

Institut für Geotechnik an der HTWK

G² Gruppe Geotechnik | GEONETIC

Jahresbericht 2024



Institut für Geotechnik Leipzig

HTWK

Hochschule für Technik,
Wirtschaft und Kultur Leipzig

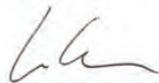
Liebe Leserinnen und Leser

Im Bauwesen begegnen mir ständig besondere Herausforderungen, die der Boden als komplexes und heterogenes Material mit sich bringt. Insbesondere unter dem Einfluss klimabedingter Veränderungen, wie zunehmend längeren Feucht- und Trockenperioden, häufigeren Hochwasserereignissen und Dürren, werden in Zukunft vermehrt Herausforderungen abseits der etablierten Bemessungsstrategien erwartet. Deshalb liegt mein Forschungsinteresse in einem tiefgreifenden Verständnis der Wechselwirkung von Wasser und Boden, für eine umfassende Charakterisierung geotechnischer Prozesse unter dynamischen Umweltbedingungen.

Seit nunmehr vier Jahren bin ich Teil der geotechnischen Forschung an der HTWK Leipzig und beschäftige mich hauptsächlich mit Fragenstellungen des teilgesättigten Bodens. Insbesondere das Verständnis des Schrumpf- und Quellverhaltens unter verschiedenen klimatischen Bedingungen, aber auch die Wasserretention einschließlich deren Beeinflussbarkeit, sind dabei von enormer Bedeutung. Ich bin der festen Überzeugung, dass die präzise Beschreibung und gezielte Nutzung dieser Mechanismen von großer Relevanz für die Anpassung an sich wandelnde Umweltbedingungen und die Optimierung nachhaltiger geotechnischer Konzepte sind.

Um in diesem Kontext Veränderungen in Böden unter bestimmten Wassergehalten besser analysieren zu können, werden neu- und weiterentwickelte Laborverfahren benötigt. So könnte man durch den Einsatz optischer Methoden Porenräume und Deformationsprozesse ganzheitlich bewerten und so die Phänomene während des Quellens und Schrumpfens genauer verstehen. Diese Erkenntnisse werden dazu beitragen, die Wechselwirkung zwischen Wasser und Boden besser zu verstehen und Modelle zu entwickeln, die die Funktionsweise von Böden unter dynamischen Umweltbedingungen zuverlässiger beschreiben.

Am Institut für Geotechnik wird in den kommenden Jahren die Forschung an klimabedingten Effekten in der Geotechnik eine zentrale Rolle spielen und ich bin dankbar, Teil dieser Entwicklung sein zu können. Die experimentellen Potentiale des Instituts sind für meine Arbeit entscheidend und der Austausch mit den Kolleginnen und Kollegen ist äußerst hilfreich. Durch die gute Vernetzung der Institutsleitung profitiert meine wissenschaftliche Arbeit erheblich und die Möglichkeit, in diesem inspirierenden Umfeld promovieren zu können, verspricht spannende Perspektiven. Darauf freue ich mich!



Lorenz Spillecke



Editorial

Mit unserem 11. Jahresbericht wollen wir Sie über Neues aus der Geotechnik an der HTWK in 2024 informieren – so haben die beiden Geotechnik-Professuren das Institut für Geotechnik an der HTWK Leipzig – IGL gegründet. Außerdem wurde im November unser Institutsgebäude auf dem Forschungscampus in der Eilenburger Straße fertiggestellt. Damit sind nun alle Mitarbeitenden unserer beiden Arbeitsgruppen G² Gruppe Geotechnik und GEONETIC vereint in diesem Gebäude in unmittelbarer Nähe zu den Laboren, Versuchshallen und Modellständen tätig.

Wir haben ab jetzt im Jahresbericht zusätzlich zur Vorstellung unserer Forschungs- und Entwicklungsarbeit die Abschnitte „Drittmittel/Transfer“ und „Lehre/Weiterbildung“ aufgenommen. Hier werden wir Ihnen ausgewählte Feld- und Laborversuche näher vorstellen. Und Sie finden die üblichen Angaben zu unserer Öffentlichkeitsarbeit, den betreuten Graduirungsarbeiten sowie Zahlen und Fakten.

In 2024 haben wir uns ganz gezielt der Forschung und Dienstleistung in der Thematik „Geotechnik und Klimawandel“ gewidmet. So haben wir im Rahmen einer Ausschreibung der Deutschen Forschungsgemeinschaft gemeinsam mit dem Umweltforschungszentrum Leipzig und der TU München den Antrag Soils@Cities eingereicht und im Labor bieten wir jetzt auch Versuche zur Bestimmung des Wasserpotentials und der pF-Kurve sowie der Wärmeleitfähigkeit an.

Unser Dank gilt allen Förderern, Helfern und Unterstützern und damit wünschen wir Ihnen viel Spaß bei der Lektüre des nunmehr 11. Jahresberichts der Geotechnik an der HTWK Leipzig.



Arbeitsgruppen G² Gruppe Geotechnik und GEONETIC im Sommer 2024

Prof. Dr.-Ing. Ralf Thiele

Prof. Dr.-Ing. Said Al-Akel

Inhalt

Institut für Geotechnik	4
Forschung Entwicklung	8
Lehre Weiterbildung	16
Dienstleistung Transfer	20



Institut für Geotechnik

- ▶ Geschichte der Institutsgründung
- ▶ Aktuelle Institutsentwicklungen
- ▶ Tagungs- und Weiterbildungsformate

*Labor- und Bürogebäude des Instituts für
Geotechnik auf dem Forschungscampus
Eilenburger Straße*

Geotechnik an der HTWK Leipzig

Geschichte der Institutsgründung

Seit gut 17 Jahren arbeiten wir am Aufbau und der Stärkung eines forschungsstarken Bereiches Geotechnik an der HTWK Leipzig. Viele Personen haben an dieser Entwicklung mitgewirkt. Begonnen haben wir zu Zweit, heute sind wir ein Team mit 20 Mitarbeitenden. Vor einigen Jahren musste dann das bodenmechanische Labor aufgrund einer Baumaßnahme umziehen. Wir haben auf dem Forschungscampus in der Eilenburger Straße einen neuen Platz gefunden und konnten dort das geotechnische Forschungslabor neu und vergrößert aufbauen. Dort ist seitdem auch die Arbeitsgruppe GEONETIC tätig. Dies eröffnete uns die Möglichkeit, basierend auf den sich aus den akquirierten Forschungsanträgen ergebenden Bedarfen, den Bau von zwei geotechnischen Versuchshallen mit Kranbahn, Widerlagern und einer freien Prüffläche von 180m² zu initiieren. Ende 2023 wurde die 2. Halle fertiggestellt und wir konnten diese im Februar 2024 übernehmen.

In zwei weiteren Bauetappen wurde außerdem das Obergeschoss des Laborgebäudes zu Büroräumen umgebaut und im September 2024 abgeschlossen. Danach konnte nun auch die zweite Arbeitsgruppe, die G² Gruppe Geotechnik, im November 2024 auf den Forschungscampus umziehen. Der finale Schritt, dieses strategisch langfristig angelegten Prozesses, der nun zum Zeitpunkt der Fertigstellung von Institutsgebäude mit Labor- und Bürobereich, Modellständen und Versuchshallen und der strukturellen Einheit der Arbeitsgruppen abgeschlossen werden konnte, war die Gründung des Instituts für Geotechnik. Verabredet haben sich zu dieser Institutsgründung die beiden Geotechnikprofessoren Said Al-Akel und Ralf Thiele, die dann am 1. 10. 2024 stattfand.

Die Basis des Instituts bildete dabei die Struktur der bisher agierenden „Geotechnik an der HTWK Leipzig“, wie wir sie im letzten Jahresbericht vorgestellt haben. Die Institutsleitung baut folgerichtig auf dem vorher geschriebenen Strukturen auf und besteht aus den beiden Geotechnik-Professuren und den beiden



*Die Institutsleitung:
Prof. Al-Akel, Prof. Thiele,
M.Sc. Löwe, Dr. Knut (v.l.n.r.)*

*Aufbau der Belastungs-
traversen für Lastplatte,
Pfahlprobebelastung und
Drucksonde in der großen
Versuchshalle*





Links: Aufbau der Rahmenkonstruktion der großen Versuchshalle

Rechts: Unsere beiden Versuchshallen im GeoTechnikum

Arbeitsgruppenleitern Dr. Alexander Knut und M.Sc. Benedict Löwe. Jetzt haben wir am Forschungscampus ein Institut der offenen Türen und der kurzen Wege. Mit vielen kleinen Schritten und aus mehreren Bausteinen ist über einen längeren Zeitraum bis heute ein geotechnisches Institut mit einer umfangreichen Gesamtinfrastruktur entstanden, die uns heute ein effektives Arbeiten auf dem Stand der Technik und des Wissens ermöglicht. Unterstützt haben uns dabei verschiedene Strukturen und Personen der HTWK. Denen gilt unser Dank, denn sie hatten Vertrauen in unsere nachhaltige Entwicklung, in unsere weiteren erfolgreichen Antragstellungen und Personalentwicklungen.

Aktuelle Institutsentwicklungen

2024 haben die beiden Arbeitsgruppen mit je einem neuen Forschungsthema begonnen. Das Projekt Baro3D greift die Problematik einer fehleranfälligen Rohrbettung aus und wird eine verbesserte Herstelloption incl. Prüfung des Systems Bettung und Rohr entwickeln. Das Projekt GeoMeter baut auf eine abgeschlossen Vorlaufforschung auf und hat eine autarke kontinuierliche und hochpräzise Erfassung wesentlicher Bodenzustandsgrößen in Echtzeit zum Ziel.

Aus den vorgenannten Unterstützungsleistungen der Hochschule bei Aufbau unseres GeoTechnikums leiten wir die Verpflichtung und Verantwortung ab, uns auch über bisher rein fachliche Fragestellungen hinaus am Wettbewerb um strukturbildende und profilunterstützende Forschungs-, Qualifizierungs- und Weiterbildungsprojekte im Gesamtkontext der Hochschule zu beteiligen. So haben wir im Jahr 2024 an der HAW-Qualifizierungsausschreibung teilgenommen. Hier sollen unter unserer Leitung drei forschungsstarke Gruppen mit Versuchshallen einen gemeinsamen interaktiven Experimentierraum für Forschung und Lehre schaffen. Der größte Antrag in diesem Zusammenhang ist die Teilnahme an der Ausschreibung Forschungsimpulse der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Hier wurde unter unserer Leitung ein interdisziplinärer Antrag zum Thema resiliente Böden im urbanen Raum erarbeitet, der gleichzeitig zur Profilbildung der Hochschule und zur Verbesserung der erkenntnisorientierten Forschung an der HTWK beitragen soll. Die Antragsentwicklung erfolgte deshalb in enger Abstimmung mit der Hochschulleitung.

Gleichzeitig stellen wir im Bereich Dienstleistung seit einigen Jahren eine verstärkte Nachfrage nach bodenkundlichen Kennwerten wie z. B. Durchlässigkeit, Feldkapazität sowie Wärmeleitfähigkeit fest. Einige dieser Versuche sind z. Z. noch gar nicht in Deutschland genormt, hier müssen daher reproduzierbare und sichere Laborabläufe erarbeitet werden. Dafür nutzen wir verstärkt Graduierungsarbeiten, um mögliche Ausführungsoptionen zu untersuchen, zu vergleichen und zu bewerten. Die Ergebnisse finden dann unmittelbar Eingang in die Laboranwendung und gleichzeitig erfolgt dazu ein regelmäßiger Austausch mit anderen Laboren. Hier streben wir eine Mitarbeit in Arbeitsgruppen zur Normenentwicklung an.

Tagungs- und Weiterbildungsformate

Transfer von Ergebnissen und Forschungskommunikation in Wissenschaft und Gesellschaft über Tagungen und Weiterbildungen sind uns sehr wichtig und deshalb fester Bestandteil unserer Institutstätigkeit. Mittlerweile richten wir als Institut für Geotechnik vier Tagungsformate aus bzw. sind daran beteiligt. An den Veranstaltungen nehmen pro Jahr rund 1.000 Teilnehmende aus unterschiedlichen Zielgruppen und in-

Die Gründung des Instituts für Geotechnik im Oktober 2024 war nach der Fertigstellung des GeoTechnikum der finale Schritt eines strategisch langfristig angelegten Prozesses.

formieren über geotechnische Entwicklungen im weitesten Sinne. Unsere etablierteste Veranstaltung ist die seit 2004 stattfindende Leipziger Deponiefachtagung, die als Podium zur Diskussion technischer und rechtlicher Fragestellungen im Deponiebau dient. Dabei werden wir vom Landesamt für Umwelt Brandenburg sowie vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie unterstützt. 2024 fand die seit über 10 Jahren unter Leitung von Prof. Al-Akel stehende Veranstaltung mit über 300 Teilnehmenden bereits zum 20. Mal statt. Seit dem Wintersemester 2016/17 organisieren wir das Geotechnikseminar, bei dem je fünf Fachvorträge pro Semester stattfinden; im WS 2024/25 lief bereits das 17. Seminar. Ziel ist es, den Austausch zwischen Forschung und Baupraxis zu fördern. Diese Veranstaltungsreihe ist seit 2024 bei der DGGT als lokaler Geotechnik-Stammtisch gelistet. Mit dem Leipziger Geotechnik-Symposium (LeiGS) wollen wir zudem ein neues weiteres regelmäßiges Tagungsformat für den interdisziplinären Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis etablieren. Hier werden jeweils fachübergreifende, geotechnische Schwerpunktthemen behandelt. Erstmals findet das Symposium am 13. und 14. November 2025 zum Thema „Geotechnik und Klimawandel“ statt. Die Vorbereitungen dazu haben bereits Mitte 2024 begonnen. Darüber hinaus wirken wir seit über 17 Jahren im Beirat der Erdbaufachtagung mit. Die 19. Erdbaufachtagung fand im Jahr 2024 statt und wie waren wieder mit einem Vortrag aus dem Institut beteiligt. All diese Veranstaltungen sind als Weiterbildungsformate anerkannt.



Auditorium bei der 20. Deponiefachtagung an der HTWK Leipzig



Auditorium bei der 19. Erdbaufachtagung

1. Leipziger Geotechnik-Symposium (LeiGS)

13. Nov. 2025 - 14. Nov. 2025

Ankündigung des 1. Leipziger Geotechnik-Symposiums



Forschung | Entwicklung

- ▶ Solver
- ▶ proVed
- ▶ BaRo-3D
- ▶ RoadIT 1.0
- ▶ GeoCheck
- ▶ Geometer
- ▶ Soils@Cities

*Testfeld mit der Impulsverdichtung bei Stendal
im Forschungsprojekt ProVed*

Forschungsprojekt Solver

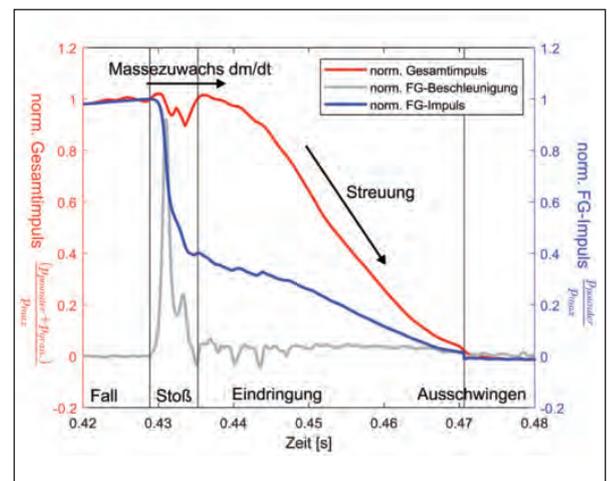
Um bei der Fallgewichtsverdichtung Online-Verdichtungskontrollen durchführen zu können, wird im Projekt Solver eine Kombination aus Beschleunigungsmessungen am Fallgewicht und der 3D-Erfassung der Kratergeometrie mittels optischer Methoden untersucht.

Im Jahr 2024 haben wir zahlreiche Modellversuche und numerische Simulationen mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) durchgeführt, um die Zusammenhänge zwischen den messtechnisch erfassten Werten und den Effekten im verdichteten Boden besser zu verstehen. Durch die Auswertung unserer physikalischen Versuche konnten wir ein semi-analytisches Modell ableiten, mit dem sich die Dynamik des Fallgewichts in Abhängigkeit von variierenden Einflussgrößen wie Aufprallgeschwindigkeit, Fallgewichtsmasse und Fallgewichtsbreite sehr präzise beschreiben lässt. Dadurch sind wir in der Lage, die für die Energieumwandlung und Impulsübertragung beim Aufprall des Fallgewichts auf den Boden relevanten Abhängigkeiten genau zu erfassen und daraus praxisrelevante Schlüsse für die Bewertung des Verdichtungszustands durch Beschleunigungssensoren zu ziehen.

Begleitet werden die Versuche durch FEM-Simulationen, in denen wir das hypoplastische Stoffgesetz mit intergranularer Dehnung verwenden. Die rechenintensiven FEM-Simulationen bestätigen die Ergebnisse unseres vereinfachten mathematischen Modells und ermöglichen gleichzeitig die Berücksichtigung zusätzlicher Variablen, wie beispielsweise

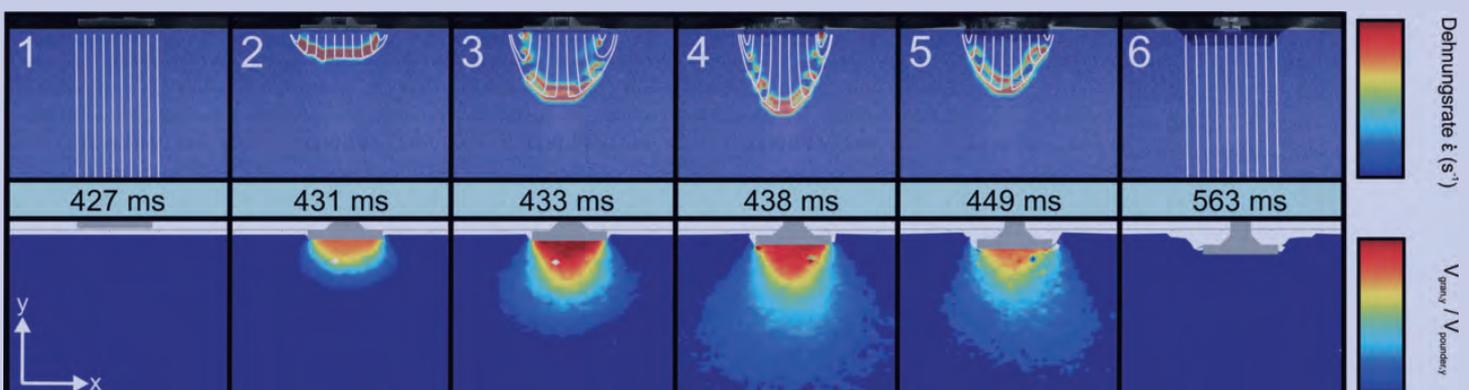
den Verlauf der Porenzahl im Boden, die ohne den Einsatz der FEM nicht ohne Weiteres messbar wären. Die bisherigen Ergebnisse stimmen uns optimistisch für das letzte Jahr des Projekts. Wir freuen uns darauf, in der nächsten Ausgabe unserer Broschüre über die finalen Projektergebnisse und einen objektiven Bewertungsmaßstab für die FGV berichten zu können.

Impulsverlauf am Fallgewicht und Gesamtsystem



Mit einem semi-analytischen Modell können wir die Dynamik des Fallgewichts präzise beschreiben.

Auswertung von Dehnungen und Verformungsgeschwindigkeiten mittels DIC und Hochgeschwindigkeitskamera



Forschungsprojekt proVed



Für die Bewertung wurde ein Verfahren entwickelt, das einen dynamischen Verformungsmodul für die Impulsverdichtung bestimmt.

*Baugrunderkundungen
in einem
Impulsverdichtungspunkt*

Im September 2024 haben wir das ZIM-Forschungsprojekt „proVed“ erfolgreich abgeschlossen. Über einen Zeitraum von mehr als zwei Jahren haben wir an der Entwicklung eines prozessintegrierten Verfahrens zur Verdichtungskontrolle bei der dynamischen Impulsverdichtung geforscht.

Im Rahmen des Projekts ist es uns gelungen, das Messprinzip der dynamischen Pfahl-Probepbelastung durch zahlreiche Anpassungen und Testversuche auf den Fuß des Impulsverdichters zu übertragen. Dadurch wurde eine dynamische Erfassung von Beschleunigung und Verformung während der Stoßübertragung in den Untergrund möglich. Mit diesem Messaufbau konnten anschließend mehrere Feldversuche auf Bau- und Testfeldern mit unterschiedlichen Materialien und Schichtaufbauten durchgeführt werden. Die Plausibilität der Messwerte wurde durch Setzungsmessungen sowie den Vergleich der kinetischen mit der in den Baugrund übertragenen Energie überprüft.

Ergänzend zu den Versuchen im Realmaßstab wurden die Einflussfaktoren der Baugrundverbesserungsmethode unter kontrollierten Bedingungen im Modellmaßstab untersucht. Dabei betrug der Skalierungsfaktor der auf die Fußfläche bezogenen Energie 1:17. Die Versuche erforderten einen reproduzierbaren Einbau des Bodenmaterials sowie eine präzise Einstellbarkeit der Parameter Fallhöhe, Fallgewicht und Fußfläche. Die anschließende Erfassung des Verdichtungsgrades erfolgte mittels Drucksondierung im Labormaßstab. Für die Auswertung der Messdaten wurde in proVed ein Verfahren entwickelt, das auf Basis der Fußbeschleunigung und -verformung einen dynamischen Verformungsmodul für die Impulsverdichtung bestimmt. Wichtige Erkenntnisse des anwendungsorientierten Projekts werden jetzt im Rahmen eines anschließenden Promotionsvorhabens von Herrn Conzen wissenschaftlich weiter vertieft.

Forschungsprojekt BaRo-3D

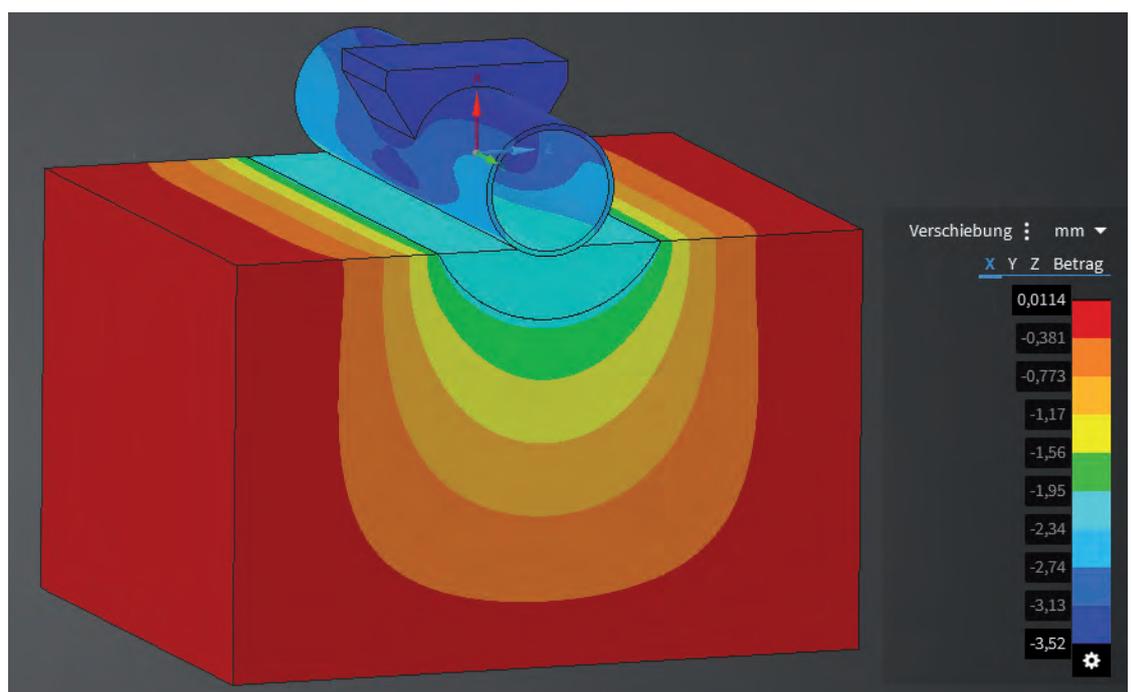
Ende 2024 wurde das Forschungsprojekt BaRo-3D gestartet: „Entwicklung eines innovativen Bauverfahrens für die Erdverlegung von Rohrleitungen auf Basis einer 3D-Rohrbettung mit minimal-invasiver Suspensionsstützung“. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines effizienteren Verfahrens für den Rohrleitungsbau. Dieses kombiniert eine neuartige Rohrbettung aus einem speziellen Stützkornmaterial mit einer innovativen Bodensuspension sowie ein Messverfahren, das die Tragfähigkeit des Bettungsmaterials direkt unterhalb der Rohre überprüft.

Als zentrales Ergebnis soll ein teilautomatisiertes System entstehen, das mit moderner Bauplanung kompatibel ist. Durch das Projekt wollen wir die Herstellung erdverlegter Rohrleitungen schneller und kostengünstiger gestalten und gleichzeitig dazu beitragen, dass das Risiko für Schadensfälle deutlich reduziert wird. Ergänzend dazu wird im Projekt eine statische Rohrprobelastung als neues Messverfahren für den Rohrleitungsbau entwickelt. Mithilfe kontrollierter Belastungstests soll künftig die Qualität des gesamten Tragsystems Rohr-Bettung

gemeinsam beurteilt werden. Derzeit kann lediglich die Bettungsqualität vor der Rohrverlegung – beispielsweise durch Plattendruckversuche – separat überprüft werden.

Ein wesentlicher Bestandteil dieses Messverfahrens ist die Entwicklung eines mathematischen Referenzmodells, das eine unkomplizierte Berechnung der Rohrsetzung für die neue 3D-Rohrbettung ermöglicht. Dazu führen wir derzeit Verformungsuntersuchungen an Rohren durch. Die radialen Rohrdeformationen erfassen wir mittels Digital Image Correlation und vergleichen die Messergebnisse mit FEM-Simulationen sowie etablierten analytischen Berechnungsmodellen.

Forschungsziel ist die Reduzierung von Schadensfällen bei der Herstellung erdverlegter Rohrleitungen.



FEM Simulation für statische Prüfsituation des Rohres

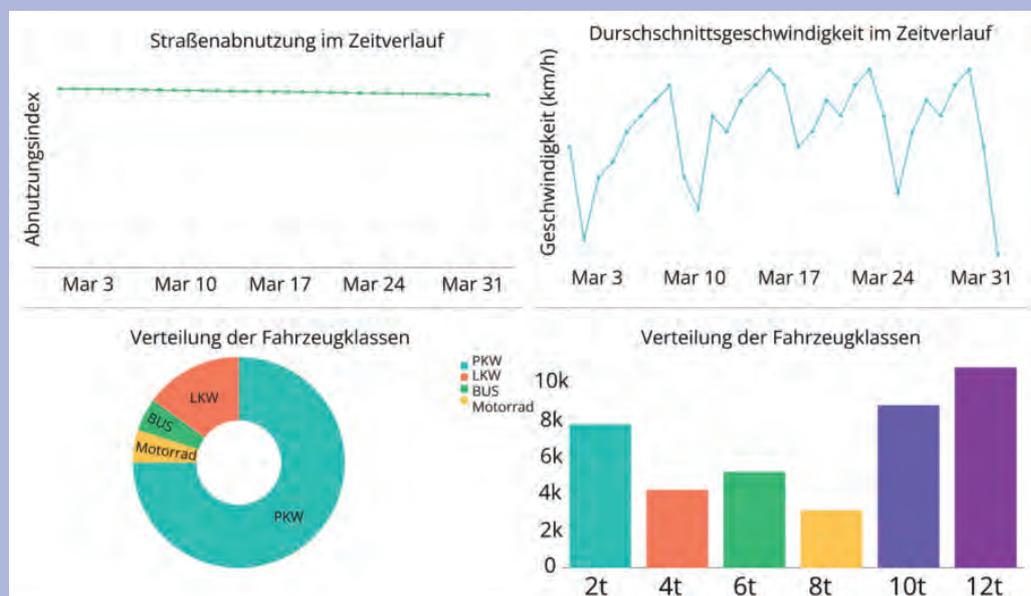
Forschungsprojekt RoadIT 1.0

Für die Dimensionierung des Straßenoberbaus und die Sanierungsplanung sind das Fahrzeuggewicht und Klimadaten wichtig. Diese Daten liegen insbesondere im nachgeordneten Straßennetz, also für Landes-, Kreis-, Gemeinde- und Ortsverbindungsstraßen nicht vor. Diesem Defizit begegnet das Projekt RoadIT 1.0 durch die Entwicklung eines kostengünstigen, flexiblen Multi-Sensorsystem für das Live-Monitoring der Straßen.

2024 wurden die Konzept- und Teststudien zur Auswahl von Sensorkomponenten und deren Ankopplung abgeschlossen. Die Experimente aus dem vergangenen Jahr wurden fortgeführt und so Signale von knapp 300 Fahrzeugüberfahrten erfasst und systematisch analysiert. Unter Verwendung von maschinellen Lernmethoden konnte eine Auflösung des Fahrzeuggewicht von 1t erreicht werden. Damit ist der notwendige Richtlinienstandard erfüllt. Aufbauend auf den Erkenntnissen der Testversuche

wurde das Messsystem weiter verbessert. Neben den bereits erfassten Beschleunigungssignalen wurden Magnetfeldsensoren integriert und erprobt. Diese Sensoren können heranfahrende Fahrzeuge bereits frühzeitig detektieren, was die Robustheit des Messsystems weiter erhöht und zusätzliche Informationen zur Fahrzeuglänge liefert, was die richtlinienkonforme Klassifikation erleichtert. Ein weiterer Schwerpunkt war die Softwareentwicklung zur Erfassung und Echtzeit-Verarbeitung der circa 33.000 Rohdaten pro Überfahrt. In nur wenigen Sekunden werden die Signale verarbeitet und auf einem Online-Dashboard als Fahrzeuggewichte, Fahrzeugklassen und Temperaturdaten visualisiert. In Kürze soll das erweiterte Messsystem auf dem Firmengelände der Arlt Bau GmbH validiert und anschließend im Zuge eines kommunalen Straßenbauprojekts im Leipziger Südraum implementiert und im Langzeittest erprobt werden.

Das System visualisiert auf einem Online-Dashboard unter anderem Angaben zu Fahrzeuggewicht und -klasse.



Dashboard zur
Live-Visualisierung der
Oberbaubeanspruchung –
Prototyp

Forschungsprojekt GeoCheck

Ziel ist eine verbesserte geotechnische Interpretation des Spitzendrucks von Drucksondierungen.



Im Projekt GeoCheck untersuchen wir mit experimentellen und numerischen Methoden den Einfluss der Kornform von grobkörnigen Böden auf die Ergebnisse von Drucksondierungen. Neben der Dichte und dem Druck auf dem Korngerüst hat vor allem die Kornform und die initiale Ausrichtung der Partikel im Boden – sofern sie nicht heterogen ist – einen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften des Bodens. Diese mechanischen Eigenschaften werden in situ u. a. durch Drucksondierungen erfasst, wobei aktuell noch praxisnah übertragbares Wissen zum Einfluss der Kornform und der Ausrichtung der Partikel auf die Ergebnisse der Drucksondierung fehlen.

Gemeinsam mit unserem Projektpartner Baugrundbüro Klein arbeiten wir an dieser Fragestellung und beschäftigen uns konkret mit der Entwicklung eines Bodenmodells zur Beschreibung der kornformabhängigen Ergebnisse einer Drucksondierung in nichtbindigen Böden. Hierzu nutzen wir eine Kom-

bination aus numerischen und experimentellen Methoden. Experimentell untersuchen wir Materialgemische mit heterogenen Kornformereigenschaften vom ideal runden Glassand bis hin zu stark elongierten, gebrochenen Materialien und evaluieren den Einfluss von Kornformereigenschaften auf die Ergebnisse der erreichbaren Lagerungsdichten nach DIN 18126. Die Experimente dienen zur Kalibrierung der Diskreten-Element-Simulationen, mit der wir den Einfluss der Kornform in den Grenz- und Zwischenbereichen untersuchen.

Die experimentellen und numerischen Ergebnisse helfen unserem Projektpartner bei der Entwicklung eines mathematisch-physikalischen Modells zur verbesserten und automatisierten Berechnung von geotechnischen Parametern aus dem Spitzendruck von Drucksondierungen.

Ausführung einer Drucksondierung auf dem ehemaligen Tagebau Greifenhain am Restloch Casel

Forschungsprojekt GeoMeter

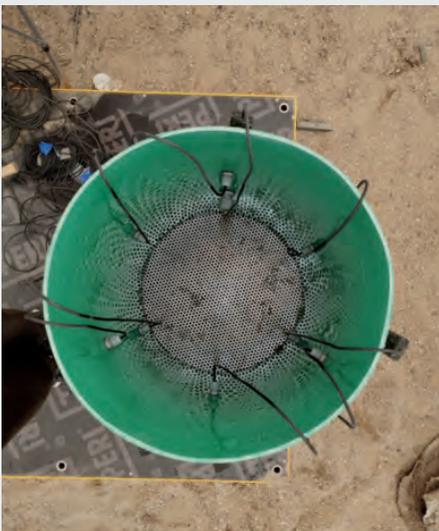
Das Forschungsprojekt GeoMeter baut auf den Erkenntnissen der Vorlauforschung Smart Grains DENSITY auf, in der erstmals bodenmechanische Zustandsgrößen wie Wassergehalt, Bodenart und Dichte durch antennenbasierte Streuparameter ermittelt wurden. Während hier eine Klassifikation der Messwerte in diskrete Kategorien erfolgte, setzt GeoMeter auf eine präzisere Messwertregression und erweitert das Anwendungsspektrum auf eine größere Bandbreite an Bodenarten.

Durch die Weiterentwicklung der Messtechnologie in GeoMeter wird eine kontinuierliche und hochpräzise Erfassung wesentlicher Bodenzustandsgrößen in Echtzeit möglich. Dies ist insbesondere für geotechnische Anwendungen und die Landwirtschaft von großer Bedeutung. So kann für die Geotechnik ein Überwachungssystem entwickelt werden, mit dem auf Grundlage der bodenmechanischen Zustandsgrößen Dichte und Wassergehalt dauerhaft auf bemessungsrelevante Kenngrößen geschlossen werden kann. In der Landwirtschaft liefert GeoMeter wertvolle Informationen zur Optimierung der Bewässerung und Bodenbearbeitung, wodurch Ressourcen effizienter genutzt und Erträge

gesteigert werden können. Innovative Ansätze des Smart Farming werden so durch unseren Ansatz unterstützt.

Durch den Einsatz künstlicher Intelligenz werden Messdaten automatisch ausgewertet, wodurch sich eine hohe Genauigkeit und Nutzerunabhängigkeit ergibt. Die angestrebte wirtschaftliche Validierung, bei der unter anderem ein Demonstrator für Messezwecke aufgebaut wird, soll den Weg für einen späteren Technologietransfer und so eine breite Anwendung ebnen.

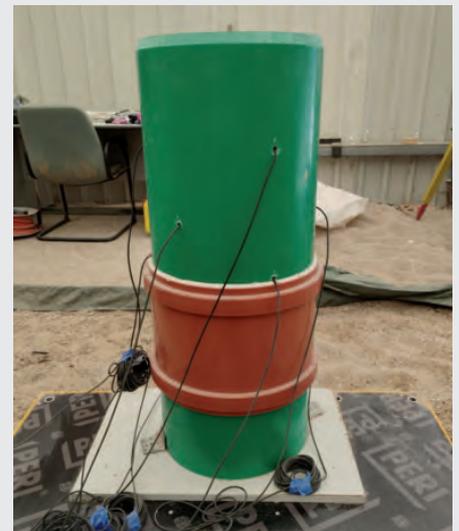
Durch GeoMeter wollen wir eine kontinuierliche Erfassung von Bodenzustandsgrößen in Echtzeit ermöglichen.



Sensoren erfassen die Feuchtigkeitsverteilung im Substrat



Tropfer sorgen für eine gleichmäßige Befeuchtung des Probenfläche



Der Modellaufbau mit Sensorenkabeln

Forschungsantrag Soils@Cities

Soils@Cities greift die Thematik Geotechnik und Klimawandel im urbanen Raum auf.

Mit dem Förderprogramm "Forschungsimpulse" hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft ein Instrument zur Förderung koordinierter Forschungsvorhaben, das sich an besonders forschungsorientierte Hochschulen richtet, entworfen. Dieses Förderinstrument soll Hochschulen dabei unterstützen, ihr wissenschaftliches Profil weiter zu entwickeln, ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern sowie langfristig die Bedingungen für erkenntnisorientierte Forschung zu verbessern. An der HTWK Leipzig wurde dazu unter Leitung des Institutsdirektors Prof. Thiele und Mitwirkung von Dr. Knut ein interdisziplinäres Konsortium aus 5 HTWK-Professuren sowie dem Umweltforschungszentrum Leipzig und der TU München gebildet und der Antrag Soils@Cities entworfen. Im September 2024 teilte uns die DFG mit, dass wir unter den 10 von 77 Antragstellenden sind, die zur Abgabe des Vollartrages aufgefordert sind. Der Antrag ist eingereicht und wir werden in 2025 erfahren, ob wir zu den ca. 5 geförderten Projekten gehören.

Soils@Cities greift dafür die Thematik Geotechnik und Klimawandel mit Fokus auf den urbanen Raum auf. Neben der Tragfähigkeit für Gebäude und Infrastruktur übernimmt der Boden im urbanen Raum zusätzlich aufgrund seiner Filter- und Pufferfunktionen Aufgaben im Bereich des Wasserhaushalts und des Schadstoffmanagements. So speichert und reinigt der Boden Niederschlagswasser, stellt es für Vegetationsflächen zur Verfügung und kühlt damit die Stadt. Durch die zunehmende Flächenversiegelung in Städten nimmt aber die dafür nutzbare Bodenfläche stetig ab. Soils@Cities hat das Ziel, das Potenzial des Bodens voll auszuschöpfen, um



damit seine wichtigen klimasichernden Funktionen im urbanen Raum für den Menschen langfristig zu sichern. Um die Klimaresilienz von Städten zu erhöhen, müssen u. a. Niederschlagsabflüsse im urbanen Raum schnell aufgenommen und längerfristig verfügbar gemacht werden. Dafür ist ein besseres Verständnis der Puffer- und Filterfunktionen des urbanen Bodens erforderlich. Daraus aufbauend können dann Bodeneigenschaften wie Wasseraufnahmefähigkeit und -rückhalt an die jeweilige städtische Situation optimal angepasst und so einem weiteren Funktionsverlust entgegengewirkt werden.

Titelbild des Antrags „Soils@Cities“



Lehre|Weiterbildung

- ▶ Zahlen und Fakten
- ▶ Öffentlichkeitsarbeit
- ▶ Graduierungsarbeiten

*Mitmachstand „Ein Sprung in ...
die Welt der Geotechnik“ auf der
SPIN 2030 in Dresden*

Zahlen und Fakten

In den beiden geotechnischen Forschungsgruppen G² Gruppe Geotechnik und GEONETIC des Instituts für Geotechnik waren im Jahre 2024 insgesamt 28 Personen als wissenschaftliche und studentische Mitarbeiter tätig. Die Drittmitteleinnahmen aus Forschungsprojekten und Dienstleistungen lagen im Jahr 2024 bei ca. 720 T€, ergänzend standen weitere Mittel (z. B. Stipendien) zur Verfügung.

Am 24. 04. 2024 unternahm der Bezirksverein Leipzig e.V. des Vereins der Straßenbau- und Verkehrsbaingenieure (VSVI) auf Einladung der Geotechnik der HTWK Leipzig eine Exkursion zu unserem GeoTechnikum. Nach einem Überblick zu unseren Forschungen und der Gerätetechnik in unseren Laboren und Versuchshallen gab es einen angeregten fachlichen Austausch. Mit einem Grillimbiss und Getränken endete die Exkursion.



Gerätevorführungen im GeoTechnikum im Rahmen einer Veranstaltung des VSVI



Im Geotechnik-Netzwerk für Innovation in der Hochschullehre – GeNIaL wirken mittlerweile über 20 Geotechnikprofessuren aus Universitäten und Fachhochschulen in Deutschland, Österreich und der Schweiz mit. Wir tauschen uns zu Lehr-, Praktika- und Prüfungsinhalten sowie zu Onlineangeboten und Lehrvideos aus. Ziel ist eine gemeinsame Entwicklung von Lehrmaterialien sowie eine Festlegung von Kernlehrinhalten im Fach Geotechnik.

Treffen des Netzwerkes GeNIaL auf der 38. Baugrundtagung in Bremen

Öffentlichkeitsarbeit

Veröffentlichungen

LÖWE, D.; LÖWE, B.: Erfahrungen mit der Impulsverdichtung zur Erweiterung von Deponiekapazitäten. Tagungsbeitrag 20. Leipziger Deponiefachtagung, Leipzig, März 2024

IYER, K.; OCAÑA ATENCIO, R. E.; THIELE, R.: An investigation on different air pluviators and their influence on segregation and changes in density over time, 43rd Solid Mechanics Conference, Breslau, 16. September 2024

LÖWE, B.; FOCK, V.; OERTEL, F.; THIELE, R.: Modellbildung zur Dynamik von Fallgewichten unter dem Einfluss einer zusätzlichen Bodenmasse, Posterbeitrag, 38. Baugrundtagung, 25.–27. September, Bremen

BEIL, J.; KNUT, A.; THIELE, R.: Factros effecting the saturation of triaxial smaples – a statistical evaluation, Posterbeitrag, 38. Baugrundtagung, 25.–27. September, Bremen

LÖWE, B.; LÖWE, D.: Abfallverdichtung auf Deponien – Klassik trifft Innovation, 34. Karlsruher Deponie- und Altlastenseminar, 16./17. 10. 2024

SPILLECKE, L.; KNUT, A.; BUSSE, H.; BORNSCHEIN, A.; THIELE, R.; Potentials for automated measurement of the soil shrinkage characteristics by an optical method; CEES2024; Al-Khobar, 04. 11. 2024

AL-AKEL, S.: Einfluss der natürlichen Sukzession auf die Standsicherheit der Oberflächenabdichtung einer Deponie, Springer Professional, Wasser und Abfall 12/2024

Tagungen/Veranstaltungen/Ausstellungen

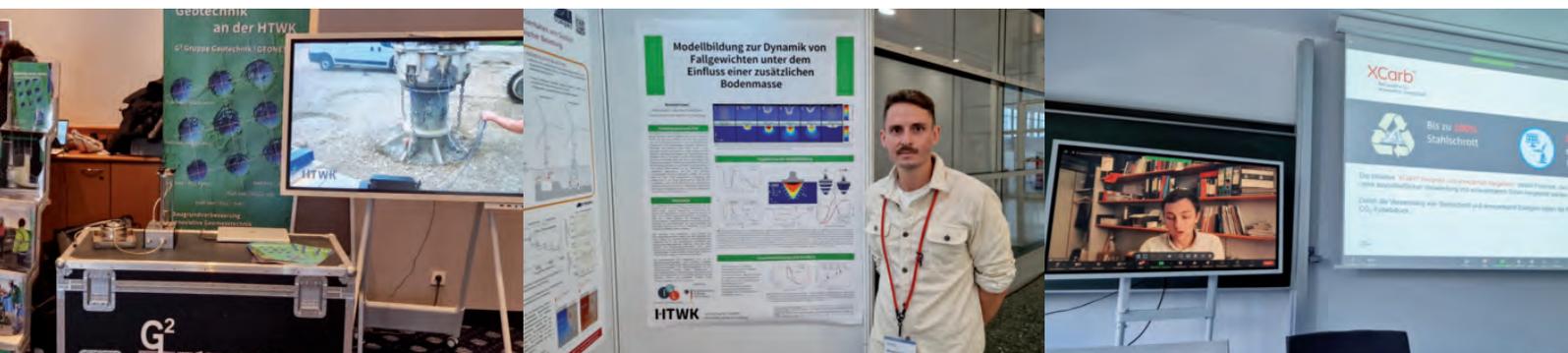
16. Geotechnikseminar an der HTWK Leipzig, Sommersemester 24, hybrid

17. Geotechnikseminar an der HTWK Leipzig, Wintersemester 24/25, hybrid

19. Erdbaufachtagung „Verfahrung und Projekte im Erd-, Grund- und Wasserbau“ (Leitung Bauakademie Sachsen unter Beteiligung der HTWK Leipzig), H4 Hotel Leipzig, 29. 02.–01. 03. 2024

20. Leipziger Deponiefachtagung, 12.–13. 03. 2024

SPIN 2030, Mitmachstand „Ein Sprung in ... die Welt der Geotechnik“, Dresden, 08.–09. 03. 2024



Unser Messestand auf der 19. Erdbaufachtagung

Poster auf der Baugrundtagung in Bremen

Online-Vortrag auf dem 16. Geotechnikseminar

Graduierungsarbeiten (Auswahl)

Bachelorarbeiten

Wieland Clauß: „Untersuchung zum Einfluss verschiedener Probenherstellungsmethoden und Probendurchmesser im Hinblick auf Sättigungsverhalten und Scherfestigkeit im Triaxialversuch“

Ludwig Enger: „Zur Anwendung der Diskreten-Element-Methode in der Geotechnik: Wahl und Parametrisierung von mikroskaligen Stoffparametern unterschiedlicher Medien“

Patrick Dietze: „Drucksondierungen – Systematischer Analyse von Studien zur Signalausprägung während des Schichtenüberganges“

Josefine Röder: „Untersuchungen von Störgrößen sowie methodischen Einflüssen bei der Messung der thermischen Leitfähigkeit wiederhergestellter Bodenproben“

Bastian Wiedemann: „Korrelationsbasierte Untersuchung von Feuchtigkeitsverteilungen in experimentellen Modellversuchen“

Moritz Zeun: „Technisch-wirtschaftliche Variantenuntersuchung des Basisabdichtungssystems eines neuen Deponieabschnittes der Deponie Puschwitz“

Florian Körnich: „Untersuchung der Niederschlagswasserabführung bei Böden mit geringer Versickerungsfähigkeit am Beispiel Umspannwerk Oschatz“

Anas Gallad: „Einsatz von Eisenschlacken im Straßenbau: Potentiale, Einsatzmöglichkeiten, und Regelungen“

Jule Paula Schüritz: „Erstellung und Auswertung unterschiedlicher bodenmechanischer Ringversuche durch vereinheitlichte Datenerfassung und Algorithmen sowie die Auswahl geeigneter Prüfmaterialien für den aktuellen Ringversuch 23/24“

Masterarbeiten

Rahim Jalali: „Entwicklung eines Einbaukonzeptes für Beschleunigungssensoren in Asphaltsschichten im Straßenbau“

Paule Werner: „Fallgewichtsverdichtung – Untersuchungen zum Einfluss der Fallgewichtsmasse und -geschwindigkeit auf Basis statistischer Versuchsplanung im Modellversuch“

Nils Neukirchner: „Fallgewichtsverdichtung – DIC-Untersuchungen zum Einfluss von Fallgewichtsmasse und -geschwindigkeit auf die Wirtktiefe und Wirkbreite im Modellversuch“

Fabian Brosge: „Einfluss der Probenvorbereitung und Versuchsdurchführung auf die Interpretation von statischen Verfüßigungsversuchen“

Raoul Storch: „Potentialuntersuchung zur Schaffung zusätzlicher Kapazitäten auf dem Deponiekörper Cröbern mit Hilfe der Methode der Impulsverdichtung im praktischen Versuch“

Max Heyl: „Einsatz elektromagnetischer Verfahren zur Verdichtungs- und Wassergehaltskontrolle im Erdbau“



Testeinbau von Beschleunigungssensoren mit Bitumen und Epoxidharz auf der Tragschicht



Dienstleistung | Transfer

- ▶ Labordienstleistungen
- ▶ Leistungsumfang
- ▶ Danksagung

Triaxialversuche im bodenmechanischen Forschungslabor am Institut für Geotechnik der HTWK Leipzig

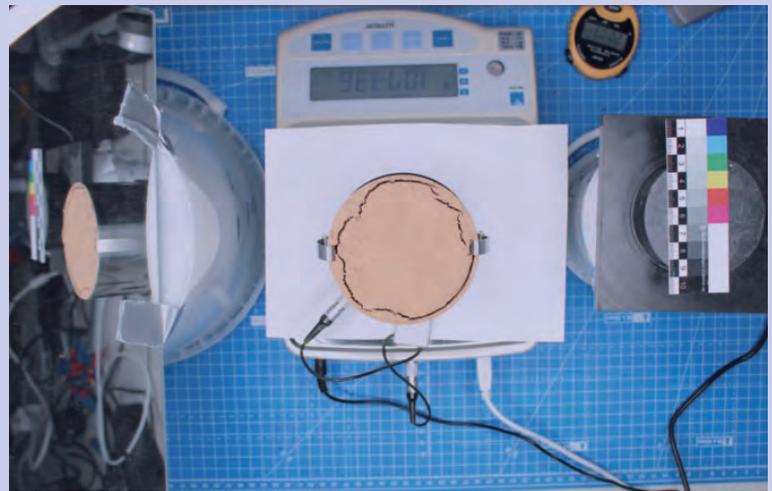
Labordienstleistungen

In den letzten Jahren wurden im Bodenmechanischen Forschungslabor neben der klassischen Forschung zunehmend auch praxisorientierte Dienstleistungen nachgefragt und durchgeführt. Diese Entwicklung ist ein wichtiger Schritt, um die Lücke zwischen hochwertiger erkenntnisorientierter Forschung und realer Baupraxis zu schließen. Durch die enge Zusammenarbeit mit Planungsbüros und anderen Partnern aus der Bauindustrie können neue Entwicklungen und Herausforderungen besser erkannt und in gemeinsamen Forschungsaufträgen und -Projekten untersucht werden. Unser Labor leistet damit einen starken Beitrag zum Erkenntnistransfer in die Baupraxis.

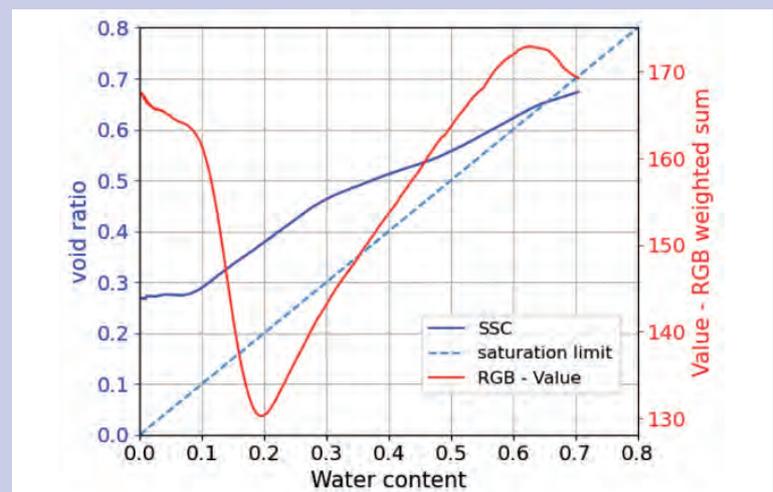
Ein Beispiel für diese Verzahnung von Wirtschaft und Wissenschaft ist die Messung der Wärmeleitfähigkeit von verschiedenen natürlichen und künstlichen Bodenmaterialien. Diese Messungen wurden im Jahr 2024 stark nachgefragt, da sie für Energieinfrastrukturprojekte von nationaler Tragweite wie z. B. den SüdOstLink, aber auch für andere wärmeemittierende Infrastrukturen wie z. B. Serverfarmen von zentraler Bedeutung sind. Die aus diesen Dienstleistungen gesammelten Erfahrungen und gewonnenen Erkenntnisse lassen sich nun auch in Forschungsprojekten nutzen. So ist die Wärmeleitfähigkeit und deren Zusammenwirken mit anderen bodenkundlichen Eigenschaften eine wichtige Informationsgrundlage zur Konzeptionierung und Dimensionierung von Blau-Grüner Infrastruktur im Hinblick auf das urbane Mikroklima. Darüber hinaus ist deren effiziente Ermittlung über große Bodenprofile weiterhin eine Herausforderung.

Neben der Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit haben wir uns im Jahr 2024 mit dem Aufbau von Prüfmöglichkeiten zur Ermittlung der Wasserretentionseigenschaften befasst. Durch die Kombination von zwei Prüfgeräten können wir die vollständige Bodenwasserspannungskurve von der vollständigen Sättigung bis zum sehr trockenen Bereich ermitteln. Dadurch können wir nicht nur die nutzbare Feldkapazität, sondern auch die ungesättigte hydraulische Leitfähigkeit über den gesamten Sättigungsgrad des Bodens bestimmen.

Neben dem Aufbau von bodenphysikalischen Prüfmöglichkeiten haben wir im zurückliegenden Jahr die Prüfmöglichkeiten für spezielle bodenmechanische Anforderungen erweitert. So sind wir nunmehr in der Lage lokale Dehnungen an triaxialen Bodenproben unter sehr hoher Dynamik zu ermitteln. Hierdurch können wir zyklische Phänomene, wie sie z. B. an Windenergieanlagen im on- und offshore-Bereich auftreten, im Labor nachbilden und analysieren. Darüber hinaus haben wir unser

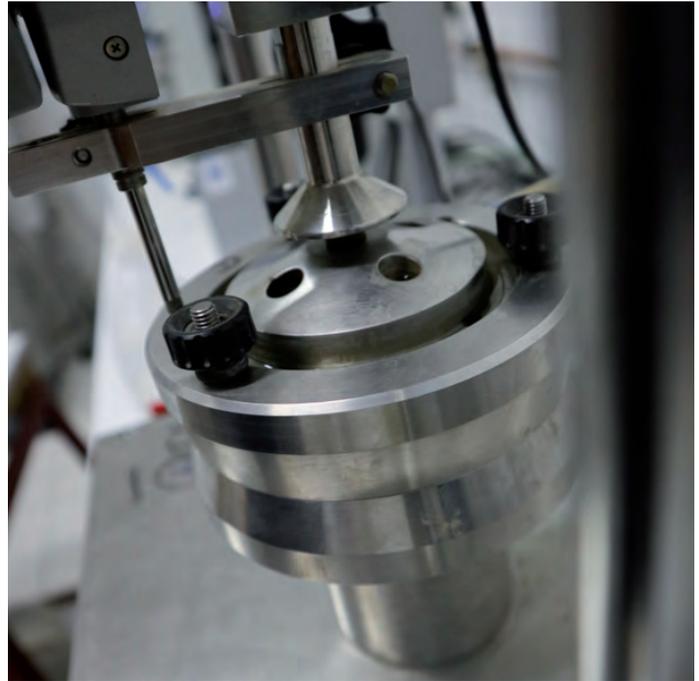


Messung der Wasserretentionskurve unter kontinuierlicher Austrocknung



Ergebnisdiagramm eines Schrumpfvorsuches mit kontinuierlicher optischer Ermittlung der Schrumpfkurve und der Veränderung der Farbwerte einer Probe

Unser bodenmechanisches Labor leistet mit praxisnahen komplexen bodenmechanischen Versuchen einen starken Beitrag zum Erkenntnistransfer in die Baupraxis.



Automatisierte Durchführung von Kompressionsversuchen

technologisches Spektrum um einen hochpräzisen Linienlaser erweitert. Mit diesem erfassen wir aktuell die volumetrische Schrumpfung von Böden, um so über die Norm der Schrumpfgrenze hinausgehende bodenmechanische Parameter abzuleiten. Konkret haben wir in Zusammenarbeit mit Implenia das Schrumpf-Quellvermögen verschiedener Bentonite in 2K-Ringspaltmörteln untersucht. Weiterhin ermitteln wir das Volumen des Schüttkegels mit dieser Technologie und sind so in der Lage, nicht nur den kritischen Reibungswinkel, sondern auch die kritische Porenzahl mit hoher Präzision zu bestimmen.

Neben diesen innovativen neuen Prüfmöglichkeiten wird unser Alltag in der Dienstleistung aber auch weiterhin durch klassische bodenmechanische Versuche bestimmt. So wurde 2024 ein umfangreiches Laborprogramm im Zuge der Baugrunderkundung des Erweiterungsbaus der deutschen Nationalbibliothek umgesetzt. Der Schwerpunkt lag dabei vor allem auf Untersuchungen der Kompressibilität und der Scherparameter im Ödometer- und Triaxialversuch.



Proben während der Messung der Wärmeleitfähigkeit



Scherversuchsstände

Leistungsumfang

Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen

- Baugrundverbesserung:
 - geotechnische Modellversuche, Konzeption, Durchführung und Auswertung von Probefeldern
- Bildbasierte Datenauswertung
 - High-Speed-Kamera inkl. Bilddatenauswertung, Drohnenbeflug, Photogrammetrie, Laserscanning
- Geowissenschaftliche Erkundungsmethoden
 - Oberflächenseismische Messungen, Anwendung des Georadar, FTIR-Spektroskopie
- Mikromechanische und FE-Simulation
 - Simulation der Geräte-Boden-Interaktion mit FEM
 - Mikromechanische Simulation von Partikeln mit der DEM
- Innovative Geomesstechnik
 - Entwicklung neuer und Modifizierungen bestehenden Messkonzepte und -systeme
 - Anpassung und individuelle Auswertung von konventioneller Sensorik
- Bodenmechanische Geräteentwicklung
 - Konstruktion individueller Prüfgeräte und -aufbauten im Labor und Feldmaßstab
- Geotechnische Verfahrenserprobung im Originalmaßstab
 - Konzeption, Ausführung und Auswertung in den geotechnischen Versuchshallen



Instrumentierter Messfuß bei der Impulsverdichtung bei einem Feldversuch

Bodenmechanische Laborleistungen

- Zustandsgrößen und Bodenchemie, Klassifikation, Verdichtbarkeit
 - Festigkeit:
 - Triaxialversuche statisch, dynamisch, nach Wunsch mit zusätzlicher Sensorik
 - Rahmenscherversuche
 - Druckversuche, Flügelscherversuche, Fallkegel
- Zusammendrückbarkeit:
 - Ödometerversuche
 - Quellversuche
 - Individuelle Zeit-Setzungs-Interpretation jeder Laststufe
- Wasser-, Wärme- und Lufthaushalt des Bodens:
 - Versuche zur Messung der Wärmeleitfähigkeit
 - Versuche zur Bestimmung der nutzbaren Feldkapazität
 - Bestimmung der ungesättigten und gesättigten Wasserdurchlässigkeit
 - Ermittlung der Luftdurchlässigkeit
- Individuelle Prüfkonfigurationen nach Kundenwunsch

Geotechnische und geowissenschaftliche Erkundungsleistungen

- Baugrunderkundung und Prüfung
 - statisches und dynamisches Plattendruckgerät
 - Ausstechzylinder, Sand-Ersatz-Verfahren, Ballongerät
 - raupenbasiertes Erkundungsgerät GTR 790 von Geotool, Feldflügelsonde
 - hydraulische Rammsonde DPH, pneumatische DPL, Kernbohrgeräte
 - Handpenetrometer (Penetrologger, Panda-Sonde)
- Mess- und Datenerfassungssysteme
 - Datenloggersystem für Wasserstandsmessungen
 - Vermessungsdrohne DJI P4 RTK
 - mobiles Bodenradar GSSI utility scan
 - mobile Drucksondiertechnik (35 kN, 100 kN)
 - seismisches Akquisiesystem (Summit X One)

Danksagung

Projekträger / Zuwendungsgeber

VDI Technologiezentrum GmbH
AiF Projekt GmbH
Innovative Hochschule
Euronorm GmbH
TÜV Rheinland
Bundesministerium für Bildung und Forschung
Bundesministerium für Digitales und Verkehr
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz



Projektpartner

Arbeitsgruppe EEL am FTZ Leipzig e.V
Technische Universität Dresden
Arlt Bauunternehmen GmbH
N4 Leipzig GmbH
infraTest Digital Solutions GmbH
Geomation GmbH
Menard GmbH
TERRA-MIX Bodenstabilisierungs GmbH
GSP Schwingungsuntersuchungen und dynamische Prüfmethode GmbH
Grübl Automatisierungstechnik GmbH
Baugrundbüro Klein GmbH
MTS Schrode AG



Zuschüsse für Personal, Versuche, Geräteanschaffung und Transfer

Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst
Sächsische Aufbaubank SAB
Forschungs- und Transferzentrum Leipzig e.V.
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig
CDM Smith Consult GmbH
Transferverein Saxony⁵



Impressum

Herausgeber und Redaktion: HTWK Leipzig, Institut für Geotechnik, Prof. Dr.-Ing. R. Thiele
Autoren: Institut für Geotechnik
Fotos/Bildrechte: Institut für Geotechnik sowie S. Reichhold (S. 1), I. Fattroth (S. 3), M. Ziems (S. 2), Dr. F. Böhl (S. 5)
Corporate Design: wenkerottke GmbH, Berlin
Layout und Satz: Steffi Glauche | Satz & Gestaltung, Leipzig

www.g2-gruppegeotechnik.de / www.geonetic.de / igl@htwk-leipzig.de / ralf.thiele@htwk-leipzig.de

Dieser Jahresbericht entsteht im Rahmen des Transferprojektes Saxony⁵.