne einer interdisziplinären Nachwuchsforschergemeinschaft weiterzuentwickeln.

Die Gruppe versteht sich als Bindeglied zwischen praxisnaher Forschung und Entwicklung einerseits und den täglichen technischen, wirtschaftlichen und praktischen Bauaufga-

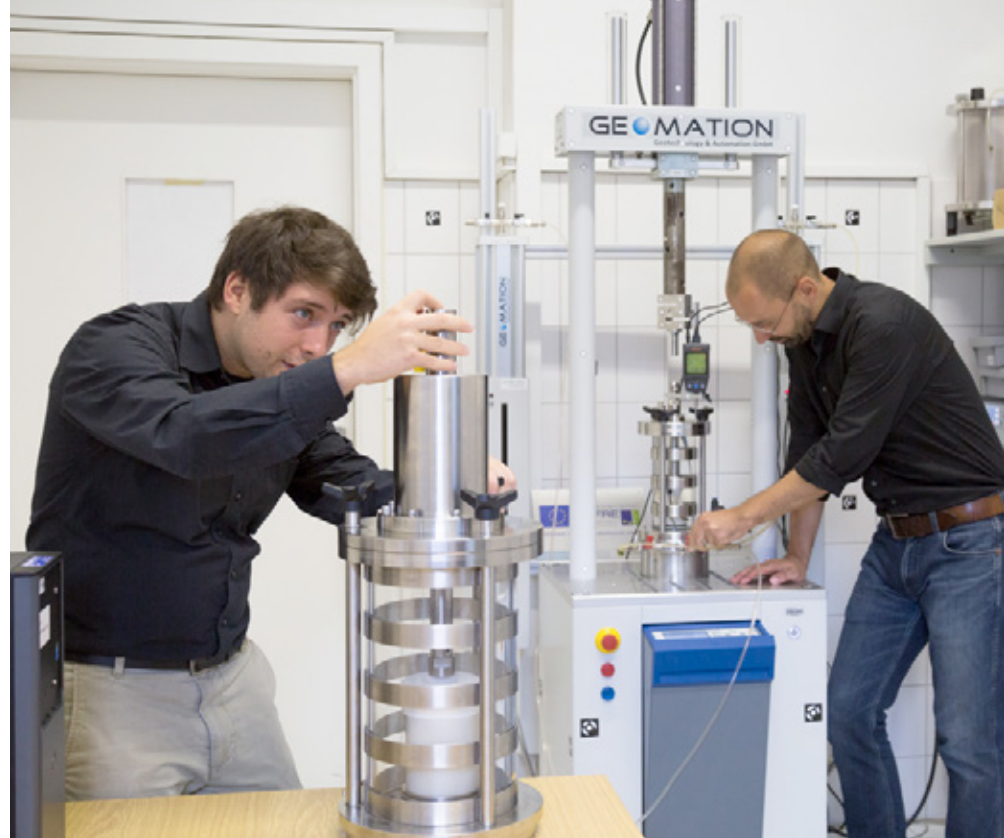
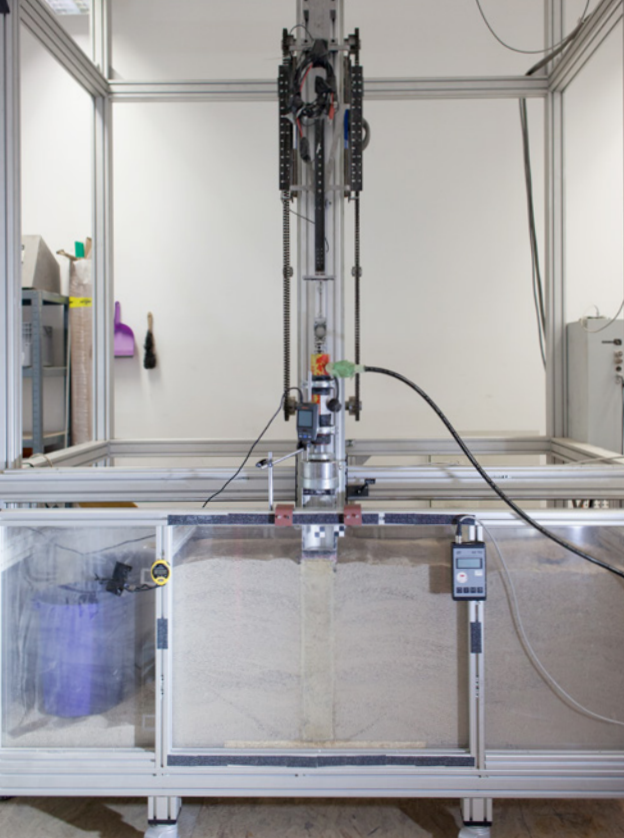
ben andererseits. Ein zentraler Fokus von G² liegt auf der ressourcenschonenden Bodenverbesserung und -modifizierung. Dazu entwickeln aktuell mehrere Nachwuchswissenschaftler um Sandig das Flüssigbodenverfahren weiter, um es für Bodensäulen zur Stabilisierung von weichem Baugrund nutzbar zu machen. Ähnlich wie auch beim Deichbau liegt hier ein wesentlicher Vorteil darin, dass durch die Flüssigbodensäulen wichtige Bodeneigenschaften angepasst werden können, ohne dabei den Baugrund übermäßig zu verändern. Ein weiterer Schwerpunkt der Gruppe sind neue Methoden zur Bodenverdichtung in mittlerer Tiefe. In mehreren aufeinander aufbauenden Projekten entwickeln die Forscher in enger Zusammenarbeit mit dem Maschinenbauunternehmen BOMAG ein neues Verfahren für die dynamische Verdichtung in Tiefen von 2 bis 5 Metern. Bearbeitet wird das Thema von einem interdisziplinären Team aus zwei Bauingenieuren, einem Maschinenbauer und einem Elektrotechniker. „Diese Interdisziplinarität ermöglicht es uns, übliche Gedankenwege zu verlassen und neue Ideen schnell und effektiv umzusetzen“, erklärt Prof. Ralf Thiele.

Neue Impulse für die Forschung

Einen neuen Impuls für die Forschungsschwerpunkte der Gruppe stellt die künftige Zusammenarbeit mit Said Al-Akel dar: Der Professor für Umweltgeotechnik an der HTWK Leipzig wird durch seine bestehenden Kontakte nach Tschechien und Nahost die internationale Vernetzung der Gruppe vorantreiben und mit seiner Spezialisierung auf Deponietechnik verstärkt Umweltaspekte in die Forschungsarbeit einbringen. „Deponien sind anderen geotechnischen Bauwerken in vielem ähnlich, aber haben natürlich auch ihre ganz eigenen Anforderungen. So müssen die in Deponien eingesetzten Baustoffe beispielsweise über Jahrzehnte verhindern, dass Schadstoffe in die Umgebung austreten. Die Kompetenz der G² Gruppe Geotechnik in der Baustoffprüfung und meine Expertise in der Bewertung von Umweltverträglichkeit wollen wir in Zukunft miteinander verbinden“, so Al-Akel.



Die Leitung der G² Gruppe Geotechnik (v.l.n.r.): Prof. Said Al-Akel, Dr. Friedemann Sandig und Prof. Ralf Thiele.



Die G² Gruppe Geotechnik entwickelt zunehmend ihre Kompetenz in der Mess- und Prüftechnik weiter. Linkes Bild: Der Versuchsstand S zur Messung der bodenmechanischen Effekte von Verdichtungsimpulsen. Rechtes Bild: Für Triaxialversuche entwickelten Friedemann Sandig (rechts) und Sven Martin einen Druckausgleicher zur Simulation hochfrequenter Bodenbelastungen.

Auf den Laborflächen der Gruppe lässt sich unterdessen bestaunen, welche Resultate die zunehmende Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen, in diesem Fall mit Messtechnikexperten, bereits hervorgebracht hat: Um die bodenmechanischen Effekte von Verdichtungsimpulsen messbar zu machen, hat die G² Gruppe Geotechnik zwei eigene Bodenversuchsstände entwickelt. Der „Versuchsstand S“, die „small“-Variante, besteht aus einer durchsichtigen Box, die mit bis zu 300 Kilogramm Versuchsboden gefüllt ist. Einen Meter oberhalb der Box ist ein dynamisches Verdichtterfallgewicht montiert. Die Verformung des Bodens durch die Verdichtungsimpulse wird mit bis zu 1.600 Bildern pro Sekunde durch eine Hochgeschwindigkeitskamera gemessen. Der „Versuchsstand M“ ist genauso aufgebaut, allerdings zehnmal größer.

In den kommenden Jahren will die Forschungsgruppe ihre Kompetenz in der Entwicklung von Mess- und Prüftechniken für die Geotechnik noch weiter ausbauen. Dazu steht der Forschungsgruppe seit 2015 eine Triaxialanlage zur Verfügung, deren Anschaffung aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) ermöglicht wurde. Das Prüfgerät kann auf eine Bodenprobe drei-

dimensional genau so viel Druck ausüben, dass ihre exakte Position im Untergrund simuliert wird, um sie anschließend dynamisch zu belasten. Damit lässt sich im Labor beispielsweise testen, ob und wie ein Boden in fünf, hundert oder gar vierhundert Metern Tiefe auf statische und dynamische Einwirkungen reagiert, also wenn sich zum Beispiel über ihm ein Windrad dreht, eine große Maschine vibriert oder ein Verdichter eingesetzt wird.

Um die komplexen Bewegungsvorgänge bei Bodenbelastungen noch besser zu verstehen, entwickeln die G²-Wissenschaftler eigene Mess- und Prüftechnik

Gemeinsam mit dem Gerätehersteller Geomotion entwickeln die Wissenschaftler von G² das Prüfgerät nun so weiter, dass es Belastungen noch exakter simulieren kann: „Bislang war es aufgrund der Bauart des Prüfgeräts so, dass dynamische Belastungen der Bodenprobe zu einer Erhöhung des seitlich wirkenden

Wasserdrucks in der Prüfzelle geführt haben. In der Realität ist das Verhältnis dieser beiden Größen aber komplexer“, erklärt Projektmitarbeiter Sven Martin. In den vergangenen zwei Jahren hat der Elektrotechniker gemeinsam mit Friedemann Sandig in einem vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten Projekt einen Druckausgleicher entwickelt, den der Projektpartner Geomotion als neues Modul für das Prüfgerät auf den Markt bringen will. Die Forschung zu Triaxialmessungen will G² in den kommenden Jahren erweitern. Friedemann Sandig: „Mit dem heute erreichten Ausstattungsniveau können wir komplexe Bewegungsvorgänge im Boden auch für unsere anderen Forschungsthemen noch exakter beschreiben und die Deformations- und Transportprozesse im Inneren unterschiedlicher Böden besser untersuchen. Hier wollen wir uns als G² Gruppe Geotechnik weiter spezialisieren und gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft neue Lösungen für komplexe geotechnische Herausforderungen finden. Ich freue mich darauf, in den nächsten Jahren gemeinsam mit der Nachwuchsforscherguppe neue spannende und herausfordernde Themen zu bearbeiten.“

www.g2-gruppegeotechnik.de