

12. Österreichische Geotechniktagung

Theorie und Praxis des Spezialtiefbaus

Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Blaasch, Freier Fachjournalist, München

Die 12. Österreichische Geotechniktagung in Wien stand in diesem Jahr unter dem Motto „Theorie & Praxis des Spezialtiefbaus“. Mit der Fachausstellung VÖBU Fair bot sie den Geotechnik- und Spezialtiefbauexperten im deutschsprachigen Raum die Möglichkeit zum Austausch über die neuesten technischen und wirtschaftlichen Entwicklungen.

Veranstaltung • Geotechnik • Spezialtiefbau • Österreich

1.300 Teilnehmer und 72 Aussteller nahmen an der VÖBU Fair und der 12. Österreichischen Geotechniktagung im Januar 2019 in Wien teil (Bild 1). Die Organisation der Veranstaltung obliegt der Vereinigung Österreichischer Bohr-, Brunnenbau- und Spezialtiefbauunternehmen (VÖBU), während das Österr. Nationalkomitee (ASMGE) der International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE) und das Institut für Geotechnik, Grundbau, Boden- und Felsmechanik der TU Wien für die inhaltliche Gestaltung der Tagung zuständig sind. In 20 Vorträgen aus den Themenbereichen Brückengründungen, Infrastrukturmaßnahmen, innerstädtischem Bauen und Tunnelbau sowie Innovationen im Spezialtiefbau wurden neueste wissenschaftliche Entwicklungen einerseits und Praxisbeispiele andererseits präsentiert. Zudem wurde der Österreichische Grundbaupreis verliehen. Höhepunkt jeder Österreichischen Geotechniktagung ist die Vienna-Terzaghi Lecture, in der international renommierte Geotechniker traditionell nicht nur fachliche Aspekte beleuchten, sondern auch philosophische Gedanken einfließen lassen.

Vienna-Terzaghi Lecture zu „Geomechatronik – ein Zukunftsfeld“

Für den diesjährigen Vortrag „Geomechatronik – ein Zukunftsfeld“ hatte man den Geotechniker Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Grabe von der TU Hamburg, Vorstandsmitglied und stellvertretenden Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), gewonnen. Prof. Grabe (Bild 2) beschrieb die immer digitaler und smarter werdende Welt. Bisher von Menschen ausgeführte Aufgaben werden zunehmend automatisiert. Er nannte als Beispiele selbstfahrende Verkehrs- und Transportfahrzeuge, voll automatisierte Roboter oder im häuslichen Bereich selbstfahrende Staubsauger und Rasenmäher. Maschinen und Geräte kommunizieren miteinander, wobei das Werkstück eine selbstorganisierte Fabrik durchläuft. Die Erkenntnis

veranlasste ihn zu der Frage, warum das nicht auch im Bauwesen anwendbar sein sollte?

In vielen Bereichen sei Geotechnik eigentlich angewandter Maschinenbau, stellte Prof. Grabe fest. Wichtige Entwicklungen im Grund- und Spezialtiefbau sind erst durch die Konstruktion leistungsfähiger Maschinen möglich geworden. Prozesse werden heute schon mit robuster Messtechnik für den Baustelleneinsatz online erfasst und dokumentiert. Er hält es für absehbar, dass die Daten digital den am Bau Beteiligten zur Verfügung gestellt werden.

Weil Tiefbauarbeiten in der Regel nicht einsehbar sind, müssen Sensoren, Regelungen und Steuerungen eingesetzt werden, um eine höhere Qualität, größere Produktivität, verbesserte Arbeitssicherheit und Kostenminimierungen zu erzielen. Die Geräteführer, die Arbeitsprozesse ohne diese Hilfsmittel beherrschen, werden immer seltener und sind heiß begehrt, weil viel Gefühl und Erfahrung nötig ist, um beispielsweise eine Schlitzwandlamelle perfekt herzustellen. Prof. Grabe fasst das Zusammenspiel von Geotechnik, Maschinenbau, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik unter dem Begriff Geomechatronik zusammen. Erforderlich ist ein verbessertes disziplinübergreifendes Verständnis der Mensch-Maschine-Boden-Interaktion. Er führte aus, dass es durch die Fortschritte in der Numerik möglich geworden sei, komplexe Herstellungsvorgänge in der Geotechnik zu modellieren und damit einzelne Einflüsse, wie die gewählten Maschinenparameter und Werkzeuge, separat zu untersuchen und im Hinblick auf die Zielsetzung zu optimieren.

An ausgewählten Beispielen zeigte Prof. Grabe, dass in der Geomechatronik enormes Innovationspotenzial



Bild 2: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Grabe während der Vienna-Terzaghi Lecture
Quelle: © VÖBU/Rastegar

steckt. Durch ein verbessertes Verständnis der Herstellungsprozesse ist eine Ableitung der, den Prozess charakterisierenden Steuerungsgrößen möglich. Damit wird es möglich, den einzelnen Prozess zu optimieren und letztendlich zu automatisieren. Beim Einbringen von Profilen kann der Geräteführer die statische Unwucht, die Frequenz und die statische Anpresskraft verändern. Das Profil soll mittels Vibration in möglichst kurzer Zeit auf Endtiefe gebracht werden, wobei Grenzwerte der Bodenschwingungen im Umfeld des Pfahls einzuhalten sind. Auf Grundlage numerischer Untersuchungen erscheint es möglich, durch Entwicklung einer Regelung Profile effizienter in den Boden einzubringen und unzulässige Erschütterungen in der Umgebung zu vermeiden.

Mit welcher Geschwindigkeit soll ein mit Boden gefülltes Bohrwerkzeug in der Verrohrung gezogen werden? Dabei kann ein zu schnelles Ziehen einen Porenwasserunterdruck und folglich einen hydraulischen Grundbruch an der Bohrlochsohle verursachen. Prof. Grabe wählte das Bild eines Fahrstuhls für das Bohrwerkzeug, das allmählich auf die Ziehgeschwindigkeit beschleunigt wird, sodass die Entspannung und Auflockerung des Bodens gering sind. Der Lösungsansatz ist, die Kompressions- und Scherwellengeschwindigkeit im Boden zu messen.

Ein weiteres Beispiel zeigte auf, wie die Vernetzung einzelner Prozesse mittels zellulärer Automaten und Graphentheorie gelingen kann. Mittels flächendeckender dynamischer Verdichtungskontrolle werden erkannte Schwachstellen gezielt verdichtet oder, falls ungeeigneter Boden vorliegt, ausgetauscht. Baumaschinen, wie selbstfahrende Vibrationswalzen, Grader und Radlader, koordinieren damit ihre Arbeiten zeitlich und räumlich selbst. Mithilfe solcher Parameterstudien ließe sich beispielsweise der Gerätepark einer Baustelle optimieren.

Prof. Grabe schilderte, an welchen zukünftigen Verfahren bereits gearbeitet wird. Am Ende stehen eine vollautomatische Tiefbaustelle mit dem 3D-Druck von Bauteilen, wie z.B. einem Bohrpfehl in situ, und eine vollständig veränderte Logistik. Wenn es dann noch gelingt, adaptive Gründungen zu entwickeln, die sich automatisch an geänderte Beanspruchungen anpassen können, wie beispielsweise Baumwurzeln und Knochen, sind wir in der Zukunft angekommen. Es wurde deutlich, dass die Geomechatronik ein großes Forschungs- und Entwicklungsfeld für die Zukunft bietet.

Brückengründungen

Drei Vorträge befassten sich mit Brückengründungen. Prof. Roberto Cudmani (TU München) referierte über das Konzept der Gründung für eine Schrägseilbrücke im Rosenheimer Seeton. Prof. Hauke Zachert (TU Darmstadt) stellte die großformatigen Dübelschächte zur Gewährleistung normativer Standsicherheit am Hochmoselübergang vor. Über die Planung und Umsetzung der Gründungsmaßnahmen bei der Voest-Brücke Linz sprachen Techniker der Triax-Ziviltechniker GmbH und der Bauer Spezialtiefbau GmbH.

Infrastrukturbaumaßnahmen

Zu Spezialtiefbauarbeiten am Wasser und am Land im Zuge der D4R7 Bratislava sprach Johannes Burger (Porr Bau), und die Erkenntnisse zur Sicherung von Baugrubenwänden und Geländesprüngen mittels scheibenartiger Stützelemente schilderte Prof. Roman Marte (TU Graz).

Ersatzneubau Kraftwerk Danzermühl

An der Traun in Österreich liegt die von der Kraftwerk Laakirchen GmbH betriebene Wasserkraftanlage „Danzermühl“ mit einer Ausbauwassermenge von 60 m³/s und einer Gesamtengpassleistung von 3,3 MW. Die Stromjahreserzeugung liegt bei etwa 16,5 GWh. Altersbedingt wurden verschiedene Varianten der Generalsanierung sowie eine Leistungsoptimierung untersucht. Ein Ersatzneubau ist unter wirtschaftlichen und ökologischen Kriterien die beste Lösung (Bild 3).

Durch den Ersatzneubau werden die Ausbauwassermenge auf 120 m³/s und damit die Engpassleistung auf 9,2 MW erhöht (Jahresleistung 44,8 GWh), was einem Jahresstrombedarf von rund 10.000 Haushalten entspricht. Das alte Krafthaus und die alte Wehranlage wurden abgetragen. Von der Baumaßnahme berichteten Dipl. Ing. David Görgl und Dipl.-Ing. Dr. techn. Klaus Meinhard (Porr Bau GmbH, Abteilung Spezialtiefbau). Das neue mit zwei horizontalen Kaplan-Turbinen bestückte Krafthaus integriert eine 10-kV-Schaltanlage. Mit einer 820 m langen Unterwassereinführung würde die Fallhöhe von ca. 7 auf 9,2 m aufgebaut. Vorgesehen sind eine Fischaufstiegshilfe in Schlitz-Pass-Bauweise und eine Fischabstiegsanlage am Wehrbauwerk.

Wehr und Krafthaus wurden in zwei Bauphasen im Schutz überschnittener Bohrpfähle (DM 1180) und einer verankerten Spundwand ausgeführt. Vor Baubeginn hatten Baugrunderkundungen Kies mit einzelnen Konglomeratschichten ergeben. Klar war, dass die Pfähle im Grundwasser hergestellt werden mussten. Nicht vorbereitet war man auf sehr mächtige Konglomeratschichten in Wechsellagerungen mit sehr feinteilarmen rolligen Kiesen. Diese Kombination verursachte nach wenigen Bohrmeter einen massiven Anstieg der Mantelreibung bzw. ein Verklemmen der Verrohrung. Die Ergebnisse zahlreicher Versuche führten aus wirtschaftlicher und bautechnischer Sicht zu einer Vorstabilisierung des Untergrunds mit dem Düsenstrahlverfahren (DSV).

Durch massiven Wasserzutritt in die Baugrube (> 1.000 l/s) beim Aushub der Wehrfelder wurde die Abdichtung der Krafthausbaugrube bis auf eine Tiefe von ca. 38 m mit DS-Vollsäulen festgelegt. Um die Abweichung zu beherrschen, wurden alle DS-Säulen verrohrt vorgebohrt und vermessen. Dabei kam es beim Abbohren in der vorgebohrten Bohrachse immer wieder zu Schwierigkeiten durch hängengebliebenes Bohrgestänge, Ausbleiben des Rücklaufmaterials sowie massiven Verschleiß des Bohrwerkzeugs. Die Herstellung stabiler DS-Säulen gelang schließlich durch Variation



Bild 3: Bauphase 2: DSV-Arbeiten am Einlaufbauwerk
Foto: ARGE KW Danzermühl

des Herstellprozesses und Bindemitteloptimierung.

Bei dem Projekt zeigte sich wieder einmal, dass die praktische Ausführung oft von den Überlegungen vor Beginn der Arbeiten abweicht. Flexibilität der bauausführenden Firma ist daher bei Spezialtiefbauarbeiten oft gefragt, wie in diesem Projekt mit:

- ▶ Zwei statt einer Drehbohranlage
- ▶ Einem Seilbagger und einer DSV-Anlage zusätzlich
- ▶ Verankerter Spundwand statt Bohrpfahlwand
- ▶ Verlängerung der fertigen Baugrubenumschließung für die Krafthausbaugrube bis in den Stauer

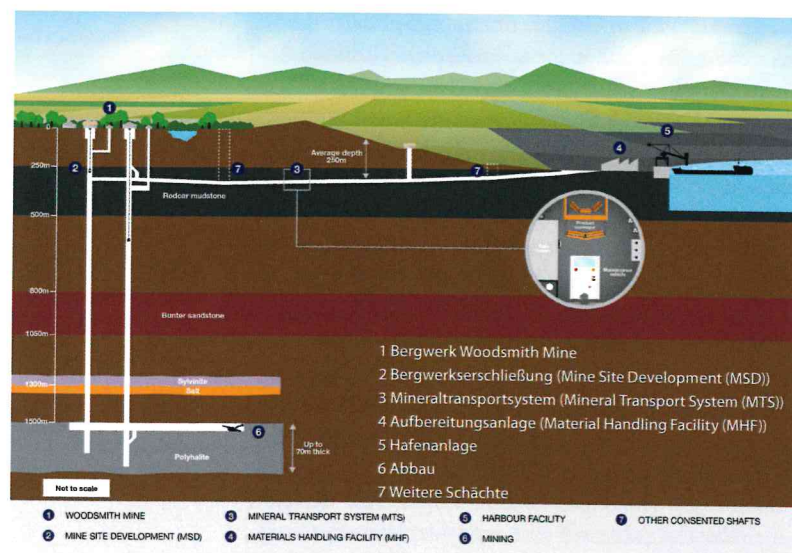


Bild 4: Querschnitt des Bergwerks Woodsmith Mine (nicht maßstäblich)
Foto: Sirium Minerals PLC



Bild 5: Schlitzwandherstellung – Maschinen im Einsatz
Quelle: Sirium Minerals PLC

Tiefe Schlitzwandschächte für Bergwerk Woodsmith Mine in England

Dipl.-Ing. Gustav Jahnert (Bauer Spezialtiefbau GmbH) referierte über die Herstellung tiefer Schlitzwände für das Bergwerk Woodsmith Mine der Sirium Minerals PLC im Nordosten Englands. Mitten im Naturschutzgebiet wird mit über 1.500 m das tiefste Bergwerk Großbritanniens errichtet, um das Düngemittel Polyhalit zu fördern und global zu vermarkten (Bild 4). Alle Bergbau- und Transportaktivitäten bis zum 36 km entfernten Frachthafen werden unter Tage stattfinden, um den Nationalpark kaum zu beeinflussen.

Bauer Technologies Ltd. stabilisiert die oberflächennahen, verwitterten und grundwasserführenden Felsschichten durch 120 m tiefe Schlitzwandschächte mit einem Innendurchmesser von 7,50 m und einer Wandstärke von 1,20 m. Die Geologie besteht aus Sand- und Tonsteinschichten. Ab 120 m Tiefe besteht der Baugrund aus standfestem und trockenem Fels, was das weitere Abteufen bis zur Sohle im konventionellen, bergmännischen Schachtbauverfahren ermöglicht. Zwei weitere kreisrunde Schlitzwände (DM 35 m, 60 m tief) dienen zur Umschließung der Hauptschächte für die zum Bergwerksbetrieb notwendigen Förderanlagen. Die Schlitzwandlamellen werden mit drei unabhängigen, hydraulischen Fräsen BC 40 ausgehoben (Bild 5). Die mit 120 m langen Schlauchtrommelsystemen vom Typ HDS 120 ausgestatteten Fräsen sind auf MC 96 und MC 128 Trägergeräten montiert. Wegen der heterogenen Bodenverhältnisse stehen unterschiedliche Fräsräder und Zahntypen zur Verfügung.

Es werden vertikale Abweichungen von maximal 200 mm garantiert. Ein Überschreiten des Grenzwerts würde den lichten Schachttinnendurchmesser verkleinern, den Einbau der Arbeitsbühne zum bergmännischen Abteufen beeinträchtigen und könnte den Bau verzögern. Um die Abweichung von der Vertikalen in x- und y-Achse sowie Rotation während des Lamellenaushubs zu kontrollieren, sind unterschiedliche Messsysteme in den Geräten installiert, die die aktuelle Fräsenposition im Baugrund zeigen und Korrekturen ermöglichen. Der Querschnitt der Sekundärlamellen in den Beton der benachbarten Primärlamellen kann bis zu 40 cm betragen. In allen Lamellen ist Bewehrung vorgesehen, sodass vorgefertigte Bewehrungskörbe positionsgenau in die Primärlamellen eingebaut werden müssen, um einen Kontakt von Fräse und Armierung während des Aushubs der Sekundärlamellen zu vermeiden. Die Körbe in den Primärlamellen werden durch spezielle Abstandhalter aus Glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) sicher zentriert, die Bauer in Zusammenarbeit mit Schöck Bauteile GmbH entwickelt hat. Die GFK-Bewehrung eignet sich im Gegensatz zu Stahl ideal zum Überfräsen und erlaubte, Schlitzwandschächte 120 m tief mit geringen Toleranzen erfolgreich herzustellen.

Da im Fräsbetrieb das gesamte Bohrgut durch die Bentonitsuspension zur Separierungsanlage gefördert wird, steht die Entsandung besonders im Fokus.

3.500 m³ Bentonitsuspension zirkulieren zwischen Fräsen, Entsandungen und Vorratsbehältern. Dabei werden jede Stunde bis zu 1.000 m³ Suspension aufbereitet. Bei der Regenerierung der Bentonitstützflüssigkeit kommen komplexe Entsandungsanlagen und speziell entwickelte Polymerprodukte zur Anwendung.

Innerstädtisches Bauen und Tunnelbau

Zum Thema „Innerstädtisches Bauen und Tunnelbau“ referierten:

- ▶ Martin Schmidt (Stadt Wien) und Joachim Wagner (TU Wien): **Forschungsprojekt Unterer Hausfeld**
Im Unteren Hausfeld wurden umfangreiche Prüfungen an unterschiedlichen Gründungselementen durchgeführt. Durch die Lage im größten Stadterweiterungsgebiet der Stadt Wien birgt es das Potenzial, die Erkenntnisse auf zukünftige Projekte anzuwenden.
- ▶ Roman Markiewicz (Geotechnik Adam ZT): **Herausforderung für Geotechnik und Spezialtiefbau bei der tiefen Baugrube für das BG/BRG/BORG Lessingasse mit Wohnsammelgarage in Wien**
Die Sicherung der 20 m tiefen Baugrube erfolgte in Deckelbauweise mit umlaufender Schlitzwand, im tieferen Bereich mit Zwischendeckeln in drei Ebenen und im oberen Bereich mit Teildeckeln ausgesteift bzw. mit Verankerungen gestützt. Zudem wurde eine Tiefgründung mit Schlitzwandelementen ausgeführt, um die Baukörper gegen Aufschwimmen zu sichern und die Bauwerkslasten verformungsarm abzutragen. Zusätzliche Spezialtiefbaumaßnahmen, wie Manschettenrohr- und Auffüllinjektionen, sowie die Grundwasserhaltung, waren unerlässlich. Die Bauarbeiten wurden umfangreich messtechnisch überwacht.
- ▶ Joachim Meier (Implenia Spezialtiefbau): **Gesteuerte Horizontalbohrungen und Vereisung für die U-Bahnlinie U5 unter dem Sprekanal in Berlin**
Für die Bahnsteighalle der Station Museumsinsel benötigte man rund 10 km hochgenaue Bohrungen, die in einem eigens entwickelten Bohr- und Steuerverfahren unter extremen geotechnischen Randbedingungen eingebracht wurden. Gemeinsam mit dem Auftraggeber vor Ort durchgeführte Probebohrungen schufen eine Wissens- und Vertrauensbasis, die eine effiziente Bauausführung und eine gerechte Abrechnung von Hindernissen ermöglichten. Zur Überwachung der Gefrieranlagen und des Frostkörpers dienen über 2.000 Sensoren, die in einem bisher einzigartigen Sensornetzwerk miteinander verknüpft sind. Die Messwerte werden grafisch aufbereitet und den zuständigen Stellen raumbezogen in Nahezu-Echtzeit zur Verfügung gestellt.
- ▶ Christoph Deporta und Roman Weidacher (Keller Grundbau): **Koralmbahn Baulos 60.3 St. Kanzian**
Die Bodenvermörtelung mit dem DS-Verfahren im bindigen Boden wurde hinsichtlich Durchmesser,

Festigkeit, Rücklaufmenge und -behandlung erfolgreich gemeistert. Zur Qualitätssicherung wurden die produktionsrelevanten Daten elektronisch in einer für das Projekt entwickelten Datenbank gesammelt, täglich ausgewertet und grafisch dargestellt.

- ▶ Dr. Ralf J. Plinninger (Dr. Plinninger Geotechnik): **Umfahrung Schwarzkopftunnel, Hanau-Nantenbach**

Baugrund und Bauverfahren sind oft konfliktbehaftete Schnittstellen, weil der Baugrund nur stichprobenartig vorerkundet werden kann. Ein praxisorientierter Überblick baubegleitender ingenieurgeologischer Dokumentation im Spezialtiefbau zeigte Möglichkeiten und Grenzen auf.

Innovationen im Spezialtiefbau

Im letzten Block zu Innovationen im Spezialtiefbau wurden diffizile Untersuchungen vorgestellt, die zu Modifikationen von Verfahren und Baustoffen führen.

Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Blaasch

ist freier Baufachjournalist.

Kontakt:

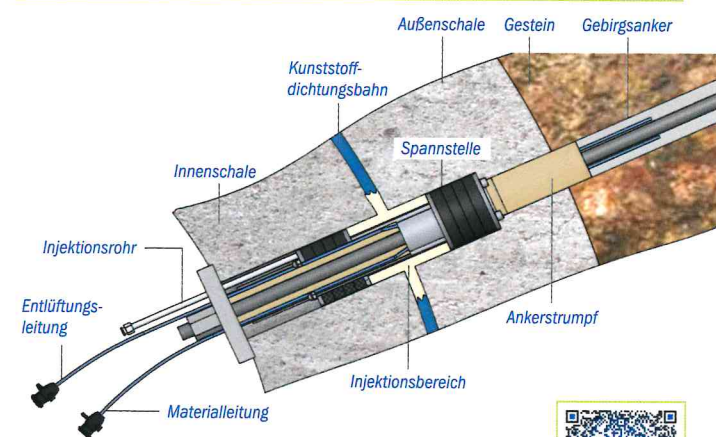
gerhard.blaasch@gmx.de

DESOL

GEBIRGSINJEKTION MIT DOPPELPACKER

IHR ZUVERLÄSSIGER PARTNER FÜR INJEKTIONSTECHNIK

Wir fertigen kundenspezifische Produkte, die auf Ihre Anforderungen abgestimmt sind. Fordern Sie uns heraus!



HERSTELLER VON INJEKTIONSTECHNIK

DESOL GmbH
Gewerbestraße 16
D-36148 Kalbach / Rhön

Tel.: +49 6655 9636-0
Fax: +49 6655 9636-6666
info@desol.de | www.desol.de



Neues Prospekt
JETZT bestellen!