

Vertieferexkursion nach Hamburg und Bremen

Moin!

Im Rahmen unserer Exkursion ging es für uns in die norddeutschen Städte Hamburg und Bremen. Während der Reise erhielten wir spannende Einblicke sowohl im Bereich der Forschung beim Besuch des Instituts für Geotechnik und Baubetrieb der TUHH als auch in die Praxis bei der Besichtigung verschiedener Bauprojekte. Darunter fanden sich beeindruckende Infrastrukturmaßnahmen und Tunnelbaustellen wie ein Absenktunnel, was man nicht alle Tage zu sehen bekommt. Neben den fachlichen Einblicken kam auch das kulturelle Programm nicht zu kurz: In Bremen erkundeten wir das historische Schnoorviertel mit seinen engen Gassen, und in Hamburg genossen wir bei einer Barkassenfahrt zu Kaisanierungsarbeiten auch den Blick auf die Stadt und den Hafen vom Wasser aus.

Insgesamt bot die Exkursion 18 Studierenden mit Schwerpunkt Geotechnik eine gelungene Kombination aus fachlichem Lernen, praxisnahen Eindrücken und norddeutscher Atmosphäre. Begleitet wurde die Exkursion von Prof. Dr.-Ing Cudmani und drei wissenschaftlichen Mitarbeitern vom Lehrstuhl für Grundbau und Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau.



Abbildung 1: Gruppenbild bei der Besichtigung des Instituts für Geotechnik und Baubetrieb der TUHH

Oktober 2025

Organisation: Nießl, Florian und Föger, Christoph.

Die Verfassung der Berichte erfolgte durch die Studierenden. Die Abbildungen stammen von den Organisatoren und Exkursionsteilnehmenden und durften mit deren Zustimmung verwendet werden.

Wir bedanken uns

Im Namen aller Studierenden und dem Lehrstuhl für Grundbau, Bodenmechanik, Felsbau und Tunnelbau möchten wir uns herzlich bei den folgenden Unternehmen und Institutionen für Ihre Unterstützung der Exkursion bedanken:

- Institut für Geotechnik und Baubetrieb, Technische Universität Hamburg
- Wayss & Freytag Ingenieurbau AG
- Keller Grundbau GmbH
- Hamburg Port Authority AöR
- BEMO Tunnelling GmbH

Spezieller Dank gilt der Ingérop Deutschland GmbH sowie der TUM School of Engineering and Design für die finanzielle Unterstützung, ohne die die Exkursion nicht möglich gewesen wäre.

Institut für Geotechnik und Baubetrieb





©WILFRIED FEDER

ZUKUNFT GESTALTEN MIT INGÉROP DEUTSCHLAND.

Die **Ingérop Deutschland GmbH** bietet Ihnen als Gesamtanbieter im Bauwesen hochqualifizierte interdisziplinäre Lösungen in Planung, Beratung und Projektmanagement weltweit. Durch die Zugehörigkeit zur global agierenden französischen **Ingérop-Gruppe** sind wir mit über 3.500 Mitarbeitenden in allen Bausektoren an weltweit mehr als 100 Standorten tätig.

Mit unseren Teams in München, Offenbach, Essen und Hamburg bieten wir Ihnen in den Bereichen Tunnelbau, Spezialtiefbau, Geotechnik, Wasserbau, Infrastrukturbau sowie Industrie- und Anlagenbau unsere

GEOTECHNIK-KOMPETENZ

Objekt- und Tragwerksplanung

- Baugruben
- Tief- und Flachgründungen
- Hang- und Böschungssicherungen
- Baugrundverbesserungen

Sachverständigen- und Prüfleistungen

- EBA-Prüfsachverständiger

Beratung

- Baugrund- und Gründungsgutachten
- Machbarkeitsstudien

Bauüberwachung

BINDLACH | ST2183



TUNNEL IMBERG | NBS WENDLINGEN ULM



RINGLASER | FÜRSTENFELDBRUCK

Ingérop Deutschland GmbH · Hauptsitz München

Barthstraße 4 · 80339 München · Tel. +49 89 547112-0 · info@ingerop.de · www.ingerop.de

Augsburg · Berlin · Dessau · Dresden · Essen · Friedberg · Hamburg · Kempten · München · Nürnberg · Offenbach · Offenburg · Stuttgart

Programm

Montag, 15. September 2025

06:12 Uhr	Abfahrt von München Hbf nach Hamburg Hbf
14:00 Uhr	Besichtigung des Instituts für Geotechnik und Baubetrieb der TUHH

Dienstag, 16. September 2025

8:15 Uhr	Fahrt nach Bremen
10:00 Uhr	Stadtführung in Bremen
13:00 Uhr	Besuch Weserquerung (Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, DEGES)

Mittwoch, 18. September 2025

10:00 Uhr	Baustelle S4 – Überwerfungsbauwerk Hasselbrook (Keller Grundbau GmbH, DB InfraGO AG)
15:00 Uhr	Barkassenfahrt zum Steinwerderkai (Hamburg Port Authority AöR)

Donnerstag, 19 September 2025

13:00 Uhr	U4-Verlängerung Horner Geest (BEMO Tunnelling GmbH, Hamburger Hochbahn AG)
19:00 Uhr	Gemeinsames Abendessen im Gasthaus an der Alster

Freitag, 20 September 2025

10:01 Uhr	Rückfahrt von Hamburg Hbf nach München Hbf
-----------	--

Besichtigung des Instituts für Geotechnik und Baubetrieb der TUHH

Zum Auftakt der Geotechnik-Vertieferexkursion in Hamburg besuchten wir das Institut für Geotechnik und Baubetrieb der TU Hamburg. Herr Prof. Grabe und Frau Cramer stellten zunächst den Lehrstuhl sowie aktuelle Forschungsprojekte vor, die von konzeptionellen Ansätzen über numerische Berechnungen bis hin zu praxisnahen Versuchsaufbauten reichen. Zudem wurde kurz die Arbeit der Jungen DGGT der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. vorgestellt. Nach einer Verpflegungspause folgte die Laborführung.

Eine Laborantin des Instituts führte uns durch die Versuchseinrichtungen. Im vorderen Bereich befanden sich die Versuche zur Bestimmung der Baugrundparameter. Dort wurden uns mehrere Scherversuche, sowohl mit monotoner (vgl. Abbildung 2) sowie mit zyklischer Belastung als auch direkte Scherversuche, Triaxial-Versuchsaufbauten (vgl. Abbildung 3) und Wasserdurchlässigkeitsanlagen (vgl. Abbildung 4) gezeigt und deren Ablauf erklärt.

Im hinteren Bereich folgten Einblicke in die Bodenklassifizierung. Hier wurden uns unter anderem Schwämm- und Siebanalysen zur Bestimmung der Korngrößenverteilung vorgestellt. Zudem wurden Dichtebestimmungen nicht-bindiger Böden über den Porenanteil bei lockerster und dichtester Lagerung (vgl. Abbildung 5) sowie die Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze und auch die Instrumente zur Durchführung des Proctorversuchs (vgl. Abbildung 6) gezeigt.

Zum Abschluss bot sich die Gelegenheit, die gewonnenen Eindrücke zu reflektieren und mit Laborpersonal sowie Mitarbeitenden des Lehrstuhls offene Fragen zu diskutieren. Der Besuch vermittelte so einen umfassenden Einblick in die Forschungs- und Versuchstätigkeiten des Instituts.



Abbildung 2: Simple Shear Test mit monotoner Belastung



Abbildung 3: Triaxialversuchsanlagen

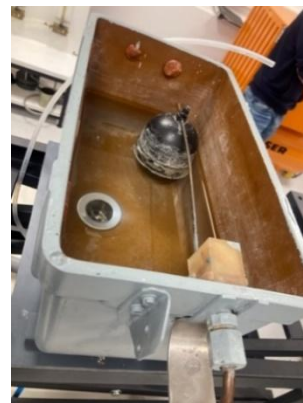


Abbildung 4: Behälter einer Wasserdurchlässigkeitsanlage



Abbildung 5: Bestimmung der Lagerungsdichte



Abbildung 6: Proctorversuch

Stadtführung in Bremen

Beginnend am Marktplatz führte uns die Stadtführerin zunächst vor das historische Rathaus. Dieses bedeutende Bauwerk der Weserrenaissance, seit 2004 UNESCO-Weltkulturerbe gemeinsam mit der Rolandstatue, steht für den Wohlstand der Hansestadt. Errichtet 1405 in Backsteingotik, erhielt es zwischen 1609 und 1612 durch Lüder von Bentheim eine prachtvolle Schauseite mit Erker, flämischem Giebel und Figuren. Im Ratskeller befindet sich zudem die größte Sammlung deutscher Weine. Auch die Statue der Bremer Stadtmusikanten fand Beachtung, ebenso das gegenüberliegende Gebäude der Internationalen Handelskammer. Ein humorvoller Abschluss am Platz war der „Bürgerhilfe“-Abflussdeckel mit plattdeutscher Inschrift, die auf charmante Weise Rücksichtnahme im Alltag vermittelt.

Weiter führte der Rundgang in die Böttcherstraße. Diese wurde durch den Kaffeekaufmann Ludwig Roselius künstlerisch geprägt und verbindet den Marktplatz mit der Martinistraße und der Weser. Heute finden sich dort Gastronomie, Handwerk und Kunst. Am Weserufer betrachteten wir die Bronzeskulptur „Windrose“ und erhielten Einblicke in die Bedeutung des Wasserspiegels für die Stadtentwicklung.

Ein weiterer Abschnitt führte ins Schnoorviertel. Nach dem Zweiten Weltkrieg mit Gebäudetrümmern saniert, zeichnet sich dieses Quartier durch enge Gassen, Fachwerk und kleine Parzellen aus. Die Stadtführerin betonte dessen historische Rolle für Fischer, Handwerker und Händler. Der Name leitet sich von der Zunft der Schnur- und Drahthersteller ab. Den Abschluss bildete die Weserpromenade („Schlachte“), ehemals Hafengelände und heute ein lebendiges Ausgehviertel mit gastronomischem Schwerpunkt.

Die Führung vermittelte ein eindrucksvolles Bild von Bremens Entwicklung, der Bedeutung der Weser für Handel und Wirtschaft sowie den architektonischen Zeugnissen von Unabhängigkeit, Wohlstand und Stadterneuerung. Auch der Verweis auf die Gründung Bremerhavens 1827 unterstrich, wie sich die Stadt an die Herausforderungen größer werdender Schiffe anpasste. Insgesamt bot die Exkursion einen kompakten Überblick über Stadtgeschichte, Architektur und kulturelle Eigenheiten.



Abbildung 7: Gruppenfoto im Schnoorviertel

Baustelle Weserquerung Bremen

Am Dienstagnachmittag stand die Besichtigung einer Baustelle für einen rund 1,1 km langen Tunnel auf dem Programm. Er ist Teil einer 17 Kilometer langen Umfahrung im Nordwesten Bremens und soll künftig den Stadtverkehr entlasten. Bauherr ist die DEGES GmbH, die Ausführung liegt bei der Wayss & Freytag Ingenieurbau AG. Die Fertigstellung ist für 2028 vorgesehen.

Im Rahmen der Projektvorstellung wurden die technischen Eckdaten und die besonderen ingenieurtechnischen Leistungen erläutert. Die größte Herausforderung bildet die Querung der Weser mittels einem 720 m langen Absenktunnel, bestehend aus sechs Einzelementen. Dafür wird unter Wasser eine bis zu 30 Meter tiefe Baugrube hergestellt. Die im Bremer Hafen vorgefertigten Tunnelelemente werden eingeschwommen, temporär auf jeweils vier Fundamente abgesenkt und anschließend mit Sand unterspült, was die endgültige Tragschicht bilden soll. Der gesamte Bau erfolgt unter Wasser. Zusätzliche Herausforderungen ergeben sich durch den Schiffsverkehr auf der Weser sowie durch das benachbarte Stahlwerk. Auch die temporären Baugruben und Uferbefestigungen erforderten den Einsatz verschiedener Verbauarten.

Nach der Projektpräsentation durch die Planer und Bauleiter, bei der die Studierenden zahlreiche Fragen stellen konnten, folgte eine Sicherheitsunterweisung. Anschließend ermöglichte die Begehung des nördlichen Baufelds einen eindrucksvollen Einblick in die Dimensionen und Herausforderungen dieses Bauvorhabens.



Abbildung 8: Übersichtsplan des Projekts (DEGES GmbH) (oben links), Unterwasseraushub einer Baugrube (oben recht) und Bau einer kombinierten Spundwand mit Blick auf die andere Uferseite (unten)

S4 – Überwerfungsbauwerk Hasselbrook



Abbildung 9: Gruppenbild auf der Baustelle (Überwerfungsbauwerk Hasselbrook)

Am Mittwochvormittag besichtigten wir die S-Bahn-Baustelle der Firma Keller. Nach der Begrüßung durch Herr König und Herr Hoffman, wurde uns das Projekt vorgestellt: Die neue Linie S4 soll Hamburg mit Bad Oldesloe im Osten verbinden. Das Gesamtvorhaben ist in mehrere Teilabschnitte gegliedert; der erste reicht von der Haltestelle Hasselbrook bis Rahlstedt.

Um die S4 in das bestehende Netz einzubinden, wird kurz hinter der Station Hasselbrook ein Überwerfungsbauwerk errichtet, das die Strecke über die parallel verlaufende S1 führt. Zur Abdichtung der Baugrube und zur Verbesserung der Tragfähigkeit des Baugrunds werden im Bereich dieses Bauwerks Bodenverbesserungsmaßnahmen mittels Düsenstrahlverfahren ausgeführt. Bevor die tiefliegende Sohle hergestellt werden kann, wurde die Baugrube mit Spundwänden unterschiedlicher Einbindetiefe umschlossen. Mehrere Abschnitte sind dabei durch Spundwände voneinander getrennt, sodass schrittweise gearbeitet werden kann.

In jedem Abschnitt entstehen Düsenstrahlsäulen mit einem Durchmesser von etwa 1,5 m, die sich jeweils um rund 10 cm überlappen. Die Säulen reichen bis in eine Tiefe von 15 m. Im Durchschnitt werden rund 30 Säulen pro Tag hergestellt, insgesamt sollen etwa 2000 entstehen.

Nach der Projektvorstellung begaben wir uns ins Baufeld, wo wir – nach einer kleinen Stärkung mit belegten Brötchen und Erfrischungsgetränken – den Düsenstrahlarbeiten beiwohnen durften.



Abbildung 10: Begutachtung des DSV-Bohrgeräts

Barkassenfahrt zum Steinwerderkai

Mittwochnachmittag begleitete uns Herr Martin Bornhöft von der Hamburg Port Authority (HPA) auf einer Barkassenfahrt, auf welcher er vom Ersatzneubau des Steinwerder Kais berichtete. Die Kaimauer am Steinwerder Kai wurde um 1900 errichtet und weist seit etwa 10 bis 15 Jahren große Vorformungen auf, weshalb sie nicht mehr genutzt werden darf. Eine Vergleichsrechnung hat ergeben, dass die Belastung der alten Holzpfahl-Gründung die zulässigen Werte um rund 30 Prozent überschreitet.

Projektorganisation und Vertragsmodell

Für das Bauvorhaben wird das ECI-Verfahren angewendet, ein kooperatives Vertragsmodell zur Abwicklung komplexer Bauprojekte. Das Auftragsvolumen für die Ersatzneubau des ersten Bauabschnitts am Steinwerder Kai liegt bei rund 67 Millionen Euro. Die Bauarbeiten erfolgen im Auftrag der HPA, die für Planung und Genehmigung, die Vergabe von Aufträgen und die Überwachung der Bauarbeiten zuständig ist.

Bauausführung am Steinwerderkai

Im Rahmen des Ersatzneubaus wird eine 750 Meter lange neue Spundwand vor der bestehenden Kaimauer errichtet. Ein erster Abschnitt von 350 Metern wird dabei im Rammverfahren eingebaut. Zum Einsatz kommen Stahlrohre mit einem Durchmesser von 140 Zentimetern, kombiniert mit Zwischenelementen. Die Rohre haben eine Länge von bis zu 36 Metern und werden in den tragenden Glimmerton eingebunden. Pro Tag können vier bis fünf Tragrohre gesetzt werden. Zur Durchführung der Bauarbeiten wird eine Groß-Barge mit Raupenkränen als Trägergeräte eingesetzt, die im Wasser stabil schwimmt und somit nahezu unabhängig von Welleneinflüssen arbeiten kann, im Gegensatz zu Arbeiten von einem kleineren Ponton aus. Die Bewegungen des Altbestands werden rund um die Uhr überwacht.

Sicherungsmaßnahmen

Zur Stabilisierung des Altbestands werden verschiedene Maßnahmen durchgeführt. Dazu gehören eine Sand-Vorspülung sowie Rückverankerungen mit geneigten Mikropfählen.

Die Hauptlasten für die Konstruktion ergeben sich aus dem steigenden Erddruck und Wasserdruck durch größere Wassertiefen, hinzu kommen vertikale Lasten durch den Betrieb der Hafenkrane. Nach Fertigstellung der Spundwand-Herstellung wird der Bereich zwischen alter und neuer Spundwand zunächst bis zu einer Höhe von +/- 0,00 m NHN, nach Fertigstellung der Verankerung aus DSV-Pfählen dann bis auf + 2,40 m NHN mit Sand verfüllt, bevor der Stahlbeton-Überbau errichtet wird.

Der DSV-Pfahlbau verzögert sich, da alte Holzpfähle und die bestehende Spundwand des Hochwasserschutzes durchbohrt werden müssen. Die hergestellten DSV-Körper haben eine Länge von sechs bis neun Metern und tragen die Lasten über Spitzendruck und Mantelreibung ab.

Begleitmaßnahmen und Kampfmittelsondierung

Vor Beginn der eigentlichen Bauarbeiten mussten die Docks von Blohm + Voss, die für den Bau von Luxusjachten genutzt werden, verlagert werden. Außerdem wurde im Bereich des Steinwerder Kais vor Beginn der Spundwand-Arbeiten eine gesetzlich vorgeschriebene Kampfmittelsondierung durchgeführt, bei der mit Bohrungen von einem Ponton aus in engem Raster nach Bombenblindgängern aus dem 2. Weltkrieg gesucht wurde.



Abbildung 11: Bauausführung am Steinwerderkai

U4-Verlängerung Horner Geest (BA2)

Im Rahmen der Exkursion wurde in Hamburg das Bauvorhaben „Verlängerung der U4 auf die Horner Geest“ (Bauabschnitt 2) besichtigt. Das Projekt wird von der Firma BEMO Tunnelling GmbH im Auftrag der Hamburger Hochbahn AG ausgeführt. Es umfasst eine Strecke von 1,7 km mit zwei neuen Stationen. Die Arbeiten beinhalten das Erstellen der Baugruben, des Rohbaus und die Wiederherstellung der Oberfläche. Das Bauvorhaben hat ein Gesamtprojektvolumen von rund 561 Mio. Euro, wobei ca. 120.000 m³ Beton verbaut werden. Der Untergrund besteht überwiegend aus Sand und Mergel; stellenweise wurde Torf angefundnen.



Abbildung 12: Komplexe Verbauarbeiten für die Tunnelherstellung in offener Bauweise

Der Tunnel wird in offener Bauweise errichtet. Die Verbauwände bestehen aus versteiften oder mittels Anker gesicherte Schlitzwänden; im oberen Bereich kommen Trägerbohlwänden zum Einsatz. Für den Aushub der Baugruben wird ein Teleskopbagger eingesetzt, der Tiefen bis zu 30 m erreichen kann. In Bereichen mit sandigem Baugrund erfolgt die horizontale Abdichtung der Baugrube durch eine tiefliegende DSV-Sohle, um die technische Dichtigkeit sicherzustellen. Die zulässige Grenzzulauftrate beträgt 1,0 Liter pro Sekunde je 1000m² wasserbenetzte Fläche der Baugrubenumschließung. Während des planmäßigen Dichtigkeitstest der Baugrube wird eine thermische Leakageortung durchgeführt. Dabei wird der Temperaturabfall des durch Hydratationswärme aufgewärmten Baugrubengrundwassers während des Pumpversuchs gemessen. Stellenweise kam eine Leakageortung mittels Elektroimpulsmessungen zum Einsatz.

Der Tunnel selbst wird in wasserundurchlässiger Bauweise (WU) erstellt. Bauwerksfugen werden mit außenliegendem Fugenband und innenliegendem Dehnfugenband versehen, die ein nachträgliches Verpressen über Injektionsschläuche ermöglichen. In einem Sonderbereich, der durch hohen Grundwasserstand gekennzeichnet ist, wird das Wasser mittels eines Dükers unter dem Bauwerk hindurchgeführt. Aufgrund der großen Betonmengen wurde ein mobiles Betonwerk errichtet. Der Tunnel weist unterschiedliche Höhenlagen auf, um die Kreuzung der Linie U2 zu ermöglichen. Eine spätere Verlängerung mit einer Tunnelvortriebsmaschine (TVM) ist vorgesehen.

Besonderheiten der Baugrubenumschließung stellen sogenannte Grundwasserfester dar, die nach Fertigstellung des Bauwerks den natürlichen Grundwasserfluss ermöglichen sollen. Während der Bauzeit mussten jedoch aufgrund unerwartet hoher Grundwasserstände Vakuumlanzen eingesetzt werden, um das Wasser gezielt abzuleiten. Der Bau erfolgte

simultan in verschiedenen Abschnitten: Baugrube, Rohbau und Innenausbau. Teilbereiche des Bauwerks wurden nach Fertigstellung sofort wieder verschlossen.

Insgesamt vermittelte die Exkursion einen spannenden Einblick in die Komplexität des innerstädtischen U-Bahn-Baus. Neben technischen Herausforderungen wie Abdichtung, Grundwasserabsenkung und Baugrubenverbau wurden auch organisatorische Aspekte deutlich, etwa der Umgang mit unbekannten Leitungen und die simultane Durchführung mehrerer Bauabschnitte.

An dieser Stelle bedanken wir uns bei der BEMO Tunnelling GmbH sowie bei der Hamburger Hochbahn AG für die Möglichkeit der Besichtigung.



Abbildung 13: Gruppenbild aufgenommen in der U-Bahn-Station Horner Geest