

Bericht zur Vertieferexkursion 2007 nach Holland

1. Tag: Dienstag, 24.04.07

Die Vertieferexkursion des Lehrstuhls für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Tunnelbau ging dieses Jahr in die Niederlande und es stand ein sehr umfangreiches und beeindruckendes Programm auf der Tagesordnung.

Treffpunkt war am Dienstag um 5:20 Uhr in der Früh zum Check-In am KLM Schalter am Münchner Flughafen. Nach einem entspannenden Flug sind wir um 8:30 Uhr in Amsterdam Schiphol gelandet. Von dort ging es mit dem Zug zum Amsterdamer Hauptbahnhof. Mit der Straßenbahn fahren wir anschließend gleich ins Projektbüro, wo uns von Herrn Stefan Busse die Firma Max Bögl und das Bauprojekt im Allgemeinen vorgestellt wurde. Die Stadt Amsterdam plant und baut eine neue Metro-Trasse, die von Norden nach Süden verläuft und als „Nordzuidlijn“ bezeichnet wird. Die Gesamtlänge der Trasse wird 9,7 Kilometer betragen, wovon 7,1 Kilometer im Untergrund verlaufen. Es sollen 8 Stationen angefahren werden, von denen eine unter dem bestehenden Hauptbahnhof gebaut werden wird.



Übersicht „Nordzuidlijn“

Die Firma Max Bögl baut im Rahmen dieser Maßnahme die 3 Stationen Rokin, Vijzelgracht und Ceintuurbaan. Jede dieser Stationen bietet ihre besonderen Raffinessen. Bei der Station Ceintuur-

baan zum Beispiel gibt es die Besonderheit, dass nicht genug Platz vorhanden ist, um die beiden Tunnelröhren nebeneinander zu legen, so dass man dort den Bahnhof in zwei Ebenen aufgeteilt hat, und die beiden Röhren übereinander gelegt wurden. Somit befindet sich der ganze Bahnhof unter der vorhandenen Strasse.

Wie uns eindrucksvoll berichtet wurde, ist das Bauen in Amsterdam und generell in der Region nicht so einfach, da man es mit sehr wenig tragfähigem Untergrund zu tun hat und man gezwungen ist, durch Pfähle, die in tiefere, tragfähigere Schichten einbinden, einen festen Stand zu bekommen. Die alten Häuser in Amsterdam sind alle auf zahlreichen Holzpfählen gegründet.



Angrenzende Bebauung



GFRP-Bewehrung

Somit muss man natürlich bei Baumaßnahmen immer besonders gut aufpassen, da sich Verformungen sehr schnell einstellen könnten, was natürlich begrenzt werden muss. Dass dies in der Vergangenheit doch schon öfters vorgekommen ist, zeigen einige alte Häuser, deren Fassaden sehr geneigt sind. Um einen Anhaltspunkt bezüglich der Verformungen aus der Baumaßnahme der neuen Metro-Linie zu bekommen, hat der Bauherr schon im Vorfeld ein umfangreiches System zur Setzungsmessung entlang der gesamten Trasse aufgebaut. Elektronische, selbstfahrende Theodolite steuern in bestimmten Zeitintervallen Messpunkte an Häuserfronten an und senden ihre Daten online an eine Datenauswertungsstelle.

Nach dieser Projektvorstellung gab es dann belegte Semmeln, die uns großzügigerweise von der Firma Bögl spendiert wurden. Um 14:15 Uhr ging es dann zu Fuß auf das Baulos der Station Ceintuurbaan. Dort liefen gerade Aushubarbeiten unter einem bereits hergestellten Deckel. Leider war ein Betreten der Baustelle nicht möglich, da sich unter dem Deckel teilweise kontaminierte Böden befanden, und diese fachgerecht entsorgt werden mussten. Man hat allerdings sehr gut die bereits geschilderten beengten Verhältnisse sehen können, unter denen dort gearbeitet werden musste.

Um 14:50 Uhr ging es dann weiter zur Station Vijzelgracht, die uns von Jürgen Brüggmann und Jörg Menke gezeigt wurde. Es wurden 40 m tiefe Schlitzwände hergestellt, die an den Stirnseiten der Station größtenteils mit Glasfaserkunststoffbewehrung bewehrt sind. Diese spezielle Bewehrung erlaubt es der Schildmaschine, ohne großen Widerstand durch den bewehrten Beton zu fahren. Die Schlitzwände binden in eine wasserundurchlässige Mergelschicht ein, so dass von unten kein Wasser nachströmen kann. Während unserer Besichtigung wurden gerade Düsenstrahlarbeiten ausgeführt, um eine Sohle in einer Tiefe von 33 Meter unter dem Meeresspiegel herzustellen. Diese Sohle soll der späteren Aussteifung der Baugrube dienen und wurde eigentlich nicht aus Dichtigkeitsgründen benötigt. Das DSV wird im Zweiphasenverfahren ausgeführt.



Düsenstrahlarbeiten

Um 16:30 Uhr waren wir dann an der Station Rokin und wurden von Holger Rait begleitet. Dort war man gerade dabei, ein Arbeitsplanum für Großbohrgeräte und andere schwere Arbeitsmaschinen herzustellen. Aufgrund des schlechten Untergrundes ist es schon öfters passiert, dass ein Großbohrgerät oder sonst eine schwere Arbeitsmaschine abgesackt ist und nicht mehr richtig arbeiten konnte. Dem will man bei der Station Rokin entgegen, indem man eine stark bewehrte Stahlbetonplatte gießt, die Aussparungen für die Injektionen hat, und somit ein Arbeitsplanum schafft, bei dem diese Probleme umgangen werden. Man rechnet damit, dass Unterspülungen von bis zu 6 Metern unter der Platte auftreten könnten. Die Platte kann dann trotzdem noch auf Biegung die Last abtragen. Es wurde uns somit allen auf beeindruckende Weise gezeigt, dass man sich auch im Vorfeld einer Baumaßnahme sehr viele Gedanken bezüglich der Arbeitsdurchführung machen sollte und sich nicht nur auf das fertige Bauwerk konzentrieren sollte. Um 17:10 Uhr haben wir uns herzlich verabschiedet und sind dann vom baupraktischen in den kulturellen Teil des Tages gestartet.



Herstellung des Arbeitsplanums

Bevor wir um 17:30 Uhr eine Bootsrundfahrt durch Amsterdam antraten, haben sich die meisten von uns eine kleine Stärkung in einem nahe gelegenen Kleinwarenladen besorgt. Gut gelaunt und mit sehr viel Interesse haben wir dann alle zusammen eine wirklich beeindruckende Stadtbesichtigung mit dem Boot namens „Königin Fabiola“ der Reederei Kooij unternommen. Ableger war Rokin, nicht weit entfernt von der zuletzt besichtigten Baustelle. Wir fuhren die Amstel entlang, von einer Gracht in die andere, in der uns eindrucksvoll von der einstigen Größe und Wichtigkeit Amsterdams als Handels- und Wirtschaftsstadt berichtet wurde. Architektonische Aspekte und Merkmale der Stadt kamen auch nicht zu kurz; als Beispiel kann man am First der meisten Häuser erkennen, welcher Tätigkeit die einstigen Besitzer nachgingen, je nachdem ob es Bankiers, Handelstätige oder Handwerker waren. Während der Rundfahrt kamen wir auch am originalgetreuen Nachbau der „Amsterdam“, einem einstigen Handelsschiff, vorbei, das heute vor dem Scheepvaart Museum vor Anker liegt. Wir fuhren unter der „Magere Brug“ durch, einer typischen niederländischen Brückenkonstruktion, die aus zwei mechanisch beweglichen Brückenteilen besteht, um die Durchfahrt größerer Schiffe zu gewährleisten. Einer der Höhepunkte der Grachtenrundfahrt war das Wissenschafts- und Technologie-Zentrum Nemo, welches den Eindruck eines sinkenden Schiffes vermittelt und mehr als 30 Meter über das Wasser herausragt. Die Rundfahrt endete gegen 18:30 Uhr.

Von Rokin aus führte uns unser Weg nun direkt ins Hotel „City“, wo wir um 18:45 Uhr ankamen und vom Hotelbesitzer mit einem Begrüßungsgetränk sehr freundlich empfangen wurden. Um 20:15 Uhr gingen wir alle zusammen in ein nahe gelegenes Restaurant. In geselliger Runde wurden die ersten Eindrücke von Amsterdam ausgetauscht und die Pläne für den nächsten Tag besprochen. Nach diesem entspannenden Beisammensein in wohligerem Ambiente konnte noch jeder Exkursionsteilnehmer den Abend ganz nach Belieben ausklingen lassen.

Patrik Aondio & Jérôme Frisch

2. Tag: Mittwoch, 25.04.07

Der Exkursionstag begann um neun Uhr morgens mit einem Besuch bei der Firma Züblin. Dort erfuhr man Details über den Tunnelvortrieb der „Noordzuidlijn“ Amsterdam. Der Tunnel soll zwischen 2007 und 2009 hergestellt werden. Der Vortrieb hatte zum Zeitpunkt der Exkursion noch nicht begonnen. Es werden zwei eingleisige Tunnelröhren in vier Abschnitten hergestellt. Die Gesamtlänge des Vortriebs beträgt 6200 m, der Durchmesser des Tunnels 7,12 m. Die Tunnelchale besteht aus Tübbing ohne Dichtung. Die Querschläge zwischen den Tunnelröhren werden im Schutze einer Bodenvereisung hergestellt.



Verformungsmessungen



Archäologischer Fund beim Bau

Wegen des weichen, setzungsempfindlichen Untergrundes wurden vor Baubeginn Theodoliten an den Hauswänden montiert, welche täglich einzelne Fixpunkte einmessen. Somit sind schon vor dem Vortrieb die jahreszeitlichen Lageveränderungen der Häuser bekannt. Diese Messungen geben Auskunft über die Empfindlichkeit einzelner Gebäude, die somit beim Vortrieb gesondert geschützt werden müssen. Dazu werden großflächige Injektionen unter den betroffenen Bauwerken ausgeführt. Durch gezielte Ansteuerung der Injektionslanzen kann während des Vortriebs direkt auf eventuell entstehende Setzungen reagiert werden.

Um 10:15 Uhr trafen wir im Infozentrum am Hauptbahnhof Amsterdam ein. Hier sahen wir zunächst einen Film über das Bauvorhaben „Noordzuidlijn“. Durch die technischen Fortschritte im Tunnelbau wurde es erst in jüngster Vergangenheit möglich, mit dem Bau einer neuen Metrolinie zu beginnen. In den 70er Jahren musste die Metro in offener Bauweise hergestellt werden, was zu großen Unruhen führte, da ganze Häuserzeilen abgerissen wurden. Die schon damals geplante Nord-Süd-Verbindung durch Amsterdam wurde aufgrund dieser Protestbewegung nicht weiter verfolgt.

Anhand eines Modells der Trasse wurden uns die verschiedenen Bauweisen erläutert. Es kamen folgende Verfahren im innerstädtischen Bereich zur Anwendung:

- Offene Bauweise
- Deckelbauweise
- Vortrieb mit TBM
- Senkkastenbauweise

Die Senkkastenbauweise konnten wir uns beim folgenden Besuch auf der Baustelle am Hauptbahnhof Amsterdam ansehen. Zum Absenken der Senkkästen wurden unter den Schneiden durch Wasserspülung gezielte Grundbrüche erzeugt.



Absenken



Fertiggestellter Senkkasten

Für den Abschnitt direkt unter dem bestehenden Hauptbahnhof werden zunächst die einzelnen Tunnelelemente im Trockendock hergestellt und mit Schotten geschlossen. Anschließend wird das Trockendock geflutet, sodass die schwimmenden Segmente zur Einbaustelle geschleppt und dort platziert werden können.



Einschwimmen des Fertigteils nördlich vom Hauptbahnhof

Nach der Besichtigung der Baustelle am Hauptbahnhof und einem stärkenden Mittagessen bei der Firma Züblin fahren wir mit dem Zug nach Leiden zur Firma Fugro (Ingenieursbureau voor Funderingstechniek en Groundmechanica).

Geschichtlich entwickelte sich die Firma Fugro aus der Untersuchung des Baugrundes mithilfe von Drucksondierungen. Daraus entstanden dann die drei Kernbereiche Geotechnik, Vermessung und Bodenuntersuchung.



Sondierspitze für Drucksondierung

Nach einem Vortrag über die Firmengeschichte folgte eine Laborbesichtigung, bei der uns verschiedene Sondierspitzen erklärt wurden. In den Niederlanden werden im Gegensatz zu Deutschland aufgrund des weichen Bodens keine Ramm-, sondern fast nur Drucksondierungen durchgeführt.

Dafür hat die Firma spezielle Fahrzeuge, in denen die Sondiervorrichtungen integriert sind. Es wurde uns ein Lastwagen gezeigt, der mit einem Sondierroboter versehen ist, der die zum Testen notwendigen Gewinderohre, welche in den Boden gedrückt werden, aneinanderschraubt und damit verlängert. Die Tiefenmessung erfolgt über die Messung der Umdrehungen eines Laufrades. Anschließend besichtigten wir ein geländegängiges, kleineres Drucksondiergerät. Dieses Gerät kommt vor allem bei kleinen Durchgängen wie zum Beispiel Gartentoren oder Gewächshaustüren zum Einsatz.



Drucksondiergerät



Sondierwagen

Nach der Besichtigung hörten wir drei Vorträge zu den Themen Offshore Sondierung, Vermessung im Offshorebereich (von speziellen Vermessungsschiffen aus) und angewandte Geotechnik (zum Beispiel Straßenbau und Baugrubenverbau). Die Firma Fugro verabschiedete uns mit kleinen Snacks und einem großzügigen Umtrunk. Nach einem interessanten Tag fuhren wir gegen 18:30 Uhr nach Den Haag in unsere Herberge und ließen den Abend bei einem gemeinsamen Essen beim Italiener ausklingen.

Anita Berndt & Eva Kohl

3. Tag: Donnerstag, 26.04.07

Am dritten Tag der Exkursion besichtigten wir vormittags die Erschließung eines Neubaugebiets in Pijnacker (nahe Den Haag). Dieses Neubaugebiet für über 20.000 Einfamilienhäuser liegt wie große Teile der Niederlande unter dem Meeresspiegel und ist ein ehemaliges Poldergebiet. Daraus resultiert ein wassergesättigter, in eine Tiefe bis etwa zehn Meter reichender, kaum tragfähiger Baugrund, der aus Torfen und Tonen besteht. Um die Tragfähigkeit zu verbessern und den Boden zu konsolidieren, wird eine 1,5 m starke Sandschicht flächig aufgebracht. Geplant ist, dadurch eine Setzung von 70 cm in sechs Monaten vor der Bebauung zu erreichen und die Zeitsetzung nach Bebauung auf etwa 20 cm zu reduzieren. Auf Grund dieser noch erheblichen Setzung sind sämtliche Hochbauwerke auf Pfählen gegründet, die in tragfähige Sandschichten einbinden. Die somit entstehende Setzungsdifferenz zwischen Bauwerk und Umland (Vorgarten, Zufahrt,..) ist in Holland nicht ungewöhnlich und wird von den Bauherrn akzeptiert.

Die ausführende Firma bringt den Sand per Pipeline auf das Erschließungsgelände. Diese ist 17 km lang und transportiert 1000 m³ Sand pro Stunde mit einer gesamten Pumpenleistung von etwa 8000 PS. Der Sand wird mit einer Saugpumpe aus einem See entnommen und das Sand-Wasser-Gemisch am Ende der Pipeline gezielt aufgespült. Hierzu versetzt ein Radlader in kurzen Zeitabständen die letzten Rohre bzw. fügt neue an. Das überschüssige Wasser wird gefiltert und in einer zweiten Pipeline zurückgeführt.



Versetzen der Pipeline

Bei dieser Ausführung handelt es sich um einen Sondervorschlag, der den Transport von 25.000 LKW-Ladungen Sand auf öffentlichen Straßen unnötig macht. Zusätzlich zur Sandaufschüttung wurden Vertikaldränagen eingebracht und das Baufeld mit Vakuum beaufschlagt. Interessant war der geringe Maschinenbedarf für die Bewegung von 12.000 m³ Sand pro Tag, die nur mittels zwei Fahrzeugen bewerkstelligt wurde. Nach der Baustellenbesichtigung wurde das Vormittagsprogramm bei einem Imbiss im Baustellenbüro beendet.

Nach kurzer Fahrt trafen wir am Nachmittag in Rotterdam ein. Hier besuchten wir die Tunnelbaustelle zum Bau der Randstad Rail, die eine Verbindung der Hofplein-Linie und dem Rotterdamer Metronetz darstellen wird. Zwei einspurige Tunnelröhren mit einer Länge von etwa 2,4 km Länge und einem Außendurchmesser von 6,5 m wurden dazu in einer Tiefe von durchschnittlich 20 bis 25 m mit einer Tunnelbohrmaschine vorgetrieben.

Beim Zielschacht an der Conradstraat konnten wir einen Blick auf die Tunnelbohrmaschine werfen, die gerade demontiert wurde und zum Startschacht nahe dem St.-Franciscus-Krankenhaus zurücktransportiert wurde, um von dort aus die zweite, östliche Tunnelröhre herzustellen. Außerdem ließen sich noch die Ankerköpfe der Zuganker sehen, mit denen die Schlitzwände zur Trockenhaltung der Baugrube gegen die Auflast des nebenstehenden Bahndammes gesichert wurden. Ein Problem stellten im Boden verbliebene Holzpfähle und die Reste eines Backsteinfeldamentes eines alten Dampfschöpfwerkes dar, die aufwendig entfernt werden mussten. Zudem wurden die oberen Bodenschichten aus Torf- und Tonböden mittels Hochdruckinjektionen verbessert, um eine ausreichende Festigkeit für den späteren Tunnelvortrieb zu erhalten.



Radl-Exkursion

Anschließend fuhren wir mit Leihfahrrädern quer durch die Stadt zum Zielschacht. Dort erläuterten uns die Ingenieure von Züblin die Probleme und Vorgehensweise beim Tunnelvortrieb. Hierbei wurde mit dem Einsatz von Zementsäulen und Glasfaserbewehrung bis hin zur Gefriertechnik eine große Vielfalt an verschiedenen Verfahren angewandt. Danach endete der Tag, nachdem wir aus nächster Nähe die Tunnelbohrmaschine und Tübbinge betrachten konnten, mit der Besichtigung des Startschachts.



Startschacht

Andreas Huber & Max Lachmann

4. Tag: Freitag, 27.04.07

Am letzten Tag unserer Exkursion wurden wir von einem eigens für uns gecharterten Bus abgeholt. Mit diesem machten wir eine Tour durch Rotterdam, wobei uns unser Guide, der sehr gut Deutsch sprach, die wichtigsten Sehenswürdigkeiten der Stadt zeigte und uns die dazugehörigen Hintergründe erzählte. So erzählte er uns, dass Rotterdam von den Deutschen während des 2. Weltkrieges ziemlich zerstört wurde, wodurch große Teile der Stadt wiederaufgebaut werden mussten, und somit die heutige Mischung aus alten und neuen, modernen Gebäuden entstand. Dadurch erhielt die Stadt den netten Beinamen: „Manhattan an der Maas“.



„Manhattan an der Maas“

Beim Überqueren der Erasmusbrücke konnten wir das gigantische Stahl-Bauwerk mit dem ca. 140 m hohen Pylon aus der Nähe bestaunen, wobei der Guide uns erzählte, dass die Brücke erst 1996 in Betrieb genommen wurde, und die Hauptverbindung vom Zentrum zu dem nachkriegszeitlichen Wohngebiet Kop van Zuid ist. Eine weitere Besonderheit ist, dass der südliche Teil der Brücke nach oben aufklappbar ist, wodurch sie für die großen Schiffe passierbar ist. Sie ist damit die größte Klappbrücke Westeuropas, welche nach dem Rotterdamer Philosophen Erasmus benannt wurde.

Nächstes Ziel war der Hafen von Rotterdam. Er ist einer der größten Häfen der Welt und der größte von ganz Europa. Im Jahr werden dort ca. 354 Mio. Tonnen an Gütern umgeschlagen. Davon sind es im Jahr ca. 9 Mio. Container, mit steigender Tendenz. Des weiteren ist der Rotterdamer Hafen der Hauptumschlagpunkt für Erdöl in Europa. Jährlich kommen hier ungefähr 100 Mio. Tonnen an Erdöl an. Selbstverständlich werden nicht nur Container und Öl in Rotterdam umgeschlagen. Das Güterspektrum reicht von Kohle über Automobile bis hin zu Früchten und Gemüse. So viele Güter benötigen selbstverständlich viele Arbeitskräfte wodurch die Hafenwirtschaft für ca. 320.000 Arbeitsplätze sorgt, 60.000 davon direkt im Hafen. Die Kaimauern haben in der Summe eine beträchtliche Länge von 40 km.



Hafen Rotterdam

Zum Mittagessen kehrten wir dann ins Keringhuis-Besucherzentrum ein. Wunderbar gestärkt von den mittlerweile schon legendären Wurstsemmeln, hatten wir die Möglichkeit, an einer speziellen Führung teilzunehmen.



Modell des Sperrwerks

Das an dieser Stelle errichtete Hochwasserwehr ist Teil des überregionalen Delta-Plans, der nach dem verheerenden Hochwasser aus dem Jahr 1953 ins Leben gerufen wurde. In einem anschaulichen Film zu Beginn der Führung erfuhren wir weiter, dass der Delta-Plan vorsah, alle Deiche an Einmündungen zu Binnengewässern auf 5 m über Amsterdamer Pegel zu erhöhen. An der übrigen Küstenlinie stellen die Dünen einen ausreichenden, natürlichen Schutz dar. Ohne das im Jahre 1997 errichtete Hochwasserschutzwehr an der neuen Maas hätten demnach ca. 300 km zusätzliche Deiche gebaut werden müssen, um die Maßgaben des Delta-Plans umzusetzen. In der angrenzenden Ausstellung und vielmehr noch während des Rundgangs am Wehr selbst wurde uns deutlich, welche enormen Massen im Fall einer Absperrung bewegt werden müssen. Das Wehr ist nämlich als doppeltes Drucksegment ausgebildet und um zwei massive Auflager drehbar gelagert. Als Antrieb sind auf jeder Seite der Maas je sechs Rollantriebe – von denen mindestens 4 zum Bewegen nötig sind – angeordnet. Die Verbindung von Absperrwand zum Auflager ist als gigantische Fachwerkkonstruktion ausgeführt worden. Ein Novum stellt allerdings die Steuerung des Wehrs dar, denn ob abgesperrt wird oder nicht entscheidet an der Maasmündung einzig und allein ein Computer. Dadurch soll verhindert werden, dass persönliche Eindrücke oder politische Hintergründe Einfluss auf so eine schwerwiegende Entscheidung haben. Positiv ist aber, dass die Stadt Rotterdam noch nie seit Bestehen der Segmente gezwungen war, die Mündung zu verschließen. Einzig für Überprüfungszwecke wird jedes Jahr ein Testlauf durchgeführt.



Modell des Sperrwerks



Bootstour

Nach diesen eindrucksvollen Impressionen ging es dann mit unserem Bus wieder zurück zur Rotterdamer City, wo die dann folgende Rundfahrt per Boot durch den größten Hafen der Welt einen runden Abschluss einer hervorragenden Exkursion darstellte. Denn genauso sicher und zielstrebig wie in den Tagen zuvor gestaltete sich auch unsere letzte Etappe zum Amsterdamer Flughafen. Hier war es dann auch an der Zeit Henning Lesemann unseren Respekt zu zollen, da es hauptsächlich seine organisatorischen Anstrengungen waren, die diese Reise so reibungslos gestalteten.

Hans Kiendl & Stefan Hechendorfer