

## **Vorwort**

*Sascha Gentes*

Das Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB) deckt in Lehre und Forschung ein weites Spektrum verschiedener Bereiche des Bauwesens ab. Es beschäftigt sich neben den bauverfahrens- und baumaschinentechnischen Grundlagen des Bauens auch mit der Betriebswirtschaftslehre und dem Projekt- und Facility Management. Das TMB hat sich zur Aufgabe gemacht, den Studenten der Vertiefungsrichtung Baubetrieb dieses Spektrum in großer Breite und Tiefe zu vermitteln. Aus diesem Grund werden im Rahmen des Vertiefungslehrgangs Baubetrieb alljährlich verschiedene Exkursionen durchgeführt, wobei eine große Exkursion den Höhepunkt des jeweiligen Jahres darstellt.

Die Pfingstexkursion führte uns in diesem Jahr in der Pfingstwoche, vom 29. Mai bis 1. Juni 2012, in die Hauptstadt Schwedens, nach Stockholm. Mit dem diesjährigen Besichtigungsprogramm für 19 Studierende des Vertiefungslehrgangs Baubetrieb gelang es, den gesamten Themenbereich vom Tief- und Tunnelbau, dem Erd- und Straßenbau bis hin zum Ingenieur- und Hochbau abzudecken.

Nachdem wir in Stockholm angekommen waren, ging es zunächst zur Baustellenbesichtigung des Projektes „Norra Länken“, dem nördlichen Ausbau des Stadtautobahnringes. An den folgenden Tagen besichtigten wir dann verschiedene Abschnitte des Projektes „Citybanan“. Hierbei entsteht unter der Innenstadt von Stockholm ein 6 km langer Eisenbahntunnel einschließlich zweier Bahnhofstationen. Neben der Besichtigung des Projektes Citybanan besuchten wir am dritten Tag die momentan größte Hochbaustelle Europas, das Projekt „New Karolinska Solna“, ein Universitätskrankenhaus ausgestattet mit der neuesten Technologie. Am vierten Tag der Pfingstexkursion wurde uns das Projekt „Hagastaden“ in seiner Gesamtheit von der Entstehung über den aktuellen Baustand bis hin zu den noch in der Entwicklungsphase befindlichen Bauprojekten vorgestellt. Mit Hagastaden

entsteht ein neuer Stadtteil zu dem auch einige der zuvor besuchten Baustellen gehören. Abschließend besuchten wir das berühmten Vasa Museum, bevor es am nächsten Tag bereits wieder in Richtung Heimat ging.

Neben der großen Exkursion haben wir im Jahr 2012 noch eine eintägige Herbstexkursion durchgeführt. Die Herbstexkursion führte uns nach Frankfurt am Main zum Bau der Neuen Mainbrücke und zur Baustelle der Europäischen Zentralbank.

Diese Exkursionen waren und werden auch in Zukunft ein wichtiger Bestandteil der Lehre am TMB sein. So konnten die Studierenden auch in diesem Jahr wieder durch die zahlreichen Gespräche, Führungen und Diskussionen vor Ort das erworbene theoretische Wissen festigen und erweitern. Die Erkenntnisse, die hier vor Ort erworben werden, werden den jungen Absolventen sicherlich noch sehr lange in guter Erinnerung bleiben.

## Danksagung

Eine Exkursion diesen Umfangs und dieser Qualität wäre allein durch die Mittel des Instituts und ohne die finanzielle Unterstützung von außen nicht durchführbar. Aus diesem Grund geht der herzliche Dank aller Exkursionsteilnehmer an folgende Firmen und Einzelpersonen, die durch Spenden für den größten Teil der Reisekosten aufgekommen sind:

Achatz GmbH, *Mannheim*

Bilfinger Berger SE, *Mannheim*

BSB-Saugbagger und Zweiwege-technik GmbH & Co. KG, *Berlin*

Dipl.-Ing. Wolfgang Wegner, *Mannheim*

Dr.-Ing. Uwe Görisch GmbH, *Karlsruhe*

Ed. Züblin AG, *Karlsruhe*

EUROVIA Beton GbmH, *Berlin*

Herrenknecht AG, *Schwanau*

Ketterer & Ketterer, *Speyer*

Konrad Schweikert GmbH u. Co. KG, *Bruchsal*

Michelin Reifenwerke AG & Co. KGaA, *Karlsruhe*

Neben den finanziellen Beiträgen erhielten wir vielfache organisatorische Hilfe bei der Vorbereitung und Durchführung der Besichtigungen. Dafür gilt unser Dank den folgenden Firmen, Behörden und Arbeitsgemeinschaften:

Herr Hendrik Wille, *Bilfinger Berger Ingenieurbau GmbH*

Herr Sven Amland, *Bilfinger Berger Civil*

Herr Josef Hartung, *Bilfinger Construction GmbH*

Herr Klaus Niederdrenk, *JV Züblin-Phil*

Herr Peter Ringler, *Bilfinger Berger Civil Odenplan AB*

Herr Gernot Reismann, *Bilfinger Berger Civil*

Herr Alexander Pätzold, *Bilfinger Berger Civil*

Herr Oliver Wolff, B. Eng., *Bilfinger Berger Spezialtiefbau GmbH*

Frau Ylva Siegfried, *Skanska Healthcare AB*

Herr Thilo Spahn, *JV Söderströmstunneln HB*  
Frau Dr.-Ing. Christiane Hof, *Ed. Züblin AG*  
Herr Hannes Gamsjäger, *Züblin Scandinavia AB*  
Herr Dr.-Ing. Jochen Wendebaum, *Bilfinger Berger Civil*  
Frau Ylva Persson, *Informedia Communicaitons AB*  
Frau Karin Froste, *Projektlots*

Um auch den Studenten anderer Institute und Fakultäten das Studium des Bauingenieurwesens etwas näher zu bringen, haben wir diesen Exkursionsbericht, neben der Ihnen vorliegenden Veröffentlichung, auch auf unserer Instituts - Homepage [www.tmb.kit.edu](http://www.tmb.kit.edu) für alle Interessierten zugänglich gemacht. Alle Spender können daher sicher sein, dass ihr Beitrag auch von dieser Seite her eine gute Anlage war.

Neben der Pfingstexkursion wurde im Herbst dieses Jahres auch eine Tagesexkursion zu den folgenden Baustellen durchgeführt:

Mainbrücke Ost, Frankfurt  
Neubau Europäische Zentralbank, Frankfurt

Vor Ort wurden wir hervorragend betreut. Ein herzliches Dankeschön geht daher auch an die beiden folgende Herren:

Herr Dipl.-Ing (FH) Peter Kowalski, *Amt für Straßenbau und Erschließung, Stadt Frankfurt*  
Herr Yorck Förster, M.A., *EZB*

Im Verlauf des Vertiefenlehrgangs fanden weiterhin Exkursionen zu den folgenden Firmen und Baustellen statt:

Besichtigung Porschwerk, *Stuttgart* – Peter Meijnen, *Porsche Consulting GmbH*

Besichtigung des Steinbruchs Nußloch (HeidelbergCement AG) – Herr Ulrich Matz, *Steinbruchs-Berufsgenossenschaft*

Exkursion Deponie West – Dr. Dieter Köhnlein, *Gesellschafter und Kommanditist der Windmühlenberg GmbH*

Forschungsreaktor 2, *KIT Campus Nord* – Anna Reis und Thomas Höhn  
*KIT*

Kernkraftwerk Philippsburg, *Philippsburg* – Roman Zofka, *EnBW AG*

Kerntechnische Hilfsdienst GmbH, *Eggenstein-Leopoldshafen* – Dr.-Ing. Michael Gustmann, *Kerntechnische Hilfsdienst GmbH*

Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe, *KIT Campus Nord* – Herr Joachim Reinelt, *WAK GmbH*

Auch Ihnen möchten wir selbstverständlich unseren herzlichen Dank aussprechen.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Die Baustellenbesichtigungen Pfingstexkursion</b>	1
Die Pfingstexkursionsteilnehmer.....	3
<b>Dienstag, 29.05.2012</b>	
Baustelle Norra Länken.....	4
<b>Mittwoch, 30.05.2012</b>	
Baustelle Citybanan – Station Odenplan.....	15
Baustelle Citybanan – Södera.....	23
<b>Donnerstag, 31.05.2012</b>	
Nya Karolinska Solna.....	30
Baustelle Söderströmstunnel.....	40
Baustelle Södermalmstunnel.....	50
<b>Freitag, 01.06.2012</b>	
Projekt Hagastaden.....	57
Das Vasamuseum.....	63
<b>Eindrücke und Erkenntnisse.....</b>	71
	83
<b>Die Baustellenbesichtigungen Herbstexkursion</b>	
Die Herbstexkursionsteilnehmer.....	85
<b>Montag, 22.10.2012</b>	
Neu Mainbrücke Ost.....	86
Neubau Europäische Zentralbank.....	90

## **Die Baustellenbesichtigungen der Pfingstexkursion**



## Die Pfingstexkursionsteilnehmer



### Institutsangehörige

Dipl.-Wi.-Ing. Annett Schöttle

Dr.-Ing. Harald Schneider

Christina Szautner

### Studenten

Marc Bechtold, Jérôme Bergmann, Marco Binninger, Alexander Ehret, Miriam Friedrich, Tamara Gischieva, Yannick Harter, Olga Herbel, Lukas Imkeller, David Kalb, Patrick Malota, Martin Christian Marsetz, Laura Molz, Nikola Nachkov, Paul Nacken, Michel Pütz, Gilles Scholtus, Patrick Stengele, Tim Sutter

## **Anreise und Baustelle Norra Länken**

*David Kalb, Patrick Malota, Miriam Friedrich, Michel Pütz*

### **Anreise**

Am Dienstag, den 29.05.2012, startete um 5:00 Uhr die diesjährige Pflingstexkursion des TMB. Dieses Mal ging es nach Schweden, genauer nach Stockholm, der aufstrebenden Hauptstadt des Landes. Mit einem Bus fuhren wir zum Flughafen nach Frankfurt, wo wir um 9:45 Uhr mit der Lufthansa nach Stockholm Arlanda geflogen sind. Kaum gelandet ging es weiter zum Hotel Micro, einem zentrumsnahen Hotel, von welchem wir unsere täglichen Programmpunkte bequem per pedes oder U-Bahn erreichen konnten. Nach einer kurzen Zimmerbesichtigung, bei der wir unser Gepäck ablegen konnten, machten wir uns auch schon wieder auf den Weg zur ersten Baustelle, Norra Länken.

### **Baustelle Norra Länken NL12 & NL21**

Gegen 15:00 Uhr besuchten wir eine der größten Straßen- und Tunnelbaustellen Schwedens, die Baustelle "Norra Länken" (the northern link). Dabei handelt es sich um den nördlichen Teil des Verkehrsringes um Stockholm. Das gesamte Projekt ist in 14 Baulose unterteilt (siehe Abb. 1), die von verschiedenen Firmen gebaut werden. Insgesamt besteht Norra Länken aus elf Kilometern Tunnel, wovon neun Kilometer aus Fels- und zwei Kilometer aus Betontunnel bestehen werden. Die Baustelle "Norra Länken" hatte ihren Spatenstich Anfang 2006 und soll bis 2015 fertiggestellt werden. Das Bauvolumen beträgt 1,2 Milliarden Euro wovon 75 % vom schwedischen Staat übernommen werden und 25% von der Stadt Stockholm zu leisten sind. Dieses Bauprojekt ist dringend nötig, um die Verkehrssituation Stockholms zu verbessern, da Stockholm jedes Jahr einen Zuwachs von ca. 30.000 Einwohnern hat.

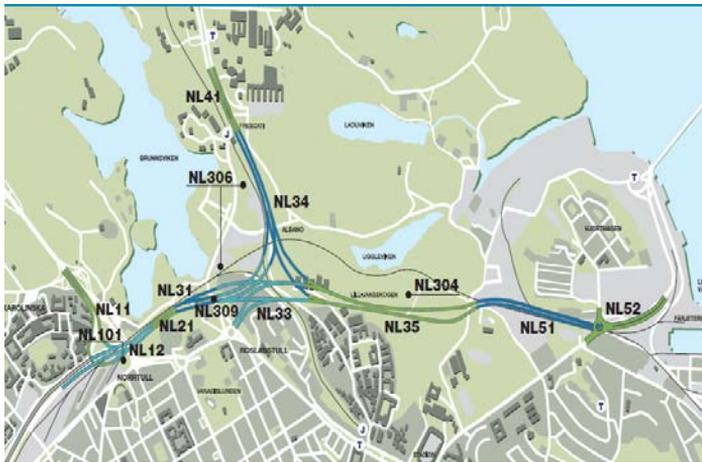


Abb. 1: Projekt "Norra Länken", Baulose<sup>1</sup>

Auf der ersten Baustelle empfingen uns gegen 15:00 Uhr der Projektmanager Svend Amland von Bilfinger Berger Ingenieurbau GmbH und der Design Manager Joseph Hartung von Bilfinger Berger Civil, um uns das Projekt "Norra Länken" näher zu bringen und vor allem die Baulose NL 12 (siehe Abb. 1) und NL 21 näher zu erläutern. Später, gegen 17:30 Uhr, war ein Treffen mit Herrn Klaus Niederdrenk, von der dänischen Firma E. Phil & Son A.S., geplant, der uns das Baulos NL 31 im Detail vorstellte.

Das gesamte Projekt Norra Länken ist sehr aufwendig. Die für die einzelnen Baulose zuständigen Baufirmen haben teils mit Grundwasser, teils mit instabilem Grund aus Gletscherablagerungen und teils mit sehr hartem Fels zu kämpfen, der zu einem sehr hohen Verschleiß an Tunnelbohrmaschinen führen würde. Des Weiteren müssen die Baufirmen an vielen Orten aus Gründen des Naturschutzes (siehe Abb. 2) spezielle kostenintensive Verfahren anwenden. Wichtig zu erwähnen ist auch, dass der Verkehr in Stockholm nicht beeinträchtigt werden darf. Um dies zu erfüllen wurden temporäre Brücken gebaut, über die der Verkehr umgeleitet wird. Es gibt

<sup>1</sup> Vägverket, April 2006, "Join in the Construction of Norra länken", [http://publikationswebbutik.vv.se/upload/1471/88669\\_join\\_the\\_construction\\_of\\_norra\\_lanken.pdf](http://publikationswebbutik.vv.se/upload/1471/88669_join_the_construction_of_norra_lanken.pdf).

weiterhin sehr viele denkmalgeschützte Gebäude (z. B. Kirchen). Die Arbeiten an und um diese Gebäude werden vom Bauherrn sehr streng überwacht. Erschütterungen werden registriert und dürfen bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten. Beim Sprengen unter den Gebäuden muss also sehr vorsichtig vorgegangen werden. U-Bahnen werden gestoppt und Anwohner werden per Internet respektiv, auf Wunsch per Anruf, gewarnt. Aufgrund bestehender Bauwerke ist es auch nicht immer möglich, die Tunnel in gewünschter Form zu bauen. So kommt es an manchen Stellen zu geringeren Tunnelhöhen oder zu fehlenden technischen Tunneln.



Abb. 2: Beispiel für besonderen Naturschutz: geschützter Käfer

Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, dass das Projekt teilweise später überbaut wird. Über dem Projekt Norra Länken entsteht teilweise ein neuer Stadtteil. Diese zusätzlichen Lasten müssen die Tunnel darunter später tragen können.

Wir begannen vor Ort mit der Besichtigung des Bauloses NL 12 ("Norrull"). Bei diesem Baulos handelt es sich um den Bau eines 380 m langen Tunnels in offener Bauweise. Diese wurden größtenteils mit überschnittenen Bohrpfehlwänden hergestellt. Speziell zu erwähnen bei diesem Baulos sind die schlechten Untergrundbedingungen, das Grundwasser sowie die

vorbeiführende Eisenbahnstrecke, die es zu sichern galt. Die Baugruben mussten daher wasserdicht hergestellt werden. Da die Tunnel später überbaut werden, müssen die aufkommenden Lasten in den Untergrund abgetragen werden. Dies ist auch an den sehr massiven Bauteilen, die hier beim Tunnelbau zum Einsatz kommen, bemerkbar. Eine weitere Schwierigkeit bestand darin, dass das Bauunternehmen nicht nur für die Ausführung sondern ebenfalls für das Design dieser Strecke zuständig war und die geforderten schwedischen Standards umsetzen musste.



*Abb. 3: Ein Tunnelportal (NL 12)*

Beim Baulos NL 21 handelte es sich um ein Tunnelbauprojekt unter einem Naturschutzgebiet. Da jedoch die Tunnelbauweise viel teurer ist als eine offene Bauweise, kam es durch Einmischung der Politik zu einer Aufhebung des Naturschutzes, wodurch einem Tunnelbauverfahren in offener Bauweise (siehe Abb. 3) nichts mehr im Wege stand. Allerdings gab es die Zusatzaufgabe, nach den Bauarbeiten wieder eine Grünanlage herzustellen. Die zuvor beschriebenen Bohrpfähle wurden durch Schlagbohren hergestellt. Sie besitzen einen Durchmesser von 1,5 m und eine Tiefe von bis zu 26 m. Nach dem Sprengen des Felses wurde eine Spritzbetonschicht auf die frisch gesprengte Oberfläche aufgetragen. Nachdem dann eine Schalung errichtet

worden ist, wird der Zwischenraum zwischen Decke und Schalung mit Beton verpresst. Dabei muss vor allem auf den Druck geachtet werden. Ist der Druck zu hoch, kann er die Schalung eindrücken und würde zu einer mangelhaften Tunneldecke führen. Ist dieser jedoch zu niedrig, werden nicht alle Hohlräume mit Beton verfüllt, was zu mangelnder Stabilität führt. Im Gegensatz zu Deutschland ist in Schweden der Gebrauch von Flugasche im Zement verboten. Dies erfordert aufgrund der Wärmeentwicklung des Öfteren eine Kühlung der Schalung (siehe Abb. 4) oder den Einbau von Kühlrohren. Im Winter hingegen war das Bauunternehmen bei tiefen Temperaturen darauf angewiesen verschiedene Bauabschnitte zu erwärmen, um zum Beispiel den Frostdruck hinter einer Spundwand zu vermeiden.



*Abb. 4: Deckenschalung am Tunnelportal (NL 21)*

Vor Ort wurden uns auch ein paar witzige Anekdoten erzählt. So gibt es im Baulos NL 12 eine Eisenbahnbrücke (siehe Abb. 5), die von einem schwedischen Stararchitekten entworfen wurde und das Aussehen eines Aquäduktes haben soll. Jedoch gefiel das der Stockholmer Bevölkerung nicht, so dass nachträglich nun nichttragende Pfeiler zwischen die schon bestehenden hinzugefügt wurden.



*Abb. 5: Eisenbahnbrücke mit Blindpfeilern*

Eine weitere Anekdote ist die von einem einzelnen Baum (siehe Abb. 6), der unter Naturschutz steht. Dies war eine Forderung des Umweltministeriums, damit die Baufirma die Erlaubnis erhielt, den Tunnel, hier in offener Bauweise, zu bauen. Der Baum steht genau an der Stelle, wo die Baugrube entstehen sollte. Da das Beschädigen dieses Baumes strengstens verboten ist, wurde eigens für diesen einen Baum eine Spezialkonstruktion in der Art eines Balkons gebaut, die ihn schützen soll und laut Baufirma einen sechsstelligen Betrag gekostet hat.



*Abb. 6: Der Balkonbaum*

### **Baustelle Norra Länken NL 31**

Gegen 17:30 Uhr empfing uns Herr Niederdrenk am Baulos NL 31. NL 31 ist ein weiteres Baulos des Norra Länken Projekts in Stockholm. Dabei stellte sich die besondere Herausforderung, den zu bauenden Tunnel, sowohl durch Sprengvortrieb als auch durch Betonieren, in einer offenen Bauweise herzustellen.

Der zu sprengende Felstunnel hat zwei plus zwei Fahrspuren. Weiter hat der in offener Bauweise hergestellte Abschnitt drei plus drei Fahrspuren. Die beiden Abschnitte, der zu sprengende Felstunnel und der in offener Bauweise hergestellte Tunnel, haben gemeinsam eine Gesamtlänge von rund 85 Metern.

Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, dass die Baustellenzufahrt zu NL 31 gleichzeitig von den Baufirmen anderer Baulose mitgenutzt wird. Dies erfordert eine sehr präzise Planung und Ausführung.

Das größte logistische Problem der Baustelle ist, dass der zu bauende Tunnel im 90°- Winkel unterhalb der Hauptzufahrtsstraße nach Stockholm verläuft. Es ist zu gewährleisten, dass der tägliche Verkehr von rund 50 – 70.000 Kraftfahrzeuge reibungslos verlaufen kann und nicht durch Baumaßnahmen gestört oder ganz unterbrochen werden muss.

Aufgrund des Grundwasserandrangs (~40 m<sup>3</sup>/Std.) in bestimmten Bereichen des Loses muss wasserdicht gebaut werden. Gerade in dem zu betonierendem Abschnitt wurden nicht wie üblicherweise zuerst die Wände und dann der Deckel hergestellt sondern es wurde alles direkt in Einem eingebaut, d. h. als ein Element vergossen. Dies führt zu einer sehr hohen Wasserundurchlässigkeit.

Der mittlere Abschnitt ist in einer „Cut and Cover Top-down-Methode“ herzustellen, was in dem Vertrag mit den schwedischen Verkehrsbetrieben Trafikverket auch so vereinbart war. Die „Cut and Cover Top-down-Methode“ ist eine Methode, bei der zuerst die Wände hergestellt werden, danach erfolgt die Herstellung des Deckels; danach kann dann der oberliegende Verkehr wieder aufgenommen werden. Die weiteren Bauarbeiten finden später unterirdisch statt. Das hat den Vorteil, dass der Innenausbau erst im Nachhinein erledigt werden muss und eine oberirdische Bauzeit von nur zwei Jahren entstand. Die Pfahlseitenwände des Tunnels wurden mit einer Verrohrungsmaschine durch Meiseln und Greifern hergestellt. Die Pfähle gründen im ca. 12 m tief anstehenden Fels. Auf den fertigen Wänden wird anschließend der, aus extern gefertigten Teilen bestehende Deckel gelegt. Anschließend wird der Innenraum ausgehoben, die Pfähle rückverankert und der Boden eingebaut. Im Anschluss wurde der gesamte Tunnel mit Spritzbeton (siehe Abb. 7) ausgekleidet und für die technischen Installationen vorbereitet. Die technische Installation wird von einem externen Unternehmen vorgenommen.



*Abb. 7: Innenausbau mit Fertigteilen und Spritzbeton*

An Stellen, an denen aufgrund des massiven Felsandrangs nicht mit der genannten Methode gearbeitet werden konnte, musste mittels Sprengungen der Tunnel hergestellt werden. Teils waren diese Sprengungen auch oberirdisch, um Baugruben zu schaffen. Hierbei bestand ein großes Risiko durch die Detonationen nebenstehende, teils historische Gebäude zu beschädigen.

Als wir die Baustelle NL 31 besucht haben, waren die meisten Arbeiten bereits abgeschossen, Teile sogar schon übergeben und es fanden schon abschließende Installationen, wie z. B. Fahrbahnbeleuchtung und weitere Elektroinstallationen statt. Die vorzeitige Übergabe lag an der letzten notwendigen „Durchsprengung“ von 20 m, die zum nächsten Tunnelabschnitt bzw. Baulos (siehe Abb. 8) durchgeführt werden muss.



*Abb. 8: Übergang zum nächsten Bauabschnitt*

Die endgültige Übergabe soll im September dieses Jahres stattfinden, womit eine Gesamtbauzeit von vier Jahren zu Ende geht. Auf der Baustelle wurden normal 40 Std./Woche gearbeitet und zu Spitzenzeiten sogar 60 Std./Woche.

## **Überblick**

Lage:	Im Norden von Stockholm gelegen, betrifft die dortige Nordumgehung
Maßnahmen:	Verbesserung des Infrastrukturnetzes von Stockholm durch neue Straßen und Schienenstrecken
Bauherr:	Vägverket (Schwedische Verkehrsgesellschaft)
Bauunternehmen:	Bilfinger NL 12&21, Züblin und Phiel NL 31
Bauzeit:	9 Jahre, von 2006-2015 (Gesamtprojekt)
Baukosten:	1,2 Milliarden Euro

Quellen: Führungen

Join in the Construction of Norra länken, Vägverket,  
Information April 2006,  
[http://publikationswebbutik.vv.se/upload/1471/88669\\_join\\_the\\_construction\\_of\\_norra\\_lanken.pdf](http://publikationswebbutik.vv.se/upload/1471/88669_join_the_construction_of_norra_lanken.pdf).

Norra Länken NL 12 "Norrtull" Spezialtiefbauarbeiten  
Stockholm, Bilfinger Berger Spezialtiefbau,  
[http://www.spezialtiefbau.bilfinger.com/C1257130005050D5/vwContentByKey/W2876HZV719DEBBDE/\\$FILE/Norra\\_Laenken\\_Los\\_NL\\_12.pdf](http://www.spezialtiefbau.bilfinger.com/C1257130005050D5/vwContentByKey/W2876HZV719DEBBDE/$FILE/Norra_Laenken_Los_NL_12.pdf).

Norra länken Baulos 21 in Stockholm, Bilfinger  
Spezialtiefbau,  
<http://www.spezialtiefbau.bilfinger.com/de/Spezialtiefbau/Aktuelles/Norra-laenken-Baulos-21-in-Stockholm?open&l=yes>.

## **Baustelle Citybanan – Station Odenplan**

*Alexander Ehret, Yannick Harter, Marco Binnering,  
Tamara Gischieva*

### **Citybanan Stockholm**

Der gesamte Schienenverkehr zwischen Nord- und Südschweden verläuft zweispurig durch die Stadt Stockholm. Zusätzlich wird der stadinterne Gleisverkehr über diese beiden Schienen abgewickelt. Der mit ca. 500 Zügen am Tag hochfrequentierte Abschnitt ist das Nadelöhr der gesamten Nord-Süd-Strecke.

Unter dem Projektnamen Citybanan entstehen fast parallel zur vorhandenen Strecke zwei Ergänzungsspuren in einem neuen Tunnel sowie ein Servicetunnel. Die Erweiterung soll durch eine Kapazitätserhöhung den Cityverkehr entlasten. Auftraggeber des Projektes ist die staatliche Behörde Trafikverket, die den Neubau in mehreren Losen in einer internationalen Ausschreibung vergeben hat. Beteiligte Firmen sind Bilfinger Berger, Züblin, Pihl, PEAB, Skanska und Hochtief. Die Fertigstellung der gesamten Strecke ist für das Jahr 2017 geplant.

Die neue Strecke hat eine Länge von sechs Kilometern und beinhaltet zwei Bahnhöfe (siehe Abb.1). Der Tunnel wird am schon bestehenden Bahnhof Södra enden. Für die Errichtung des neuen Bahnhofs an der Station Odenplan sind schwierige Aufgaben zu bewältigen, da der Bahnhof unter einer schon bestehenden U-Bahnlinie gebaut wird. Eine weitere Herausforderung ist die dicht an der Baugrube stehende Kirche Matteuskyrkan, die unter schwedischem Denkmalschutz steht. Um ihre Standsicherheit nicht zu gefährden, wird nur mit elektrischer Zündung gesprengt.

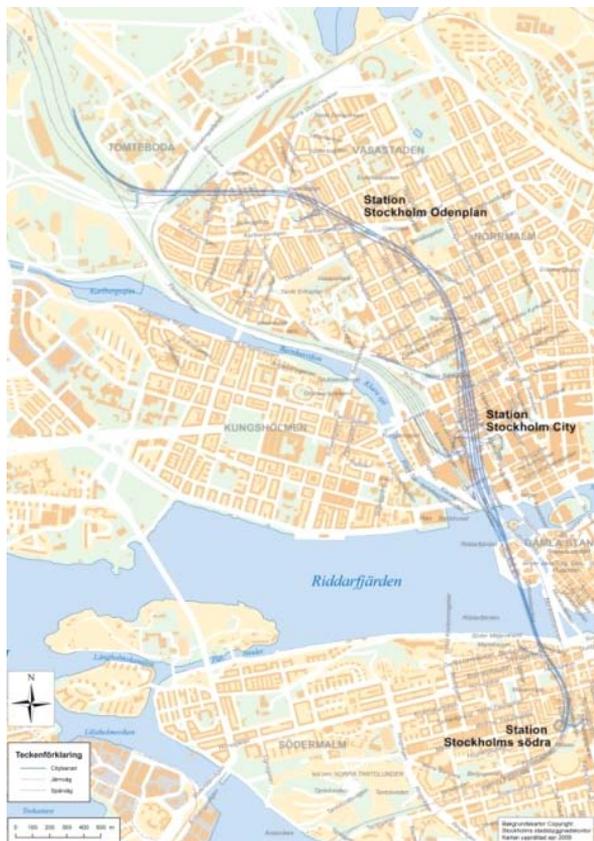


Abb. 1: Citybanan - geplanter Tunnel durch Stockholm<sup>1</sup>

## Odenplan

Am Mittwoch, den 30.05.2012 besuchten wir den nördlichsten Teil der Ausbaustrecke, dessen Ausschreibung die Firma Bilfinger Berger gewonnen hat. Die Bauarbeiten des Loses begannen im Januar 2009 und sollen im August 2015 fertiggestellt sein. Bilfinger Berger hat für die Abwicklung dieses Loses eine Aktiengesellschaft nach schwedischem Recht aus den

---

<sup>1</sup> [http://www.trafikverket.se/PageFiles/13351/karta\\_1\\_citybanan.jpg](http://www.trafikverket.se/PageFiles/13351/karta_1_citybanan.jpg).

Abteilungen Spezialtiefbau, zentrales Labor für Baustofftechnik und Instandsetzung gegründet.

Durch die Komplexität des Projektes wurde ein Cost + Fee Vertrag mit dem Auftraggeber abgeschlossen. Ein Cost + Fee Vertrag ist ähnlich wie ein Selbstkostenerstattungsvertrag bzw. ist eine erweiterte Form davon, in dem Bauleistungen geregelt werden. Dieser Vertrag wird nur bei sehr großen Bauvorhaben eingesetzt, bei denen die Baubeschreibung im Vorfeld nur schwer oder mit sehr viel Risiko erstellt werden kann. Hier werden das Ausbruchvolumen und die eingebaute Leistung direkt gemessen und mit einem bestimmten Betrag inkl. Zuschlag abgerechnet. Kommt eine zusätzliche Leistung hinzu, wird diese automatisch bezahlt. Voraussetzung hierfür ist die Offenlegung der Buchhaltung. Dieser Vertrag hat den Vorteil für den Auftraggeber, dass das Kostenrisiko wegfällt und das Risiko eines Nachtrags somit sehr stark minimiert wird. Allgemein ist die Projektabwicklung, laut Führenden, in Schweden partnerschaftlicher als in Deutschland. Es wird versucht, das Risiko auf Auftraggeber und Auftragnehmer gerecht zu verteilen. Der Bauherr wird sehr stark in Entscheidungen, beispielsweise Anschaffung von neuen Maschinen eingebunden. Gleichzeitig legen auch schwedische Bauherren einen hohen Wert auf Arbeitssicherheit und Nachhaltigkeit. Für den Fall eines Unfalls gibt es mehrere „Erste-Hilfe-Stellen“, die ähnlich einer Telefonzelle aufgebaut sind.

Im Vertrag ist eine Unfallquote von maximal 16 Unfällen pro 1.000.000 Arbeitsstunden hinterlegt. Zur Vermeidung von Unfällen, die durch die Sprengstofflagerung entstehen könnten, wurde festgelegt, dass dieser nur Just-in-Time geliefert wird. Lärm und Stickstoffausstoß, die bei Sprengungen entstehen, sind wichtige Umweltschutzprobleme, die der Auftragnehmer durch die innerstädtische Lage minimieren muss. Die Baustellenumschließungen werden beispielsweise mit lärm-dämmenden Wänden abgeschirmt.

Das Thema Nachhaltigkeit ist für den schwedischen Bauherrn ebenso wichtig. Schacht- und Stollenansätzen, die in mehreren Jahren zur Erweiterung des Netzsystems genutzt werden könnten, werden im Vorfeld schon eingeplant und umgesetzt

Nach einem halbstündigen Vortrag durch den Bilfinger Berger Mitarbeiter Peter Ringler gelangen wir über eine Abfahrtsrampe und den Versorgungstunnel in den Haupttunnel. Noch vor der Rampe durften wir die erste Sprengung live miterleben.

Die Rampe ist auf Grund der Steigung (17%) und der Witterungsbedingungen im schwedischen Winter beheizt. Zusätzlich wird der Spundwandverbau der Rampe nachträglich durch Heizschleifen beheizt und isoliert (siehe Abb. 2). Würde der Verbau nicht beheizt werden, würde durch die schwedische Kälte im Winter entstandenes Eis einen viel zu hohen Druck auf die Anker ausüben. Diese Zusatzmaßnahme wurde notwendig, da der Frostdruck bei der Berechnung vergessen wurde und somit ein Statikfehler entstand. Die Spundwände wurden durch Pressen, eingebracht. Durch die Vibrationsfreiheit dieser Methode werden Erschütterungen und Lärm minimiert, was in Wohngebieten besonders wichtig ist.



*Abb. 2: Rampe mit Isolierung*

Momentan wird bei diesem Los an sechs Stellen gleichzeitig gearbeitet. Hauptaufgaben sind der Sprengvortrieb in mehrere Richtungen sowie die Erstellung der Bahnhöfe. Der Tunnel wird in drei Schritten hergestellt:

1. Sprengung und Abtransport:

Vor der Sprengung werden 27 Injektionsbohrungen von 20 m Länge in den späteren Deckenbereich eingebracht und verpresst, um eine zusätzliche Stützung zu erhalten. Anschließend werden Löcher mit einer Länge von 4 m in den Stein gebohrt und mit Sprengstoff auf Düngerbasis gefüllt. Die optimale Verteilung der Bohrlöcher wird von einem Sprengsachverständiger exakt berechnet, was den Mineuren die punktgenaue Positionierung der drei Lafetten der Bohrmaschine über Joystick ermöglicht. Die Sprengung erfolgt dann größtenteils mechanisch. Nur an zwei heiklen Stellen, unter einer Kirche und bei einer Bahnhofskreuzung, erfolgt die Sprengung mit einer elektrischen und somit genaueren Zündung. Zum Schluss wird nach der Sprengung mit Hilfe von Bagger und LKW das Gestein abtransportiert. Die abtransportierte Menge liegt bei 2.500 – 3.000 t Gestein pro Tag.

2. Scaling:

Nach der Sprengung liegt ein Großteil des Gesteins am Boden. Um eine spätere Sicherung durchzuführen und den Schutz der Arbeiter zu gewähren, muss die Tunneloberfläche zu 100% von lockerem Gestein entfernt sein. Beim Scaling wird mit einem Hochfrequenzmeisel das Gestein entfernt.

3. Rock Support + Ausbau:

Im letzten Schritt wird der leergeäumte Tunnelabschnitt endgültig mittels faserverstärktem Spritzbetons (50 mm – 125 mm) und Ankerlitzen (vier Meter) gesichert. Ein betriebsfertiger Ausbau des Tunnels und somit die Installationsarbeiten sind nicht im Auftrag enthalten. Lediglich im Servicetunnel wird eine schwarze Fahrbahn vorgesehen. Der Tunnel wird später in diesem Zustand an den Auftraggeber übergeben.

Das Besondere an diesem Tunnel (siehe Abb.3), bzw. an der Region, ist die Geologie. Schon sehr dicht unter der Erdoberfläche beginnt eine massive Granitschicht. Der Granit ist so fest und hart, dass der Tunnel in vielen Teilen wegen seiner hohen Standsicherheit keine spezielle Sicherung braucht, jedoch ein Vortrieb mittels einer Tunnelbohrmaschine (TBM) unmöglich ist.



*Abb. 3: Führung im Tunnel*

Die Gebäude an der Oberfläche sind alle in der Granitschicht gegründet. Durch den harten Granit ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen der Sprengung sehr hoch und wird durch die Gründung direkt in die Häuser übertragen. Folge davon können Risse in den umliegenden Gebäuden sein. Gleichzeitig ist die Vibration in den Gebäuden direkt spürbar. Das ist, neben dem Lärm, der Grund, weshalb bei der Sprengung nur gewisse Zeiten eingehalten werden dürfen. Außerdem müssen auf Grund von Hochzeit oder Beerdigung in der nahegelegenen Kirche Matteuskyrkan (siehe Abb. 4) manchmal Spreng- und andere Bauarbeiten für bis zu sechs Stunden eingestellt werden. Auch Mittags- und Nachtruhezeiten müssen beachtet werden.

Momentan arbeiten 100 Leute im Dreischichtbetrieb auf der Baustelle. Die Arbeitskräfte haben eine Woche Früh-, eine Woche Spätschicht und anschließend eine Woche frei.

Zum Schluss der Tunnelbesichtigung bekamen wir die enorme Sprengkraft zu spüren. In einer Entfernung von 600 m vom Sprengort durften wir die Sprengung im Servicetunnel live miterleben.



*Abb. 4: Baugrube Kirche Matteuskyrkan*

Den Abschluss der Führung bildeten die beiden offenen Baugruben der neuen Haltestelle an der Kirche Matteuskyrkan (siehe Abb. 4) und der Bahnhofsbaustelle Odenplan (siehe Abb. 5).



*Abb. 5: Baugrube Haltestelle Odenplan*

Für die unglaublich interessante und lehrreiche Führung bedanken wir uns ganz herzlich beim Bilfinger Berger Mitarbeiter Herr Peter Ringler.

## **Überblick**

Quellen: Vortrag und Führungen Herr Ringler

<http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Stockholm/Citybanan/Om-projektet/>

## Baustelle Citybanan – Södra

*Alexander Ehret, Yannick Harter, Tamara Gischieva,  
Marco Binninger*

### Ansluiting Stockholms Södra

Im Anschluss an die Besichtigung der Baustelle Station Odenplan, führen wir mit der U-Bahn zu einer weiteren Baustelle des Projektes Citybanan (siehe Abb. 1 rot markierter Bereich).

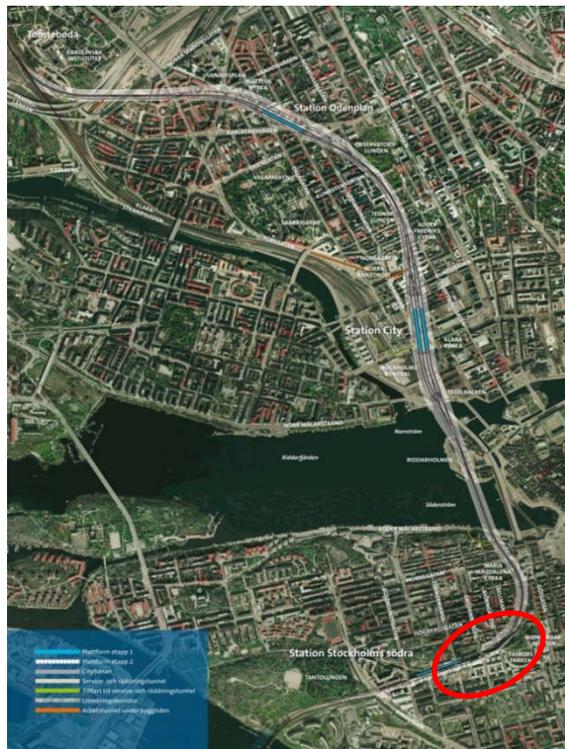


Abb. 1: Lageplan des Projektes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Präsentation Reismann Folie 3.

Nach dem gemeinsamen Mittagessen mit Mitarbeitern der Fa. Bilfinger & Berger und einem interessanten Vortrag von Herrn Reismann bei Kaffee und schwedischem Gebäck ging es zur Baustelle.

Hier, auf dem Projekt „Stockholms Anslutning Södra“ (zu deutsch: „Stockholms südlicher Anschluss“; Standort: siehe gelber Kasten), steht der Auftragnehmer Bilfinger & Berger Ingenieurbau GmbH vor der Herausforderung, die Bahnstrecke im Bereich Södermalm um zwei Gleise zu erweitern.

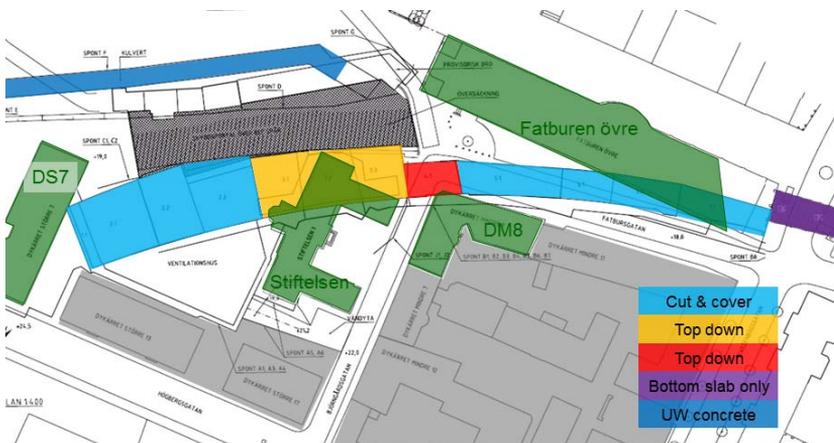


Abb. 2: Lageplan der Projektinternen Teilabschnitte<sup>2</sup>

Die hellblauen Bereiche in der obigen Abb. 2 erfolgen in offener Bauweise sog. Cut & Cover – dieses Verfahren ist weniger aufwändig und damit günstiger, während die gelben Bereiche ein historisches Gebäude unterfahren und deshalb besonders kompliziert sind. Die Unterfahrung erfolgt in bergmännischer Bauweise.

Das Nachbarlos erstellt die Fa. Züblin, welche im Bereich „DS7“ mit einem Tunnel im Sprengvortrieb anschließt. Dieser Tunnel bindet an das Projekt im

<sup>2</sup> Präsentation Reismann Folie 9.

rot markierten Bereich an (siehe Abb. 3). Rechts unten im Bild verläuft die bereits bestehende Bahnlinie.

Im ersten Bauabschnitt (hellblaue Bereiche Abb. 2) wird eine konventionelle offene Bauweise angewendet. Eine Besonderheit an dieser Baustelle ist, dass hier kaum Sprengarbeiten notwendig sind, da der anstehende Baugrund (für Stockholm ungewöhnlich) aus Lockergestein und Erde besteht. Diese Baugrundsituation bringt jedoch aufwändigere Sicherungsmaßnahmen mit sich. Aus diesem Grund bedarf es hier einer rückverankerten, überschnittenen Bohrpfahlwand. Siehe linker Bereich Abb. 3.



*Abb. 3: Anschluss des Züblin-Loses, Blick aus dem Stiftelsen-Gebäude<sup>3</sup>*

Das Hauptaugenmerk unserer Führung lag auf der Unterfahrung des historischen Stiftelsen-Gebäudes (siehe Abb. 4 und 5). Hier hat die Fa. Bilfinger & Berger das sogenannte Top-Down-Verfahren angewendet.

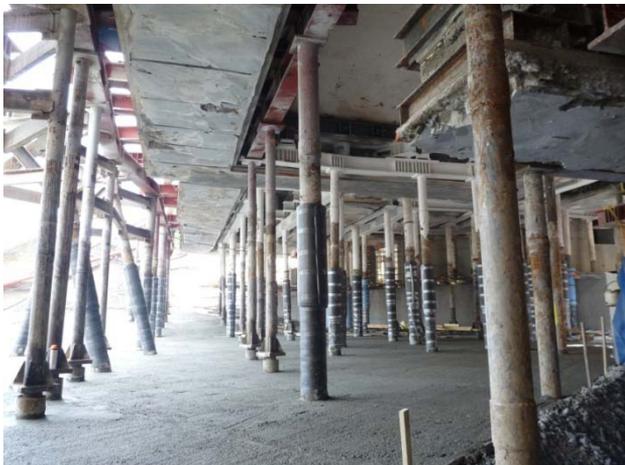
Zuerst mussten die Fundamente des Stiftelsen freigelegt und vollständig entfernt werden. Hierfür wurde das gesamte Bauwerk auf hydraulisch bewegliche Stützen gestellt, leicht angehoben und mit neuen Fundamenten versehen. Mittlerweile dienen 50 Pfähle der Lasteinleitung des Gebäudes.

---

<sup>3</sup> Präsentation Reismann Folie 14.



*Abb. 4: Unterfahrung des Stiftelsen-Gebäudes*



*Abb. 5: Blick unter dem Stiftelsen-Gebäude*



Wie zu erwarten, gibt es bei einem solchen Projekt diverse Herausforderungen. Wie auf Abb. 1 zu erkennen, befindet sich die Baustelle mitten in der dicht bebauten Innenstadt, was logistisch (vor allem bei Betonarbeiten) eine große Herausforderung darstellt; Beispielsweise dürfen während des Beginns der Schulzeit, zwischen 07:30 Uhr und 09:00 Uhr, keine LKW an die Baustelle heranfahren, da sie den Schulweg kreuzen würden. Außerdem erschweren die beengten Verhältnisse die Material- und Maschinenlagerung.

Aber auch „weiche Faktoren“ wie das Bauen im Blickpunkt der Öffentlichkeit, Lärmschutzauflagen und straffe Zeitpläne haben die Bauarbeiten erschwert.

Diese Problematik ist von Bilfinger & Berger durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit und striktes Einhalten der jeweiligen Auflagen (Lärmschutz, Vibrationen etc.) erfolgreich gelöst worden.

Eine kurze Aufstellung der ingenieurmäßigen Herausforderungen, die uns auf diesem Bauvorhaben begegnet sind:

- Arbeiten am befahrenen Gleis
- Unterfangung/Unterfahrung von existierenden Bauwerken, teilweise Deckelbauweise
- Wasserdichte Baugruben
- Enge Arbeitsräume
- Schnittstellen mit Nachbarlosen

Alles in allem wurde uns, auf diesem vergleichsweise kurzen Bauabschnitt des Großprojekts Citybanan, ein sehr vielfältiges und anspruchsvolles Bauprojekt vorgestellt.

Für die ausführliche Präsentation und die anschließend umfangreiche Baustellenführung bedanken wir uns herzlichst bei Herrn Gernot Reismann, Herrn Alexander Pätzhold und dem gesamten Bauleitungsteam.

## Überblick

Bauherr:	Trafikverket
Finanzierung:	25% Stadt Stockholm, 75% Verkehrsbehörde Schweden
Ausführung:	Bilfinger & BergerIngenierbau GmbH (Region WE, NL, Skandinavien) – Interne ARGE aus BB Ingenieurbau WE & BB Spezialtiefbau
Bauzeit:	rund fünf Jahre
Auftragsvolumen:	413 Mio. SEK = 48 Mio. € (Vertragswert); 561 Mio. SEK = 66 Mio. € (aktuell)
Bauverfahren:	Tunnelbau offene Baugrube und teilweise Deckelbauweise
Quellen:	Powerpoint Präsentation Gernot Reismann Führung durch Alexander Pätzhold und Gernot Reismann

## Nya Karolinska Solna

*Herbel Olga, Martin Marsetz, Nikola Nachkov*

Auf der zurzeit größten Hochbau-Baustelle Europas entsteht eines der modernsten und am besten ausgerüsteten Krankenhäuser der Welt: Das Nya Karolinska Solna (New Karolinska Solna, NKS) (siehe Abb. 1).



*Abb. 1: 3D-Animation des zukünftigen Krankenhauses*

Zwischen Stockholm, Solna und dem anliegenden Naturpark Sjukhusparken gelegen (siehe Abb. 2), ist es fest in das Zukunftsprojekt des neuen Stadtviertels "Hagastaden 2025" eingebunden. Mit dem Baubeginn im Jahr 2010 und der Fertigstellung 2017 ist es das größte und teuerste Projekt von Skanska, dem ausführenden Bauunternehmen (besteht zu 70% aus Skanska Sweden und zu 30% aus Skanska United Kingdom). Diese Einrichtung ist das erste PPP-Projekt im schwedischen Gesundheitswesen überhaupt (Betriebslaufzeit durch Skanska: 25 Jahre + alternativ 15 Jahre) und wurde vom anliegenden Karolinska University Hospital (NKS) in Auftrag gegeben. Das White-Tengbom-Team (WTT), zwei der renommiertesten architekturfirmen Schweden, haben sich speziell für dieses Projekt zu-

sammengeschlossen, um die anspruchsvolle Planungsarbeit bewältigen zu können.



Abb. 2: Lage der Baustelle in Stockholmer Nordstadt/Solna (Google Maps)

## Die Baustelle

Gebaut werden 284 verschiedene Hausabschnitte in fünf Phasen (siehe Abb. 3). Die Phasen werden wie folgt unterteilt:

- Phase 1 & 2: Technologiebau und Tiefgarage (Mai 2014/Dez 2012)
- Phase 3: Krankenhaus Teil 1 (2016)
- Phase 4: Krankenhaus Teil 2 (Oktober 2017)
- Phase 5: Forschungslabor (Fertigstellung: September 2016)
- Phase 6: Patientenhotel und Garage (Fertigstellung: Juli 2016)

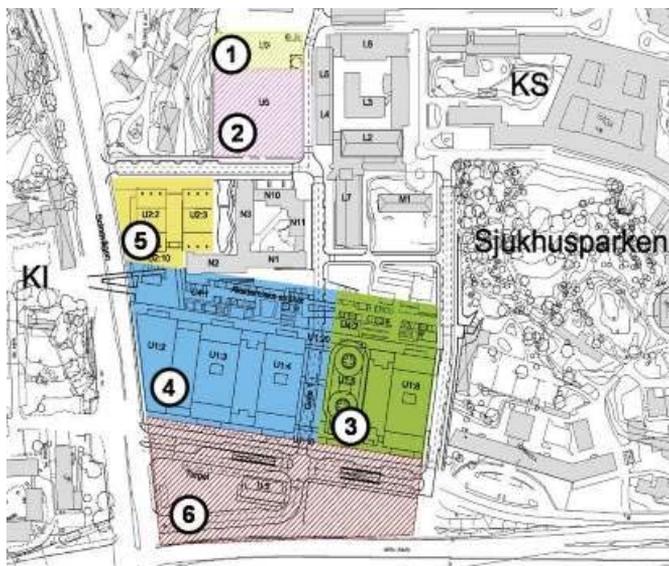


Abb. 3: Lage der Phasen<sup>1</sup>

Die Eröffnung und Inbetriebnahme des Krankenhauses ist für das Jahr 2016 geplant. Insgesamt besteht der Gebäudekomplex aus bis zu 8.000 verschiedene Räume geben, wovon 800 Einzelbettzimmer für die Patienten sind. Des Weiteren beinhaltet der Bau 35 Operationssäle und acht Röntgenzimmer.

Zum Zeitpunkt unseres Baustellenbesuchs (Pfingsten 2012) befinden sich die Bauarbeiten zwei bis vier Wochen hinter dem Zeitplan.

Mit zurzeit ca. 550 Bauarbeitern und 228 Angestellte in den Büros. Zu Spitzenzeiten im Jahr 2014 werden bis zu 2.200 Arbeiter aus 19 unterschiedlichen Nationen auf der Baustelle erwartet. Gearbeitet wird in mehreren Schichten; bis zu 24 Stunden am Tag und bis zu sieben Tagen in der Woche. In den Oster- und Weihnachtsferien wird versucht weitestgehend mit eingeschränkten Arbeitszeiten zu bauen.

<sup>1</sup> <http://www.nyakarolinskasolna.se/en/Construction-project>.

Für die Arbeiter und Angestellte auf der Baustelle wurde ein großes Container-Dorf aufgestellt, welches Büros, Aufenthaltsräume, eine Kantine, Werkzeuglager und sogar einen kleinen Shop beinhaltet (siehe Abb. 4).



*Abb. 4: Eingang zum Containerdorf der Baustelle*

Das Projekt entspricht der Schwierigkeitsstufe V nach HOAI. Die Kosten belaufen sich auf 14.5 Mrd. SEK (1,64 Mrd. Euro).

Gebaut wird auf einer Fläche von 320.000 m<sup>2</sup>. Da Stockholm insgesamt auf sehr hartem Fels liegt, muss viel gesprengt werden. Von den insgesamt 450.000 m<sup>3</sup>. werden ca. 1.500 m<sup>3</sup> durch Sprengung mit rund 600 kg Sprengstoff abgelöst. Für die Sprengung des Untergrundes sind geregelte und feste Zeiten vorgegeben von denen nicht abgewichen werden darf. Bis zu drei mal am Tag wird zu festgelegten Zeiten gesprengt (Sprengzeiten: 9:00; 12:30; 15:30 Uhr). Um die Patienten im anliegenden Krankenhaus nicht unnötig zu beunruhigen, wird jede Sprengung vorab angekündigt.

Aktuell (Pfingsten 2012) befinden sich die Bauarbeiten im Schnitt zwei bis vier Wochen hinter dem Zeitplan.

Die meisten Bauteile des bis zu elf Stockwerke hohen Rohbaus werden durch angelieferte Fertigteile zusammengebaut (siehe Abb. 5 und 6). Die

Baderäume in den Bettenzimmern werden zum Beispiel als Komplettsset in einem Modul angeliefert und direkt eingebaut. Dies bringt zum einen enorme Zeitersparnis, zum anderen wird die geforderte Qualität eingehalten.

Für alle weiteren Betonarbeiten werden 125.000 m<sup>3</sup> Beton und insgesamt 7.100.000 m Bewehrung verbaut. Hierfür steht ein eigenes kleines Betonwerk direkt auf der Baustelle bereit.



*Abb. 5: Krankenhaus Teil 2 in Bauphase (Blick von der Besucherplattform)*

Das gesamte Projekt wird mit Hilfe eines Building-Information-Modeling (BIM), eine computerunterstützte Methode zur Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Bauwerken, abgewickelt. Des Weiteren wird die RFID-Technologie (radio-frequency identification) eingesetzt. Dabei wird jede Person und jeder Gegenstand mit RFID-Cards oder Elektrochips versehen und an den jeweiligen Eingängen (Gates) wird über Sensoren (Lesegerät) genauestens protokolliert, wann welche Person die Baustelle betritt und verlässt und welches Fertigteil wann geliefert wird (siehe Abb. 6).

Logistik und Sicherheit sind wichtige Themen während der Projektdurchführung. Es finden bis zu 270 Transporte am Tag an den vier Zufahrten zur Baustelle statt. Die Anlieferung erfolgt oft Just-in-Time (siehe Abb. 7).



Abb. 6: Eingang in den Baustellenbereich mit Helmübersicht



Abb. 7: Übersichtsplan/Zugangsplan

Eine bewaffnete Sicherheitsfirma (Securitas) bewacht alle Zu- und Eingänge auf der Baustelle. Dabei werden Sicherheitskontrollen durchgeführt und alle anstehenden Transporte geprüft und zusätzlich vermerkt. Weiterhin soll dadurch der Diebstahl von teuren Baumaterialien verhindert werden.



minimiert sich die Infektionsgefahr durch Mitpatienten und eine verbesserte Hygiene wird garantiert. Zudem sollen alle Zimmer eine Übernachtungsmöglichkeit für Angehörige bieten. Zusätzlich wird es ein Hotel für Patienten und Angehörige auf dem Krankenhausgelände geben.



*Abb. 8: 3D Miniaturmodell von NKS im Showroom*

Das Facility Management nimmt eine zentrale Rolle im Gesamtprojekt ein. Hierfür wurde eigens ein Ingenieurbüro aus Dänemark beauftragt. Es gibt auf der Baustelle zum Beispiel Phasenmanager, Informationsmanager oder Pressemanager. Bereits in der Planungs- und Bauphase werden bis zu 700 Mitarbeiter des Krankenhauses mit einbezogen um eine optimierte Ausführung und Nutzung später zu garantieren.

NKS strebt an den LEED GOLD Standard<sup>2</sup>, den ISO 140013 sowie den schwedischen Zertifizierungssystem „Miljöbyggnad“ zu erreichen. Das bedeutet, dass es eines der nachhaltigsten Krankenhäuser weltweit wird. Um dies zu erreichen werden in vielen Bereichen nachhaltige Werkstoffe und

---

<sup>2</sup> Umweltzertifizierung (effektive Wasser- und Energienutzung, Umwelteinflüsse in Bau und Nutzung).

<sup>3</sup> Internationale Umweltmanagementnorm.

Produkte verwendet und es soll unter anderem eine eigene Geothermieanlage (Erdwärmennutzung) genutzt werden.

Es wird durch das zuständige FM-Büro vorausgesagt, dass, aufgrund der Größe und speziellen Anforderungen eines Krankenhauses, im späteren Betrieb des Krankenhauses täglich bis zu 12.000 Wischlappen für die Reinigung/Sauberkeit aufgewendet werden müssen.

### **Schluss/Fazit/Folgen**

Mit diesem Projekt ist ein wichtiger Schritt zu einer optimalen und besseren Versorgung von Patienten in ganz Schweden und den umliegenden Ländern angetreten worden. Stockholm kann von diesem Unternehmen in Zukunft nur profitieren; Modernste Technik und Medizin bieten viele Möglichkeiten für Forschung, Pflege und neue Arbeitsplätze.

Aber auch die Informationsverarbeitung und Zusammenarbeit mit der Stadt und vor allem mit den Steuerzahlern ist vorbildlich. Informative Veranstaltungen, Events und Werbung in allen Bereichen und zu jeder Zeit sind vorzufinden. Eine Akzeptanz von mehr als 80% der Bevölkerung ist deutlich hervorzuheben.

Ein Betreten der unmittelbaren Baustelle war aus sicherheitstechnischen Gründen nicht möglich, jedoch wurden uns in einer sehr guten Präsentation, einem Überblick über die Baustelle von einer Besucherplattform und in dem für dieses Projekt eigens eingerichteten Showroom (siehe Abb. 9) alle wichtigen Informationen zugeteilt.

Ein recht herzliches Dankeschön an Frau Ylva Siegfried für die interessante und informative Präsentation und anschließende Führung.



Abb. 9: NKS Showroom

## Überblick

Bauherr:	Stockholms läns landsting (Kreisrat), New Karolinska Solna
Architekt:	WTT – White Tengbom Team
Ausführung:	Skanska Healthcare
Bauzeit:	2010-2017
Auftragsvolumen:	14,5 Mrd. SEK (1,6 Mrd. Euro)
Bauverfahren:	Tiefbau durch Erdaushub und Sprengung; Hochbau durch Fertigteilbauweise
Quellen:	Führung/Präsentation durch Ylva Siegfried <a href="http://www.nyakarolinkasolna.se">http://www.nyakarolinkasolna.se</a>

## Baustelle Söderströmstunnel

*Marc Bechtold, Patrick Stengele*

Das Projekt „Söderströmstunnel“ ist ein Teilprojekt des Baus der neuen unterirdischen Nahverkehrslinie „Citybanan“. Das Citybanan-Projekt wurde vor mehr als 20 Jahren geplant und soll den Engpass der südlichen Zufahrt zum Stockholmer Hauptbahnhof in der schnell wachsenden Stadt beseitigen. Jährlich hat die Stadt Stockholm einen Zuwachs von etwa 30.000 Einwohnern. Auf der bestehenden Strecke verkehren pro Tag und Richtung 550 Züge.

Die neue Nahverkehrslinie wird in einem sechs Kilometer langen Tunnel mit drei über und unterirdischen Stationen verlaufen und soll 2017 in Betrieb gehen. Die Aufteilung der einzelnen Bauabschnitte erfolgte in verschiedenen Losen (siehe Abb. 1).



Abb. 1: Streckenverlauf Citybanan<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Trafikverket <http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Stockholm/Citybanan/Byggnation/Entreprenader/> (Stand: 04.07.2012).

Der Auftrag für den Bauabschnitt des Söderströmstunnels umfasst den Bau des zweigleisigen und ca. 300 m langen Absenktunnels samt Anschlussbauwerke an die Felstunnel der anschließenden Seeufer des Mälarensees. Der Söderströmstunnel gilt als der aufwändigste Teil der Citybanan.

Im Januar 2008 erhielt Züblin Scandinavia AB zusammen mit dem Joint Venture Partner E. Phil & Son A.S. den „Design and Build“ Auftrag für dieses Los. Die ursprünglich veranschlagte Bauzeit für diesen Abschnitt beträgt viereinhalb Jahre.

### Einteilung in verschiedene Abschnitt

Auf der Seite Riddarholmen (siehe Abb. 2) fand zunächst ein kurzer 15 m langer bergmännischer Vortrieb zum Bahnanschluss statt. Anschließend wird ein Tunnel in offener Bauweise erstellt (cut-and-cover type tunneling).

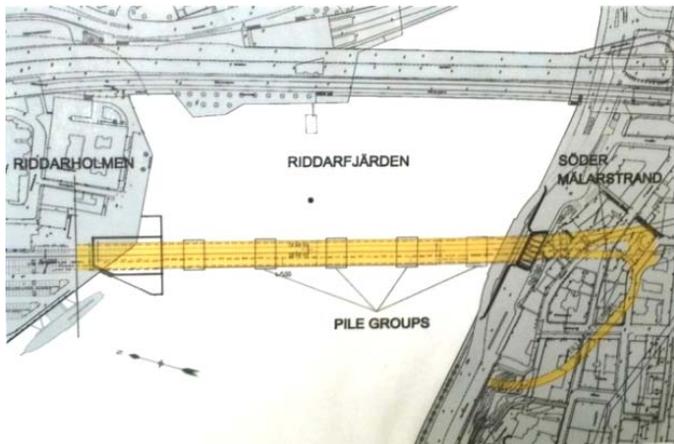


Abb. 2: Übersicht Bauabschnitt Söderströmstunnel<sup>2</sup>

Auf der Seite Söder Mälärstrand wurde gleichzeitig während des bergmännischen Vortriebs auf Riddarholmen das Portal erstellt, das den Übergang zwischen dem Absenktunnel und dem Felstunnel herstellt.

<sup>2</sup> Eigene Fotoaufnahme von Baustellenplänen auf dem Besucherpodest, (Stand: 31.05.2012).

Sind die Verankerungen und Portale an beiden Uferseiten erstellt und die Tunnelelemente fertiggestellt, werden die einzelnen Teilelemente des Tunnels an die richtige Stelle geschwommen und dort abgesenkt (siehe Abb. 3). Sobald sich alle Elemente an ihrem richtigen Platz befinden, werden die Spalten zwischen ihnen durch Drücken mit Hydraulikpressen verschlossen.

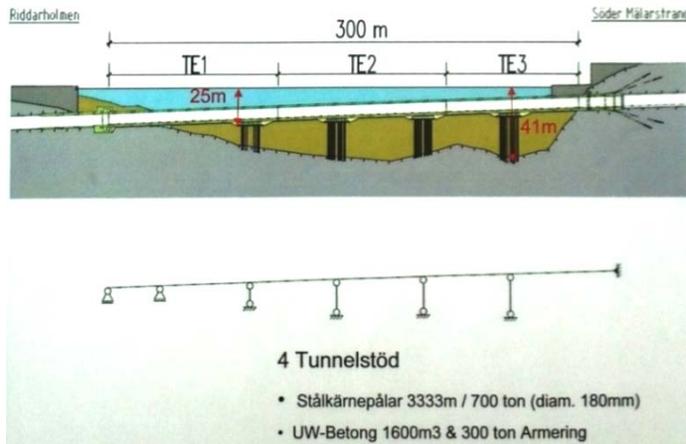


Abb. 3: Tunnelsegmente und statisches System<sup>3</sup>

### Söder Mälärstrand

An dieser Uferseite mussten für die Baumaßnahmen die vorhandene Straße, sowie Fuß- und Radweg umgeleitet werden. Fuß- und Radweg wurden auf Pontons direkt am Ufer verlegt und die Straße auf einer pfahlgegründeten Brücke an der Baugrube vorbeigeleitet. Anschließend wurde eine überschnittene Bohrpfehlwand mit einer Pfehlänge von 33 m erstellt. Die Pfehle wurden mit einem Bohrgerät BG 40 in den oberen weichen Schichten drehbohend und in den unteren felsigen Schichten schlagbohend eingebracht.

<sup>3</sup> Eigene Fotoaufnahme von Baustellenplänen auf dem Besucherpodest, (Stand: 31.05.2012).

Um die Wasserdichtigkeit in der Baugrube zu gewährleisten, wurden horizontale und vertikale Injektionen eingebracht. Wie bei üblichen Injektionen wurde das Bohrgestänge in den Fels eingebohrt und anschließend mit einem Weichgel verpresst. Durch das Einpressen werden Felsklüfte geschlossen und eine Wasserdichtigkeit gewährleistet. Nach Erstellen der Injektionen wurde Schritt für Schritt der Aushub durchgeführt, bis eine Baugrubentiefe von 30 m erreicht war. Dadurch entstand am Boden der Baugrube ein Betonkeil, welcher gemeinsam mit eingebauten Steifen in höherer Lage die Bohrpfahlwand gegen den Wasserdruck abstützt (siehe Abb. 4). Mit 25 m<sup>3</sup>/Tag ist der Wasserandrang in der Baugrube zwar sehr gering, jedoch befindet sich im Portal zusätzlich eine Wasserschutztür, welche im Notfall die Flutung des rückläufigen Tunnels verhindert.

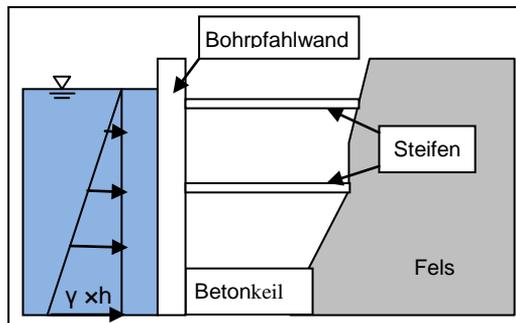


Abb.4: Baugrube mit Betonkeil und Stützen

Die Felsoberfläche in der Baugrube wurde gesägt. Das Seilsägen von Fels ist in Schweden eine weit verbreitete Art Baugruben herzustellen. Vorteil dieser Methode ist die Erstellung von glatten Felswänden. Hierfür werden zunächst horizontale Löcher gebohrt durch die dann ein Diamantseil eingefädelt wird. Um das Personal nicht zu gefährden, wurden die Seilsägearbeiten hauptsächlich nachts durchgeführt. Da so weniger Bauarbeiter durch ein eventuell reißendes Seil gefährdet wurden.

Der Übergang vom Portal in den Felstunnel stellte eine große Herausforderung dar. Im oberen Bereich war die Überdeckung des Fels zu gering, als dass mit einer vollen Gewölbewirkung gerechnet werden konnte.

Deshalb war ein hoher Bewehrungsgrad erforderlich. Die Bewehrung wurde auf zwei 16 m hohen Arbeitsplattformen unter extrem beengten Verhältnissen eingebaut (siehe Abb. 5 und 6). Beim anschließenden Betonieren musste der Beton gekühlt werden, da die enorme Hydratationswärme nicht durch den Fels abgeführt werden kann.



*Abb. 5: Baugrube Söder Målarstrand*

Zur Rückverankerung der vorderen Felswand wurde ein Betonbalken mit elf Ankern in einer Lage in den Fels eingebracht.



*Abb. 6: Tunnelportal mit Arbeitsplattformen*

## Riddarholmen

Am Ufer von Riddarholmen wurde der Anschlusstunnel, das sogenannte Joint-House, in offener Bauweise erstellt. Landwärts wurde eine überschnittene Bohrpfahlwand mit einer Pfahllänge von 10 – 18 m und einem Pfahldurchmesser von 1,5 m erstellt. Die Pfähle wurden bis zu 1,5 m in den Fels eingebunden und in zwei Lagen rückverankert (siehe Abb. 7 und 8). Des Weiteren wurde mittels Injektionen ein vertikaler „Grout-Curtain“ erstellt, der vorhandene Klüfte schließt und die Baugrube wasserdicht macht. Momentan liegt ein geringer Wasserandrang von weniger als 150 m<sup>3</sup>/Tag in der Baugrube vor.



Abb. 7: Baugrube Riddarholmen<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Eigene Fotoaufnahme von Baustellenplänen auf dem Besucherpodest, (Stand: 31.05.2012).

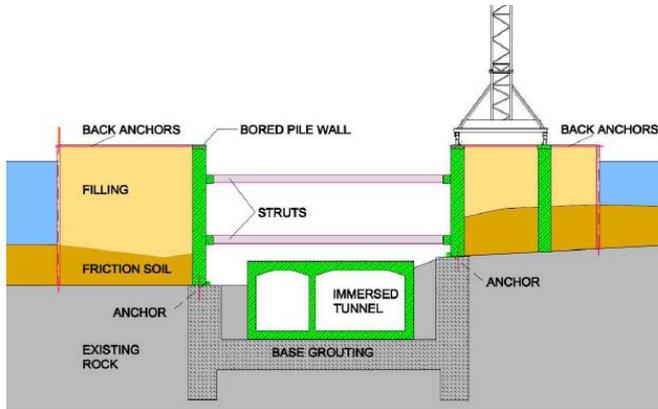


Abb. 8: Baugrube mit abgesenktem Tunnel<sup>5</sup>

Die seeseitige Wand der Baugrube besteht aus einer Spund-Fangedamm-Kombination, die unten im Fels verankert und in höheren Lagen mit Steifen gegen die Bohrpfehlwand abgestützt ist (siehe Abb. 9 und 10). Kurze Zeit nach dem Einbau wurden minimale Verformungen an den Steifen festgestellt. Deshalb wurden Temperatur- und Dehnmessstreifen darauf angebracht. Die Messungen ergaben tageszeitliche Schwankungen der Temperatur und Dehnung des Stahlrohres der Steifen aufgrund der Sonneneinstrahlung. Um dem entgegenzuwirken wurden die Steifen in der oberen Lage mit Glasfasermatten zur Isolierung umhüllt.



Abb. 9: Bohrpfehlwand im Fels eingebunden

<sup>5</sup> Präsentation Tilo Spahn, Folie 18.



*Abb. 10: Spund-Fangedamm-Kombination*

### **Einschwimmelemente**

Die einzelnen Tunnelsegmente sind große Stahlkästen von 80 bis 100 m Länge, 20 m Breite und zehn Metern Höhe. Die Außenhaut besteht aus zehn Millimeter dickem Stahl und wird im Inneren durch Steifen stabilisiert. Diese „Stahlkästen“ wurden in einem Trockendock in Tallinn gefertigt und auf Pontons über die Ostsee bis in den Mälarensen transportiert. Die Pontons waren nötig um die Tunnelemente durch die engen Schleusen zu schiffen (siehe Abb. 11).

Der Ponton wurde im Mälarensen in Längsrichtung kontrolliert abgesenkt. Anschließend wurde vor Ort mit dem Bewehrungseinbau in die Stahlkästen und dem Betonieren der Fahrbahn begonnen, wodurch die Elemente immer größeren Tiefgang erfuhren. Die aufgrund verschiedener Einwirkungen entstandenen Verformungen des Tunnelements wurden durch Auflagern von 140 t Stahlplatten wieder rückgängig gemacht.



Abb. 11: Tunnel auf Ponton in Schleuse

Da der weiche, tonige Untergrund eine Flachgründung des Tunnels unmöglich macht, werden die Elemente auf insgesamt vier Pfahlgründungen abgesetzt, welche durch den weichen Ton und die Moränenschicht in den Fels eingebunden sind (siehe Abb. 12). Der Abstand zwischen den jeweiligen Pfeilern beträgt ca. 55 m.

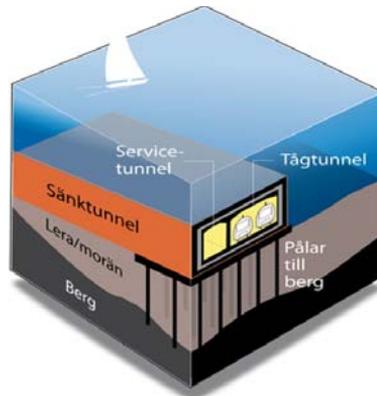


Abb. 12: Pfahlgründung des Absenktunnels<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Trafikverket

<http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Stockholm/Citybanan/Byggnation/Soderstroms-tunneln--ingenjorskonst-pa-forsta-parkett/Teknisk-losning/> (Stand: 04.07.2012).

Befinden sich die Elemente an richtiger Stelle, werden sie durch Fluten von Wassertanks nacheinander auf ihren Platz auf den Pfahlgründungen abgesenkt. Durch Drücken mit Hydraulikpressen gegen das Tunnelement 1 von Riddarholmen aus, werden die drei Elemente aneinander geschoben und von Innen verschweißt. Anschließend werden die Fugen zwischen den Elementen betoniert und schließlich die Schotten geöffnet. Als letztes wird der Ballast-Beton eingebracht und eine Steinschicht als Anprallschutz aufgeschüttet.

Besonderer Dank gilt Herrn Tilo Spahn und Frau Dr.-Ing. Christiane Hof, die sich trotz Termindruck Zeit für uns genommen haben, um uns einzelne Besonderheiten aufschlussreich zu erläutern und uns diese vor Ort auf der Baustelle zu zeigen.

## Überblick

Bauherr:	Trafikverket
Ausführung:	JV Söderströmstunnel HB (Züblin + Pihl)
Bauzeit:	4,5 Jahre: Januar 2008 – Oktober 2014
Auftragsvolumen:	220 Mio. €
Konstruktion:	Betontunnel
Bauverfahren:	Absenktunnel, Spezialtiefbauverfahren
Quellen:	Präsentation Thilo Spahn Führung durch Tilo Spahn und Dr. Christiane Hof „Fotostream von Citybanan“ - URL: <a href="http://www.flickr.com/photos/citybanan/">http://www.flickr.com/photos/citybanan/</a> (Stand: 05.06.2012). Trafikverket – Homepage zum Projekt Citybanan: <a href="http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Stockholm/Citybanan/">http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Stockholm/Citybanan/</a> (Stand: 05.07.2012)



## Verfahren

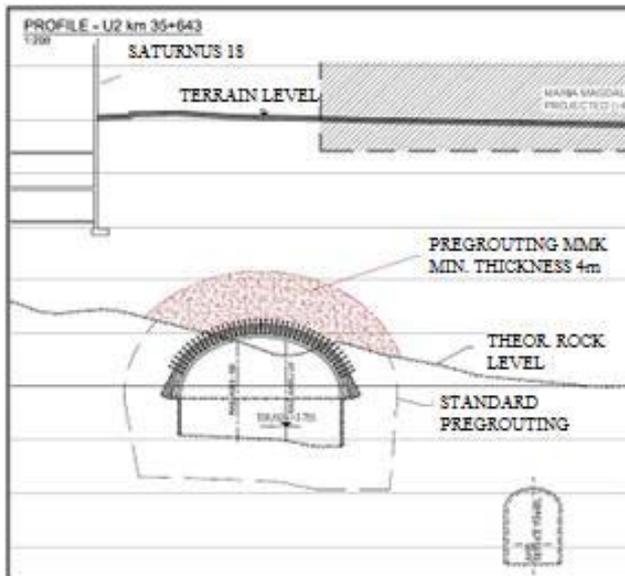
Der Tunnelbau wird im Verfahren des Sprengvortriebs durchgeführt. Besonderheit dabei ist die Erstellung eines Injektion-Schirms zur Abdichtung der Ortsbrust und des späteren Tunnels. Hierbei werden zunächst mehrlagig Löcher in den zu sprengenden Felsbereich gebohrt (siehe Abb. 2) und anschließend injiziert. Die injizierte Wand der Ortsbrust muss danach 200 h aushärten. Dies hat hohe Wartezeiten und einen langsamen Baufortschritt zur Folge. Erst nach diesen 200 h darf eine Sprengung an der Wand durchgeführt werden. Zum Sprengen sind von den örtlichen Verkehrsbetrieben nur kurze Zeitfenster vorgesehen die eingehalten werden müssen. Ebenso sind Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, wie zum Beispiel die Einhaltung eines Sicherheitsabstandes im Tunnel während des Sprengvorgangs von mindestens 300 m, da mit herumfliegenden Gesteinsbrocken gerechnet werden muss. Ebenfalls werden die über dem Tunnel liegenden U-Bahnhaltestellen evakuiert und erst nach Prüfung von Gutachtern wieder freigegeben. Verzögerungen oder Beschädigungen ziehen Geldstrafen nach sich.



Abb. 2: Hydraulikbohrhammer zur Erstellung von Sprenglöchern

Generell wiederholen sich folgende Arbeitsschritte: Bohren, Injizieren, Abdichten, Sprengen. Pro Takt können etwa 4 - 5 m Vortrieb am Stück erreicht werden. An filigraneren Stellen (so auch an der Passage Dykärret Större 7), an denen große Aussprengungen als riskant angesehen werden, können jedoch auch kleinere Vortriebe von ca. 2 m pro Sprengung vorgenommen werden.

Besondere Verfahren waren unter anderem bei den gemischten Bodenverhältnissen unter der im Baubereich befindlichen Kirche „Maria Magdalena Kyrka“ notwendig. Die Firste des Tunnels überragt dort die Felschicht und taucht in eine Lockergesteinsschicht ein (siehe Abb. 3), welche für Injektionen unbrauchbar ist. Deshalb war ein Rohrschirm notwendig, der die Stabilität der Trasse gewährleistet.



*Abb. 3: Rohrschirm in Lockergesteinsschicht*

Der Servicetunnel konnte, da er nicht an Gleisneigungen gebunden ist, in diesem Teilbereich mit Gefälle ausgebildet werden, um der Lockergesteinsschicht auszuweichen. So ergab sich diese Problemstellung alleine für den Haupttunnel.

## Bauablauf

Über den Bauablauf hinweg sahen sich die Verantwortlichen mit einigen Problemen konfrontiert. Hierzu gehörte auch die hohe Tunneldichte im Södermalm-Gebiet. Über den kompletten Bauabschnitt sind insgesamt 15 Tunnelkreuzungen sowie vorhandene Versorgungs-, Strom- und Abwasserleitungen zu beachten. Ein Beispiel hierfür ist ein im Nordwesten des Bauabschnittes liegender Abwasserkanal (siehe Abb. 4), welcher die Bauleitung vor große Herausforderungen stellte.



*Abb. 4: Problemstelle SS1 - orthogonal kreuzender Abwasserkanal*

Diese Abwasserleitung führt zu Spitzenzeiten 200 l/h und erforderte eine vorherige Impfung der dortigen Arbeitskräfte gegen eventuelle Krankheitsübertragungen, da es durch die Sprengungen zu kleineren Lecks in dem Kanal gekommen war.

Nicht weit südöstlich davon stieß Züblin auf ein weiteres Problem. Hier befindet sich die denkmalgeschützte Kirche „Maria Magdalena Kyrka“ (siehe

Abb. 5). Zum einen mussten die Sprengarbeiten sehr vorsichtig dosiert werden, da Beschädigungen der Gebäudesubstanz unbedingt zu verhindern waren, und zum anderen stellte sich das Problem, dass der östlichste Gründungspfeiler des Gebäudes in die Trasse hineinragt.

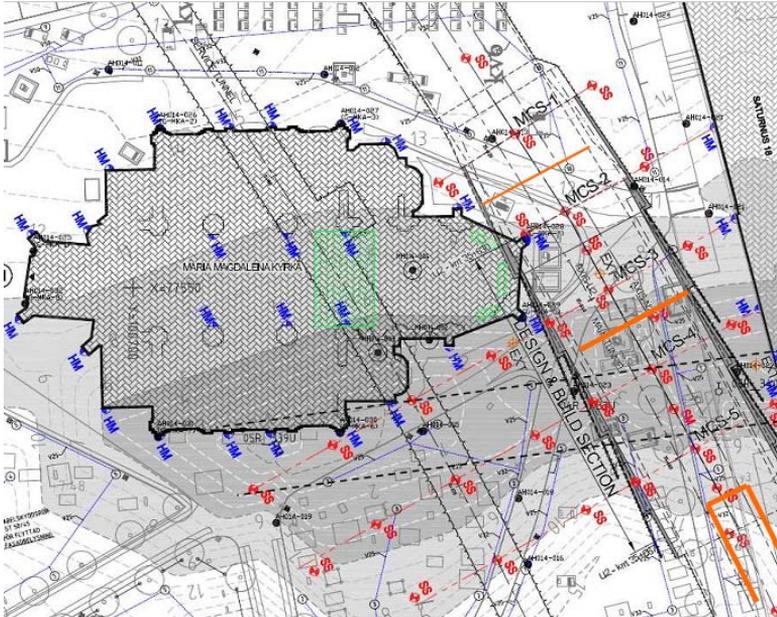


Abb. 5: Grundriss Maria Magdalena Kyrka<sup>8</sup>

Um setzungsbedingte Schäden am Bauwerk zu vermeiden wurde das komplette Umfeld der Kirche mit trigonometrischen, sowie hydrostatischen Messsystemen ausgestattet (Stand Mai 2012: noch akzeptable 3-4 mm Setzung am Bauwerk festgestellt).

Ein besonders einschneidendes Ereignis während den Bauarbeiten war ein Bohrlocheinbruch von ca. 4 m<sup>2</sup> auf dem Gelände des angrenzenden Friedhofes. Hier hatte der Bauherr zur Prüfung der Bodenverhältnisse Probebohrungen durchgeführt, anschließend jedoch versäumt, die

<sup>8</sup> Power-Point-Präsentation Züblin.

Bohrlöcher wieder zu verfüllen. Der resultierende Imageschaden für das Projekt war beachtlich.

Einer weiteren Herausforderung war die Passage „Dykärret Större 7“. Hier steht der Tunnelvortrieb kurz vor dem Durchbruch auf der anderen Seite (ca. 35 m verbleibend). Dieser läuft hier sowohl mit nur drei Metern Felsüberlagerung unter einem existierenden 5-stöckigen Gebäude hindurch, als auch circa drei Meter über einer vorhandenen U-Bahn-Trasse hinweg. Dieser Bereich gehört zu den zuvor angesprochenen Stellen, an denen nur schwache Sprengungen möglich und somit nur kurze Bereiche sprengbar sind. Jede Sprengung ist zeitlich genau terminiert und erfordert eine anschließende Inspektion der (dafür kurzzeitig geschlossenen) angrenzenden U-Bahn-Trasse. Da sofort im Anschluss an einen Vortrieb betoniert werden muss, um die Stabilität des Tunnels zu gewährleisten, ergibt sich ein Zeitaufwand von ca. 3 - 4 Wochen pro Abschnitt.



*Abb. 6: Betonierungsanlage für den Tunnelvortrieb*

Für die Errichtung der Betonieranlage Züblin auf die Hilfe der Firma BAYSTAG zurückgegriffen.

Insbesondere bedanken wir uns bei Herrn Dipl.-Ing. (TH) Hannes Gamsjäger für die Kooperation und die Bereitstellung der firmeneigenen Unterlagen.

## Überblick

Bauherr:	Traffikverket
Ausführung:	Ed. Züblin
Bauzeit:	drei Jahre
Konstruktion:	Tunnelbau
Bauverfahren:	Sprengvortrieb
Quellen:	Führung durch Herrn Dipl.-Ing. (TH) Hannes Gamsjäger Vortragsfolien der Firma Züblin <a href="http://www.trafikverket.se">www.trafikverket.se</a> <a href="http://www.baustellen-it.com">www.baustellen-it.com</a>

## Projekt Hagastaden

*Tim Sutter, Laura Molz, Jérôme Bergmann, Paul Nacken*

An unserem vierten Tag in Stockholm stand die Besichtigung des Neubau- und Stadtentwicklungsprojektes Hagastaden auf dem Programm. Nach unserem Frühstück im Hotel begaben wir uns, mit wetterfester Kleidung ausgerüstet, bei Regen zum Büro der Stadtentwicklungsabteilung der Stadt Stockholm.

Dort wurden wir von der Kommunikationsberaterin Ylva Persson und der Projektleiterin Karin Froste begrüßt und in einen großen Besprechungsraum geführt. Bei Kaffee und typisch schwedischem Gebäck wurde uns mittels einer Power Point Präsentation das Projekt Hagastaden vorgestellt.



*Abb. 1: Luftbild des fertigen Projekts (Animation)*

## Das Projekt Hagastaden

Bei dem Projekt Hagastaden handelt es sich um die komplette Neubebauung des ehemaligen nördlich gelegenen Güterbahnhofes Norra Stationsgatan im Grenzgebiet von Solna und Stockholm. Hierbei entsteht ein modernes Stadtviertel, das Wohnen mit Arbeit und Forschung verbinden soll (siehe Abb. 1).

Auf dem 95 ha großen Gelände befindet sich ebenfalls der größte Straßenverkehrsknoten Schwedens mit der wichtigsten Nord-Süd Verbindung des Landes. Um einen Verkehrszusammenbruch im Großraum Stockholm zu verhindern, müssen alle Verbindungen innerhalb des Baufeldes während der gesamten Bauzeit aufrechterhalten werden (siehe Abb. 2). Nur durch mehrfache Verkehrswegänderungen ist es möglich, dies zu gewährleisten.



*Abb. 2: Blick auf das Baufeld in Richtung Osten*

Momentan wird der gesamte Automobil- und Schienenverkehr unter die Geländeoberfläche verlegt, um anschließend das eigentliche Hagastaden auf denen sich jetzt im Bauzustand befindlichen Tunneln und Brücken zu errichten (siehe Abb. 3 und 4).



*Abb. 3: Bau einer Tiefgarage (rechts); Bau neuer Brückenfundamente (links)*

Dies hat zur Folge, dass erst nach Abschluss der Verkehrswegearbeiten im Jahr 2017 mit den eigentlichen Arbeiten für Hagastaden begonnen werden kann. Das Projekt ist noch immer starken Veränderungen ausgesetzt, da noch viele Entscheidungen getroffen werden müssen und die Detailplanungen noch in Arbeit sind.

Die Notwendigkeit dieses neuen Stadtteiles ist gegeben, da Stockholm die am meisten wachsende Metropolregion in Europa ist. Jeden Tag kommt durchschnittlich ein Reisebus neuer Stadtbewohner hinzu. Um die zusätzlichen Kapazitäten in der Stadt zu schaffen, werden im Zuge des Projektes ca. 5.000 neue Wohneinheiten errichtet. Ebenfalls werden in zahlreichen Bürogebäuden sowie dem Karolinska-Institut insgesamt 36.000 Arbeitsplätze entstehen, 13.000 davon in Stockholm und 23.000 in Solna. Ziel ist es, für die neuen Stadtbewohner einen attraktiven Wohnraum mit hoher Lebensqualität zu schaffen. Ein moderner Lebensraum gepaart mit dem fortschrittlichsten Medizinzentrum der Welt, das den medizinischen Weltfokus auf Stockholm richten soll, ist der Leitgedanke hinter dem gesamten Projekt.



*Abb. 4: Bau der Tiefgarage direkt neben bestehender Bebauung*

Im Gegensatz zu diesem fortschrittlichen und attraktiven Lebensraum steht, dass in Hagastaden keinerlei Schulen eingeplant wurden. Lediglich Kindergärten sind vorgesehen.

Wegen des beschränkten Bauraumes innerhalb des Geländes, wurden seitens der Stadt erstmals sehr hohe Gebäude zugelassen. Die typischen Häuser Stockholms besitzen fünf bis sechs Stockwerke. Die neue Bebauung wird meist bis zu 14 Stockwerke hoch sein, um den benötigten Wohnraum zu schaffen. Die geplanten Wolkenkratzer mit 30 Stockwerken sollen das Eingangsportal zum neuen Stadtteil bilden. Dies ist jedoch auch unter den Planern und der Bevölkerung umstritten, da so mit Abstand die höchsten Gebäude in Stockholm entstehen würden.

Aufgrund der speziellen Lage an den Stadtgrenzen, gibt es meist koordinierende Probleme zwischen den zuständigen Behörden, vor allem was die Absprache und die Entscheidungsfindung angeht. Diese überwiegen sogar die technischen Schwierigkeiten des Projektes.

Zudem ist durch die lange Bauzeit von 15 Jahren eine sehr gute Planung und Finanzierung Grundvoraussetzung, um einen erfolgreichen Projektablauf zu ermöglichen. Die Investitionssumme von 10,5 Milliarden SEK (das entspricht ca. 1,2 Milliarden Euro) wird durch den Verkauf der errichteten Bürogebäude und Apartments refinanziert. Somit ist eine Zwischenfinanzierung über die 15 Jahre notwendig, da viele Interessenten vorhanden sind, der Verkauf aber erst gegen Ende der Fertigstellung möglich ist. Diese wird zum größten Teil durch private Investoren ermöglicht.

Nach Fertigstellung des Gesamtprojektes im Jahre 2025 ist der Stadtteil die bisher fehlende Verbindung zwischen Stockholm und Solna. Er stellt mit seiner Gesamtfläche von 500.000 qm einen Lebensraum für Menschen, Raum für Entwicklung und der Genesung im nahegelegenen neugebauten Karolinska Krankenhaus dar.

An dieser Stelle ein Dankeschön an die Damen des Stadtentwicklungsbüros (siehe Abb. 5) für einen informativen Einblick in ein interessantes Projekt.



*Abb. 5: Gruppenfoto mit den Damen des Stadtentwicklungsbüros*

## Überblick

Bauherr:	Städte Stockholm und Solna
Architekt:	Planungsbüros der Städte Stockholm und Solna
Ausführung:	Hochbau noch nicht vergeben, geplanter Baubeginn 2017
Bauzeit:	15 Jahre (2010 - 2025)
Auftragsvolumen:	10,5 Milliarden SEK
Führung:	Karin Froste und Ylva Persson
Quellen:	<a href="http://www.hagastaden.se">www.hagastaden.se</a> Aufschrieb Infomaterial des Stadtentwicklungsbüros

## Das Vasamuseum

*Tim Sutter, Laura Molz, Jérôme Bergmann, Paul Nacken*

Nach einer längeren Mittagspause zur freien Gestaltung fand sich die Gruppe gegen 14:30 Uhr am Vasa-Museum (schwedisch Vasamuseet) auf der Insel Djurgården ein (siehe Abb. 1), um sich dort das beeindruckende, fast vollständig erhaltene Kriegsschiff Vasa anzusehen (siehe Abb. 2).



*Abb. 1: Vasamuseet*

Vor 384 Jahren sank das zu dieser Zeit größte Kriegsschiff der Welt (siehe Abb. 3). Es stellte den ganzen Stolz der schwedischen Flotte dar und lag dem damaligen König Gustav II. Adolf von Schweden besonders am Herzen. Mit zwei Kanonendecks und insgesamt 64 Kanonen war es das am stärksten bewaffnete Schiff der Welt. Schweden befand sich zu dieser Zeit im Dreißigjährigen Krieg und der König kämpfte in Polen um die schwedische Krone, welche er mit Hilfe der Vasa für sich entscheiden wollte.

Nach fast dreijähriger Bauzeit fand am 10. August 1628 ihre erste Fahrt im Beisein tausender Schaulustiger und auch einiger gegnerischer Spione statt. Unter mehreren Salutschüssen und mit nur vier von zehn gehissten Segeln machte sich die Vasa auf den Weg in offene Gewässer. Es sollte die wohl kürzeste Jungfernfahrt der Geschichte werden.



*Abb. 2: Backbordseite der Vasa*



*Abb. 3: Vasa im Modell mit Maßstab 1:100*

Nach 1.300 m bzw. 20 Minuten Fahrt erfasste eine leichte Brise das Schiff, wodurch sich das Schiff stark seitwärts neigte. Durch die geöffneten Kanonenpforten konnte Wasser ungehindert in das Innere eindringen. Die Vasa kenterte daraufhin und sank innerhalb weniger Minuten. Bei dem Unglück kamen 30 bis 50 Menschen der 150-köpfigen Besatzung ums Leben, darunter auch zwei Frauen.

Auf der Suche nach der Ursache dieses Desasters, das stark an der Reputation des schwedischen Königshauses nagte, galt es innerhalb von zwei Wochen einen Schuldigen zu finden. Genau diese Zeit benötigte der Brief mit der Nachricht über den Untergang, um den König in Polen zu erreichen. Bei den Ermittlungen fand sich der geeignete Sündenbock im holländischen Chefkonstrukteur Henrik Hybertsson, der bereits während der Bauzeit verstarb. Seine Familie musste jedoch trotz seines Todes das Land verlassen, kam aber später unter anderem Namen zurück.

Nach heutigen Erkenntnissen gab es mehrere Ursachen für das Unglück. Generell war das Schiff bei nur knapp 12 m Breite mit 52 m Masthöhe äußerst schlank und windschnittig konstruiert (siehe Abb. 4 und 5), um hohe Geschwindigkeiten erreichen zu können. Das Heck ragte 20 m über die Wasseroberfläche hinaus. Durch das zusätzliche zweite Kanonendeck, für welches es bis dato keinerlei schiffsbauliche Erfahrungen gab, verlagerte sich zusätzlich der Schwerpunkt nach oben und die Stabilität ging verloren.

Die Katastrophe hätte jedoch rechtzeitig verhindert werden können, da wenige Tage vor der Jungfernfahrt ein Stabilitätstest durch Admiral Klas Fleming die Schwäche der Vasa offenbarte. Hierbei sollten 30 Seeleute 50 Mal abwechselnd von Back- nach Steuerbord laufen, aber bereits nach dem dritten Mal kam es zu einer solch gefährlichen Schräglage, dass der Test aus Angst um das Schiff abgebrochen wurde. Weitere Konsequenzen wurden nicht gezogen, stattdessen wurde viel mehr auf das Können der Seeleute vertraut.



*Abb. 4: Skizze des Hecks, die die Proportionen erkennen lässt*



*Abb. 5: Das Heck, wie es heute erhalten ist*

Über die Jahrhunderte geriet das gesunkene Schiff immer mehr in Vergessenheit, bis es 1956 durch den Forscher Anders Franzén genau lokalisiert werden konnte. Da das Wrack sehr zerbrechlich war, konnte es erst fünf Jahre danach, am 24. April 1961, in 16 Etappen geborgen werden. Dazu wurden sechs kleine Tunnel unter dem Rumpf gebohrt, durch welche die Stahlseile zur Hebung der Vasa geführt wurden.

Nachdem es 17 Jahre lang kontinuierlich mit einem chemischen Konservierungsmittel imprägniert worden war, konnte es 1988 in das eigens hierfür errichtete Vasamuseum gebracht werden. Dieses wurde 1990 von König Karl Gustav XVI. persönlich eröffnet. Direkt am Stockholmer Hafen gelegen ist das auffällige Gebäude schon von weitem zu erkennen. Durch die drei auf dem Dach aufragenden Masten, die dem Besucher die wahre Höhe der Vasa vor Augen führen, stellt alleine das Gebäude eine Sehenswürdigkeit der Stadt dar.

Glücklicherweise sind 98% des Schiffes sehr gut erhalten, da das Wrack im Brackwasser liegend nicht durch den im Salzwasser lebenden Holzbohrwurm zerstört werden konnte. Die größten Zerstörungen erfuhr das Schiff bereits 1664/1665 bei der Bergung der besonders wertvollen Kanonen (siehe Abb. 6). Diese sind die ersten in Serie gefertigten und mit gleichen Kugeln bestückten Kanonen der Welt.

Hierbei lernten wir, dass Kanonen nicht, wie in vielen Filmen gezeigt, dazu dienen, feindliche Schiffe zu versenken. Vielmehr sollte die Besatzung durch losgeschlagene Splitter verletzt, oder das Objekt der Begierde manövrierunfähig gemacht werden, um es anschließend zu entern. Dies ist darin begründet, dass Schiffe zu dieser Zeit sehr wertvoll waren und sogar lieber das Eigene gesprengt wurde, anstatt es dem Feind zu überlassen.



*Abb. 6: Drei mit dem Schiff geborgene Kanonen*

Auch über das Leben an Bord erfuhren wir vieles: Der Schiffsarzt wurde nur benötigt, um zu entscheiden, wer aufgrund der von ihm ausgehenden Infektionsgefahr über Bord geworfen wurde, oder um Amputationen vorzunehmen. Wer die vom Priester ausgerichteten Messen nicht besuchte, wurde hart bestraft. Jeweils acht Leute lebten mit all ihrem Hab und Gut auf engstem Raum zwischen zwei Kanonen. Dies nicht mal freiwillig, da die meisten zwangsrekrutiert wurden und fast immer den Tod auf See fanden. Da in Holzfässern gelagertes Wasser zu faulen beginnt, war nur Bier an Bord, außerdem haltbare Lebensmittel wie z. B. Erbsen, gepökeltes Fleisch und Fisch.

Das Vasamuseet gibt durch seine umfangreiche Sammlung an erhaltenen Gegenständen, und vor allem durch das Schiff selbst, einen sehr guten Einblick in das Leben der damaligen Zeit. Es gilt deswegen als eines der beeindruckendsten und faszinierendsten Museen der Welt.

## Abschlusssessen im Blå Dörren

An unserem letzten Abend in Stockholm traf sich die Gruppe auf der Insel Södermalm im Restaurant Blå Dörren zu einem gemeinsamen Abendessen (siehe Abb. 7).



*Abb.7: Das Restaurant Blå Dörren*

Bei landestypischen Spezialitäten wie z. B. Köttbullar aus Elchfleisch (siehe Abb. 8) und schwedischem Bier ließen wir unsere Erfahrungen und Eindrücke nochmals Revue passieren. Wir waren uns einig, dass dies mit Sicherheit nicht unser letzter Besuch der Hauptstadt Schwedens sein würde. Die Stadt selbst, wie auch die zahlreichen Baustellen, haben uns sehr beeindruckt und eine bleibende Erinnerung hinterlassen. Deswegen möchten wir uns an dieser Stelle auch nochmals herzlich bei allen Sponsoren sowie den beiden Betreuern bedanken.



*Abb. 8: Leckere Köttbullar*



## **Eindrücke und Erkenntnisse**

## Eindrücke und Erkenntnisse

Auf den folgenden Seiten haben unsere Studenten ihre wichtigsten Eindrücke und Erkenntnisse aus der Pfingstexkursion niedergeschrieben.

### **Marc Bechtold**

1. Etablierung PPP Projekte
2. Arbeitsmoral/ Kooperation vs. Konfrontation
3. Transparenz - Bauprojekte genießen große Zustimmung der Bevölkerung trotz bzw. auch bei Rückschlägen
4. Beachtung der Nachhaltigkeit
5. Sicherheitsbewusstsein

### **Jérôme Bergmann**

1. Das Verhältnis zwischen Bauherr und Bauunternehmen scheint wesentlich angenehmer und zielführender zu sein, als in Deutschland. Was scheinbar auch durch die üblichen Cost+Fee-Verträge und die generelle kooperative Basis möglich ist.
2. In Schweden gelten noch wesentlich stärkere Sicherheitsbestimmungen, wie man bei manchen doch eher überdimensionierten Baugrubenumschließungen, etc. gesehen hat. Positiv ist aber, dass z. B. das Tragen von Helmen konsequent eingehalten wird.
3. Generell hat mich der Spezialtiefbau mit seinen sehr aufwändigen Verfahrenstechniken sehr beeindruckt und mein Interesse geweckt. Besonders der Senkkastentunnel wie auch der Sprengvortrieb im Granit.
4. Es war sehr interessant zu sehen, wie so viele verschiedene Baustellen auf einem „Fleck“ sein können und mit was für einem logistischen Aufwand dies verbunden ist, der aber scheinbar gut bewältigt wurde.

5. Stockholm, bzw. Schweden an sich, bietet einen sehr hohen Lebensstandard und eine hohe Lebensqualität. In jeder Hinsicht habe ich mich dort sehr wohl gefühlt und könnte mir im Hinblick auf das private, wie auch das berufliche Leben gut vorstellen, für eine längere Zeit dort zu arbeiten.

### **Marco Binninger**

1. Partnerschaftliche Kooperation vor und während des Projektverlaufes, z. B. Erarbeitung eines Qualitätsmanagement-Konzeptes des Auftragnehmers zusammen mit dem Auftraggeber.
2. Die Forderung der Arbeitssicherheit, die im Vertrag in Form einer Quote (Arbeitsunfälle/ 1.000.000 Arbeitsstunden) gefordert ist und gleichzeitig der Öffentlichkeit am Baustellenschild zugänglich ist (positive Werbung).
3. Erstaunliche Öffentlichkeitsarbeit des Auftraggebers. Offenheit für moderne Medien, wie Film und die zentrale Organisation der Behörde, waren für mich neu.
4. Die Notfallinsel (erste Hilfe, Feuerlöscher, Ohrenstöpsel usw.) war auf allen Baustellen direkt vor Ort vorhanden und einheitlich visualisiert.
5. Mitarbeiter, bzw. das Team, stand auf den Baustellen stärker im Mittelpunkt und es gibt eine höhere Identifikation des Mitarbeiters mit dem Unternehmen z. B. Teambildungsmaßnahme „Bau einer Hütte in schwedischem Stil“ oder Bilder der Mitarbeiter + Familie in den öffentlichen Bereichen des Büros.
6. Paradigmenwechsel: Angeblich lockerer Umgang der Schweden mit Sprengungen aber sehr distanzierte und vorsichtige Einführung des Bauverfahrens „ins Bauwerk eingebundene Baugrubenumschließung“ (Bohrpfähle).
7. Sauberkeit und Ordnung der Krankenhausbaustelle Karolinska der Firma Skanska, z. B. klare Trennung der Wohncontainer und der

Baustelle durch Eingangstoroder keine Abfälle wie Folie, etc. auf der Baustelle.

### **Alexander Ehret**

1. Die vorausschauende Denkweise der Schweden. Gebäude, die vor 20 Jahren gebaut wurden, wurden schon auf eine mögliche Unterfahrung bemessen.
2. Die schiere Größe und Komplexität des Karolinska KKH.
3. Die Tiefbauarbeiten beim Absenktunnel Söderström.
4. Die offene, freundliche und sehr gelassene Art der Schweden. Es wird nicht einmal gehupt wenn eine unverschämte, 22-köpfige Touristengruppe so ziemlich jede rote Ampel der Stadt überquert.
5. Dass fast ausschließlich deutsche Firmen schwedische Tiefbauprojekte bearbeiten.

### **Miriam Friedrich**

1. Stockholm ist, obwohl es dort recht teuer ist, eine sehr schöne Stadt, die ich gerne wieder besuche.
2. Durch die Vorträge der deutschen Unternehmen wurde die Lust, zum Arbeiten ins Ausland zu gehen, geweckt.
3. Die zukünftigen Jobchancen sind gut, besonders für uns, da das Diplom noch sehr gerne gesehen ist.
4. Bei öffentlichen Bauvorhaben steht das Geld nicht an erster Stelle, hier wird mehr Wert auf Optik und Qualität gelegt.
5. Die Kommunikation und das Miteinander unserer Vertiefungsrichtung sollte verbessert werden.

### **Tamara Gischieva**

1. Kleinigkeiten können große Auswirkungen auf den Bauablauf haben.

2. Ausmaß des Arbeitsumfanges eines Bauleiters direkt auf der Baustelle und im Büro.
3. Das erfolgreiche Gelingen der Zusammenarbeit mehrerer Unternehmen an einem Projekt mit verschiedenen Losen.
4. Viele leitende Positionen sind von deutschen Ingenieuren besetzt.
5. Sicherheit ist auf Baustellen enorm wichtig.

### **Yannick Harter**

1. Am meisten beeindruckt hat mich die stressfreie, geduldige und zufriedene Art der Stockholmer Bewohner selbst in dem Umgang von alltäglichen Situationen, wie beispielsweise im Straßenverkehr.
2. Grandiose Stadt: gut erhaltene Gebäude, die Nähe zum Wasser und zugleich viel Grünfläche auf den dazugehörigen Inseln, wie man auf der Rundfahrt per Boot bestens entdecken konnte. Dazu ein super Exkursionszeitpunkt für die Abendgestaltung durch die „hellen“ Stockholmer Nächte!
3. Neu war für mich der Stockholmer Untergrund, auf dem die Stadt gegründet ist, der größtenteils aus hochfestem Fels besteht. Folglich durften wir einige Tunnel begehen, welche in bergmännischer Bauweise entstehen. So war beispielsweise die Sprengung innerhalb des Tunnels mitzerleben eine interessante Sache.
4. Umweltschutz gibt es nicht nur in Deutschland; so wird mir die skurrile Erhaltung des Baumes neben der Eisenbahnlinie mit Sicherheit in lustiger Erinnerung bleiben.
5. Die Großbaustelle des geplanten Karolinska Universitätskrankenhauses, im Besonderen die Organisation eines solchen umfangreichen Bauvorhabens, siehe deren Baustelleneinrichtung mit der beeindruckenden „Containerstadt“.

### **Olga Herbel**

1. Schwedische Bevölkerung wird in den Bauprozess eingebunden.
2. Ein einziger Baum kann unter Umständen großen Aufwand verursachen.
3. Ein großes Projekt wird aufgrund unterschiedlicher Ansprüche in einzelne Lose aufgeteilt.
4. Deutsche Bauunternehmen sind im Ausland sehr angesehen und erfolgreich.
5. Die Komplexität einiger Baustellen ist beeindruckend.

### **Lukas Imkeller**

1. Besonders interessant fand ich die Tatsache, dass Stockholm komplett auf Fels fußt und deshalb sämtliche Tiefbauarbeiten durch Sprengvortrieb zu erbringen sind.
2. Beachtlich war zudem die Anzahl deutscher Baufirmen, welche in Stockholm tätig sind.
3. Ebenfalls bemerkenswert fand ich, dass sich die schwedischen Sicherheitsbestimmungen am Bau nicht signifikant von den deutschen unterscheiden.
4. Die Nachhaltigkeit, mit der in Schweden gebaut wird, war beeindruckend. So wurden zum Beispiel schon vor 30 Jahren beim Bauen Vorkehrungen getroffen, um eine heutige Erweiterung des U-Bahn-Netzes zu begünstigen.
5. Zu guter Letzt waren einige Unterschiede in der schwedischen Baukultur, verglichen mit der deutschen, erkennbar. So werden einige, in Deutschland alltägliche, Praktiken in Stockholm kaum bzw. gar nicht angewandt. Stattdessen greifen die Schweden auf in Deutschland eher unübliche Techniken zurück.

### **David Kalb**

1. Größe der Baustellen im Vergleich zur Vorstellung (speziell: Tunnelbaustellen mit Sprengvortrieb).
2. Alltäglicher Umgang auf den Baustellen und dem jeweiligen Planungsaufwand und der Komplexität (von den betreuenden Bauleitern sehr gut ausgeführt).
3. Das Autobahnprojekt Norra Länken war für mich eine der eindrucksvollsten Baustellen; gerade der Aufwand, der betrieben wird, um Verkehr und Infrastruktur während der Bauphase aufrecht zu erhalten, war sehr eindrucksvoll.
4. Die Stadt Stockholm an für sich ist eine sehr schöne Stadt mit all den gut erhaltenen historischen Gebäuden; gerade die Altstadt lädt mit seinen kleinen Gassen und Kneipen ein.
5. Ein angenehmes Klima in der gesamten Gruppe (viele neue Kommilitonen kennengelernt und Freundschaften geschlossen).

### **Patrick Malota**

1. Ich habe Schweden, bzw. Skandinavien, als interessanten Arbeitsmarkt kennengelernt.
2. Besonders beeindruckt hat mich die vorbildliche Öffentlichkeitsarbeit, seitens des Bauherren, bei eigentlich allen Projekten.
3. Ein großer Erfahrungsschatz ist in der Bauleitung unbezahlbar.
4. Wieder einmal zeigte sich mir, dass Theorie und Praxis oft meilenweit auseinander liegen.
5. Klimaschutz auf der Baustelle wird immer wichtiger.

### **Martin Marsetz**

1. Es gibt kein Gestein, durch das wir nicht irgendwie durchkommen.
2. Es gibt kein „zu kalt“, um zu bauen (gebaut wird in Stockholm bei bis zu -25 °C).
3. Stockholms Unterbau: Schlimmer als ein Schweizer Käse.

4. Man kann nicht nah genug unter einem bestehendem Haus (Keller) einen U-Bahntunnel bauen.
5. Lange Tage – kurze Nächte.

### **Laura Molz**

1. Sehr interessante Baustellen, die Lust auf Arbeiten im Ausland gemacht haben.
2. Stockholm ist eine sehr schöne Stadt, welche man immer wieder besuchen kann.
3. Die Schweden sind ein sehr freundliches und hilfsbereites Volk.
4. Das Diplom ist bei so manchen Baufirmen immer noch sehr gern gesehen und in naher Zukunft sehen die Jobchancen für Bauingenieure sehr gut aus.
5. Bei öffentlichen Bauvorhaben steht mehr die Qualität und die Ästhetik im Vordergrund, als das Geld.

### **Nikola Nachkov**

1. An erster Stelle habe ich gelernt, dass Bauleiter, trotz sehr anstrengender und komplexer Projekte, Spaß am Bauen haben.
2. Am meisten beeindruckte mich das Bauprojekt Nya Karolinska Solna, weil ich praktisch Lean Management „live“ beobachten durfte.
3. Zu Punkt 2. ist auch zu erwähnen, dass sich Baubeteiligte bemühen, die Einwohner frühzeitig ins Projekt einzubeziehen, was als Erfolg mehr als 80% Befürwortung hat.
4. Stockholm fasziniert mich mit seinen modern ausgerüsteten prachtvollen Museen, der schönen Natur, den Megabauprojekten, den netten Einwohnern, dem leckeren Leitungswasser, den Seen, Inseln und Brücken.
5. Allgemein war die Exkursion sehr schön und ist empfehlenswert. Hoffentlich darf man künftig wieder mit:)

### **Paul Nacken**

1. Ich habe verschiedenste internationale Einsatzgebiete in den verschiedensten Firmen eines Bauingenieurs kennengelernt. Europaweite Einsätze und ein Leben ohne festen Wohnsitz sind in diesen Bereichen und Größenordnungen wohl vorprogrammiert.
2. In Schweden sind Innenstadtsprengungen an der Tagesordnung. Absolut beeindruckend, vor allem in der Nähe von historischen Gebäuden.
3. Bei einer Sprengung im Tunnel dabei zu sein war wirklich beeindruckend.
4. Insgesamt tolle Studienfahrt in einer wirklich schönen Stadt.
5. Im Fels von Stockholm sind auch Böschungswinkel von 90° möglich.

### **Michel Pütz**

1. Während der Busfahrt vom Flughafen in Stockholm Arlanda ins Stadtzentrum zu unserem Hostel, fällt einem gleich das unterschiedliche Design der Bauwerke im Vergleich zu denen in Deutschland auf. So sieht man auf dieser Strecke fast nur Sichtbetonbauwerke. Parkhäuser, Brücken, Tunnels und viele weitere Bauwerke sind oft aus Sichtbeton gefertigt. Viel nackter Beton, keine Farben und architektonisch sehr simpel gestaltet. Man hat das Gefühl, dass es bei diesen Bauwerken nur auf die jeweilige Funktion ankommt und das Design Nebensache ist.
2. Besonders gut hat mir gefallen, dass wir uns während der Exkursion viel mit der Problematik des Baugrundes beschäftigt haben. Stockholm mit seinen vielen Baustellen bietet nämlich viel zu diesem Thema. So gibt es viele Baustellen, die mit Grundwasser zu kämpfen haben, dann wiederum welche mit instabilem Baugrund aus Gletscherablagerungen und wieder andere, wo kilometerlang durch sehr harten Fels gesprengt werden muss. Dies macht die Arbeit der Ingenieure vor Ort auch

sehr interessant. Wir haben viele neue Erkenntnisse gewonnen, wie man diese Probleme lösen kann.

3. Stockholm steht zu einem großen Teil auf sehr hartem Fels. Deswegen ist man darauf angewiesen zu sprengen. Dies wird in Schweden sehr viel eingesetzt und es fällt einem auf, dass man mit diesem Thema viel entspannter umgeht, als zum Beispiel in Deutschland. So durfte unsere Gruppe sogar im Tunnel sein, als dort Sprengungen stattfanden. Das war ein eindrucksvolles Erlebnis. Es ist schwer vorstellbar, dass so etwas in Deutschland möglich ist. In Schweden ist das Sprengen jedoch ein gängiges Verfahren, das sehr viel eingesetzt wird.
4. Was einem auch auffällt ist, dass die Stadt Stockholm versucht, eine möglichst große Akzeptanz seiner Großbauprojekte bei der Bevölkerung zu bewahren. So versucht die Stadt auf verschiedene Arten die Bevölkerung so gut wie möglich auf den aktuellsten Stand der Entwicklungen zu setzen. Es gibt z. B. Internetseiten, auf denen man sich informieren kann. Des Weiteren gibt es diverse Veranstaltungen, bei denen man die Baustellen begehen kann und man Erklärungen zum Bauablauf erhält. Auch kann man sich in eine Liste eintragen und wird dann vor jeder Sprengung telefonisch verständigt.
5. Desweiteren versucht die Stadt die Natur und die denkmalgeschützten Gebäude bestmöglich zu schützen. Es gibt also sehr hohe Anforderungen an die ausführenden Bauunternehmen und ständige Kontrollen seitens des Bauherrn.
6. Ein weiterer interessanter Fakt ist, dass Stockholm sehr viele alte, meist denkmalgeschützte, Bauwerke hat. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass es keine Bombardierungen der Stadt im ersten und zweiten Weltkrieg gab. Viele dieser Bauwerke werden momentan untertunnelt und dürfen nicht beschädigt werden. So konnten wir viel darüber erfahren, wie man dies erreichen kann.

So wurden uns z. B. schonende Sprengverfahren vorgestellt und die dazugehörigen Überwachungsmechanismen.

7. Bei anderen Bauwerken wurde uns beigebracht, wie man eine Pfahlgründung in eine Flachgründung umbauen kann und viele weitere eindrucksvolle Verfahren.

### **Gilles Scholtus**

1. Da ich noch nie in Stockholm war, war ich erstaunt über dessen Aufbau, da diese Stadt aus zahlreichen Inseln besteht. Auch die Schönheit der historischen Gebäude war beeindruckend, da Schweden nie unter einem Weltkrieg leiden musste.
2. Da sich Stockholm im Wachstum befindet, sind die hohen Investitionen für Modernisierung komplett gerechtfertigt.  
(z.B.: Ausbau des U-Bahn Netzes)
3. Zudem profitiert Stockholm von dem vorausschauenden Bauen der letzten Jahrzehnte, da man damals schon an eine Weiterführung des Verkehrsnetzes gedacht und die erforderlichen Schnittstellen erstellt hat.
4. Eines der beachtlichsten Merkmale ist die Tatsache, dass sich eigentlich die gesamte Hauptstadt auf Granitfels befindet und dadurch nur Sprengvortrieb für den Tunnelbau in Frage kommt.
5. Auf den Baustellen herrschen strenge Sicherheitsvorschriften und es werden auch keine Ausnahmen gemacht. Dieses gesteigerte Sicherheitsdenken findet man aber auch in Deutschland wieder.

### **Patrick Stengele**

1. Das Bauen in Schweden beinhaltet viele Aspekte des Lean Managements.
2. Die Öffentlichkeitsarbeit funktioniert bei den besuchten Projekten hervorragend. Zum Teil sind ganze Teams engagiert, die sich um die Öffentlichkeitsarbeit bemühen und somit eine höhere

- Akzeptanz für kritische Projekte, wie es beim innerstädtischen Bauen der Fall ist, in der Bevölkerung schaffen.
3. Sicherheit wird in Schweden großgeschrieben. Erstaunlich, dass es Länder gibt, die noch härtere Sicherheitsanforderungen haben als Deutschland. Viele Baumaßnahmen scheinen für deutsche Verhältnisse in der Sicherheitsanforderung deutlich überdimensioniert. Auch auf den Arbeiterschutz selbst wird hohen Wert gelegt.
  4. Eine ferngesteuerte Rüttelplatte hat mich sehr beeindruckt. Sie erleichtert die Arbeit wesentlich.
  5. Der Diplomtittel scheint bei den großen Baufirmen noch sehr gefragt zu sein. Im Moment wird wohl händeringend nach „Nachwuchs“ gesucht.

### **Tim Sutter**

1. Schweden ist nicht so teuer, wie gedacht.
2. Auf den Baustellen wird sehr viel Wert auf gute Zusammenarbeit, Kommunikation etc. gelegt → gutes Arbeitsklima.
3. Jedes Land hat seine eigene Herangehensweise an die jeweiligen Projekte → Schweden: Sprengvortrieb.
4. Stockholm ist eine extrem aufstrebende Stadt und bietet sicher auch in Zukunft viele interessante Arbeitsplätze und hohe Lebensqualität.
5. Stockholm ist kleiner als gedacht und noch mehr eine „einzige Baustelle“ als Karlsruhe, außerdem sind die Summen und Bauzeiten über die man hier diskutiert Peanuts, gegen die Zahlen aus Stockholm.

## **Die Baustellenbesichtigung der Herbstexkursion**



## Die Herbstexkursionsteilnehmer



### Institutsangehörige

Dipl.-Wi.-Ing. Annett Schöttle

Dr.-Ing. Harald Schneider

### Studenten

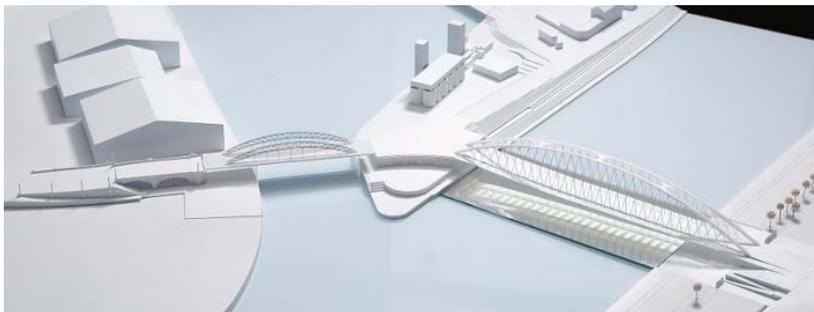
Alexander Bombeck, Enis Celebic, Miriam Friedrich, Daniel Hils, Kai Kampermann, Benedikt Kerbeck, Jennifer Merkel, Laura Molz, Nikola Nachkov, Paul Nacken, Georgios Papadopoulos, Nicol Prestel, Sandy Rost, Julia Ruof, Sarah Schmidt, Dominic Schropp, Patrick Stengele, Michael Sternfeld, Mustafa Ustaoglu, Dominik Waleczko, Madeleine Weber, Torben Weghöft

## Neue Mainbrücke Ost

### *Merlin Best*

Erster Programmpunkt der diesjährigen Herbstexkursion am 22.10.2012 war die Neue Mainbrücke der Stadt Frankfurt.

Nach der Begrüßung durch Herrn Kowalski, Amt für Straßenbau und Erschließung der Stadt Frankfurt, folgte ein kurzer Vortrag über alle wichtigen Details für die neue Verbindung über den Main. Gleichzeitig zum Neubau der Mainbrücke (siehe Abb. 1 rechts zu sehen), wird die alte Honsellbrücke (siehe Abb. 1 links) saniert. Ein Teil der Zufahrtstraße zur Honsellbrücke wird saniert, der andere durch eine Rampe ersetzt. Verbunden werden die Brücken durch einen neuen Kreislauf auf dem sogenannten Molenkopf – das Stück Land welches Hafen und Main voneinander abgrenzt.



*Abb. 1: Übersicht Honsellbrücke (links) und Mainbrücke (rechts)*

### **Die Honsellbrücke**

Diese Brücke wurde 1911 errichtet und steht, aufgrund ihrer Bauweise mit genieteten Blechstreifen, unter Denkmalschutz. Allerdings genügt die Konstruktion nicht den heutigen technischen Anforderungen (siehe Abb. 3). Aus diesen Gründen werden die alten Stahlbögen mit neuen überspannt und eine neue Fahrbahnplatte erstellt (siehe Abb. 2). Die alten Bögen, Stahlseile und Geländer bleiben erhalten. Die neuen Stahlträger übernehmen die

gesamte Verkehrslast, sodass auch schwere Fahrzeuge die Brücke passieren können.



*Abb. 2: genietete Originalträger (unten), darüber neue Stahlträger, die die gesamte Verkehrslast aufnehmen*



*Abb. 3: Originalniete, verformt durch hohe Kräfte*

Die Honsellrampe bestand einst aus vielen Gewölben, die ebenfalls unter Denkmalschutz stehen, da sie mit unbewehrtem Stampfbeton errichtet wurden. Zwei dieser Gewölbe wurden erhalten, und sollen zukünftig für gastronomische und kulturelle Zwecke genutzt werden. Anstelle der restlichen Gewölbe steht nun die Rampe, die zur Honsellbrücke führt.

Die Bauarbeiten sollen bis August 2013 abgeschlossen sein.

### **Die neue Mainbrücke**

Schon zu Baubeginn ist die erste Besonderheit aufgefallen: Der Oberbau der Brücke wurde auf dem Nordufer des Mains gebaut. Während die Widerlager

an Ort und Stelle errichtet wurden, musste der 2.200 t schwere Oberbau nach Beendigung der Bauarbeiten erst zum späteren Standort spektakulär „eingeschwommen“ werden – zur Freude aller brückenbegeisterter Zuschauer.

Die Neue Mainbrücke wurde als Hängebrücke konzipiert. Genauer ist sie eine Nielsen-Brücke: Die Stahlseile, mit welchen die Fahrbahn an die Stahlträger gehängt ist, sind genau ein Mal gekreuzt. Dadurch kann trotz einer Stützweite von 175 m eine schlanke Fahrbahnplatte und Versteifungsträger mit geringer Höhe ausgebildet werden (siehe Abb. 4 und 5).



*Abb. 4: gekreuzte Stahlseile ermöglichen schlanke Stahlträger*



*Abb. 5: Spannring, zum Spannen und genauen Ausrichten der Stahlseile*

Die beiden Bögen wurden mit hochfestem, schwarzem Stahl ausgebildet. Sie sind geneigt und verjüngen sich zur Mitte hin, welche einen Bogenstich von 25 m hat. Insgesamt ist die neue Mainbrücke sehr filigran und schlank konstruiert.

Vielen Dank an Herrn Kowalski, der uns alle Details ausführlich erklären konnte!

Quellen:                    Führung/Präsentation durch Peter Kowalski  
                                  [www.main-frankfurter-osten.de](http://www.main-frankfurter-osten.de)  
                                  [www.neue-mainbruecke-frankfurt.de](http://www.neue-mainbruecke-frankfurt.de)

## Neubau der Europäischen Zentralbank (EZB)

*Merlin Best*

Schon von weitem war der Neubau der EZB nicht zu übersehen – zwei Türme, teils schon mit Glasfassade, ragten aus dem Stadtbild empor (siehe Abb. 1). Kürzlich wurde das 43. und 45. Stockwerk erreicht und das Richtfest gefeiert. Gut zu erkennen sind die beiden Türme, die sich winden und gegeneinander durch drei riesige Stahlträger abstützen. Sie wiegen insgesamt ca. 4.400 t, das doppelte Gewicht der neuen Mainbrücke! Genau diese Träger bilden später einmal das turmhohe Atrium, den Verbindungsbau, in der Mitte. Dieser wird durchsichtig scheinen, durch eine vollständige Verglasung. Die beiden Türme werden spiegelverglast, um den Himmel wiederzugeben. So wurde der Bau vom Wiener Architekturbüro COOP HIMMELB(L)AU geplant.



*Abb. 1: die zwei Türme der neuen EZB*

Nachdem wir unsere Sicherheitskleidung angelegt und einen kleinen Vortrag über die Geschichte der Baustelle angehört hatten, ging unsere Führung los – einmal um das ganze Gebäude.

Nördlich der zwei Türme befindet sich die alte Großmarkthalle, die unter Denkmalschutz steht. Eine Besonderheit sticht ins Auge: Die Anordnung der Klinker in der Fassade. Die horizontalen Fugen sind mit zweieinhalb Zentimetern sehr dick, während die vertikalen nur einen Zentimeter breit sind. Zusätzlich sind die horizontalen Fugen in hellem Mörtel, die vertikalen in dunklem gehalten. Das verstärkt die Wirkung der Anordnung.

Das Gebäude wird komplett saniert. Teilweise bekommt es neue Fenster, an der Nordseite werden die alten allerdings erhalten bleiben. Auch der Paternoster, einer der wenigen in Frankfurt, wird restauriert.

Im zweiten Weltkrieg wurde ein Teil des Tonnendaches zerstört und wieder errichtet – allerdings ohne die Verwendung der Originalteile. Aus diesem Grund erlaubte es der Denkmalschutz, diesen Teil des Daches abzudecken. Dort thront das Eingangsbauwerk, welches den Haupteingang markiert, die Großmarkthalle mit den Türmen verbindet und den Pressekonferenzbereich aufnehmen wird (siehe Abb. 2).



*Abb. 2: Modell des Neubaus mit zwei Türmen, Großmarkthalle und Eingangsbauwerk<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> [https://www.tender.new-ecb-premises.com/deutsch/new\\_ecb\\_premises.php](https://www.tender.new-ecb-premises.com/deutsch/new_ecb_premises.php)

Geschichtlich hat die Großmarkthalle einen schwarzen Fleck: Während des zweiten Weltkriegs wurden über 10.000 jüdische Mitbürgerinnen und Mitbürger deportiert und dazu in einem Kellerraum der Halle festgehalten. Dort soll nun eine Gedenkstätte errichtet werden. Eine Rampe mit hohen Seitenwänden wird in den original belassenen Kellerraum führen. Dieser wird öffentlich bleiben, sodass die Erinnerungen Deportierter an den Wänden und dem Boden eingesehen werden können.

An Herrn Yorck Förster ein herzliches Dankeschön!

Quellen:                    Führung/Präsentation durch Yorck Förster  
                                  Newsletter EZB, Ausgabe 4, Juli 2011  
                                  Newsletter EZB, Ausgabe 6, Oktober 2012  
                                  [www.main-frankfurter-osten.de](http://www.main-frankfurter-osten.de)  
                                  [www.tender.new-ecb-premises.com](http://www.tender.new-ecb-premises.com)