

Geotechnik an der HTWK

G² Gruppe Geotechnik | GEONETIC

Jahresbericht 2023

Profil Feld 1 DG2.6 (W-O)

Profil Feld 1 DG2.5 (W-O)

Profil Feld 1 DG2.4 (W-O)

Profil Feld 1 DG2.1 (S-N)

Profil Feld 1 DG2.2 (S-N)

Profil Feld 1 DG2.3 (S-N)

10.
Jahres-
bericht

G² Gruppe Geotechnik | GEONETIC
Geotechnische Forschungsgruppen
an der HTWK Leipzig

HTWK

Hochschule für Technik,
Wirtschaft und Kultur Leipzig

166 m
163 m
159 m

2.27 m

Liebe Leserinnen und Leser

Tagtäglich beschäftigen wir uns mit der Erforschung des Materialverhaltens von Böden in unterschiedlichen Umgebungsbedingungen und -zuständen. Die dafür notwendige Charakterisierung des sensiblen Gefüges im In situ-Zustand geht dabei einher mit einer Reihe von Herausforderungen: Kleinste Störungen des Phasensystems bei der Probenentnahme und -präparation können Kennwerte stark verzerren, die Ankopplung konventioneller Messtechnik gestaltet sich aufgrund der granularen Struktur als anspruchsvoll, eine ungestörte optische Bewertung ist im Regelfall nicht einfach möglich und die Beschreibung der Wasser-Boden Wechselwirkung ist hochgradig komplex.

Seit ich vor etwa 4 Jahren Teil der geotechnischen Forschung an der HTWK wurde, beeindruckt mich die Vielfalt an unterschiedlichen und teilweise domänfremden Ansätzen – intelligente Sensorsysteme, mikro-mechanische Simulationen, komplexe Labor- und Modellversuche – mit denen trotz dieser Herausforderungen ein realistischer Blick „in den Boden hinein“ geworfen werden kann.

Heute fasziniert mich insbesondere die Arbeit mit den durch diese Methoden gewonnenen Daten. Diese Daten sind aufgrund ihrer aufwendigen Ermittlung häufig rar und bedingt durch den begrenzten Baugrundaufschluss und der inhärenten räumlichen Bodenvariabilität mit Unsicherheiten belegt. In den Datenwissenschaften beschreibt man diesen Umstand mit dem Begriff „sparse data“ – Daten mit geringer Informationsdichte.

Um auf dieser Datenbasis den Anspruch an Sicherheit und den effizienten Einsatz von Ressourcen trotzdem gerecht zu werden, bedarf es einer optimalen Bündelung neuer und bestehender Datenquellen. Eine Basis dafür ist bereits in Form von fachübergreifenden digitalen Baugrundmodellen, frei zugänglichen Geo-Datenbanken und durch die verstärkte Nutzung von moderner Messtechnik bei der Baugrundvergütung geschaffen. Ausstehendes Potential gibt es allerdings noch bei der Berücksichtigung von fehlenden oder unsicheren Baugrundinformationen und der intelligenten Verknüpfung mit Maschinendaten. Tagtäglich werden erweiterte Interpretationsmethoden entwickelt und neue Datenquellen erschlossen. Für uns als anwendungsnahe Forschende wird diese Entwicklung auch unsere Tätigkeit im neuen Jahr maßgeblich prägen. Ich freue mich daher auf zahlreiche neue Impulse!

Ihr



Herrmann Busse



Editorial

Mit der Auflage 2023 erhalten Sie nun schon den 10. Jahresbericht zu geotechnischen Forschungen an der HTWK Leipzig. Dieses kleine Jubiläum haben wir zum Anlass genommen, Gestaltung, Inhalt und Umfang zu überarbeiten. Erstmals können Sie sich in diesem neuen Jahresbericht über die Aktivitäten in den beiden geotechnischen Forschungsgruppen, der G² Gruppe Geotechnik und der GEONETIC, informieren. Im Abschnitt „Geotechnik“ berichten wir über die Gesamtstruktur unserer geotechnischen Forschungen, über die strategische Weiterentwicklung und über neue Forschungsschwerpunkte, sowie den Auf- und Ausbau unseres GeoTechnikums. Im Abschnitt „Forschungsprojekte“ stellen wir in bekannter Form alle in 2023 bearbeiteten geotechnischen Forschungsprojekte vor. Im Abschnitt „Streiflichter“ haben wir dann weitere Aspekte dargestellt. Ergänzend finden Sie Angaben zu unserer Öffentlichkeitsarbeit, den betreuten Graduierungsarbeiten sowie zu unserem Forschungs- und Dienstleistungsumfang. Unser Geotechnikseminar, eine Semesterveranstaltung mit 5 Fachvorträgen und mittlerweile in der 15. Auflage, erfreut sich wachsender Beliebtheit und überregionalem Interesse. Dank unserer hybriden Teilnahmemöglichkeit und interessanten Vortragenden mit aktuellen Themen konnten wir in der letzten Zeit immer bis zu 70 Teilnehmende begrüßen. Um unsere Forschungsergebnisse einem breiten Fachpublikum zugänglich zu machen, waren wir als Vortragende im Jahr 2023 wieder auf verschiedenen Veranstaltungen präsent, so u. a. auf der Erdbaufachtagung, der Nachwuchswissenschaftlerkonferenz, dem Tag der Nachwuchsforschung, dem BIH-Treffen, dem Karlsruher Deponie- und Altlastenseminar und der Dresdner Fachtagung Geotechnik. Außerdem war fast unser gesamtes Team zur Weiterbildung und zum Netzwerken auf den Fachsektionstagen in Würzburg dabei.

Unser Dank gilt allen Förderern, Helfern und Unterstützern und damit wünsche ich Ihnen viel Spaß bei der Lektüre des nunmehr 10. Jahresberichts der Geotechnik an der HTWK Leipzig.

Ihr

Prof. Dr.-Ing. Ralf Thiele



Einweihung unserer Versuchshalle II im Dezember 2023

Inhalt

Geotechnik	4
Forschungsthemen	8
Streiflichter	16

Titelfoto:

Digitales Geländemodell einer Fallgewichtsverdichtung, erstellt aus Drohnenaufnahmen mit einer photogrammetrischen Auswertung (siehe auch Seite 10)



Geotechnik

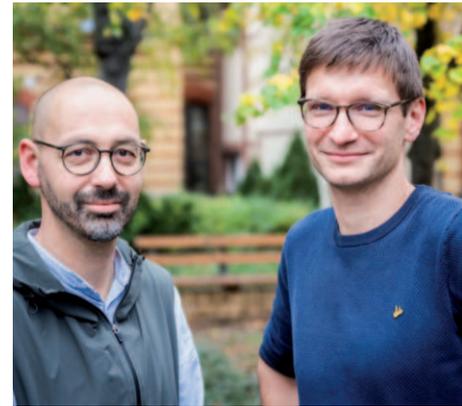
- ▶ Aufbau und Status quo der Geotechnik
- ▶ Struktur, Strategie, Forschungsschwerpunkte
- ▶ GeoTechnikum – Hallen, Laborräume

*Vor der neuen geotechnischen
Versuchshalle II im GeoTechnikum
in der Eilenburger Straße*

Geotechnik an der HTWK Leipzig

Aufbau und Status quo der Geotechnik

Vor 12 Jahren haben wir die G² Gruppe Geotechnik gegründet – eine interdisziplinäre Forschungsgruppe, die sich seitdem intensiv mit den Themen Bodenverbesserung und Bodenverdichtung beschäftigt. Mit der erfolgreichen Bewerbung von Dr. Sandig im Jahre 2017 auf die erstmalig von der Hochschule ausgeschriebene mehrjährige Postdoc-Förderung wurde GEONETIC, eine Forschungs- und Transfergruppe mit einem Fokus auf Geomesstechnik gegründet. Durch eine geplante Sanierungsmaßnahme am Campus brauchten wir für unsere Versuchs- und Laborflächen ein langfristiges Interim. So haben wir seit über 6 Jahren zwei geotechnische Forschungsgruppen, die an den Standorten Campus Liebknechtstraße (G² Gruppe Geotechnik) und Campus Eilenburger Straße (GEONETIC) arbeiten. Das Ende der Tätigkeit von Prof. Thiele als Prorektor Forschung und das Ausscheiden von Dr. Sandig haben wir zum Anlass genommen, die Strukturen der Geotechnik an der HTWK Leipzig neu zu ordnen und damit unsere Schwerpunkte in der Forschung zu konkretisieren sowie zukunftssicher weiterzuentwickeln. Wie dieser Prozess gestaltet werden kann, wurde mit den Mitarbeitenden bei einem mehrtägigen Ausflug erörtert. Für uns heißt Arbeiten an der HTWK, dass wir neben Lehre und Forschung auch Aufgaben und Verantwortung im wechselseitigen Wissensaustausch mit der Gesellschaft, der sogenannten Third Mission, übernehmen. Ein Beispiel für dieses Engagement ist unsere Tätigkeit auf dem Neuen Israelitischen Friedhof. Im Zuge unserer Strukturentwicklung werden wir auch Innovationen in der Lehre umsetzen. Ziel und Motivation sind dabei die nachhaltige Entwicklung von Kompetenzen durch die praktische Einbindung von neuen Labor- und Erkundungsmethoden in die Lehre sowie die Beteiligung der Studierenden an Forschungsprojekten. Dazu stehen wir im Austausch mit anderen Geotechnik-Professuren in Deutschland, Österreich und der Schweiz im Rahmen des Netzwerkes GeNIaL (Geotechnisches Netzwerk für Innovationen in der Lehre). Gegenwärtig binden wir in Projektarbeiten unsere Versuchshallen zu Themen wie Drucksondierung, Radar, Seismik und Sensoren im Boden ein und integrieren parallel Themen wie Nachhaltigkeit, BIM und Numerik in den Lehrstoff.



Verabschiedung von Dr. F. Sandig und Übergabe der Aufgaben an Dr. A. Knut

Ausflug nach Mücheln





Triaxialanlagen
im GeoTechnikum

Struktur, Strategie, Forschungsschwerpunkte

Im Zuge unserer Umstrukturierung haben wir die beiden bislang autarken geotechnischen Forschungsgruppen unter das gemeinsame Dach der Geotechnik an der HTWK gestellt. Dabei widmen wir uns den Aufgabenfeldern: (1) Forschung und Entwicklung, (2) Dienstleistung und Transfer, sowie (3) Lehre und Weiterbildung.

In *Forschung und Entwicklung* arbeiten wir an den zukunftsorientierten übergeordneten Schwerpunktthemen: klimawandelbedingte Effekte in der Geotechnik, Digitalisierung und KI-basierte Dateninterpretation sowie Kreislaufwirtschaft und Umweltgeotechnik. Wir verfolgen dabei innovative Ansätze und lassen uns von den Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen leiten. Aufgaben im Kontext des Strukturwandels sind uns dabei besonders wichtig. Die bisherigen Gruppen bleiben erhalten und bearbeiten klar definierte Themenschwerpunkte. Das Schwerpunktfeld der G² Gruppe Geotechnik bilden die Baugrundverbesserung, bildbasierte geotechnische Messmethoden und geowissenschaftliche Erkundungsmethoden. GEONETIC fokussiert sich auf innovative Geomesstechnik, die mikromechanische Simulation mit der Diskreten Element Methode und die bodenmechanische Geräteentwicklung.

Dienstleistung und Transfer forciert die Übertragung unserer Forschungsergebnisse in die Praxis. So haben wir im Jahr 2023 auf Deponien Versuche mit verschiedenen Verdichtungstechnologien von der messtechnischen Instrumentierung der Geräte über die Erkundung bis zur wissenschaftlichen Berichtlegung begleitet. Mit unseren geowissenschaftlichen Erkundungsmethoden konnten wir nachweisen, dass beim gezielten Einsatz von Verdichtungssystemen ein signifikanter Volumengewinn in Deponiekörpern generiert wird und damit die verfügbare Deponiekapazität wirtschaftlich erhöht werden kann. Diese Ergebnisse





haben wir auf mehreren Tagungen vorgestellt, was auf breites Interesse aus der Fachwelt gestoßen ist. Neben dem Transfer von wissenschaftlichen Ergebnissen für die Fachwelt ermöglichen wir mit unserem frei zugänglichen virtuellen Laborrundgang auch Fachfremden einen Einblick in ein bodenmechanisches Forschungslabor. Diesen Laborrundgang werden wir in diesem Jahr durch weitere Inhalte und Videos ergänzen.

In *Lehre und Weiterbildung* geht es uns um eine innovative Wissensvermittlung, sowohl für Studierende als auch für die Praxis. Um geotechnische Lehre zeitgemäß weiterzuentwickeln, planen wir gegenwärtig den Aufbau eines überregional zugänglichen Schulungszentrums für Bodenmechanik. Dieses soll durch den Einsatz von Mixed-Reality den Lernenden einen völlig neuen Zugang zur Bodenmechanik direkt in unserem Forschungslabor ermöglichen. Das Schulungszentrum soll für Berufsschüler und Studierende sowie für Experten zu berufs begleitenden Weiterbildungen zur Verfügung stehen.

Links: Versuchsgrube II vor der Befüllung mit „Modellsand“

Rechts: Unsere beiden überdachten geotechnischen Versuchsgruben (Versuchshallen) im GeoTechnikum

GeoTechnikum – Versuchshallen, Laborräume

In den vergangenen Jahren haben wir am Campus Eilenburger Straße die Forschungskapazitäten der Geotechnik an der HTWK Leipzig systematisch aufgebaut, um u. a. den Strukturwandel in der Region zu begleiten. Eine erste kleine Prüfhalle entstand am Campus im Jahr 2020. Ein Jahr später wurde das neue bodenmechanische Forschungslabor in Betrieb genommen. Dabei entstanden erste neue Büroräume im selben Gebäude. Seit der Fertigstellung unserer zweiten, großen Versuchshalle Ende 2023 wird der entstandene geotechnische Forschungskomplex als GeoTechnikum bezeichnet. Ein weiterer Ausbau der Labor- und Bürokapazität hat begonnen und soll 2024 abgeschlossen sein. Im GeoTechnikum werden wir an einem Standort forschen und experimentieren, neu- und weiterentwickelte Verfahren ausprobieren und demonstrieren sowie Dienstleistungen und Weiterbildungen anbieten. Dabei erfolgt der Transfer von Wissen und Know-how im Rahmen des Transferverbundes Saxony⁵.

In den Versuchshallen erproben wir geotechnische Verfahren und Werkzeuge, wie Walzen und Sonden und testen deren Wirkung im Realmaßstab bei reproduzierbaren Baugrundbedingungen. So arbeiten wir z. B. im Schwerpunkt Baugrundverbesserung intensiv an der Neu- und Weiterentwicklung von Methoden, mit denen u. a. Kippenböden effektiv und effizient verdichtet werden können. Im Bereich innovativer Geomesstechnik beschäftigen wir uns am Standort mit der Entwicklung von drahtlosen Sensoren zur Messung der Dichte und des Wassergehalts. Darüber hinaus kann auch das Monitoring von Bodenbewegungen in großen Dimensionen erprobt werden. In den Laborbereichen arbeitet ein interdisziplinäres Team an der Digitalisierung und Weiterentwicklung von Labor- und Feldversuchen. Mit unserem bodenmechanischen Labor stehen wir für technisch anspruchsvolle und umfängliche Forschungs- und Dienstleistungsaufgaben zur Verfügung. Mit dem GeoTechnikum steht uns nun an der HTWK Leipzig ein fast einzigartiger „Versuchsraum“ für geowissenschaftliche Forschungen, für einen Wissensaustausch mit Gesellschaft und Industrie sowie zur Lösung praxisnaher Fragestellungen zur Verfügung. Unser Dank gilt dafür allen Beteiligten, Förderern und Mittelgebern.



Forschungsprojekte

- ▶ RoDyCom
- ▶ Solver
- ▶ ProVed
- ▶ RoadIT 1.0
- ▶ HEro
- ▶ Smart Grains - Density
- ▶ Saxony⁵

Weg- und Beschleunigungsmessungen bei einem Testfeld mit der Impulsverdichtung im Forschungsprojekt ProVed

Forschungsprojekt RoDyCom

Ende März 2023 endete unser Forschungsprojekt RoDyCom. Die Aufgabenstellung, die Wirkungsweise vom Verdichtungssystem Rolling Dynamic Compaction (RDC) auf Kippenböden wissenschaftlich zu erfassen und zu beschreiben, wurde in einem interdisziplinären Arbeitsteam aus Maschinenbau- und Bauingenieuren erfolgreich bearbeitet. Durch die Verwendung von unterschiedlichen Prüfwerkzeugen wie Modellversuchen, numerische Simulationen sowie Labor- und Feldversuchen wurden Möglichkeiten und Grenzen dieser Technologie aufgezeigt.

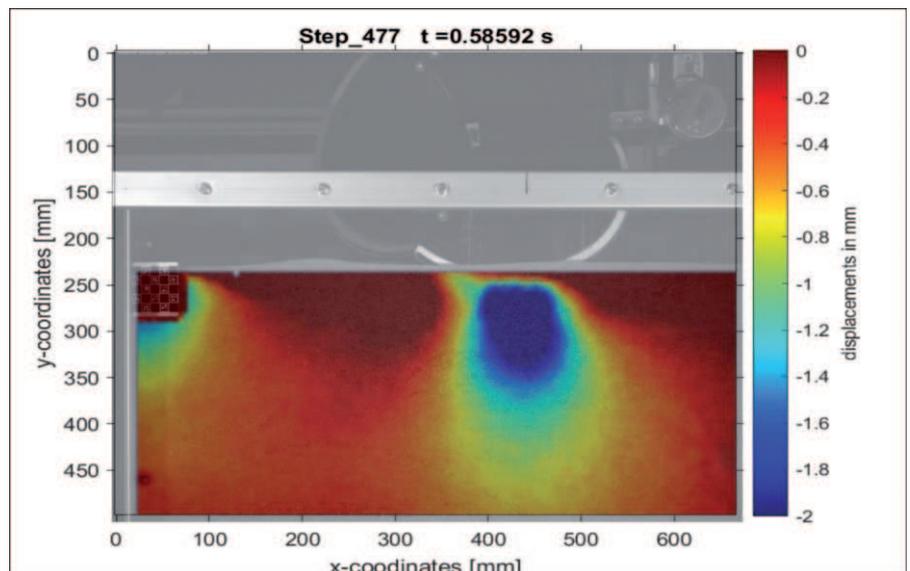
Auf der Grundlage einer Datenbank, in der alle bekannten Forschungsarbeiten über RDC sowie Daten zu verschiedenen Kippenböden gesammelt wurden, konnten alle geotechnisch relevanten Parameter und maschinentechnischen Einflussfaktoren zusammengefasst werden. Durch die Erstellung eines numerischen Grundmodells wurden neue Erkenntnisse über die Modellierung der kinematischen Randbedingungen des Walzantriebs gewonnen. Das Bodenverhalten wurde über das hypoplastische Stoffgesetz modelliert. Dazu wurde

ein standardisiertes Verfahren zur Bestimmung der Materialparameter entwickelt, das durch die Kombination bekannter Ansätze zur Kalibrierung ein möglichst kleines, aber ausreichend genaues Versuchsprogramm umfasst.

Es wurde ein theoretischer Ansatz zur Beschreibung der Kinematik entwickelt, mit dem Energie und Impuls auf einen starren Untergrund für beliebige Walzengeometrien und Zuggeschwindigkeiten abgeschätzt werden können. Außerdem wurde die Kinematik der Achsenbewegung durch die drei Phasen Heben, Fallen und Stoß beschrieben. Es wurde festgestellt, dass RDC den Boden vor allem in der Stoß-Phase verdichtet. Dieses Ergebnis wurde durch die ganzheitliche Erfassung der Walzenkinematik in einem Feldversuch bei zwei Zuggeschwindigkeiten und jeweils 40 Überfahrten bestätigt. Die Kontaktkraft ist eine für die Verdichtung in vertikaler und horizontaler Richtung ausschlaggebende Komponente. Es konnte im Feldversuch gezeigt werden, dass unzureichend verdichtete Bereiche durch die Analyse der Beschleunigungsmaxima beim Stoß und der Oberflächensetzungen erkannt werden können.

Nach 48 Monate kommt das Forschungsprojekt RoDyCom zu einem erfolgreichen Ende.

Einblicke in den Boden, dank des Einsatzes einer Hochgeschwindigkeitskamera im Modellversuch



Forschungsprojekt Solver



Ein Bewertungsmaßstab für die Fallgewichtsverdichtung ist im Kontext von Strukturwandaufgaben bei der Sanierung von Tagebaufolgelandschaften erforderlich.

Probefeld auf einem Deponiekörper für die Fallgewichtsverdichtung

Unser Lösungsweg zum Projektziel, der Echtzeitbewertung der Fallgewichtsverdichtung (FGV), basiert unverändert auf Beschleunigungsmessungen am Fallgewicht und einer 3D-Erfassung der Geländeoberfläche am Verdichtungspunkt nach jedem Schlag.

Nach intensiver Datenerfassung auf Baustellen haben wir uns in diesem Jahr auf die korrekte Interpretation der gesammelten Daten konzentriert. Unser Schlüsselwerkzeug hierfür sind Modellversuche, die wir durch numerische FEM-Simulationen begleiten. Im Modell konnten wir erstmals zeitsynchrone Daten für den Beschleunigungsverlauf am Fallgewicht und den Verlauf der Bodenverformungen aus unseren DIC-Untersuchungen erheben. Dies ermöglichte es uns, den Signalverlauf der Beschleunigung mit zeitbezogenen Zustandsveränderungen des Bodens in Verbindung zu bringen. Durch spezielles Processing der DIC-Versuchsdaten konnten

wir die Ausbreitung von Beschleunigungsfeldern identifizieren, die uns Erkenntnisse über die Bodenkraft sowie die Ausbildung von Kraftketten lieferten. Die Beobachtungen decken sich mit Ergebnissen unserer FEM-Simulationen.

Für die 3D-Erfassung von Bodenoberflächen wurde ein neuer Versuchsstand eingerichtet, in dem Photogrammetrie und Laserscanning eingesetzt werden. Die bisher durchgeführten hochpräzisen Messungen erlauben einen züversichtlichen Blick ins neue Jahr, in dem wir das Auftreten von Höhenstrukturen am Verdichtungskrater mit dem Bodenzustand in Verbindung bringen wollen. Der Messansatz soll einen objektiven Bewertungsmaßstab für die FGV einführen. Dieser ist besonders im Kontext von Strukturwandaufgaben bei der Sanierung von Tagebaufolgelandschaften erforderlich, um die eingebrachte Energie kontrolliert zu steuern und den Verdichtungserfolg flächendeckend zu sichern.

Forschungsprojekt ProVed

Im Forschungsprojekt „proVed“ beschäftigen wir uns mit der Entwicklung einer Verdichtungskontrolle für die Impulsverdichtung. Bei der Impulsverdichtung wird ein 9 Tonnen schweres Fallgewicht aus einer Höhe von 1,2m auf einen Verdichtungsfuß fallen gelassen. Aufgrund der hohen Arbeitsfrequenz von bis zu 30 Schlägen pro Minute werden hohe Energieeinträge erzielt. Dadurch lassen sich große Flächen bis zu einer Tiefe von 8m sehr effektiv verdichten. Ziel des Projektes ist es, prozessbegleitend einen Tragfähigkeitsbeiwert zu bestimmen, der die Qualität der erreichten Verdichtung ausdrückt. Dazu erforderliche Daten sollen über eine am Verdichtungsfuß installierte Kombination aus Dehnungsmessstreifen und Beschleunigungssensoren aufgezeichnet werden. Dafür wurde ein neuer Verdichtungsfuß konstruiert und gebaut. Damit können wir nun die Reaktion des Bodens (Kraft-Setzungs-Verlauf) auf den Impuls messen. In anschließenden Feldversuchen haben wir den Messansatz erfolgreich validiert. Um Messdaten auch im Baustellenbetrieb erfassen zu können, wurde zudem eine dauerhafte Schnittstelle zum Bordcomputer des Impulsverdichters hergestellt.

In Modellversuchen untersuchten wir begleitend komplexe Zusammenhänge in einer kontrollierten Versuchsumgebung. Unser Versuchstand wurde dafür umfänglich weiterentwickelt. Wir können nun die erreichte Verdichtung durch unser neues Drucksondiersystem erfassen und der Bodenein- und -ausbau erfolgt weitgehend automatisiert. Die Messdaten aus den Feld- und Modellversuchen liefern uns die erforderliche Datenbasis zur Entwicklung einer Auswerterroutine, um einen dynamischen Tragfähigkeitskennwert zu ermitteln. Hieran arbeiten wir aktuell und wollen den Auswerteansatz anschließend in einem weiteren Feldversuch validieren. Zukünftig soll die Impulsverdichtung dadurch noch effizienter und effektiver durchführbar sein

Ein dynamischer Tragfähigkeitsbeiwert soll die Qualität der erreichten Verdichtung ausdrücken.



Links: Neu konstruierter Verdichtungsfuß mit installierter Sensormesstechnik
Oben: Durchführung einer Drucksondierung am Versuchstand

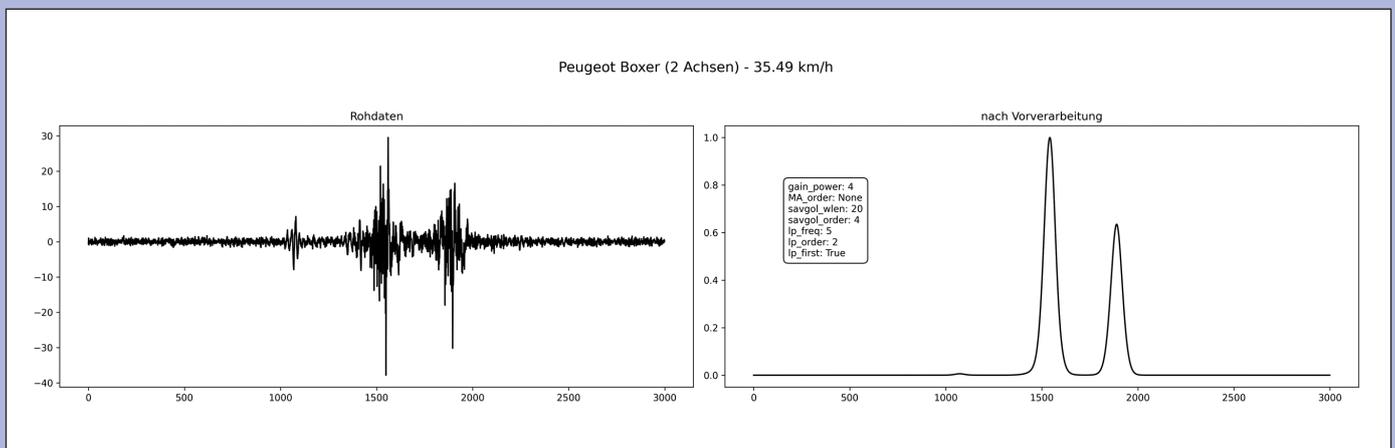
Forschungsprojekt RoadIT 1.0

Abseits des Fernstraßennetzes wird die Beanspruchung des Straßenoberbaus durch Schwerverkehr und klimatische Einflüsse nicht messtechnisch erfasst. Solche Beanspruchungsdaten sind allerdings notwendig, um Sanierungsmaßnahmen gezielt zu planen und bedarfsgerecht auszuführen und somit die Nutzungsdauer der Straße nachhaltig verlängern zu können. Im Rahmen dieses Projektes wird ein Multi-Sensorsystem entwickelt, welches durch Verschneidung unterschiedlicher Messprinzipien Informationen zur Fahrzeugart und dessen Gewicht, sowie Klimadaten in Echtzeit erfasst. Einen zentralen Baustein bilden dabei Schwingungssensoren und Magnetfeldsensoren. Die durch die Fahrzeugüberfahrt gemessene Signalform sollen mit Hilfe von künstlicher Intelligenz in Informationen zum Fahrzeug, und damit zur Straßenbelastung übersetzt werden.

Im ersten Projektjahr 2023 wurden zahlreiche Konzeptstudien und Recherchen zu geeigneten Sensorsystemen und Möglichkeiten der baupraktischen Integration in Neubau- und Bestandsstraßen durchgeführt. Daraus resultierende Prototypen wurden in unterschiedlichen Ankopplungsvarianten in einer Teststraße auf dem Gelände der ARLT Bauunternehmen GmbH integriert. Für die Testreihen nutzten wir verschiedene Fahrzeugklassen und testeten verschiedene. Abhängig von der Sensorankopplung war eine präzise Ausgabe der Achsanzahl und der Achslast der Fahrzeuge sowie der Asphalttemperatur möglich. Auf Basis dieser Ergebnisse arbeitet das interdisziplinäre Projektteam im Projektjahr 2024 an einer Überführung des Prototyps auf eine Kommunalstraße, um das System unter realistischer Beanspruchung testen und optimieren zu können.

Das Multi-Sensorsystem kann mit Hilfe von künstlicher Intelligenz Informationen zu Art und Gewicht von Fahrzeugen liefern.

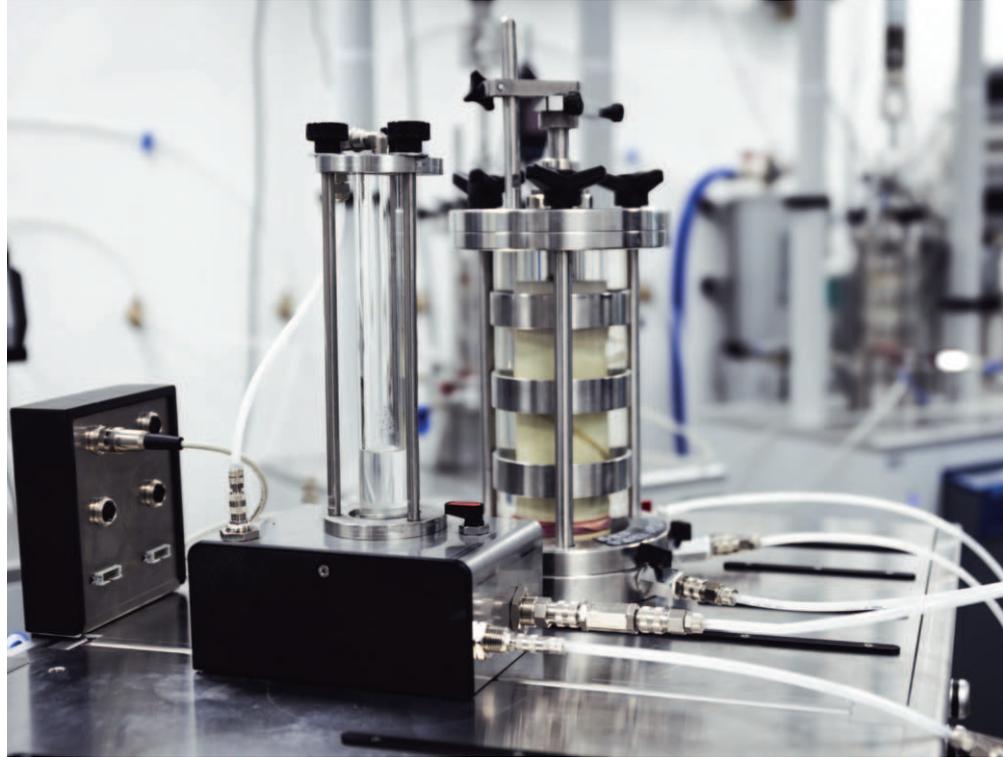
Entwickelter
Sensor-Prototyp



Identifizierung der Achsen durch intelligente Vorverarbeitung der Schwingungssignale

Forschungsprojekt HEro

Diese neuen Geräte erlauben damit auch kleineren Laboren Zugang zu zeitaufwendigen und komplexen bodenmechanischen Versuchen.



Im Projekt HEro wurde in Kooperation mit GEOMATION GmbH eine Anlage zur zeitgleichen, automatischen Sättigung von bis zu drei Bodenproben und ein neues Gerät zur Messung der Durchlässigkeit entwickelt. Die Sättigung ist eine notwendige Probenvorbereitungsphase, z. B. bei Triaxial- und Wasserdurchlässigkeitsversuchen. Je nach Bodenart und Probengröße ist diese Phase langwierig und blockiert in der Regel die Prüfgeräte. Die im Projekt entwickelte Anlage erlaubt die Sättigung der Proben außerhalb der Prüfgeräte für mehrere Proben parallel. Dadurch entsteht eine doppelte Effizienzsteigerung durch eine höhere Verfügbarkeit der Prüfgeräte und durch die Beschleunigung der zeitintensiven Vorbereitungsphase durch die Parallelisierung.

Wir haben im Projekt unterschiedliche Einflussfaktoren auf die Sättigungsdauer, die Konsolidation und die Scherparameter untersucht. Nach einer umfangreichen Studie mit grob- und feinkörnigen Böden haben wir unsere Ergebnisse in einer praxisnahen Handlungsempfehlung zusammengefasst.

Unter anderem beleuchten wir hierbei den Einfluss der gewählten Methode der Probekörperherstellung, den Einfluss von CO₂ und den Einfluss von Restsauerstoff im Porenwasser. Damit geben wir anderen Laboren Hinweise auf wesentliche Einflussfaktoren, um die Dauer der Sättigung zu verkürzen.

Der mobile Aufbau zur parallelen Sättigung und Konsolidation nutzt steuerbare Ventile, die durch eine intelligente Regelung auf die jeweiligen Nutzereingaben und den aktuellen Zelldruck reagieren. Das Messgerät zur Erfassung der Durchlässigkeit kann bis zu einem Absolutdruck von 2000 kPa Änderungen des Wasservolumens messen, wobei die Daten vollständig digital erfasst werden. So wird der Versuch aufgrund einer größeren Datenmenge qualitativ verbessert und gleichzeitig beschleunigt, ein manuelles Ablesen ist nicht mehr notwendig. Diese neuen Geräte und die ergänzenden Handlungsempfehlungen erlauben damit auch kleineren Laboren Zugang zu zeitaufwendigen und komplexen bodenmechanischen Versuchen

Neues kompaktes Prüfgerät zur automatischen Messung der Wasserdurchlässigkeit

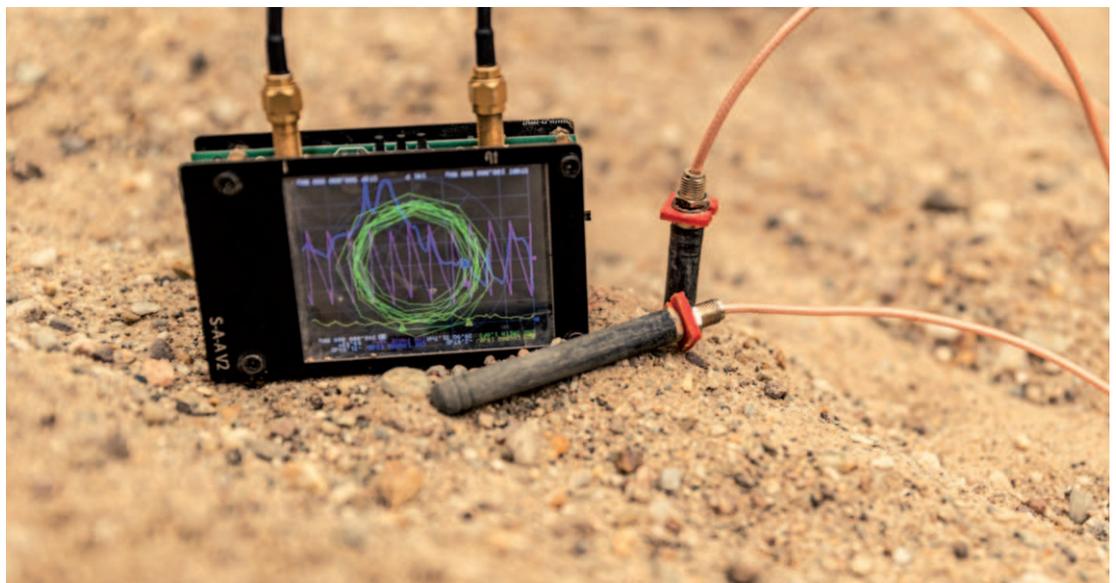
Forschungsprojekt Smart Grains – DENSITY

Durch den bald stattfindenden Braunkohleausstieg geraten große Tagebauareale in die Nachsorgephase. In dieser herrscht ein großer Bedarf an großflächigen Überwachungsmaßnahmen, da insbesondere Kippenböden durch den Wiederanstieg des Grundwassers in ihrer Tragfähigkeit gefährdet sind. Aktuell können in der Baugrunderkundung Bodenzustandsgrößen wie Dichte, Wassergehalt und Bodenart nur mit einer Isotopsonde kombiniert erfasst werden. Sondierungen dieser Art erfolgen nur punktuell und setzen geschultes Fachpersonal voraus. Im Rahmen dieses Vorlaufforschungsprojektes wird ein antennenbasiertes Sensorsystem entwickelt.

Die mit dem Sensorsystem erfassten Signale werden mithilfe von künstlicher Intelligenz in interpretierbare geotechnische Parameter übersetzt.

Durch die Erfassung von charakteristischen Eigenschaften einer Antenne, die in den Boden eingebracht wurde, können Informationen zur Dichte, Wassergehalt und Bodenart ermittelt werden. Die durch die jeweilige Bodenzusammensetzung entstehenden charakteristischen Signalformen werden mithilfe von künstlicher Intelligenz in interpretierbare geotechnische Parameter übersetzt.

In der Projektlaufzeit von 2021 bis 2023 wurden zahlreiche Voruntersuchungen und Versuchsreihen zur Beeinflussung der elektromagnetischen Wellencharakteristik durch Änderungen des mehrphasigen Systems Boden durchgeführt. Daraus resultierende Erkenntnisse wurden in einer Langzeit-Versuchsreihe am GeoTechnikum der HTWK überprüft und erfolgreich nachgewiesen. Für die Versuchsreihen wurden Böden mit unterschiedlicher Trockendichte künstlich beregnet und anschließend durch Versickerung und Evaporation des Wassers getrocknet. Ein Bodenfeuchtesensor hat dabei den Wassergehalt begleitend gemessen. Auf Basis dieser Ergebnisse arbeitet das Projektteam im Projektjahr 2024 an einer Überführung des Messansatzes in ein eigenständiges Messsystem zur Ermittlung des aktuellen Bodenzustands.



Netzwerkanalysator zur Erfassung der Antennen-Sendecharakteristik

Transferverbund Saxony⁵

Mit einem zielgerichteten Transfer entstehen schneller anwendungsreife Lösungen.



Berichte über Forschungsergebnisse, Kooperationen oder Veranstaltungen – für die Leserinnen und Leser dieser Broschüre wird deutlich: Die Forschenden in der Geotechnik an der HTWK Leipzig nehmen ihre „Third Mission“ ernst. Denn neben Lehre und Forschung ist der forschungsbasierte Ideen-, Wissens- und Technologietransfer eine weitere, wichtige Aufgabe an Hochschulen. „Mit einem zielgerichteten Transfer kann ein enger Austausch von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft entstehen. So ist es möglich, schneller anwendungsreife Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen wie den Struktur- und Klimawandel zu generieren“, sagt Ralf Thiele, Professor für Bodenmechanik, Grundbau, Fels- und Tunnelbau.

Um Hochschulen bei der Professionalisierung ihres Transfers zu helfen, hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung die Förderinitiative „Innovative Hochschule“ ins Leben gerufen. Seit 2018 unterstützt sie bundesweit Vorhaben wie den Transferverbund Saxony⁵. Zu diesem hat sich die HTWK Leipzig mit den anderen vier sächsischen Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW)

zusammengeschlossen. Dieser Verbund wird nun in einer zweiten Projektphase bis 2027 gefördert. So können die fünf HAW seitdem ihren Transfer noch zielgerichteter gestalten und beschleunigen. In der zweiten Förderphase konzentriert sich der Wissensaustausch insbesondere auf die Bereiche Produktion, Energie und Umwelt – drei langfristig gesellschaftlich relevante Themen.

Die Geotechniker arbeiten im Teilprojekt „Nachhaltiges Bauen“ und entwickeln und erproben dabei unterschiedliche Transferwerkzeuge. Beispiele dafür sind u. a. diese Jahresbroschur, das Geotechnikseminar und neue in Planung befindliche Veranstaltungen im GeoTechnikum. HTWK-Projektmitarbeiter Dr. Alexander Knut: „Nachhaltiges Bauen beginnt im Boden. Wir als Geotechniker bringen hier unsere Expertise ein, damit die großen Erdmassen bei Baumaßnahmen sicher und nachhaltig genutzt werden und der Boden die Bauwerke langfristig trägt.“

Dr. A. Knut bei seinem Vortrag „Nachhaltiges Bauen beginnt im Boden“ bei der 1. Transferveranstaltung im Projekt Saxony⁵



Streiflichter

- ▶ Promotion Dr.-Ing. A. Knut
- ▶ Neuer Israelitischer Friedhof
- ▶ Zahlen und Fakten
- ▶ Öffentlichkeitsarbeit
- ▶ Graduierungsarbeiten
- ▶ Leistungsumfang
- ▶ Danksagung

*Auditorium beim Geotechnikseminar
an der HTWK Leipzig*

Promotion Dr.-Ing. A. Knut

Am 15. 12. 2023 verteidigte Dr.-Ing. Alexander Knut seine Dissertation zum Thema: „Einfluss von Energie und Impuls zur Kontrolle und Optimierung der Fallgewichtsverdichtung.“ Die kooperative Promotion zwischen der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden und der Fakultät Bauwesen der HTWK Leipzig kommt so sehr erfolgreich zum Ende.

Thematisch beschäftigte sich Herr Knut mit der Prozessführung der Fallgewichtsverdichtung. Konkret wird der Einfluss der eingetragenen kinetischen Energie und des Impulses auf die Kinematik des Fallgewichts und die Reaktion des Bodens untersucht. Hieraus wird ein Vorschlag zur baubegleitenden Überwachung und Optimierung erarbeitet. Kurz nach dem Aufprall eines Fallgewichts auf Sand ist eine charakteristische Überhöhung der Beschleunigung zu beobachten, anschließend dringt das Fallgewicht mit konstanter Beschleunigung in den Boden ein. Die anfängliche Überhöhung ist proportional zur Einschlaggeschwindigkeit, begründet durch eine Impulsfortpflanzung im Boden und nachteilig im Sinne der Ausbildung tiefer Krater. Das Fallgewicht mobilisiert in dieser Phase eine zusätzliche Masse im Boden, die durch ihre Trägheit gegen das Fallgewicht wirkt. Wie Herr Knut zeigt, werden tiefere Krater erreicht, wenn diese initiale Überhöhung reduziert wird.

Aus dieser experimentellen Beobachtung wird eine Prozessoptimierung hergeleitet. Daraus resultiert, dass schwere Massen, die aus geringer Höhe fallen, im Sinne der Prozessführung zu bevorzugen sind. Mit dem Verständnis um die einzelnen Prozessphasen wird in der Arbeit ferner ein Vorschlag zur Prozesskontrolle erarbeitet. Die Dissertation erscheint im Frühjahr 2024 in der Schriftreihe des Instituts für Festkörpermechanik der TU Dresden.

Am 15. 12. 2023 verteidigte
Dr.-Ing. Alexander Knut
seine Dissertation zur
Fallgewichtsverdichtung.



QR-Code zur Schriftreihe
des Instituts für
Festkörpermechanik



Mitglieder der Prüfungskommission (Prof. I. Herle, Prof. M. Beitelschmidt, Dr. A. Knut, Prof. R. Thiele, Prof. F. Will [v. l. n. r.] Prof. Kästner [online])

Neuer Israelitischer Friedhof

Forscher der HTWK Leipzig vermessen die jüdische Ruhestätte mittels Bodenradar und entwickeln Pläne zur Neugestaltung.

Im Norden Leipzigs befindet sich seit 1928 der Neue Israelitische Friedhof. Die Israelitische Religionsgemeinde Leipzig hat es sich zur Aufgabe gemacht, den in die Jahre gekommenen Friedhof zu erforschen, zu pflegen und zu erweitern. Eta Zachäus, Mitglied der Gemeinde, ist es gelungen, dafür viele helfende Hände zu akquirieren. Das Ziel: Den etwas in Vergessenheit geratenen Friedhof aus dem Dornröschenschlaf wecken und ihn als besonderen Erinnerungsort etablieren.

Die Geotechniker der HTWK Leipzig beteiligen sich aktiv an der Erforschung: Sie erfassten unter der Leitung von Geotechnik-Professor Ralf Thiele die bisherige Gestaltungsgeometrie des Friedhofs und glichen diese mit den ehemaligen Bauplänen ab. „Im Laufe der wechselvollen Geschichte des Ortes fanden während der NS-Zeit schlecht dokumentierte Bestattungen und Urnenbeisetzungen statt, die nun aufgearbeitet und sensibel integriert werden müssen“, erläutert Eta Zachäus die Herausforderung. Dazu zählen mutmaßlich auch Kinderbestattungen und ein Gräberfeld mit geschändeten Grabsteinen des ersten jüdischen Friedhofs. Mittels Bodenradarmessungen ist es den HTWK-Forschern gelungen, einen Blick in den Untergrund zu werfen, ohne den Boden umzuschichten. Die Geräte geben Auskunft über die oberflächennahe Struktur des Bodens, woraus geschlussfolgert werden kann, ob sich an den vermuteten Stellen tatsächlich Urnen oder Gebeine befinden könnten.

Nach dem Einmessen und den geophysikalischen Untersuchungen erarbeitet HTWK-Architektur-Professor Ronald Scherzer-Heidenberger nun Pläne für eine Um- und Neugestaltung des Friedhofs. „Wir wollen die historische Gestaltung wiederherstellen und die Raumqualität auf den Erweiterungsteil des Friedhofs übertragen“, erläutert Scherzer-Heidenberger die Pläne. Gemeinsam mit seinem Kollegen Ralf Thiele engagiert auch er sich aus Überzeugung dafür, dass der Erinnerungsort in neuem Glanz erstrahlen kann und sowohl Leipzigerinnen und Leipziger als auch Besucher aus aller Welt anzieht.



Fachliche Diskussion auf dem Friedhofsareal



Felix Oertel bei Arbeiten mit dem Bodenradar zur Erfassung von Bodenstrukturänderungen

Zahlen und Fakten

In den beiden geotechnischen Forschungsgruppen G² Gruppe Geotechnik und GEONETIC waren im Jahre 2023 insgesamt 27 Personen aus den zwei Fakultäten Bauwesen und Ingenieurwissenschaften als wissenschaftliche und studentische Mitarbeiter tätig. Der Mittelbedarf im Jahr 2023 betrug knapp 1 Mill. Euro, über 75 % davon konnten über Forschungsprojekte eingeworben werden, die restlichen Mittel wurden durch Dienstleistungen erwirtschaftet oder sind u. a. Mittel von HTWK Leipzig und FTZ e.V. sowie vom SMWK und SAB. Wir konnten in 2023 unseren Gerätepool durch Erweiterung in der Felderkundungs- und Labortechnik, ein Spektrometer und unsere neue Versuchsgrube II ergänzen.



Unser Mitarbeiter und Hobbyimker Jochen Holdt bei seinen Bienenvölkern

Seit 2019 ist unser Mitarbeiter und Hobbyimker Jochen Holdt mit den HTWK-Bienen beschäftigt. Zuerst stand er einer studentischen Initiative ehrenamtlich mit Rat und Tat sowie Equipment helfend zur Verfügung. Seit dem Wintersemester 2023 gibt es im Rahmen des „Studium generale“ den von Herrn Holdt geleiteten Kurs „Imkern für die Zukunft – ein Jahr mit den HTWK-Bienenvölkern“. Und seit 2023 produziert unser Imker für uns eine Edition „Geotechnik-Honig“, den wir dann als Dankeschön an Partner und Gäste weitergeben wollen.

Mit unserem neuen tragbaren FTIR-Spektrometer wird unser wissenschaftlichen Mitarbeiter Felix Oertel eine Online-Prozessanalyse in unsere perspektivischen Forschungen integrieren. Diese Technologie macht es uns möglich, zerstörungsfreie, chemische Analysen von Bodenproben an unseren Versuchsständen sowie direkt vor Ort vorzunehmen. Das Messprinzip beruht dabei auf Wechselwirkung zwischen elektromagnetischer Strahlung im Infrarotbereich und dadurch angeregten Molekülschwingungen

Unser FTIR-Spektrometer (Fourier-Transform-Infrarotspektrometer) beim ersten Probeinsatz



Öffentlichkeitsarbeit

Veröffentlichungen

OCAÑA ATENCIO, R. E.; KNUT, A.; OLTMANN, A.; LÖWE, B.; THIELE, R.: Möglichkeiten zur Optimierung des Verdichtungsprozesses von unrunder Walzenverdichtern, 18. Erdbaufachtagung „Nachhaltigkeit im Erd-, Grund- und Wasserbau“, 02.–03. 03. 2023

OCAÑA ATENCIO, R. E.: Beschreibung der Wirkungsweise von unrunder Walzenverdichtern auf Basis ihrer Kinematik, Siegener Symposium für Geomesstechnik, 09.–10. 03. 2023

FOCK, V.; LÖWE, B.; OERTEL, F.; THIELE, R.: Ein optisch-sensorisches Verfahren zur Bewertung der Fallgewichtsverdichtung im Modellversuch, 23. Nachwuchswissenschaftler*innenkonferenz, Hochschule Harz, 31. 05.–01. 06. 2023

BEIL, J.; BUSSE, H.; KNUT, A.; RÖNTGEN, J.; & SANDIG, F.: Einflüsse auf Ergebnisparameter bei bodenmechanischen Laborversuchen. 23. Nachwuchswissenschaftler*innenkonferenz, Hochschule Harz, 31. 05.–01. 06. 2023

FOCK, V.: Die Fallgewichtsverdichtung im Modellversuch, Tag der Nachwuchsforschung, HTWK Leipzig, 07. 06. 2023

LÖWE, D.; LÖWE, B.: Schaffung von zusätzlicher Entsorgungssicherheit durch innovative Verdichtungsverfahren, 33. Karlsruher Deponie- und Altlastenseminar 2023, 18.–19. 10. 2023, Karlsruhe

LÖWE, B.: Aus dem Labor auf die Baustelle – Erfahrungen interdisziplinärer Forschung zur Fallgewichtsverdichtung, 7. Fachtagung Geotechnik an der HTW Dresden, 23. 11. 2023

THIELE, R.: Strukturwandel und Geotechnik, Impulsvortrag VBI-Fachgruppensitzung Geotechnik, 03. 11. 2023

KNUT, A.: Nachhaltiges Bauen beginnt im Boden: Wissens- und Technologietransfer in der Geotechnik, 1. Transferveranstaltung im Projekt Saxony⁵, Carbonechnikum der HTWK Leipzig, 23. 10. 2023

BUSSE, H.: Neue Ansätze und Methoden in der Geomesstechnik, Vortrag, Dresdner Geotechnik-Seminar, 15. 11. 2023, Dresden



Mitmachstand „Ein Sprung in die Welt der Geotechnik ...“ bei der Langen Nacht der Wissenschaft

Messestand der HTWK Leipzig auf der Erdbaufachtagung

Vortrag von Benedict Löwe auf dem 33. Karlsruher Deponie- und Altlastenseminar

„ ... was ihr da in den letzten Jahren in Leipzig auf die Beine gestellt habt, das haben nicht alle Universitäten zu bieten. Gern betreue ich im Rahmen von kooperativen Verfahren eure Promovierenden.“
*Uni-Prof. F. Rackwitz,
 TU Berlin*

*Bei den Fachsektionstagen
 in Würzburg
 im September 2023*



KNUT, A.: Einfluss von Energie und Impuls auf die Kontrolle und Optimierung der Fallgewichtsverdichtung, Vortrag, Disputationskolloquium, 15. 12. 2023, Dresden

Tagungen/Veranstaltungen

14. Geotechnikseminar an der HTWK Leipzig, Sommersemester 23, hybrid
 15. Geotechnikseminar an der HTWK Leipzig, Wintersemester 23/24, hybrid

18. Erdbaufachtagung „Nachhaltigkeit im Erd-, Grund- und Wasserbau“ (Leitung Bauakademie Sachsen unter Beteiligung der HTWK Leipzig), H4 Hotel Leipzig, 02.–03. 03. 2023

1. Transferveranstaltung im Projekt Saxony⁵, Carbontechnikum der HTWK Leipzig, 23. 10. 2023

Lange Nacht der Wissenschaften, Mitmachstand „Ein Sprung in die Welt der Geotechnik“, HTWK Leipzig, 23. 06. 2023

Fachsektionstage Geotechnik, Würzburg, 12.–13. 09. 2023, Teilnahme mit 12 Mitarbeitenden der G² Gruppe Geotechnik und GEONETIC

Mitarbeit in Arbeitsgruppen

Arbeitsgruppe Deputatsminderung an der HTWK Leipzig (Prof. R. Thiele)

Arbeitsgruppe Drittmittel und Transfer an der HTWK Leipzig (Prof. R. Thiele)

Netzwerkgruppe „Digitale Lehre in der Geotechnik“ (Prof. R. Thiele)

Wissenschaftlicher Beirat Graduiertenzentrum der HTWK Leipzig GradZ (M.Sc. R. E. Atencio Ocana)

Mitglied im Arbeitskreis „Junge DGGT“ (M.Sc. Vanessa Fock)

Graduierungsarbeiten

Bachelorarbeiten

Sanarya Farsat Hikmat Issa: „Fallgewichtsverdichtung: Optisch-sensorische Messung des Bewegungszustandes am Fallgewicht“

Annika Lange: „Fallgewichtsverdichtung – Optisch-sensorische Messung der Bodenk kinematik beim Impulsübertrag eines masse reichen Fallkörpers auf Sand“

Ronald Sparmann: „Einfluss der Korngrößenverteilung auf die Ergebnisse bodenmechanischer Laborversuche am Beispiel der Proctordichte“

Max Windolph: „Erfassung von Oberflächenverformungen bei der dynamischen Intensivverdichtung im Labormaßstab mittels Nahbereichsphotogrammetrie“

Bianca Mischner: „Einfluss der Infiltrationsrate auf das Sättigungsverhalten von grobkörnigen Bodenproben im Triaxialversuch“

Laura Hüber: „Optionen der stofflichen Manipulation mineralischer Fraktionen zur Herstellung einer naturnahen Oberbodenschicht am Beispiel einer Rekultivierungsschicht im Deponiebau“

Ludwig Enger: „Anwendung der Diskrete-Elemente-Methode in der Geotechnik/Bodenmechanik“

Masterarbeiten

Willy Eimann: „Schadensursachen und Sanierungsmöglichkeiten bei Gründungsschäden an historischen Gebäuden“

Paul Seiler: „Wirtschaftlichkeits-/Realisierungs-/Nachhaltigkeitsuntersuchung verschiedener Verbau-/Gründungsarten für eine Baugrube, dargestellt am Projekt Neubau Elisabethbrücke Halle“

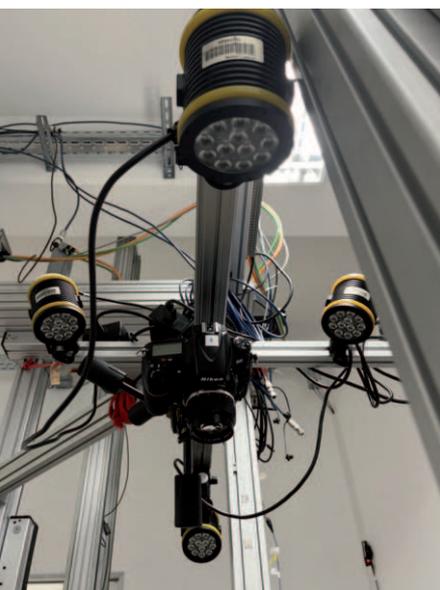
Lorenz Spillecke: „Studies on factors influencing the acceleration response from sensors integrated in road superstructures“

Franziska Reuter: „Wasserretention und Pflanzenschutz aus Flüssigbodenbaurigolen“

Diplomarbeiten

Thomas Nemeth: „Untersuchung des Einflusses einer Kragplatte auf den Erd- druck bei einer Schwergewichtsmauer“

Joy Chanel Sophie Reautschnig: „Ursachen und Auslöser kleiner Rutschungen – Entscheidungshilfe zur Sanierung“



Ich bin auf Empfehlung hierhergekommen – wegen der guten Betreuung, einer guten Arbeitsatmosphäre und der Vielfältigkeit der Aufgabenstellungen – das kann ich jetzt mit meinen Erfahrungen nur bestätigen. *B.Eng. Sanarya Issa*

Aufbau Nahbereichsphotogrammetrie zur Aufnahme von Oberflächenverformungen im Labormaßstab

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 bestehender 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



*Enrico Wendt
mit unserem
raupenbasierten
Erkundungsgerät
im Gelände*

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
EcoSoil Ost GmbH



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
Transferverbund Saxony⁵



Impressum

Herausgeber und Redaktion: HTWK Leipzig, Geotechnik, Prof. Dr.-Ing. R. Thiele
Autoren: G² Gruppe Geotechnik + GEONETIC sowie K. Haase (S. 18), Dr. F. Böhl (S. 15)
Fotos/Bildrechte: G² Gruppe Geotechnik + GEONETIC sowie K. Haase (S. 4, 18), St. Dietze (S. 18), M. Ziems (S. 2),
P. Bamberg (S. 20), Dr. F. Böhl (S. 15)
Corporate Design: wenkerottke GmbH, Berlin
Layout und Satz: Steffi Glauche | Satz & Gestaltung, Leipzig

www.g2-gruppegeotechnik.de / info@g2-gruppegeotechnik.de / info@geonetic.de / www.htwk-leipzig.de / ralf.thiele@htwk-leipzig.de
Dieser Jahresbericht entsteht im Rahmen des Transferprojektes Saxony⁵.