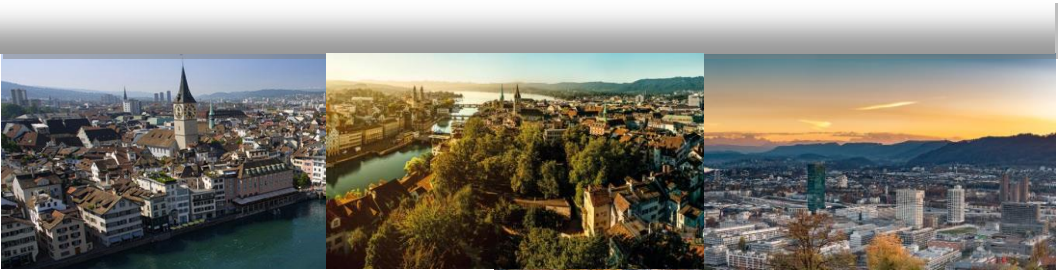


Pfingstexkursion 2017

Zürich



veranstaltet vom Institut für Technologie und Management im
Baubetrieb (TMB)

Vorwort

Die Pfingstexkursion 2017 des TMB mit 26 Studierenden, zwei Betreuern sowie Professor Haghsheno führte vom 06.06. bis 09.06. in den Schweizer Alpenraum. Die Exkursionsfahrt startete am ersten Tag am TMB in Karlsruhe. Auf dem Weg nach Zürich wurden im Großraum Stuttgart drei Baustellen zur Besichtigung angefahren. Die erste Baustelle war die neue Campuszentrale der Wüstenrot & Württembergische-Gruppe in Kornwestheim. Diese befindet sich aktuell im Ausbau und konnte von den Studierenden in einer ausführlichen Führung unter der Leitung von Mitarbeitern eines der ausführenden Unternehmen angesehen werden. Im Anschluss wurde ein Bürogebäude im Rohbau des Daimler AG Werks Sindelfingen besichtigt. Hierbei handelt es sich um einen Neubau mit acht Obergeschossen, einer Werkstatt im Erd- und Zwischengeschoss und einem Untergeschoss mit 200 Tiefgaragenplätzen. Den Abschluss des ersten Exkursionstags bildete die Besichtigung des Thyssenkrupp-Aufzugtestturms in Rottweil. Dieser wurde allein dafür errichtet, in zwölf Aufzugsschächten neuartige Aufzüge mit einer Höhe von bis zu 220 m zu testen.

Am zweiten Exkursionstag hatten die Studierenden die besondere Gelegenheit eine Tunnelbohrmaschine (TBM) im Einsatz zu betrachten. Für die Autobahn A2 (Schweiz) wird derzeit zwischen Eptingen und Hägendorf parallel zum Belchentunnel ein Sanierungstunnel mit einer Herrenknecht-TBM erstellt. Bei der äußerst eindrucksvollen Besichtigung wurde der Sanierungstunnel begangen und die TBM sowie viele weitere Baumaschinen unter laufendem Betrieb besichtigt. Anschließend ging es weiter zum Flughafen Zürich (Kloten). Dort fand eine Führung durch die Hangars der SR Technic statt. Die SR Technic, ursprünglich ein Tochterunternehmen der Air Suisse, hat sich darauf spezialisiert, Personenflugzeuge zu warten und zu prüfen. Der zweite Exkursionstag wurde dann mit einer Stadtführung durch Zürich abgeschlossen.

Der dritte Exkursionstag begann mit der Besichtigung der aktuell größten Hochbaustelle der Schweiz. Am Zürcher Flughafen wird ein Dienstleistungszentrum mit dem Namen „The Circle“ errichtet, das ein

geschätztes Bauvolumen von 1 Milliarde Franken hat. Hierbei handelt es sich um den Bau von Immobilien, die an unterschiedliche Unternehmen der Branchen Hotellerie, Gesundheit und Einzelhandel vermietet werden. Aufgrund der Nähe zum Flughafen gab es für die Baustelleneinrichtungen besondere Rahmenbedingungen, wie zum Beispiel vorgegebene Kranhöhen. Im Anschluss an diese Baustelle führte die Exkursion die Studierenden in den Kanton Glarus ins Alpenmassiv. Dort wurde das vorhandene Pumpspeicherkraftwerk um 1000 MW installierter Leistung erweitert und ist nun eines der größten Pumpspeicherkraftwerke der Schweiz. Hierfür wurde die längste Staumauer (1 km) der Schweiz auf einer Höhe von über 2000 m üNN gebaut.

Am vierten und letzten Exkursionstag fand eine Werksbesichtigung der Herrenknecht AG in Schwanau statt. Der Tunnelbohrmaschinenhersteller ist Marktführer seiner Branche und produziert die größten Tunnelvortriebsmaschinen der Welt. Bei der Besichtigung wurde die Produktionsstraße dieser Maschinen begangen. Der praktische Einsatz der TBM wurde bei der letzten Exkursionsbesichtigung, dem Tunnel Rastatt, veranschaulicht. Zwischen Karlsruhe und Basel werden für den Schienenverkehr Teilstrecken neu- und ausgebaut, um die Streckenkapazität zu erhöhen. Hierzu wird das Stadtgebiet Rastatt auf einer Strecke von 4270 m untertunnelt. Abschließend ging es nach einigen äußerst lehrreichen und eindrucksvollen Besichtigungen zurück nach Karlsruhe.

Das TMB bedankt sich bei allen Personen und Unternehmen, die durch ihr Engagement vor Ort oder ihre finanzielle Unterstützung diese Pfingstexkursion ermöglicht haben.

Der vorliegende Exkursionsbericht wurde maßgeblich mit Beiträgen unserer Studierenden erstellt, in denen sie ihre Eindrücke und Erfahrungen wiedergeben. Ich wünsche Ihnen viel Freude bei der Lektüre.

Prof. Dr. Shervin Haghsheno

Karlsruhe, den 12.12.2017

Danksagung

Die Durchführung einer Exkursion in diesem Umfang und in dieser Qualität ist ohne die externe Unterstützung kaum möglich. Daher gilt unser Dank den folgenden Firmen und Einzelpersonen, die durch ihre Spenden diese Exkursion ermöglicht haben:

ACHATZ GmbH Bauunternehmung, Mannheim

Herrenknecht AG, Schwanau

Michelin Reifenwerke AG, Karlsruhe

Joseph Vögele AG, Ludwigshafen

Ed. Züblin AG, Karlsruhe

Wolff & Müller Hodling GmbH Co. KG, Stuttgart

Ein besonderer Dank gilt den Personen, die durch ihre Mithilfe bei der Organisation im Vorfeld und/oder durch ihre Betreuung vor Ort die Exkursion zu einem Erfolg machten:

Frau Kaiser, Wolff & Müller Hodling GmbH Co. KG, Stuttgart

Herr Gunold, Wolff & Müller Hodling GmbH Co. KG, Stuttgart

Herr Schoo, Wolff & Müller Hodling GmbH Co. KG, Stuttgart

Herrn Schweitzer, Ed. Züblin AG, Stuttgart

Herrn Schmid, Ed. Züblin AG, Stuttgart

Herrn Vorbrugg, Ed. Züblin AG, Stuttgart

Herrn Schilling, Ed. Züblin AG, Stuttgart

Frau Zaiser, Ed. Züblin AG, Stuttgart

Herrn König, Stadt Rottweil

Danksagung

Firma Hauser-Reisen GmbH

Herrn Roschi, Leiter Infocenter Belchentunnel

Frau Bade, Jauslin Stebler AG, Muttenz

Herrn Weisenberger, Jauslin Stebler AG, Muttenz

Herrn Doriano, Flughafen Zürich, Zürich

Herrn Mizrahi, HRS Real Estate AG, Frauenfeld

Frau Schiewe, Herrenknecht AG, Schwanau

Herrn Siegenführ, Herrenknecht AG, Schwanau

Herrn Dr. Herrenknecht, Herrenknecht AG, Schwanau

Herrn Nieger, Infocenter Tunnel Rastatt, Rastatt

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

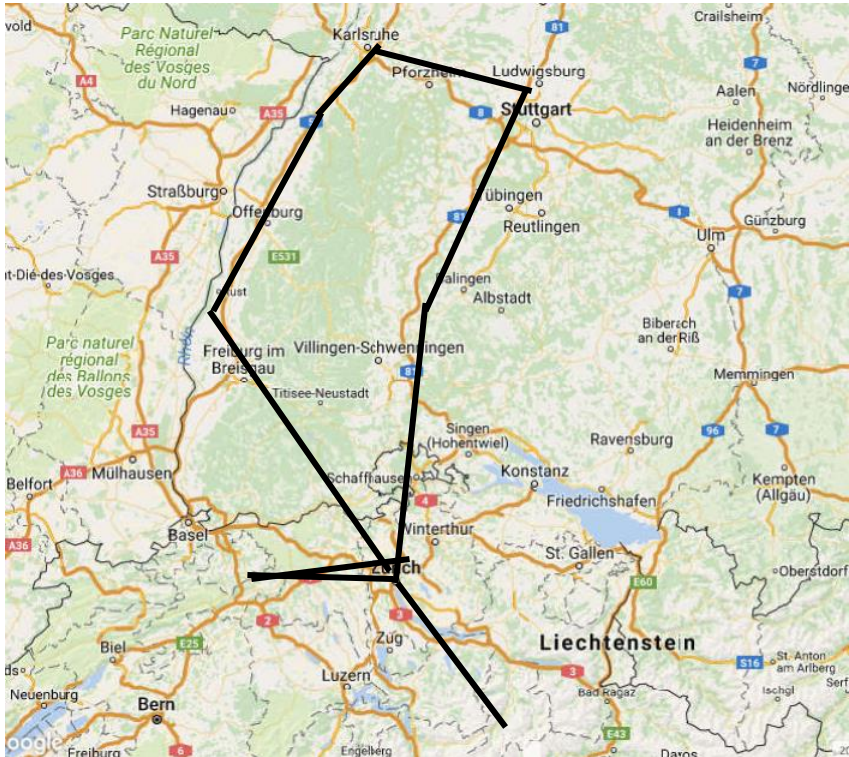
Besichtigung des Steinbruchs Nußloch (HeidelbergCement AG) – Herr Matz, Steinbruch-Berufsgenossenschaft und Herr Schöne, HeidelbergCement AG

Besichtigung Mercedes-Benz EHO-Werk, Sindelfingen – Herr Vorbrugg

Besichtigung des Großprojekts Stuttgart 21, Herr Mehlig, Gesamtprojektleiter, Stuttgart

Ihnen möchten wir ebenfalls unseren herzlichsten Dank aussprechen!

Ziele Pfingstexkursion



Route Pfingstexkursion 2017 (Quelle Karte: www.falke.de)

Karlsruhe – Kornwestheim – Rottweil – Zürich – Belchen – Kloten/Zürich – Linthal – Schwanau – Rastatt - Karlsruhe

Teilnehmer Pfingstexkursion



Institutsangehörige Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Shervin Haghsheno
Dr.-Ing. Harald Schneider
Paul Pietsch, M.Sc.

Studierende

Afonso Jose Cardoso Fleith, Ahmad El Hamoui, Tristan Emich, Juliane Jonath, Theo Pelz, Katharina Maier, Andreas Dressel, Andre Bittner, Xianwei Zhang, Benedikt Weinelt, Jens Möcklinghoff, Eric Andre Schäfer, Süleyman Sari, Lukas Wolperding, Yannick Scherer, Dennis Kolb, Kang Chi Jao, Madeleine Bachmann, Livia Lippl, Nicolai Schmitz, Stefan Binzler, Richard Hauberg, Emma Eva Fabrizius, Nicole Wendel, Philipp Heberle, Alexander Hoffmann

Inhaltsverzeichnis

Dienstag, 06.06.2017

Baustelle W&W-Campus in Kornwestheim.....	1
Baustelle Daimlerwerk.....	7
ThyssenKrupp Testturm, Rottweil.....	13

Mittwoch, 07.06.2017

Baustelle A2 Sanierungstunnel Belchen.....	23
Führung Flughafen Zürich SR Technics.....	34

Donnerstag, 08.06.2017

The Circle – Flughafen Zürich.....	40
Pumpspeicherkraftwerk Linth-Limmern.....	47

Freitag, 09.06.2017

Werksbesichtigung bei Herrenknecht.....	56
Baustelle Tunnel Rastatt.....	67

Eindrücke und Erkenntnisse.....	76
--	-----------

Baustelle W&W-Campus in Kornwestheim

André Bittner, Andreas Dressel, Xianwei Zhang

Den Auftakt der diesjährigen Pfingstexkursion bildete die Baustellenbesichtigung des im Bau befindlichen Campus der Wüstenrot & Württembergische Gruppe in Kornwestheim. Die Masterstudierenden des KIT wurden vom Projektteam von Wolff & Müller mit einem Frühstück empfangen. Währenddessen erläuterte Dipl.-Ing. (FH) Tom Gunold die Unternehmensphilosophie von Wolff & Müller und vermittelte einen ersten Einblick über das Bauprojekt.

Unternehmensphilosophie

Wolff & Müller ist eine Bauunternehmung, die 1936 als Familienunternehmen gegründet wurde. Aktuell wird das Unternehmen in dritter Generation als Holdinggesellschaft geleitet, die ihrerseits mehrere Tochtergesellschaften beinhaltet. Wolff & Müller fungiert als Generalunternehmer und ist deutschlandweit mit 27 Standorten vertreten. Dabei beschäftigt das Unternehmen ca. 2000 Mitarbeiter in unterschiedlichen Funktionen.

Das Aufgabenspektrum ist weit gefächert und beinhaltet die Bereiche: Hoch- und Industriebau, Straßenbau, Ingenieurbau, Stahlbau und Bauwerkssanierung. Zu der klassischen Bauausführung wurde das Portfolio in den Bereichen Energieberatung, Versicherungsberatung, Einkaufsoptimierung, Projektentwicklung und Beteiligungsmanagement erweitert. Wolff & Müller ist es zudem gelungen erstes CO₂ - neutrale Bauunternehmen Deutschlands zu werden. Nicht nur die klimaspezifischen Aspekte sind in der Unternehmensphilosophie verankert, auch der aktive Kampf gegen Schwarzarbeit ist zentraler Bestandteil dieser. Die Jahresleistung des Unternehmens belief sich im letzten Geschäftsjahr auf ca. 730 Mio. EUR. (Gunold 2017).

Projektvorstellung

Im Zuge der Präsentation wurde den Studenten das Bauprojekt als solches und die damit verbundenen Projektziele näher gebracht. Für die Realisierung des ersten Bauabschnittes (4 Bürogebäude) bildeten die Unternehmen Wolff & Müller, Max Bögl Stiftung und die GWI Bauunternehmung eine Arbeitsgemeinschaft (ARGE). Der Baustart erfolgte im September 2015 und umfasst eine BGF vom 32.000 m² auf der spätere 1200 Arbeitsplätze realisiert werden sollen. Das Auftragsvolumen für den ersten Bauabschnitt beziffert sich auf 30 Mio. EUR. Als Fertigstellungstermin für den ersten Bauabschnitt ist der November dieses Jahres terminiert. Für die Umsetzung eines solchen Bauvorhabens wurden Projektregeln definiert, die für alle Beteiligten bindend sind.

1. Qualität hat oberste Priorität
2. Telefon vor Mail
3. Konflikte sofort lösen
4. Feedback ist Pflicht.

Durch das Befolgen der Projektregeln sollen etwaige Unklarheiten schnellstmöglich geklärt und Konflikte minimiert werden. Als Unterstützungsorgan für die Einhaltung der Regeln wurde ein virtueller Projektraum (think project) geschaffen. In diesem sind alle projektbezogene Dokumente verfügbar und können auch nicht einseitig gelöscht werden. Dadurch ist eine optimale und lückenlose Vernetzung/ Kommunikation zwischen Bauherrn, Fachplanern, Bauleitung und Öffentlichkeit gewährleistet. Innerhalb dieses virtuellen Projektraumes ist es dem Auftragnehmer zudem möglich mittels *Request for Information* (RFI) eine Abfrage des Bau-Solls oder Entscheidungen des Auftraggebers abzufragen und zu dokumentieren (Gunold 2017).

Baubesichtigung

Im Anschluss an die Projektvorstellung begab sich die Gruppe auf die Baustelle. Die Führung übernahm die ehemalige KIT-Absolventin Dipl. -Ing. Kim Kaiser. Sie führte die Gruppe durch die teilweise kurz vor der Fertigstellung befindlichen Bürokomplexe und erläuterte die unterschiedlichen Baustoffe. Dabei wurden die einzelnen Vor- als auch Nachteile dieser praxisnah erklärt.

Auf Wunsch des Bauherrn wurde ein Stockwerk als sog. Musterraum ausgebildet. Der Gruppe wurde die Möglichkeit geboten sich den Bürobereich samt späterer Einrichtung genauestens anzuschauen. Frau Kaiser verwies bei der Besichtigung auf die Wünsche des Bauherrn, der eine flexible Gestaltung der Räumlichkeit fordert. Dieser möchte auf etwaige strukturelle Veränderungen während der Lebensdauer des Gebäudes optimal reagieren können (Kaiser 2017).



Abbildung 1: Büroräume (eigene Aufnahme)



Abbildung 2: Büroräume (eigene Aufnahme)

Abbildung 1 und Abbildung 2 wird die offene und moderne Gestaltung der zukünftigen Büroräume klar ersichtlich. Durch eine lichtdurchflutende, großflächige Glasfassade und einer klaren Linienführung wurde der moderne Charakter zusätzlich unterstrichen. Frau Kaiser verwies explizit auf die an der Decke angebrachten Schallschutzelemente. Schallschutz ist ein zentraler Bestandteil jedes Großraumbüros und wird bei diesem Bauvorhaben mit Nachdruck verfolgt. Ziel ist es, trotz der Größe den Geräuschpegel so zu minimieren, dass ein effektives Arbeiten sichergestellt ist (siehe Abbildung 2).

Auf den anderen Geschossebenen der 28 Meter hohen Bürogebäude waren die Ausbauarbeiten während der Besichtigung im vollen Gange. Die vier Bürogebäude des ersten Bauabschnittes sind in gegenüberliegenden L-Positionen angeordnet. Diese Anordnung der Gebäude dient dem Zweck die Innenhöfe maßgebend mit Tageslicht zu versorgen, um somit zu einem angenehmeren Arbeitsklima beizutragen. Nach Durchlaufen des Bürogebäudes folgte noch kurz eine Besichtigung der noch nicht fertiggestellten Parkhäuser (Kaiser 2017).



Abbildung 3: Parkhaus (eigene Aufnahme)

Abbildung 3 zeigt eines der Parkhäuser, welches in Skelettbauweise errichtet wird. Zusammen mit dem anderen Parkhaus sollen insgesamt 880 Stellplätze für die Mitarbeiter geschaffen werden. Nach dem informativen Rundgang führte der Weg der Gruppe wieder an den Ausgangspunkt zurück. Das Projektteam beantwortete im folgenden Fragen zu dem Bauprojekt als solches aber auch zu möglichen Karrierechancen bei Wolff & Müller.

Abschließend verabschiedete sich das Projektteam im Namen von Wolff & Müller recht herzlich von den Studierenden und übergab jedem eine Präsenttasche (Gunold 2017).

Dank

Im Namen aller anwesenden Studenten und beteiligten Personen bedankt sich die Gruppe recht herzlich beim anwesenden Projektteam. Ein besonderer Dank gilt dem Projektleiter Herrn Tom Gunold für die detaillierte Projekteinführung und Frau Kim Kaiser für die informative Baustellenführung. Ein allgemeiner Dank gilt dem Unternehmen Wolff & Müller sowie Wüstenrot & Württembergische-Gruppe für die Ermöglichung der Baustellenbesichtigung.

Überblick

Bauherr: Wüstenrot & Württembergische-Gruppe

Projektleiter: Herr Dipl. -Ing. (FH) Tom Gunold

Ausführung: Arbeitsgemeinschaft (ARGE) bestehend aus Wolff & Müller, Max Bögl Stiftung und der GWI Bauunternehmung

Bauzeit: Sep. 2015-Nov. 2017 (1. Bauabschnitt)

Auftragsvolumen: 130 Mio. Euro

Konstruktion: Betonbauweise mit Betonfertigteilen und Mauerwerk

Baustellenführer: Dipl.-Ing. Kim Kaiser und Herr Dipl.-Ing. (FH) Tom Gunold

Quellen: Präsentation Herr Tom Gunold

Führung durch Frau Kim Kaiser und Herrn Tom Gunold

Baustelle Daimlerwerk

Juliane Jonath, Dennis Kolb, Katharina Maier

Die zweite Baustelle, die wir im Rahmen unserer Exkursion am Dienstag, den 06.06.2017 besichtigten, war der Bau 14 EHO (Engineering Hub Operation) des Daimler AG Werks Sindelfingen (siehe Abbildung 4). Bei diesem handelt es sich um einen Neubau für die Werkzeugentwicklung und -produktion auf 15.000 m² für knapp 100 Mio. €. Hier sollen 250 neue Arbeitsplätze geschaffen und ca. 1.350 Arbeitsplätze umgelagert werden.



Abbildung 4: Entwurf der Planungsgruppe M+M AG¹

Eine Besonderheit dieses Neubaus ist, dass er auf den beiden Werksflächen „Produktion“ und „Forschung und Entwicklung“ des größten Daimlerwerks Deutschlands entsteht.

Aufgrund der strengen Werksvorgaben der Daimler AG ist das Fotografieren auf dem Werksgelände leider untersagt, sodass diesem Bericht nur wenige Bilder beigefügt werden konnten.

¹ <http://www.pgmm.com/index.php/de/news/virtuelle-baustellenschau-bei-daimler.html>
(aufgerufen am 26.06.2017)

Bauvorhaben

Der Bau umfasst ein Untergeschoss mit ca. 200 Tiefgaragenstellplätzen, die neue Werkstatt, die im Erd- und Zwischengeschoss untergebracht ist, sowie Büroflächen auf acht Obergeschossen. Auf dem Dach befinden sich die unverkleideten Lüftungs- und Technikanlagen.

Im Werkstattbereich werden nach der Fertigstellung des Bauwerks die Modelle der Konkurrenz zerlegt und Teile für den Werkzeugbau produziert. Außerdem wird sich in Zukunft eine Cafeteria mit Blick auf den Werkstattbereich daran anschließen. Der Rohbau der Büroräume in den Obergeschossen ist jeweils identisch. Die Qualität der im 8. Obergeschoss verwendeten Ausbaumaterialien wird sich jedoch aufgrund der Nutzung durch den Vorstand von den übrigen Bürogeschossen unterscheiden.

Im Rahmen unserer Führung besichtigten wir verschiedene Etagen, die sich in unterschiedlichen Rohbaustadien befanden. Der Rohbau ist gegenwärtig bis zur 7. Etage vorangeschritten.

Anwendung von Lean Construction und BIM

Die Ed. Züblin AG hat aus den Tools und Methoden des Lean Construction die Taktplanung beim Bau 14 EHO angewandt, um eine Komprimierung und Parallelisierung der Gewerke zu vermeiden. Dabei wurde zwischen horizontaler und vertikaler Baurichtung unterschieden, wobei der vertikale Gewerkezug das Gebäude von unten nach oben durchläuft. Im Rahmen dessen wurde eine Taktsteuerungstafel zur täglichen Kontrolle der Umsetzung der Planung eingesetzt. Diese ist in Abbildung 2 zu sehen. Um die Lean-Grundsätze auch in der Arbeitsweise der Nachunternehmer zu festigen, werden diese durch Schulungen des Generalunternehmers fortgebildet.



Abbildung 5: Taktsteuerungstafel (eigene Aufnahme)

Außerdem wurden weitere Elemente wie die Markierung und Freihaltung von Wegen oder „5S“ angewendet. So wurde beispielsweise ein Abfalltrennsystem (Rigips, Papier/Pappe, Glaswolle, Schutt, Styropor, ...) mit mehrsprachigen Aufschriften und Grafiken visualisiert.

Die Planung wurde mit dem Programm MicroStation realisiert, das durch die Daimler AG aufgrund der Nutzung durch die TGA-Planer zur Verfügung gestellt wurde. Parallel hat der Generalunternehmer Ed. Züblin AG das Projekt mithilfe eines BIM-Programm modelliert und hauptsächlich zu Kalkulationszwecken herangezogen.

Herausforderungen

Eine der Herausforderungen der Baumaßnahme sind die engen Platzverhältnisse auf dem Werksgelände und die strengen Sicherheitsvorgaben der Daimler AG, die ein ausgeklügeltes Logistikkonzept unabdingbar machen. So darf beispielsweise der Werksverkehr nicht beeinträchtigt werden. Zudem müssen die Materiallieferungen spätestens drei Tage im Voraus in einem Online-Programm angemeldet werden. Außerdem ist

die Lagerkapazität bauseits pro Nachunternehmen auf die benötigte Materialmenge für eine Woche limitiert.

Zur Gewährleistung der Sicherheit auf der Baustelle werden Baustellenausweise durch die Daimler AG gefordert. Die Mitarbeiter erhalten die Ausweise sowie einen Aufkleber auf dem Bauhelm nach Einweisung auf der Baustelle, in die Arbeitssicherheit und in die Baustellenordnung. In diese Ausweise wird bei Vergehen gegen Sicherheitsvorschriften Verwarnungen respektive Baustellenverweise durch Mitarbeiter der Ed. Züblin AG eingetragen. Der SiGeKo der Daimler AG prüft die Baustelle zudem wöchentlich.

Zeitlicher Ablauf

Der Starttermin des Rohbaus war am 20.10.2016 mit der Übergabe der Baugrube an die Ed. Züblin AG. Dabei wird alle zwei Wochen mithilfe von bis zu 75 Rohbaumitarbeitern ein Regelgeschoss fertiggestellt.

Die getaktete Vorleistung des Schachtbaus begann am 06.06.2017.

Der Grundausbau der Büros wird ab dem 26.06.2017 nach einem Taktterminplan des Lean Construction starten.

Die Fertigstellung ist im Juni 2018 geplant, die Werkstatt wird jedoch bereits im Oktober oder November 2017 an die Daimler AG übergeben und somit für die operativen Arbeiten freigegeben.

Konstruktive Beispiele aus dem Baustellenrundgang

Trotz der ursprünglich geplanten Einrichtung der Baustelle mit drei Krane wurden vier Krane im Gebäude aufgestellt, da einer allein mit dem Bau der Fassade ausgelastet ist. Nach Fertigstellung der Rohbauarbeiten wird der erste Kran bereits abgebaut.

Beim Einbau der Fenster in die Pfosten-Riegel-Fassade kam es bei ca. 10 % der Fensterelemente zu Beschädigungen. Zum Zeitpunkt der Besichtigung wies die Fassade deshalb viele Fehlstellen auf, die noch geschlossen werden müssen. Die grundsätzliche Schwierigkeit des Fassadenbaus war jedoch die exakte Ausrichtung der Stahlunterkonstruktion.

Die hohen Qualitätsansprüche seitens der Daimler AG führen dazu, dass selbst in der Werkstatt ein Gipsputz der Qualitätsstufe 3 (Q3) einschließlich Abschlusschienen aus Edelstahl eingebaut wird. Um dem eng getakteten Bauablauf zu entsprechen, wurden die Wände vorbehandelt, um den Putz bereits mit einer Restfeuchte von 4 % aufbringen zu können.

Besondere Aufmerksamkeit erregte die Dimensionen der vier Technischächte, die jeweils etwa 5 x 10 m² betragen und durchgängig vom UG bis auf die Dachebene führen.

Danksagung

Unser Dank gilt Herrn Vorbrugg, Herrn Schilling und Frau Zaiser, die sich für uns Zeit genommen und eine sehr informative und kurzweilige Führung bereitet haben.

Überblick

Bauherr:	Daimler AG		
Planung:	Ed. Züblin AG (ab Leistungsphase 5)		
Ausführung:	Ed. Züblin AG		
Bauzeit:	Start Rohbau	20.10.2016	Übergabe Baugrube
	Start Schächte	06.06.2017	getaktete Vorleistung
	LEAN	26.06.2017	Grundausbau Büro
	Fertigstellung	06/2018	
Auftragsvolumen:	ca. 100 Mio. €		
Konstruktion:	Stahlbetonskelettbau, Pfosten-Riegel-Fassade		
Daten:	BGF	47.350 m ²	
	BRI	ca. 208.000 m ³	
Aufbau	UG	Tiefgarage mit ca. 200 Stellplätzen	
	EG & ZG	Werkstatt, Cafeteria	
	1.-7. OG	Büroräume	
	8. OG	Vorstandsebene	
	DG	Lüftung, Technik	

Quellen

Führung durch Herrn Vorbrugg und Herrn Schilling

<http://www.pgmm.com/index.php/de/news/virtuelle-baustellenschau-bei-daimler.html> (Stand: 10.06.2017)

ThyssenKrupp Testturm, Rottweil

Stefan Binzler, Philipp Heberle, Nicolai Schmitz

Den Bau des Testturms Rottweil besichtigten wir am späten Nachmittag des 06.06.2017. Die Führung wurde von Herrn König durchgeführt, einem Ehrenamtlichen der Stadt Rottweil. Die Baustelle befindet sich im Industriegebiet „Berner Feld“, das Teil des Stadtgebiets Rottweil ist.

Es wird prognostiziert, dass 2050 über 70% der Weltbevölkerung in Städten leben wird². Diese Menschen werden in Hochhäusern sowohl leben als auch arbeiten. Daher ist es in Zeiten wachsender Urbanisierung wichtig effiziente und leistungsfähige Aufzugssysteme zur Verfügung zu stellen. Um neue Aufzugssysteme wie den „MULTI“³ zu entwickeln, aber auch vorhandene seilgeführte Systeme zu verbessern, lässt ThyssenKrupp Elevator AG den „Test Tower Rottweil“ bauen².



Abbildung 6: ThyssenKrupp Testturm Rottweil

² <http://testturm.thyssenkrupp-elevator.com/> (aufgerufen am 26.06.2017)

³ <https://multi.thyssenkrupp-elevator.com/de/> (aufgerufen am 26.06.2017)

Als Standort wurde Rottweil gewählt, da es durch die A81 und die Flughäfen Zürich und Stuttgart über eine gute Anbindung verfügt. Außerdem stellte die Nähe zu den Hochschulstandorten Karlsruhe, Stuttgart und Konstanz einen weiteren Vorteil dar. Des Weiteren waren die Bürger von Rottweil dem Projekt gegenüber aufgeschlossen, was bei Großprojekten dieser Art nicht selbstverständlich ist.

Projektbeteiligte

Bauherr:

Der Bauherr ThyssenKrupp Elevator (TKE) mit Hauptsitz in Essen ist einer der größten Hersteller für Aufzuganlagen. Die Firma ist eine „Tochter“ des ThyssenKrupp Konzerns und hat ca. 50.000 Mitarbeiter und einen Jahresumsatz von etwa 7,5 Milliarden Euro.

Architekten/Ingenieure:

Nach einem Architekturwettbewerb wurde der Architekt des Bauwerks Helmut Jahn beauftragt. Helmut Jahn⁴, der in München studierte, nun allerdings in den USA lebt, verschaffte sich bereits internationale Anerkennung durch Projekte wie den Frankfurter Messeturm oder die Veer Towers in Las Vegas und ist Ehrenmitglied des Bundes Deutscher Architekten.⁵

Die Entwurfs- und Objektplanung, sowie die Tragwerks- und Fassadenplanung wurde von Werner Sobek durchgeführt. ⁶ Er ist deutscher Bauingenieur, Architekt und Professor an der Universität Stuttgart. Darüber hinaus ist er einer der Initiatoren der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen.

⁴ <http://www.schwarzwaelder-bote.de/inhalt.rottweil-test-turm-windet-sich-in-den-himmel.f7ec2d8f-3c85-4439-93dc-ec9edb3633e8.html> (aufgerufen am 26.06.2017)

⁵ <http://www.spiegel.de/sptv/extra/a-195493.html> (aufgerufen am 26.06.2017)

⁶ <http://www.urban-hub.com/de/landmarks/details-design-aufzugstestturm-in-rottweil/> (aufgerufen am 26.06.2017)

Ausführung:

Für die Ausführung des Projekts wurde die Ed. Züblin AG beauftragt. Sie ist eine Tochtergesellschaft der österreichischen Strabag. Züblin gehört mit knapp 14.000 Mitarbeitern und einem Jahresumsatz von 3,4 Milliarden Euro zu den größten Bauunternehmen Deutschlands.⁷

Projektdate

Bauzeit:

Baubeginn des Turms war im Dezember 2014. Die Eröffnung für die Öffentlichkeit war für Mai 2017 geplant. Allerdings gibt es aktuell noch Probleme mit der Außenhülle, die durch den Nachunternehmer Taiyo Europe angebracht werden soll. Geplante Fertigstellung und die gleichzeitige Eröffnung für die Besucher ist im Oktober 2017.⁸

Die Übergabe durch den Generalunternehmer an TKE fand bereits im Dezember 2016 statt. Mit der Übergabe startete der offizielle Forschungsbetrieb im Turm.⁹

Chronologie:

2013:

- | | |
|------------|--|
| April: | Ankündigung des Bauvorhabens |
| Mai: | Standortwahl: Gewerbepark „Neckartal“ |
| Juli: | Beginn des Bieterverfahrens;
Probe-Bohrungen im Gewerbepark „Neckartal“ |
| September: | Neuer Standortvorschlag: Industriegebiet „Berner Feld“ |
| Oktober: | Beschluss des Einstiegs in das Planungsverfahren |

⁷http://www.zueblin.de/databases/internet/_public/content30.nsf/web30?Openagent&id=newsroom-zueblin#/documents/zueblin-imagebroschuere-66798 (aufgerufen am 26.06.2017)

⁸ <http://www.schwarzwaelder-bote.de/inhalt.rottweil-test-turm-verzoegerung-auf-baustelle.52c0a940-f098-441e-87b9-cd8763d8afe9.html> (aufgerufen am 26.06.2017)

⁹ <http://testturm.thyssenkrupp-elevator.com/live-rottweil/> (aufgerufen am 26.06.2017)

2014:

- Januar: Boden- / Tragfähigkeitsuntersuchungen im „Berner Feld“;
Festlegung „Berner Feld“ als neuen Standort
- April: Auftragserteilung an Ed. Züblin AG Direktion Stuttgart;
Präsentation der Architektur von Helmut Jahn und Werner Sobek
- Oktober: Beschluss der notwendigen Anpassung des
Bebauungsplans;
Erster Spatenstich am 2. Oktober
- Okt. – Dez. Baugrubenaushub
- Dezember: Grundsteinlegung;
Beginn der Arbeiten am Fundament

2015:

- Februar: Fertigstellung des Fundaments;
Beginn der Rohbauarbeiten in Gleitschalbauweise
- Juli: Richtfest am 29. Juli
- August: Beginn Innenausbau

2016:

- September: Beginn der Fassaden-Montage
- Dezember: Beginn Forschungsbetrieb

Bautechnische Daten:

Gesamthöhe:	246 m
Höhe Aussichtsplattform:	232 m
Durchmesser	21 m
Gesamtgewicht:	40.000 t
Material:	Beton: 15.000 m ³ Stahl: 2.500 t
Bruttorauminhalt:	118.000 m ³

Gebäudetechnik:

Aufzüge

Der Testturm bietet Platz für insgesamt zwölf Aufzugsschächte, von denen sechs auf ca. 110 m und sechs auf ca. 230 m Höhe enden. Bei einer

maximalen Fahrstrecke von bis zu 260 m können so Aufzüge mit einer maximalen Geschwindigkeit von 18 m/s getestet werden.

Drei der zwölf Aufzugsschächte sind dabei ausschließlich für den Test des neuen MULTI-Systems reserviert. Diese neueste Aufzugsgeneration wird durch dieselbe Technologie wie die Magnetschwebbahn Transrapid betrieben, mit sogenannten Linearmotoren. Der Einsatz dieser Antriebsart hat gegenüber den herkömmlichen seilbetriebenen Fahrstühlen erhebliche Vorteile:

Durch das MULTI-System können mehrere Aufzugskabinen in einem Aufzugschacht fahren, was sowohl die Beförderungskapazität erhöht, als auch den Platzbedarf reduziert

Die vertikale Fahrstrecke ist, anders als bei seilbetriebenen Aufzügen durch das Seilgewicht, unbegrenzt

Neben vertikalen sind auch horizontale Fahrten möglich^{10/11}

Fassade

Die Fassade des neuen thyssenkrupp Testturms besteht aus einer rund 17.000 m² großen Membran-Hülle aus Polytetrafluorethylen (PTFE)-Glasgewebefaser. Zu ihrer Montage müssen für Klettereinsätze besonders ausgebildete Monteure eingesetzt werden, die zunächst die Unterkonstruktion, bestehend aus Abstandshaltern und Rohren, installieren und anschließend die Membran in drei Abschnitten montieren. Die Montage der Membran erfolgt dabei von oben nach unten und beginnt zunächst mit einem weitmaschigen Gewebe und wird zum Boden hin engmaschiger. Das hat den Effekt, dass das einmalige Erscheinungsbild des Turms vom annähernd blickdichten Fuß zur Spitze hin transparenter wird. Neben den optischen Effekten, hat die Gestaltung der Fassade aber auch technische Vorzüge:

¹⁰ Pressemitteilung Züblin 24.06.2015

„Mit modernster Technik hoch hinaus: Züblin liegt mit Testturm voll im Zeitplan“

¹¹ Pressemitteilung Züblin 29.07.2015

„Richtfest in Rottweil: Testturm von ThyssenKrupp nimmt nächsten Meilenstein“

- Die Membran ist langlebig und nahezu selbstreinigend
- Die Betonkonstruktion wird durch die Hülle vor intensiver Sonneneinstrahlung und Überhitzung bzw. starker Auskühlung geschützt
- Die Eigenbewegung des Gebäudes wird reduziert, da die Fassade die Kräfte des Windes **umleitet**^{12/13}

Schwingungstilgersystem:

Neben der Membran-Hülle des Testturms sorgt auch ein in 193 m Höhe installiertes und 240 t schweres Pendel für eine Reduzierung bzw. einen Ausgleich der Eigenbewegungen des Turms. Das Pendel (oder auch „Schwingungstilger“) bietet gleichzeitig aber noch andere Vorteile und Möglichkeiten:

- Der Schwingungstilger verringert die Ermüdungsbelastung auf den Testturm
- Simulation des Schwingungsverhaltens anderer Gebäude, was zu einer Reduzierung der Kosten und der Zeit für aufwändige Tests führt¹⁴

Auftragsvolumen:

Das Projekt wurde durch die Ed. Züblin AG, welche als Generalunternehmer fungierte, vorfinanziert und im Anschluss von TKE abgekauft. Das Auftragsvolumen beträgt ca. 40 Millionen Euro.¹⁵

¹² Pressemitteilung Züblin 24.06.2015

„Mit modernster Technik hoch hinaus: Züblin liegt mit Testturm voll im Zeitplan“

¹³ Pressemitteilung thyssenkrupp Elevator 08.09.2016

„thyssenkrupp startet Montage der rekordverdächtigen Fassade am Testturm“

¹⁴ Pressemitteilung thyssenkrupp Elevator 18.02.2016

„Good vibrations: Testturm in Rottweil schwingt im Rhythmus der Stadt“

¹⁵ <http://www.schwarzwaelder-bote.de/inhalt.rottweil-test-turm-verzoegerung-auf-baustelle.52c0a940-f098-441e-87b9-cd8763d8afe9.html> (aufgerufen am 26.06.2017)

Bauverfahren

Gründung

Die Gründung des Testturms erfolgte 32 m unter Geländeoberkante im Muschelkalkgestein über eine Flachgründung. Die Bodenplatte hat einen Durchmesser von 21 m und eine Dicke von 2 m und wurde in einer 11 h-Schicht betoniert. Im Anschluss wurde die Außenwand des Testturms direkt gegen die Baugrubensicherung aus Spritzbeton betoniert, wodurch aus statischer Sicht eine Einspannung des Turms erzielt wurde.

Rohbau

Der Rohbau des 246 m hohen Testturms wurde mit einer Ortbetonkonstruktion in Gleitschalungsbauweise hergestellt. Der Turmschaft mit einem Durchmesser von 21 m wuchs so durchschnittlich um 3,60 m pro Tag in die Höhe. Ermöglicht wurde dieser schnelle Baufortschritt durch den Einsatz der Gleitschaltechnik.

Bei diesem Verfahren gleiten die Schalelemente entsprechend dem Betonierfortschritt mit Hilfe von Hydraulikzylindern kontinuierlich an der Betonkonstruktion nach oben. Der Gleitvorgang erfolgt in Hüben von 20 – 25 mm. Die Schalung stützt sich dabei über Kletterstangen auf den bereits betonierten und erhärteten Teilen ab und ist über die hydraulischen Hubeinrichtungen in ihrer vertikalen Bewegung gezielt steuerbar. Der Frischbetondruck wird über horizontale Stahlprofile in vertikale Stahlrahmen, sog. Joche, eingeleitet. Von der Schalungshaut wird immer nur so viel Betonfläche überdeckt, wie für das Erstarren und Erhärten des Betons während des Gleitvorgangs notwendig ist.

Der Beton, der in der sich bewegenden Schalung erhärtet, wird dabei in drei Abschnitte eingeteilt:

oberer Betonabschnitt (ca. 20 cm):	Frischbeton
mittlerer Betonabschnitt (ca. 80 cm):	abbinder/erstarrender Beton
unterer Betonabschnitt (ca. 20 cm):	erhärtender Beton.

Mit dem nächsten Hubvorgang darf erst dann begonnen werden, wenn der Beton in der untersten Schicht ausreichend erhärtet ist, sodass er formstabil ist und nicht ausläuft.

Da das Erstarren und Erhärten des Betons in der sich bewegenden Schalung erfolgt, und um eine nahtlose Konstruktion zu gewährleisten, muss die vertikale Bewegung gleichmäßig sein. Aus diesem Grund muss der Betonier-Vorgang im 24-Stunden-Betrieb ablaufen.

Bei den Rohbau-Arbeiten am Testturm wurden deshalb in drei Schichten á 25 Mann stündlich ca. 8 m³ Frischbeton der Festigkeit C50/60 in die ringförmige Schalung gegossen. Zuvor wurde jedoch die erforderliche Bewehrung aus Stahl eingebaut. Das Betonieren selbst erfolgte mittels eines am Kran hängenden Betonkübels. Außerdem transportierte der Kran, der im Bauablauf fünfmal durch das Einschieben von Turmkran-Elementen um je 40 m erhöht wurde, das übrige, benötigte Baumaterial.

Das Gleitschalverfahren stellte also hohe Anforderungen an Betontechnologie, Logistik und Personal. Eine besondere Herausforderung für das Gleitschalssystem selbst stellte die sich in einer Höhe von 110 m verringernde Wandstärke des Turms von 40 auf 25 cm dar^{16/17}.

¹⁶ Pressemitteilung Züblin 24.06.2015

„Mit modernster Technik hoch hinaus: Züblin liegt mit Testturm voll im Zeitplan“
(aufgerufen am 26.06.2017)

¹⁷ <https://www.baunetzwissen.de/drucken/gleitschalung-4826027> (aufgerufen am 26.06.2017)



Abbildung 7: Gleitschalungen ThyssenKrupp Testturm

Zusammenfassung und Dank

Für die informative und kurzweilige Führung danken wir Herrn König sowie der Firma Hauser für die Bereitstellung ihrer Räumlichkeiten und die spontane Bewirtung.

Durch diese Station der Pfingstexkursion konnten wir wertvolle Eindrücke im Bereich Schalungstechnik.

Quellen:

- <http://testturm.thyssenkrupp-elevator.com/> aufgerufen am 30.6.2017
- <https://multi.thyssenkrupp-elevator.com/de/> aufgerufen am 30.6.2017
- Pressemitteilung thyssenkrupp Elevator aufgerufen am 08.09.2016
„thyssenkrupp Testturm in Rottweil: Fakten und Triviales“
- Pressemitteilung thyssenkrupp Elevator aufgerufen am 08.09.2016
„thyssenkrupp startet Montage der rekordverdächtigen Fassade am Testturm“

- Pressemitteilung thyssenkrupp Elevator 18.02.2016
„Good vibrations: Testturm in Rottweil schwingt im Rhythmus der Stadt“
- Pressemitteilung Züblin aufgerufen am 24.06.2015
„Mit modernster Technik hoch hinaus: Züblin liegt mit Testturm voll im Zeitplan“
- Pressemitteilung Züblin aufgerufen am 29.07.2015
„Richtfest in Rottweil: Testturm von ThyssenKrupp nimmt nächsten Meilenstein“
- <https://www.thyssenkrupp-elevator.com/de/unternehmen/> aufgerufen am 21.06.2017.
- <http://www.schwarzwaelder-bote.de/inhalt.rottweil-test-turm-verzoegerung-auf-baustelle.52c0a940-f098-441e-87b9-cd8763d8afe9.html> aufgerufen am 21.06.2017.
- <http://www.schwarzwaelder-bote.de/inhalt.rottweil-test-turm-windet-sich-in-den-himmel.f7ec2d8f-3c85-4439-93dc-ec9edb3633e8.html> aufgerufen am 21.06.2017.
- <http://testturm.thyssenkrupp-elevator.com/live-rottweil/> aufgerufen am 21.06.2017
- <http://www.urban-hub.com/de/landmarks/details-design-aufzugstestturm-in-rottweil/> abgerufen am 21.06.2017.
- http://www.zueblin.de/databases/internet/_public/content30.nsf/web30?Openagent&id=newsroom-zueblin#/documents/zueblin-imagebroschuere-66798 abgerufen am 21.06.2017.
- <https://www.baunetzwissen.de/drucken/gleitschalung-4826027>
- <https://www.baumeister.de/werner-sobek/> abgerufen am 21.06.2017.
- <http://www.spiegel.de/sptv/extra/a-195493.html> abgerufen am 21.06.2017.

Baustelle A2 Sanierungstunnel Belchen

Alexander Hoffmann, Richard Hauberg, Yannick Scherer

Die Autobahn A2 zwischen Basel und Egerkirchen ist eine wichtige Nord-Süd-Verbindung in der Schweiz. Bei Belchen verläuft die Autobahn auf einer Länge von 3.180 m durch zwei Doppelspurröhren durch das Juragebirge. Diese wurden 1966 eröffnet. Jetzt muss der Tunnel wegen erheblichen Schäden saniert werden. Diese Schäden sind auf den Gipskeuper zurückzuführen. In Verbindung mit Wasser besteht die Möglichkeit einer Quellung des Gesteins um bis zu 60% seines Volumens. Diese Volumenvergrößerung hat zu sicherheitsrelevanten Beeinträchtigungen der Tragstruktur geführt. Bereits seit 2008 werden Sanierungsmaßnahmen an beiden Röhren durchgeführt. Diese finden vorwiegend nachts statt, damit der fließende Verkehr tagsüber nicht behindert wird. Damit die Sanierung im vollen Umfang durchgeführt werden kann, muss der Tunnel gesperrt werden. Eine Vollsperrung der A2 in diesem Abschnitt hätte einen starken Einfluss auf den Verkehr, sowohl was die Verkehrskapazität, als auch -sicherheit angeht. Um das zu vermeiden, hat das Bundesamt für Straßen ASTRA entschieden, einen Sanierungstunnel zu errichten. Dieser verläuft westlich in weitestgehend paralleler Linienführung zum Bestandsbauwerk (s. Abbildung 1). Geplant ist ab 2022 den Verkehr durch den dann fertiggestellten Sanierungstunnel zu leiten.

Die Vormaßnahmen

Die Installationsflächen vor den beiden Portalen betragen 40.000 m² im Süden (s. Abbildung 2) und 15.000 m² im Norden. Die Diskrepanz ergibt sich aus dem Fakt, dass der einseitige Tunnelvortrieb von Süden nach Norden erfolgt. Somit wird ausreichend Platz für die Tunnelbohrmaschine (TBM) benötigt. Ebenfalls am Südportal ansässig ist das Containerdorf für die rund 150 Bauarbeiter. Um die Erschließungsstraße im Vorfeld des Südeingangs überqueren zu

können, ist eine 13,5 m breite und 45 m lange Brücke erbaut worden. Auch die Montage der etwa 2.000 Tonnen schweren TBM erfolgt auf der Brücke.



Abbildung 8: Lageplan der beiden Tunnel¹⁸

Durch das Bohren fallen ca. 470.000 m³ Ausbruchmaterial an. Um den Abtransport dieser Menge sicherzustellen, ist eine Bandförderanlage installiert worden. Diese fördert kontinuierlich das geförderte Gestein vom Inneren des Tunnels nach außen zur Aufbereitungsanlage. Zur Deponierung des Materials dient die Deponie Fasiswald, die eigens für das Projekt errichtet wurde. Sie verfügt über eine Fläche von 46.000 m². Es besteht eine direkte Verbindung, ebenfalls mittels Bandförderanlage, von der Baustelle zur Deponie. Die Vorteile der Bandförderung gegenüber anderer Transportmethoden bestehen vor allem im kontinuierlichen Fluss und der Möglichkeit relativ große Steigungen zu bewältigen. Auf einer Strecke von rund 1.000 m wird eine Steigung von ca. 130 m überwunden.

¹⁸ http://www.belchentunnel.ch/Default.asp?M_ID=6&S_ID=17 (aufgerufen am 26.06.2017)



Abbildung 9: Baustellenfeld Süd

Die Tunnelbohrmaschine

Die Tunnelbohrmaschine (S-947), die im Sanierungstunnel Belchen zum Einsatz kommt, wurde von der Firma *Herrenknecht AG* geliefert. Die Kosten beliefen sich auf ca. 20 Mio. Euro. Die Vortriebsmaschine hat einen Ausbruchdurchmesser von 13,97 Meter bei einer Länge von 75 Meter und einem Gesamtgewicht von ca. 2.000 Tonnen. Die benötigte elektrische Leistung liegt bei 4,2 Megawatt.

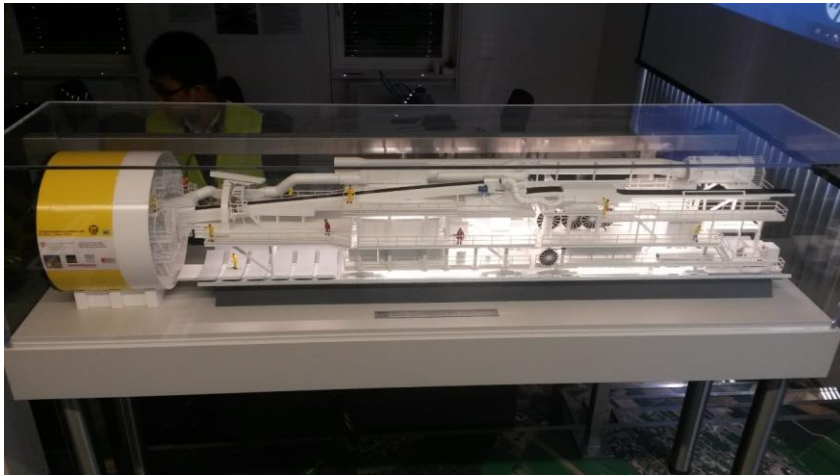


Abbildung 10: Modell der im Sanierungstunnel Belchen eingesetzten TBM

Das in Abbildung 4 zu sehende Schild alleine hat ein Gewicht von 360 Tonnen und ist mit 79 Rollenmeißeln ausgestattet, die mit einem Anpressdruck von 150 kN das Gestein an der Ortsbrust ausbrechen. Bei der S-947 handelt es sich um eine offene Grippermaschine, die für den Vortrieb in standfestem Fels geeignet ist. Der Ausbruch wird mit Hilfe der Drehbewegung des Bohrkopfes und dahinterliegenden festgeschweißten Schaufeln auf das Transportband geladen.

Hinter dem Bohrkopf befindet sich der Erektor, mit dessen Hilfe sogenannte Tübbinge die Ausbruchslaibung auskleiden und abdichten. Tübbinge sind vorgefertigte Betonsegmente, die maßgeschneidert auf die Baustelle geliefert werden (siehe Abbildung 11). Vor allem die Reihenfolge des Einbaus der Tübbinge ist entscheidend, da die gesamte Röhre vorher am Computer simuliert wird und nur eine bestimmte Ringgeometrie dem aktuellen Fortschritt des ausgebrochenen Tunnels entspricht. Um Richtungswechsel zu ermöglichen, werden die Betonsegmente so konzipiert, dass sie leicht abgeschrägt, d.h. an einer Seite einige Zentimeter breiter sind. Jeder

Tübbingring besteht aus sieben Einzelsegmenten und hat ein Gesamtgewicht von ca. 84 Tonnen.

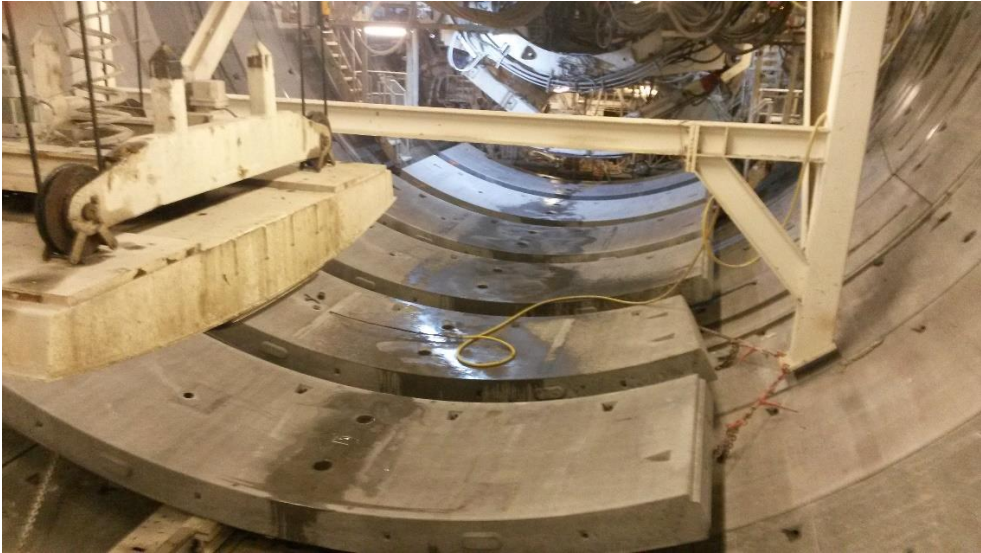


Abbildung 11: Tübbingsegmente vor dem Einbau in den Ring (eigene Aufnahme)

Sobald ein Tübbingring fertiggestellt ist, wird zwischen dem Ring und dem Fels ein Zwei-Komponenten-Mörtel eingespritzt, der bereits innerhalb von 30 Minuten eine hohe Festigkeit erreicht. Außerdem dient der Mörtel zur verbesserten Abdichtung gegen das Eindringen von Grundwasser, da die Tübbinge im Falle des Belchentunnels selbst keine Dichtungsbänder besitzen. Auch für den Vortrieb der Tunnelbohrmaschine sind die Tübbinge essenziell, da sich die Maschine mit 13 Hydraulikzylindern vom letzten Tübbingring abdrückt (siehe Abbildung 12).

Baustellenfortschritt – Einteilung in die Sektoren A-E

Der Baufortschritt des Sanierungstunnels ist in fünf unterschiedliche Sektoren (A-E) aufgeteilt. Der Sektor A beinhaltet den oben beschriebenen Vortrieb mit Hilfe der Tunnelbohrmaschine, d.h. den Ausbruch, das Versetzen der Tübbinge, die Ringspaltverfüllung und die Vorauserkundung der Geotechnik.

Im Sektor B, welcher ca. eine Länge von 200 Metern besitzt, werden die Maßnahmen ausgeführt, die erst nach einem vollständigen Durchfahren der TBM möglich sind. So werden die einzelnen Betonsegmente an bestimmten Positionen wieder herausgelöst, um den Ausbruch von Sickerschlitzten, den Ausbruch der SOS-Nischen und die Erstellung der elf Querungen zum „alten Belchentunnel“ zu gewährleisten.

Im weiteren Verlauf (Sektor C) werden ein begehbare Werkleitungskanal gebaut und die entsprechenden Leitungen verlegt. Hierfür hat die ausführende Firma Marti GmbH eigens ein Spezialgerät entwickelt, welches in der Lage ist, große fertige Armierungskörbe passgenau auf die Sohle zu legen. Zusätzlich trägt das Gerät die Schalung für die spätere Hinterfüllung. Außerdem wird ein Abdichtungssystem am Sohlgewölbe angebracht, um eine Lebensdauer des Tunnels von 70 – 100 Jahren zu erzielen.



Abbildung 12: Hydraulikzylinder für den Vortrieb (eigene Aufnahme)

Der vierte Abschnitt (Sektor D) ist mit 750 Metern der längste Sektor. Hier erfolgt der Restausbruch der Querungen und der SOS-Nischen und der Ausbruch zweier Untertagzentralen.

Im letzten Abschnitt (Sektor E, ca. 130 Meter) wird die Gewölbeabdichtung mit Hilfe eines „Hotmelt-Wagens“ vervollständigt. Hierbei handelt es sich um Ausleger auf einer mobilen Hebebühne, die die Folienüberlappungen miteinander verschmelzen. Außerdem wird der Rest des Gewölbes armiert und mit Frischbeton ausgegossen. Die Armierungskörbe und die Schalung werden

wieder von einem eigens von der Marti GmbH konstruierten Laufkran gehalten, der einen reibungslosen Tunnelverkehr ermöglicht. Insgesamt hat das fertige Gewölbe eine Schichtdicke von 1,1 Meter, wobei der Tübbingring eine Dicke von 35 cm ausmacht und das Ortbetongewölbe eine Dicke von 75 cm. Der Vortrieb des gesamten Tunnelausbruchs ist ebenfalls durch die letzten beiden Sektoren auf 10 m/d begrenzt, da nur 10 Meter am Stück betoniert werden können und der Beton einen Tag trocknen muss.

Geologie

Der Fels, den die Tunnelvortriebsmaschine durchfahren muss, besteht hauptsächlich aus Juragestein, welches sich in 21% Kalkgestein, 38% Tongestein und 41% Gipskeuper aufteilt. Gerade die Gipskeuperschichten stellen aufgrund ihrer Quellfähigkeit bei Wasserkontakt eine enorme Herausforderung dar. Da der Sanierungstunnel nicht vollständig parallel dem alten Belchentunnel folgt (siehe Abbildung 1), ist ebenfalls dem Gipskeuper geschuldet, da sich an dieser Stelle nicht genügend Überdeckung befindet und die Möglichkeit bestünde, dass das Gebirge nach oben nachgeben könnte. Der maßgebende Gebirgsdruck liegt mit einem Sicherheitsfaktor von 1,5 bei 600 t/m². Die Tübbingringe alleine würden diesem maximalen Druck nicht standhalten, weshalb man sich für ein zusätzliches bewehrtes Gewölbe entschied.

Zahlen und Fakten

Eine Zusammenstellung an Daten von der Website des Belchentunnels sowie der Marti Tunnelbau AG gibt einen Überblick über die Maßnahme und zeigt die Projektbeteiligten auf.

Baustelle A2 Sanierungstunnel Belchen

Bestehendes Tunnelsystem:

Lage:	A2, an Kantonsgrenze Basel-Landschaft/Solothurn, Nordportal bei Eptingen, Südportal bei Hägendorf
Bedeutung:	Wichtige Transitverbindung im Nah- und Fernverkehr, durchschnittlich 55.000 Fahrzeuge/Tag, Schwerverkehrsanteil 11,5%
Tunnellänge :	3,2 km
Verkehrsführung:	Zwei richtungsgetrennte Doppelspurröhren, sanierungsbedürftig

Sanierungstunnel Belchen:

Voraussichtliche Bauzeit: 2014 bis 2021

Bauetappen:

Etappe 1	Installationsplatz, Brücke etc. 2014 bis 2016
Etappe 2	Hauptarbeiten und Vortrieb 2016 bis 2018
Etappe 3	Installation und Test BSA 2018 bis 2021
Etappe 4	Inbetriebnahme Ab 2021
Etappe 5	Sanierungsstart bestehende Tunnelröhren 2022

Vortriebsmethode: Tunnelbohrmaschine, Vortrieb von Süden nach Norden

Ausbruchdurchmesser:	13,97 m
TBM Länge:	ca. 75 Meter inkl. Nachläufer
TBM Gesamtgewicht:	ca. 2.000 Tonnen
Abstand:	40 bis 116 m zum bestehenden Tunnelsystem
Ausbruchmaterial:	550.000 m ³ , Wiederverwendung von geeignetem Material oder Lagerung in nahegelegener Deponie Fasiswald, Transport mittels Förderband
Installationsplätze	Hauptinstallationen im Süden, 40.000 m ² Nebeninstallationen im Norden, 15.000 m ²
Brücke	Am Südportal zur Überquerung der bestehenden Erschließungsstraße, Breite: 13,5 m, Länge: 45,0 m
Geologie	21% Kalkgestein, 38% Tongestein, 41% Gipskeuper, schwierige geologische Verhältnisse durch hohes Quellpotenzial
Umwelt	Zügelaktion Glögglifrösche in neu geschaffene Ersatzlebensräume, archäologische Baubegleitung, Errichtung Kleintierkorridor Eptingen, Errichtung von Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABA)
Kosten	Rund 500 Millionen Franken
Bauherr	Bundesamt für Strassen ASTRA, Infrastrukturfiliale Zofingen

Projektverfasser	IG STBelchen, c/o Emch+Berger AG ILF Beratende Ingenieure AG Aegerter + Bosshardt AG
Ausführung	ARGE Marti Belchen
Gesamtleitungs- unterstützung	Jauslin Stebler AG
Oberbauleitung	Jauslin Stebler AG

Danksagung

Wir möchten uns herzlichst bei Herrn Roschi als Leiter des Infocenters bedanken, der mit viel Hintergrundwissen einen spannenden Vortrag für uns vorbereitet hatte und auch auf unsere Fragen eingegangen ist. Ein weiterer Dank geht an die Bauleiter der Jauslin Stebler Ag, Frau Bade und Herrn Weisenberger, welche uns durch den Tunnel sowie auf die Tunnelbohrmaschine geführt haben.

Quellen:

<http://www.belchentunnel.ch> (Stand: 02.07.2017)

<http://www.marti-tunnel.ch> (Stand: 02.07.2017)

<http://www.jauslinstebler.ch> (Stand: 02.07.2017)

Vortrag von Heiner Roschi (Leiter Infocenter)

Führung durch Denise Melanie Bade / Lorenz Weisenberger

Führung Flughafen Zürich SR Technics

Süleyman Sari, Afonso Jose C. Fleith

Nach der sehr interessanten Besichtigung der Tunnelbaustelle A2 in Belchen und einer kleinen Mittagspause ging es am Mittwoch, den 07.06.2017, weiter im Programm mit der Führung bei SR Technics am Flughafen Zürich. Die Firma SR Technics ist einer der weltweit größten Anbieter für technische Dienstleistungen in den Bereichen Flugzeugwartung und -überholung.



Abbildung 13: Flugzeugwartungswerft der SR Technics am Flughafen Zürich¹⁹

SR Technics

Die Firma SR Technics war bis 1931 die technische Abteilung der Fluggesellschaft Swissair. Im Jahre 1997 wurde sie als eigenständiges Unternehmen innerhalb der Swissair Gruppe gegründet. Das Unternehmen ist heutzutage eines der größten unabhängigen MRO-Anbietern (MRO = Maintenance, Repair und Operation) von Flugzeugzellen, Triebwerken und anderen Komponenten. Sie bedient mit insgesamt ca. 500 Flugzeuggesellschaften, die meisten Airbus- und Boeing-Flugzeugtypen und bietet zudem Ingenieurdienstleistungen sowie Fachschulungen. Des Weiteren besitzt ein eigenes VIP-Fertigstellungszentrum.

¹⁹ <http://www.srtechnics-vip.com/parking/parking.html> (aufgerufen am 26.06.2017)

Im Jahr 2016 erwarb die chinesische Unternehmensgruppe HNA eine Beteiligung von 80 % an der SR Technics. Die Mubadala Development Company, die von 2009 bis 2016 70 % der Anteile besaß, hält die übrigen 20 %.



Abbildung 14: SR Technics Hangar²⁰

Die Firma SR Technics hat neben dem Standort am Flughafen Zürich auch weitere Standorte in Australien, China, Indien, Irland, Malaysia, Malta, Serbien, Singapur, Spanien, USA, Großbritannien und in den Vereinigten Arabischen Emiraten (Gesamtfläche von ca. 354 670m²). Die Hauptverwaltung am Flughafen Zürich umfasst eine Fläche von ca. 207 000 m² und beinhaltet vier Hangars, Triebwerk-Testzellen, sechs breite und sieben schmale Buchten sowie das Logistikzentrum für Airbus- und Boeing-Typen.

²⁰ <http://www.wirtschaft.ch> Stand: 28.02.2015 (aufgerufen am 26.06.2017)



Abbildung 15: Im Hintergrund: SR Technics Hangar (eigene Aufnahme)

Am Flughafen Zürich wurden wir von Herrn Dorianio empfangen und bezüglich der Sicherheitsvorschriften im Werk eingewiesen. Nach der Einweisung wurden wir für die Werksführung in zwei Gruppen aufgeteilt. Der Rundgang durch die Werkshallen dauerte knapp 2,5 Stunden. Herr Dorianio arbeitete lange Jahre als Flugzeugmechaniker im Unternehmen und konnte uns demzufolge alle Fragen kompetent beantworten.

Im Rahmen der Werksbesichtigung erhielten wir einen Einblick in die Flugzeuginstandsetzung und -wartung innerhalb der Flugzeugwerften der SR Technics. Außerdem bekamen wir die Gelegenheit, im Rahmen der Besichtigung die neue Schallschutzhalle am Flughafen Zürich zu besichtigen.

Der Höhepunkt des Rundgangs war sicherlich das alte Passagierflugzeug (siehe Abbildung 16), welches derzeit am Flughafen Zürich gewartet wird. Der Oldtimer-Airliner ist nach Angaben von Herrn Dorianio das letzte seiner Art und wird lediglich durch Spenden finanziert.



Abbildung 16: Der Oldtimer Airliner (eigene Aufnahme)

Schallschutzhalle Flughafen Zürich

Am Flughafen Zürich sind Betriebe tätig, die Flugzeuge sowie deren Triebwerke reparieren, warten und instand setzen. Im Rahmen ihrer Tätigkeit müssen diese Firmen die Triebwerke im eingebauten Zustand bis zur sogenannten Take-Off-Power testen. Die Schallschutzhalle dient demzufolge zum Schutz der Umgebung vor Lärmemission infolge von Triebwerksstandläufen.

Die Halle wurde nach einer Bauzeit von ca. 20 Monaten im Juni 2014 fertiggestellt und im August 2014 nach einer kurzen Testphase in Betrieb genommen. Mit einer Spannweite von 68,5 m ist diese so konzipiert, dass sie für die Wartung des Flugzeugmusters Boeing 747-8 genutzt werden kann. Dadurch können alle den Flughafen Zürich anliegende Flugzeugarten gewartet werden.



Abbildung 17: Die Schallschutzhalle am Flughafen Zürich²¹

Firmendaten SR Technics

Firmensitz:	Zürich Flughafen in der Schweiz
Gründungsjahr:	1931
Gesamte Fläche:	ca. 354 670 m ²
Mitarbeiter:	über 3 000
Aktuelle CEO:	Remacha, Jeremy
Untergestützte Flugzeuge:	über 1 000

²¹ <https://www.flughafen-zuerich.ch/unternehmen/flughafen-zuerich-ag/realisierte-bauprojekte/neubau-schallschutzhalle> (aufgerufen am 26.06.2017)

Quellenangaben

Mitschriften aus der Werksführung von Herr Dusci Dorianio

<http://www.srtechnics.com/>, aufgerufen am 22.06.2017

<http://www.mubadala.com/>, aufgerufen am 22.06.2017

<https://www.flughafen-zuerich.ch/unternehmen/flughafen-zuerich-ag/realisierte-bauprojekte/neubau-schallschutzhalle>, aufgerufen am 22.06.2017

Danksagung

Abschließend möchten wir uns im Namen aller bei der Firma SR Technics bedanken, dass sie uns die Möglichkeit gegeben hat, einen Einblick in die Flugzeughallen zu erhalten. Ein besonderer Dank gilt zudem Herrn Dusci Dorianio für die interessante und informative Führung.

The Circle – Flughafen Zürich

Jens Möcklinghoff, Eric Schäfer, Benedikt Weinelt

Am dritten Tag der Pfingstexkursion wurde das Großprojekt The CIRCLE besichtigt.

Das derzeit größte Hochbauprojekt der Schweiz wurde von der Flughafen Zürich AG sowie die Swiss Life AG an das Totalunternehmen HRS²² vergeben. The CIRCLE wird in Zürich in nächster Nähe zum Flughafen verwirklicht. Dieser liegt circa 10 Kilometer in nordöstlicher Richtung vom Stadtkern Zürich entfernt.

Das Baufeld befindet sich östlich der Terminals und wird durch die Hauptzugangsstraße des Flughafens davon abgetrennt. Diese Straße umschließt das Baufeld in nördlicher, südlicher und westlicher Richtung. In östlicher Richtung wird das Baufeld durch einen Park/Wald eingegrenzt (siehe Abbildung 18)



Abbildung 18: Kartenausschnitt Flughafen Zürich (AppleMaps 2017)

²² <http://www.hrs.ch/home/> 2017 (aufgerufen am 26.06.2017)

Der neue Gebäudekomplex besteht aus insgesamt sieben Gebäuden (Haus 10 bis Haus 16). Haus 10 erstreckt sich über das gesamte Baugelände und dient als „Fundament“ für die Häuser 11 bis 16. Dadurch wird eine trockene und schnelle Verbindung zwischen den Häusern sichergestellt. Herr Mizrahi, Projektleiter bei der HRS, bezeichnete das Haus 10 als das „Herz“ von The CIRCLE, denn die gesamte Versorgung durch etwaige Anlieferungen sowie die technischen Zu- und Ableitungen der anderen Häuser erfolgt durch das Haus 10.

Die darüberliegenden Häuser dienen als Unterkunft unterschiedlicher Nutzungsgruppen. Das Ziel ist es, insgesamt sieben Nutzungsgruppen in dem Komplex zu vereinen.

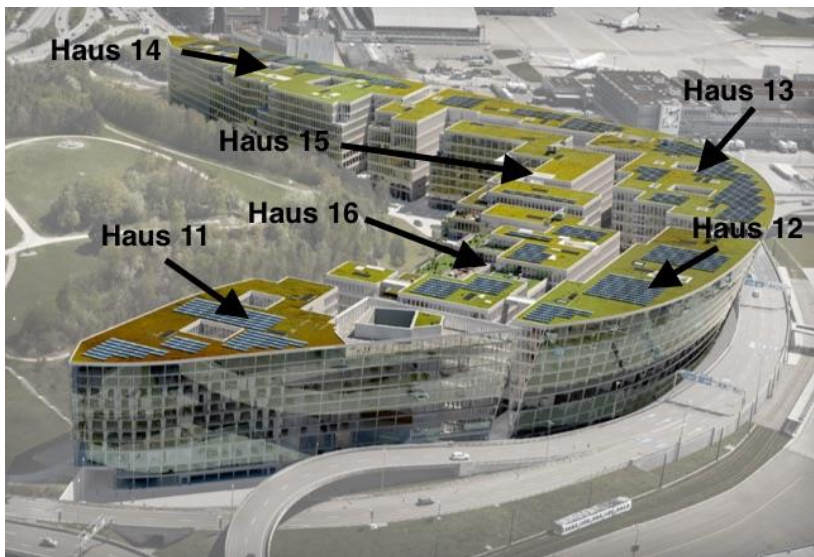


Abbildung 19 The Circle, Aufteilung Häuser²³

²³ <https://www.nzz.ch/zuerich/the-circle-das-niederdorf-des-21-jahrhunderts-ld.153449> 2017 (aufgerufen am 26.06.2017)

Die Hyatt Luxus Hotel Gruppe realisiert in Haus 11 ein neues Hyatt Place Hotel sowie in Haus 15 ein Hyatt Regency Hotel. Im Haus 16 wird ein Conventioncenter erstellt, welches ringsum mit diversen Einkaufsmöglichkeiten (auch Duty-Free) umgeben ist. In Haus 12 sowie Haus 13 werden Büroräume zum Beispiel für das Headquarter der Flughafen Zürich AG erstellt. In Haus 13 soll das neue Universitätsspital untergebracht werden, was sich bis Haus 14 erstreckt, welches eine Kita, ein Fitnessstudio und Kunstgalerien enthält. Es werden ebenso weitere Bereiche für Kultur, Lehre und Wissenschaft geschaffen²⁴.

Aus einem dreistufigen Architekturwettbewerb, mit über 90 Mitbewerbern, ging der Entwurf des japanischen Architekturbüros Riken Yamamoto & Field Shop als Sieger hervor. Die Blaser Architekten AG²⁵ unterstützen die Riken Yamamoto & Field Shop als Local Architekten. Die gesamte Planung und Bauausführung ist darauf ausgelegt, die LEED Platinum Zertifizierung zu erreichen. Dadurch werden höchste Standards im ökologischen Bauen eingehalten. Hierzu muss schon während der Bauphase auf Details, wie z.B. eine LKW-Waschanlage zur Entstaubung, geachtet werden, die auf anderen Baustellen gar nicht zur Diskussion stehen.

Nach der Generalplanung, von 2012 bis 2015, wurde das Projekt im Jahre 2015 an den Totalunternehmer HRS Real Estate AG übergeben.

Die HRS Real Estate AG ist der größte inhabergeführte Projektentwickler und Totalunternehmer in der Schweiz. Mit insgesamt 14 Standorten ist die HRS Real Estate AG in der gesamten Schweiz vertreten²⁶. Die Leitung für das Projekt The CIRCLE liegt bei der Niederlassung Zürich. Während der Bauphase wurden 800 m² Bürofläche am Flughafen gemietet. In diesen 800 m² sind fünf Sitzungszimmer enthalten, in denen pro Woche circa 60 bis 70 Besprechungen abgehalten werden.

²⁴ <https://www.thecircle.ch/de> 2017 (aufgerufen am 26.06.2017)

²⁵ <http://blaserarchitekten.com/web/de> 2017 (aufgerufen am 26.06.2017)

²⁶ <http://www.hrs.ch/home/> 2017 (aufgerufen am 26.06.2017)

Um diesen Organisationsaufwand gerecht zu werden, hat die HRS Real Estate AG ein Protokoll Tool eingeführt. Dieses ermöglicht die Erstellung des Protokolls schon während den Sitzungen und die Verteilung an die Teilnehmer kann direkt am darauffolgenden Tag erfolgen. So wird der Informationsverlust verringert und die Aktualität der Informationen und des Wissenstands erhöht.

Den Zuschlag für die Bauausführung erhielt die HRS Real Estate AG aufgrund eines ausgeklügelten Logistikkonzeptes, der Terminplanung und natürlich aufgrund des konkurrenzfähigen Preises.

Ein detailliertes und spezifisches Logistikkonzept ist für die Ausführung zwangsläufig notwendig. Aufgrund der umschließenden Straße ist kein zusätzlicher Platz für die Baustelleneinrichtung verfügbar, dies erschwert den Bauablauf maßgeblich. Abbildung 20 zeigt das beengte Baufeld.



Abbildung 20: Beengtes Baufeld, unterschiedliche Gewerke (eigene Aufnahme)

Eine Besonderheit des Baukörpers bilden Haus 13 und 14. Diese besitzen eine Krängung, die die Häuser über die anliegende Straße herausragen lassen. Um das „Umkippen“ der Gebäude zu verhindern, werden diese durch massive Betonfundamente im Boden verankert und mit Spannritzen nach hinten abgespannt. Die Verankerung selbst ist so groß wie ein Einfamilienhaus. Während des Bauprozesses der auskragenden Geschosse, wird eine Stahlwand zwischen dem Baukörper und der angrenzenden Straße errichtet. Diese soll den Verkehr auf der Straße vor herabfallenden Teilen schützen. Für den Aufbau der Schutzwand, ist es notwendig die Straße für eine kurze Zeit zu sperren. Dies geschieht in den Nachtstunden, in denen die Auslastung des Flughafens geringer ist. Somit soll es zu keiner Einschränkung für den Flughafen kommen, denn bei Ausfall des Flughafens entstehen Kosten in Millionenhöhe.



Abbildung 21: Stahlbeton Stützen mit Spannbeton zur Verankerung der auskragenden Häuser (eigene Aufnahme)

Des Weiteren wird Haus 11 über einem bestehenden Bahntunnel gebaut. Um die Belastung durch das neue Gebäude nicht auf die Tunnelröhre abzuleiten, wird darüber ein brückenartiges Bauwerk errichtet, auf welchem das neue Haus fundiert. Während der Bauphase von Haus 10 wird der Tunnel mit Stahlröhren gestützt die eigens für diese Baustelle angefertigt wurden.

Für den folgenden Ausbau wird eine „BIM-Light“ Variante verwendet. Dazu wurden bereits jetzt QR-Codes in jedem Raum aufgehängt, die durch Scannen mit dem Tablet oder Smartphone Angaben über die Raumausstattung preisgeben. Somit können über eine zentrale Datenbank die Raumdaten bearbeitet und in dem entsprechenden Raum jederzeit die aktuellsten Daten abgerufen werden. Auf solch großen Projekten kommt es immer wieder dazu, dass fälschlicherweise mit veralteten Plänen gearbeitet wird. Diese Problematik wird mit dem QR-Code System verhindert.

Danksagung

Wir möchten uns im Namen des TMB bei Herrn Mizrahi und der Firma HRS für die interessante Führung in diesem außergewöhnlichen Bauprojekt bedanken!

Überblick

Bauherr:	Flughafen Zürich AG, Swiss Life AG
Architekt:	Riken Yamamoto & Field Shop
Ausführung:	HRS Real Estate AG
Bauzeit:	Anfang 2015 - Anfang 2019
Auftragsvolumen:	1,2 Milliarden Schweizer Franken
Konstruktion:	Hochbauprojekt mit sechs Gebäudekomplexen, ausgeführt in Stützen-Riegel-Bauweise
Bauverfahren:	Spezialtiefbau: Bohrpfehlwände, Schlitzwände, Berliner-Verbau

Erdbau:	Aushub
Ingenieurbau:	Stahlbeton, Spannbeton
Innenausbau:	Lean, BIM
Baustellenführer:	David Mizrahi

Quellen

Präsentation David Mizrahi

Führung durch David Mizrahi

<https://www.nzz.ch/zuerich/the-circle-das-niederdorf-des-21-jahrhunderts-ld.153449> (abgerufen am 26.06.2017)

<https://www.thecircle.ch/de> (abgerufen am 26.06.2017)

<http://blaserarchitekten.com/web/de> (abgerufen am 26.06.2017)

<http://www.hrs.ch/home/> (abgerufen am 26.06.2017)

Pumpspeicherkraftwerk Linth-Limmern

Ahmad Hamoui, Theo Pelz, Tristan Emich

Das Projekt Linthal 2015 ist ein Ausbauprojekt eines vorhandenen Pumpspeicherkraftwerks im Glarnerland in der Schweiz. Das Projekt besteht aus der Konstruktion eines weiteren unterirdischen Pumpspeicherkraftwerks, welches Wasser aus dem Limmernsee, welcher auf einer Höhe von 1815 m liegt, zusätzlich um 630 m auf eine Höhe von ca. 2445 m in den Mutsee pumpt²⁷. Im Falle eines Energiedefizits wird das Wasser aus dem Mutsee turbinert. Das Pumpspeicherkraftwerk hat eine Leistung von 1000 MW. Mit dem neuen Pumpspeicherkraftwerk hat das erweiterte Kraftwerk Linth-Limmern eine Gesamtleistung von ungefähr 1520 MW. Nach einer Bauzeit von 7 Jahren und Gesamtkosten von 2,1 Milliarden Franken wurde das Projekt 2016/2017 von Axpo Holding abgeschlossen. Axpo arbeitete unter anderem mit CKW AG und Avektris AG zusammen, die Axpo durch die verschiedenen Phasen des Projektes begleiteten.

Geologisch liegt das Projektgebiet in einem massiven Kalkstein (Quintnerkalk, Malm) und zeichnet sich durch zwei Störungszonen, Scherzonen und Sekundärschüben aus. Es ist bekannt, dass das Gebirge ein ausgeprägtes Grundwassersystem mit einem hohen Anteil an Höhlensystemen bis zu einer Länge von 3,5 km hat. Außer diesen komplexen Bodenbedingungen, ist der Fels stabil und relativ fest in seiner Zusammensetzung²⁸.

Ein Pumpspeicherkraftwerk ist ein Kraftwerk, das Wasser zur Erzeugung von elektrischer Energie verwendet wird. Hierzu wird Wasser in ein höher gelegenes Becken (bzw. See) gepumpt und somit in Form von potentieller Energie gespeichert. Beim Turbinieren des Wassers wird die mechanische

²⁷ https://www.axpo.com/content/dam/axpo2/Documents/Switzerland/Newsroom/dossiers-publikationen/Factsheet_PSW_limmern_DE-2016-06.pdf (aufgerufen am 26.06.2017)

²⁸ Filipponi, Marco et. al. (2012), "Successful TBM drive in inclined pressure shaft under difficult ground conditions." *Indian Geotechnical Conference*, Paper No. D 401, 1. <https://gndec.ac.in/~igs/ldh/conf/2012/D.pdf> (aufgerufen am 28.06.2017)

Energie in elektrische Energie umgewandelt. Pumpspeicherkraftwerke weisen einen Wirkungsgrad von 75 bis 80 Prozent auf²⁹.

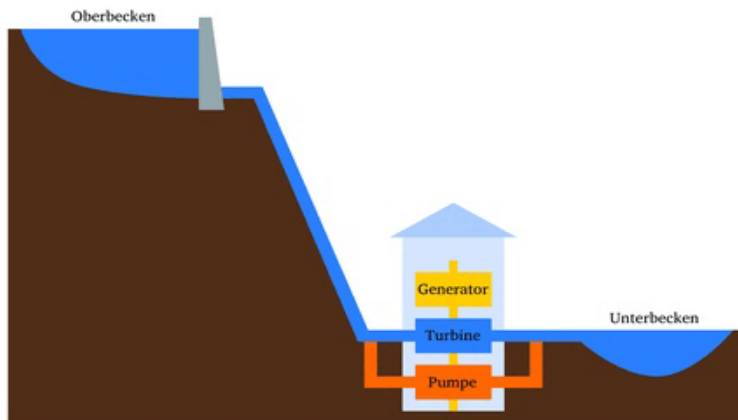


Abbildung 22: Funktion Pumpspeicherkraftwerk³⁰

Ein Pumpspeicherkraftwerk besteht aus mindestens fünf Komponenten: Einem Ober- und einem Unterbecken, einem Generator, einer Wasserturbine und einer Pumpe.

Energiespeicherung

Um Strom zu speichern wird das Wasser aus dem Unterbecken (Limmernsee) ins Oberbecken (Muttsee) gepumpt. Damit wird die Potentielle Energie des oberen Beckens erhöht. Hierfür muss Energie, die aus dem allgemeinen

²⁹ "Pumpspeicherkraftwerk: Die wichtigsten Infos"

<http://www.alternative-stromerzeuger.de/pumpspeicherkraftwerk/> (aufgerufen am 02.07.2017)

³⁰ Filipponi, Marco et. al. (2012), "Successful TBM drive in inclined pressure shaft under difficult ground conditions." *Indian Geotechnical Conference*, Paper No. D 401, 1. <https://gndec.ac.in/~igs/ldh/conf/2012/D.pdf> (aufgerufen am 28.06.2017)

Stromnetz stammt, eingesetzt werden. Mithilfe dieser Energie wird der Generator versorgt, um die Pumpe zu betreiben.

Energiefreisetzung

Um Strom freizusetzen, fließt das Wasser vom Oberbecken ins Unterbecken. Die freigesetzte potenzielle Energie wird von der Wasserturbine genutzt, um den Generator zu betreiben. Der Generator speist den Strom ins allgemeine Stromnetz wieder ein. Damit kann ein erhöhter Strombedarf gedeckt werden, ohne dass es zu einer Netzüberlastung kommt.

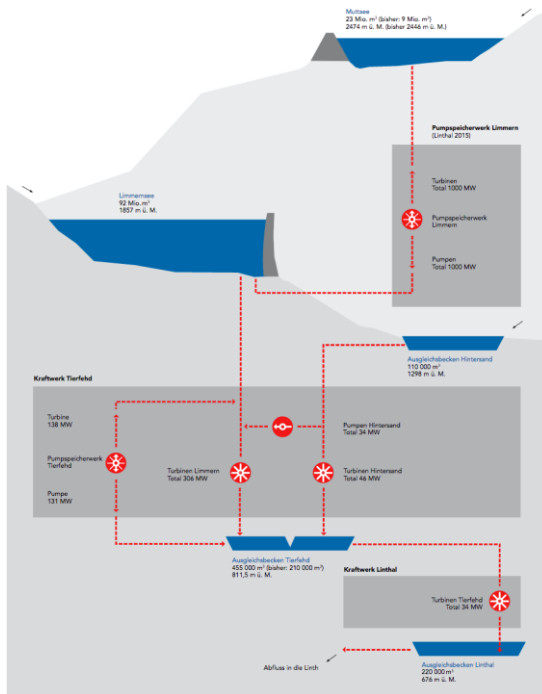


Abbildung 23: Übersicht Kraftwerk³¹

³¹ "Pumpspeicherkraftwerk: Die wichtigsten Infos"

Konstruktion

Der Mutensee hatte in seiner natürlichen Form eine Kapazität von ca. 9 Mio m³. Durch die Errichtung eines 1 km langen Staudammes wurde die Kapazität des Mutensees um das ca. 2,5-Fache erhöht. Mit dem See, der nun ca. ein Speichervolumen von 23 Mio m³ fasst, ist eine effizientere Energiegewinnung möglich³².

Mit einer Kronenlänge von 1054 m, Kronenbreite von 4-6 m, Fundamentbreite von 27 m und einer Höhe von maximal 35 m ist der Staudamm eine relativ massive Konstruktion. Das Betonvolumen beträgt ca. 250.000 m³³³. Der Staudamm hat ein solch großes Betonvolumen, weil nicht wie bei anderen Staudämmen die Kräfte durch die gebogene Form der Konstruktion in das massive Felsgestein abgeleitet werden kann. Die Kräfte werden von dem Staudamm aufgenommen und in den Boden abgeleitet. Nur ein kleiner Teil der Kräfte kann über die Flanken abgetragen werden.

³² https://www.axpo.com/content/dam/axpo2/Documents/Switzerland/Newsroom/dossiers-publikationen/Factsheet_PSW_limmern_DE-2016-06.pdf (aufgerufen am 26.06.2017)

³³ "Pumpspeicherkraftwerk: Die wichtigsten Infos"
<http://www.alternative-stromerzeuger.de/pumpspeicherkraftwerk/> (aufgerufen am 02.07.2017)



Abbildung 24: Kavernenzentrale³⁴

Der Staudamm wurde in etwa drei gleich große Bauabschnitte aufgeteilt und Anfang Oktober 2014 fertiggestellt. Die Betonierarbeiten eines Abschnittes sind nicht an einem Stück erfolgt. Der Staudamm wurde in 68 Blöcke à 15 m unterteilt. So konnten die Betonierarbeiten an verschiedenen Stellen zur gleichen Zeit erfolgen.

³⁴ https://www.axpo.com/content/dam/axpo2/Documents/Switzerland/Newsroom/dossiers-publikationen/Factsheet_PSW_limmern_DE-2016-06.pdf (aufgerufen am 26.06.2017)



Abbildung 25: Bauabschnitte³⁵

Da für die Staumauer riesige Mengen an Zuschlag benötigt wurden, wurde zusätzlich Ausbruchmaterial, das bei dem Tunnelbau für die neuen Druckrohrleitungen entstanden ist, verwendet. Hierzu wurde eine Aufbereitungsanlage auf dem Plateau des Limmernsees installiert. Der Tunnel wurde mit einer Tunnelbohrmaschine des Maschinenherstellers Herrenknecht gebaut.

Die Druckleitung des Muttsees endet in einer neu errichteten Kavernenzentrale, die ebenfalls durch einen Stollen vom Tal aus erreichbar ist. Dieser neu gebohrte Stollen hat eine Steigung von 25%. Eine darin errichtete Standseilbahn transportierte Maschinenteile wie Generatoren in die Kaverne. Da ein Teil dieser Maschinen ein enormes Gewicht haben, war ein Transport über die außenliegenden Seilbahnen nicht möglich.

Die neue Kavernenzentrale hat eine Länge von 149,9 m, Breite von 30,6 und eine Höhe von 53 m³⁶.

³⁵ Axpo(2016). "Kraftwerke Linth-Limmern AG"

https://www.axpo.com/content/dam/axpo2/Documents/Switzerland/Newsroom/dossiers-publikationen/Factsheet_PSW_limmern_DE-2016-06.pdf (aufgerufen am 26.06.2017)



Abbildung 26: Transport einer Baumaschine³⁷

Weiterer Materialtransport erfolgte über zwei verschiedene Seilbahnen. Mit Hilfe dieser Seilbahnen wurden Baugeräte und -materialien auf das Plateau des Limmernsee und auf das Plateau des Muttsee befördert. Nach Fertigstellung des Bauprojektes werden diese vollständig zurückgebaut, da dann die wirtschaftliche Lebensdauer erreicht wurde und kein Nutzen mehr vorhanden ist.

Technische Daten zu den Seilbahnen

Standseilbahn:	Länge: 3778 m maximale Beladung: 215 t
Personen Seilbahn:	Länge: 1892 m maximale Beladung: 3,44 t

³⁶ Axpo (2016). "Kraftwerke Linth-Limmern AG"

https://www.axpo.com/content/dam/axpo2/Documents/Switzerland/Newsroom/dossiers-publikationen/Factsheet_PSW_limmern_DE-2016-06.pdf (aufgerufen am 26.06.2017)

³⁷ <http://www.axpo.com/axpo/ch/de/landing-pages/psw-limmern.html> (aufgerufen am 28.06.2017)



Abbildung 27: Stahlseil der Seilbahn (eigene Abbildung)

Daten zu den Seen

Staumauer Muttsee 2474 m üNN

Speichervolumen: 23 Mio. m³

Staumauer Limmernsee 1857 m üNN

Speichervolumen: 92 Mio. m³

Der Inhalt des Muttsees wurde durch die Staumauer von 9 Mio. m³ auf 23 Mio. m³ vergrößert.

Überblick

Bauherr: Axpo

Ausführung: Marti

Bauzeit: 7 Jahre geplant

Auftragsvolumen: 2.1 Milliarden Franken

Konstruktion: Staudamm

Bauverfahren: Pumpspeicherkraftwerk

Danksagung

Wir bedanken uns bei der Firma Axpo und unseren zwei Baustellenführern, die uns die Möglichkeit gegeben haben, ein solch großes Projekt besichtigen zu dürfen. Die eindrucksvolle Führung hat sein Teil dazu beigetragen, dass wir unseren Horizont erweitern und offene Fragen detailliert beantwortet werden konnten. Vielen Dank!

Quellen

Axpo(2016). "Kraftwerke Linth-Limmern AG"

https://www.axpo.com/content/dam/axpo2/Documents/Switzerland/Newsroom/dossiers-publikationen/Factsheet_PSW_limmern_DE-2016-06.pdf (abgerufen am 26.06.2017)

Filipponi, Marco et. al. (2012), "Successful TBM drive in inclined pressure shaft under difficult ground conditions." *Indian Geotechnical Conference*, Paper No. D 401, 1. <https://gndec.ac.in/~igs/ldh/conf/2012/D.pdf> (Aufruf am 28.06.2017)

"Pumpspeicherkraftwerk: Die wichtigsten Infos" <http://www.alternative-stromerzeuger.de/pumpspeicherkraftwerk/> (aufgerufen am 02.07.2017)

<http://www.axpo.com/axpo/ch/de/landing-pages/psw-limmern.html> (aufgerufen 28.06.2017)

Werksbesichtigung bei Herrenknecht AG

Emma Fabríczius, Kang Chi Jao, Nicole Wendel

Die vorletzte Station der Pflingstexkursion führte die Gruppe nach Schwanau zur Firma Herrenknecht. Empfangen wurden wir von Herrn Siegenführ, der uns ins Verwaltungsgebäude zu einer kleinen Präsentation führte.



Abbildung 28: Luftaufnahme Werksgelände Herrenknecht AG in Schwanau³⁸

Herr Siegenführ erklärte, dass die Firma Herrenknecht in zwei große Abteilungen gegliedert ist, die Tunnelbohrmaschinen unterschiedlicher Ausmaße herstellen: Zum einen Tunnelbohrmaschinen zur Herstellung von Verkehrstunnel mit Durchmessern bis 20 m und zum anderen zur Herstellung von Versorgungsleitungen (Abteilung Utility) für Gas, Wasser, Strom etc. mit

³⁸ <https://www.herrenknecht.com/de/medien/downloads/pressebilder.html> (aufgerufen am 25.06.2017)

bis zu 4 m Durchmesser. Hierbei ist anzumerken, dass die Herrenknecht AG lediglich die Tunnelbohrmaschinen produziert und keine Tunnel selbst herstellt.

Im ersten Teil der Präsentation erläuterte Herr Siegenführ die geschichtlichen Entwicklungen, die die Firma Herrenknecht geprägt haben. Anhand des Seelisbergtunnels, der sich in der Nähe des Vierwaldstättersees befindet und 1971 mithilfe eines Tunnelschildes und Bagger gebaut wurde, wurden uns die Probleme der damaligen Bauweise aufgezeigt. Dazu gehörte unter anderem, dass sich die Maschinen eingeklemmt haben und es für die Arbeiter unsicher war, dort zu arbeiten.

Als nächstes ging es um die Meilensteine der Firma Herrenknecht. 1975 gründete Martin Herrenknecht sein Ingenieurbüro. 1977 erfolgte dann die Gründung der Herrenknecht GmbH, die sich 1980 mit Büros und einer Montagehalle im Geburtsort des Gründers, Schwanau, ansiedelte. 1998 wird die Herrenknecht GmbH zu einer AG umgewandelt und Tochtergesellschaften im Ausland gegründet. Obwohl die Firma Herrenknecht eine AG ist, können keine Aktien erworben werden.

Überblick Herrenknecht AG

Die Firma Herrenknecht AG beschäftigt heute ca. 5000 Mitarbeiter, davon 2000 am Standort Schwanau. Des Weiteren werden in Schwanau aktuell etwa 180 Auszubildende in verschiedenen Bereichen ausgebildet.

Seit 2011 liegt sowohl der Auftragseingang als auch die Gesamtleistung der Firma bei über 1 Millionen Euro.

IN MILLIONEN EURO	2016	2015	2014	2013	2012
Gesamtleistung	1.208	1.343	1.174	1.027	1.135
Umsatz	1.231	1.286	1.082	1.051	1.147
Auftragseingang	1.267	1.236	1.206	1.082	1.051
Anzahl Mitarbeiter zum Jahresende*	4.798	4.955	4.939	4.574	4.837
Anzahl Auszubildende zum Jahresende	160	160	195	203	231

*ohne Auszubildende, inklusive Leiharbeiter

Abbildung 29: Herrenknecht Statistiken 2012 bis 2016³⁹

Auch international ist Herrenknecht an vielen Standorten tätig. Unter anderem in China, Süd- und Nordamerika, dem Mittleren Osten und Europa.

Seit vielen Jahren kann eine Zunahme des Bedarfs an Infrastrukturprojekten beobachtet werden. Diese haben viele unterschiedliche Gründe, die teilweise stark voneinander abhängen:

- Bevölkerungswachstum & Urbanisierung
- Ressourcenknappheit
- Industrialisierung & Automatisierung
- Erhöhte Mobilität von Mensch & Gütern
- Ver- & Entsorgung

Die Anwendungsgebiete der Produktreihe der Firma Herrenknecht decken dabei eine Vielzahl der Lösungsmöglichkeiten für die oben genannten Probleme ab. Diese Anwendungsgebiete sind:

- Verkehrstunnel
- Ver- & Entsorgungsinfrastruktur

³⁹ <https://www.herrenknecht.com/de/unternehmen/konzern/herrenknecht-in-zahlen.html>
(aufgerufen am 25.06.2017)

- Pipeline Systeme
- Schächte & Stollen / Untertagebau
- Tiefbohrungen

Dabei stößt man im maschinellen Tunnelvortrieb auf verschiedene Herausforderungen, die es zu lösen gilt. Dazu zählen hohe Wasserdrücke (Flussquerungen), größere Tunneldurchmesser, geringe Überdeckungen, längere Vortriebsstrecken und heterogene Bodenbedingungen. Die heutigen Produkte können eine Vielzahl dieser Herausforderungen bewältigen. Diese Möglichkeiten konnten durch die stetige Produktentwicklung über viele Jahre erreicht werden.

Dazu nannte Herr Siegenführ uns die wichtigsten Meilensteine der Produktentwicklung. 1983 und 1984 entwickelte man zunächst Micromaschinen für nicht begehbare Tunneldurchmesser. Ein Jahr darauf wurden Mixschilder mit 6 m Durchmesser gebaut. 1990 wurde die Produktreihe mit dem Einfachschild für Hartgesteine ergänzt. Im Laufe der Zeit kamen viele weitere Schildtypen hinzu, wie der EPB-Schild, das Gripper System und Mixschilder mit größeren Durchmessern. 2007 wurde das Direct-Pipe-Verfahren entwickelt, wodurch auf neue Anwendungsfelder im Pipeline-Bau erweitert wurde. 2008/2009 kam das neue Geschäftsfeld Mining hinzu.

Tunneling Produkte

- Heute liefert die Firma verschiedene Produkte für den Tunnelbau wie:
- EPB-Schilder für kohäsive Böden
- Mixschild für heterogene Böden
- Gripper-TBM bei stabilem Fels, ohne Auskleidung
- Einfach-/Doppelschild-TBM

Da der Produktkatalog inzwischen viele Artikel beinhaltet, wurden uns mithilfe von Animationen einige ausgewählte Fabrikate näher erläutert.

Zunächst erklärte Herr Siegenführ die Arbeitsweise des EPB-Schildes. Diese ist für weiche, bindige Böden sehr gut geeignet. Dabei drückt sich das rotierende, werkzeuggestückte Schneidrad an die Ortsbrust und löst den

Boden. Dieser fällt über die Öffnungen des Schneidrades in die Abbaukammer und vermischt sich mit dem vorhandenen Erdbrei. Die weiche und plastische Masse wird dann über eine Förderschnecke auf ein Förderband transportiert.

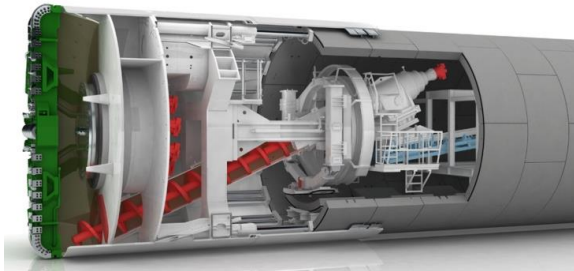


Abbildung 30: Schnitt durch EPB-Schild⁴⁰

Die zweite Maschine, die uns von Herrn Siegenführ erklärt wurde, kommt aus der Utility Tunnelling Abteilung, eine sogenannte AVN-Maschine. AVN steht dabei für Automatische Vortriebsmaschine Nass und kann für Durchmesser bis 4,5 m gebaut werden. Sie kann Baugründe aller Art durchdringen und somit oft wiederverwendet werden. Bei der AVN-Maschine wird der Boden mithilfe eines Bohrkopfes abgetragen und ggf. gebrochen, anschließend mit einer Suspension vermischt und über Förderleitungen abgesaugt.



Abbildung 31: Schnitt durch AVN-Maschine⁴¹

Im Vergleich zu den zuerst vorgestellten Schildmaschinen, ist die folgende Teilschnittmaschine sehr einfach gebaut. Diese besteht aus einem

⁴⁰ <https://www.herrenknecht.com/de/produkte/kernprodukte/tunnelling/epb-schild.html>
(aufgerufen am 25.06.2017)

⁴¹ <https://www.herrenknecht.com/de/produkte/kernprodukte/tunnelling/avn-maschine.html>
(aufgerufen am 25.06.2017)

Haubenschild, in dessen Schutz ein Bagger mit Zusatzausstattung das Erdreich abträgt. Diese Maschine ist für homogene und standfeste Böden ohne Grundwasser sehr gut geeignet und durch ihre einfache Bauweise sehr wirtschaftlich.

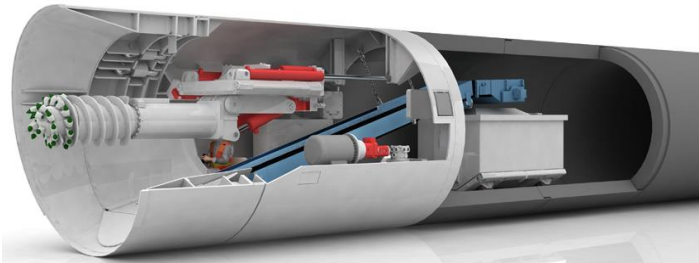


Abbildung 32: Schnitt durch Teilschnittmaschine ⁴²

Die Schneckenbohrmaschine wird bei der Verlegung von Abwasserkanälen und Leitungen eingesetzt. Sie ist für kurze Distanzen (bis 120 m) und für kleine Durchmesser konzipiert.

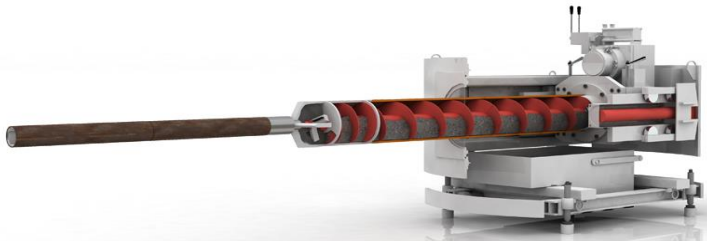


Abbildung 33: Schnitt durch Schneckenbohrmaschine ⁴³

Mit Horizontalbohranlagen (HDD-Rigs) können Pipelines und Rohrleitungen unter Flüssen oder anderen Hindernissen wirtschaftlich verlegt werden. Dabei wird zunächst ein Pilotstollen gebohrt. Dieser wird anschließend geweitet, damit die Pipeline eingezogen werden kann.

⁴²<https://www.herrenknecht.com/de/produkte/kernprodukte/tunnelling/avn-maschine.html> (aufgerufen am 25.06.2017)

⁴³<https://www.herrenknecht.com/de/produkte/kernprodukte/tunnelling/schneckenbohrmaschine.html> (aufgerufen am 25.06.2017)

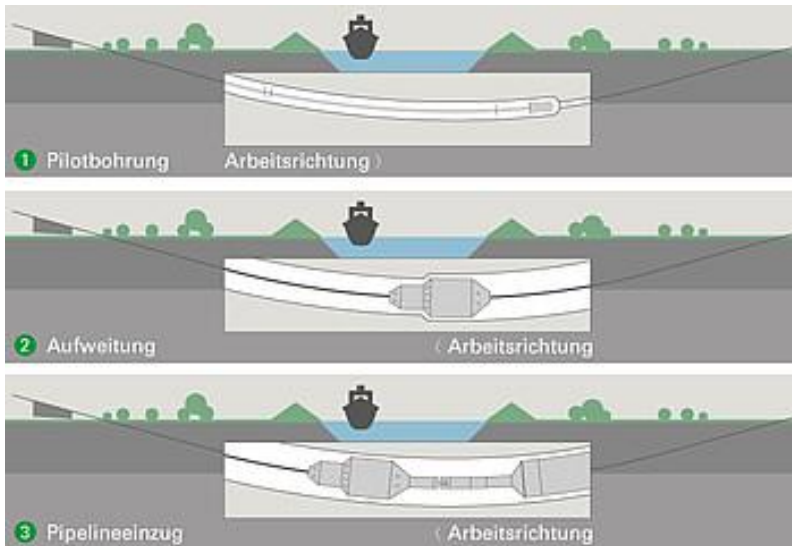


Abbildung 34: Arbeitsschritte HDD-Rig ⁴⁴

Eine weitere Möglichkeit Pipelines zu verlegen bietet die Direct-Pipe-Maschine. Diese kann für Längen bis zu 1,5 km und Durchmesser von 0,8 - 1,5 m eingesetzt werden.

Die letzte Maschine, die uns detailliert vorgestellt wurde, war die von Herrenknecht entwickelte Schachtabsenkanlage (VSM), mit der Schächte im Grundwasser mit Durchmessern von 4,5 bis 16 m hergestellt werden können.

Zusätzlich zu den hergestellten Produkten bietet die Firma Herrenknecht Serviceleistungen für ihre Kunden, darunter:

- Baustellendienstleistungen
- TBM-Personal
- Ersatz- / Verschleißteile

⁴⁴<https://www.herrenknecht.com/de/produkte/kernprodukte/tunnelling/hdd-rig.html>
(aufgerufen am 25.06.2017)

- Abbauwerkzeuge
- Sanierung
- Mietequipment & Gebrauchtmachines

Projekte der Herrenknecht AG

Im zweiten Teil der Präsentation wurden uns verschiedene Projekte weltweit vorgestellt, bei denen die Produkte von Herrenknecht zum Einsatz kamen.

Im Folgenden eine Auswahl dieser Projekte:

- Kombilösung Karlsruhe
- Stuttgart 21 (Fildertunnel, Boßlertunnel, Albvorlandtunnel)
- Tunnel Rastatt
- Port of Miami
- Galleria Sparvo
- Istanbul Strait Tunnel
- Gotthard-Basistunnel
- Santiago de Chile
- London Crossrail
- Abu Dhabi
- Championship-Allianz Katar

Führung Werksgelände

Nach der Präsentation wurden wir von Herrn Siegenführ und seiner Kollegin Frau Schiewe über das Werksgelände geführt. Zunächst ging es am Herrenknecht Academy Gebäude vorbei, in dem Schulungen stattfinden. Vor dem Hauptoffice sind zwei Tübbing-Ringe aufgestellt, welche in dieser Form in den Grauholztunnel mit einem Mixschild eingebaut wurden. Des Weiteren befand sich ein Teil einer AVN 300 vor dem Haupteingang.



Abbildung 35: Blick auf Hauptoffice der Firma Herrenknecht ⁴⁵

Vor der Kantine durften wir ein Segmentstück des Schneidrades aus dem Gotthard Tunnel begutachten.

Frau Schiewe erklärte uns, dass jede produzierte Maschine zunächst auf dem Gelände zusammengebaut, getestet und anschließend wieder demontiert wird um mit 250-300 LKWs auf die Baustelle transportiert zu werden. Dort werden die Maschinen wieder zusammengebaut und erneut getestet. Die Aufteilung der Maschine ist notwendig, da sie sonst zu groß und zu schwer für den Transport wäre. Die Herstellungszeit einer TBM beträgt 11-12 Monate, während die Lieferung und Montage etwa 3 Monate umfasst.

Auf der Führung durften wir Blicke in das Zentrum des Maschinenbaus, das Utility Werk, Werk 7, die Ausbildungswerkstatt, die Utility Abteilung und weitere Hallen werfen. Frau Schiewe und Herrn Siegenführ sind beide der Abteilung Utility, die sich bei Werk 6 befindet zugeteilt.

⁴⁵<http://www.ardex.de/referenzen/detailansicht/article/herrenknecht-ag-schwanau-boden-fuer-tunnelexperten-verlegt.htm> (aufgerufen am 25.06.2017)

Dabei wurden uns die Arbeitsweisen eines EPB-Schildes, die Steuerungsmöglichkeiten einer TBM, das Tübbingfördersystem und die Verarbeitung der Maschinenteile erklärt.

TBM sind im Allgemeinen Spezialanfertigungen. Dabei können Kunden auch die Farben auf dem Schildrad selbst bestimmen. Teilweise werden Maschinen vom Kunden für die Komponentenwiederverwendung zurückgekauft. Der Rückkauf wird schon beim Verkauf inklusive Preis festgelegt. Dabei ist zu beachten, dass eine TMB bis zu 12% des Baustellenbudgets verschlingen kann und eine vollständige Abschreibung mit einkalkuliert sein sollte.

Leasing von Maschinen ist vorwiegend im Utility Bereich zu finden, da diese Maschinen einen standardisierten Durchmesser haben. Das Mietgeschäft schätzte Herr Siegenführ auf ca. 10% des Umsatzes der Utility-Abteilung, im Gesamtumsatz sind dies ca. 2%.

Ein anderes Thema, das in fast jeder Branche heutzutage diskutiert wird, ist die Konkurrenzsituation. Herrenknecht ist der letzte verbliebene Hersteller im Westen und hat derzeit einen Marktanteil von knapp 50%. Den restlichen Anteil beanspruchen Firmen aus China. Da der chinesische Markt viel Potenzial besitzt, haben diese Konkurrenzfirmen als lokaler Anbieter einen Vorteil in diesem Markt.

Abschließend ging es für die Gruppe zum Mittagessen in die Betriebskantine der Firma Herrenknecht.

Wir danken Ihnen!

Wir möchten uns im Namen aller Studenten und Begleiter bei der Firma Herrenknecht bedanken.

Besonders bei Frau Schiewe und Herrn Siegenführ, die sich bei der Präsentation und der Werksführung sehr viel Mühe gaben. Wir hatten einen sehr schönen Tag und konnten auch mal hinter die Kulissen schauen, was nicht immer selbstverständlich ist.

Des Weiteren möchten wir uns bei Herrn Dr. Herrenknecht bedanken, der unsere Exkursion unterstützt hat.

Quellen: <https://www.herrenknecht.com/de/home.html>, aufgerufen am
23.06.2017

Führung durch Herrn Siegenführ und Frau Schiewe

Baustelle Tunnel Rastatt Ausbau- und Neubaustrecke Karlsruhe-Basel

Lukas Wolperding, Livia Lippl, Madeleine Bachmann

Gesamtprojekt

Die Ausbau- und Neubaustrecke Karlsruhe-Basel mit einer Länge von 182km bildet das Kernstück des wichtigsten europäischen Güterkorridors zwischen Rotterdam und Genua. Bedingt durch die geographische Lage spielt die Bahnstrecke eine tragende Funktion für den überregionalen und regionalen Güterverkehr.

Allerdings können die heutigen Anforderungen an einen modernen Schienenverkehr durch die im 19. Jahrhundert entstandene Streckenführung nicht mehr erfüllt werden. Zusätzlich ist die Kapazitätsgrenze der Strecke mit täglich mehr als 250 Zügen des Nah-, Fern- und Güterverkehrs längst erreicht.

Aufgrund der bestehenden Engpässe und den daraus folgenden Qualitätsbeschränkungen werden die Notwendigkeit des Ausbaus und die damit verbundene Anpassung der Strecke an die aktuellen sowie zukünftigen Verkehre ersichtlich.

Die Ausbau- und Neubaustrecke Karlsruhe-Basel ist in neun Streckenabschnitte gegliedert, wobei der Tunnel Rastatt in Streckenabschnitt 1 nach dem Katzenbergtunnel die größte Einzelbaumaßnahme im Gesamtprojekt darstellt.

Die Baumaßnahmen des Projektes beinhalten den Bau zweier zusätzlicher Gleise sowie einer Güterumgehung parallel zur Autobahn A5 zwischen Offenburg und Buggingen. Hinzu kommen vier Tunnelbauwerke in Rastatt, Offenburg, Mengen und Katzenberg.

Die Investitionsmaßnahmen des Projektes umfassen insgesamt 11,6 Milliarden Euro. Finanziert wird das Projekt durch Mittel des Bundes, des Landes Baden-Württemberg und durch die Förderung der EU.

Ziele des Rheintalausbaus

Die Bahn verfolgt mit dem durchgehend viergleisigen Aus- und teilweise auch Neubau drei zentrale Ziele. An erster Stelle steht hierbei die Erhöhung der Streckenkapazität, um den prognostizierten Mehrverkehr auf der Rheintalbahn aufnehmen zu können. Ein weiteres Ziel ist die Trennung der schnellen Züge des Fernverkehrs von den langsameren Zügen des Nah- und Güterverkehrs sowie eine Erhöhung der Reisequalität durch deutlich verkürzte Reisezeiten. Die Fahrzeit soll durch die Ausbaumaßnahme von 100 auf 69 Minuten reduziert werden, indem die maximale Geschwindigkeit für den Reisefernverkehr von aktuell 160 km/h auf 250 km/h erhöht wird.⁴⁶

Tunnel Rastatt – Einführung

Der Tunnel Rastatt bildet das Kernstück im Streckenabschnitt 1 des Großprojektes und hat eine Gesamtlänge von 4.270 m. Das Tunnelbauwerk beginnt östlich von Ötigheim, endet im Bereich Niederbühl und unterquert das gesamte Stadtgebiet Rastatt.

⁴⁶ DB Netz AG, https://www.karlsruhe-basel.de/files/page/02_aktuelles/06_downloads/01_gesamtprojekt/Dachbroschuere-2017.pdf (aufgerufen am 21.06.2017)

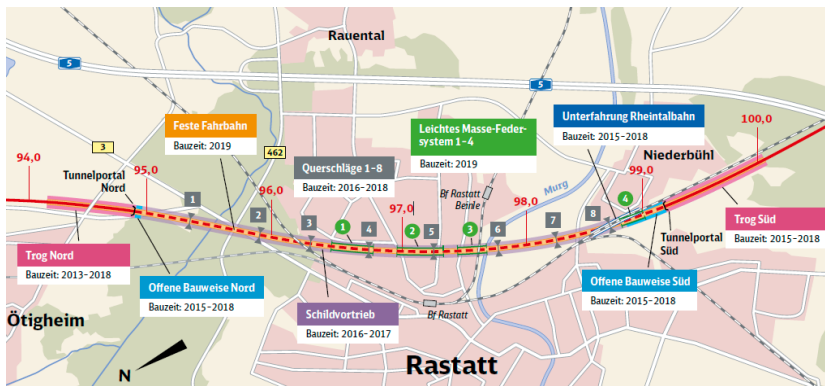


Abbildung 36.: Rohbau Tunnel Rastatt - Bauzeitplan ⁴⁷

Wie aus Abb. 2 zu entnehmen ist beginnt der Tunnel im Norden bei Ötigheim mit einer Grundwasserwanne von 800 Metern Länge. Bei der Grundwasserwanne handelt es sich um einen Stahlbetontrog, der zum Schutz der Bahntrasse vor Grundwasser errichtet wird. Im Süden bei Niederbühl endet das Tunnelbauwerk ebenfalls mit einem Trog von 895 Metern Länge. Anschließend an die Tröge werden in offener Bauweise rechteckige Tunnelabschnitte errichtet. Aufgrund der geologischen und hydraulischen Rahmenbedingungen muss der Hauptteil des Tunnels jedoch in geschlossener Bauweise mit zwei Tunnelvortriebsmaschinen (TVM) erbaut werden. Bereits im Mai 2016 startete der Rohbau des zweiröhrigen Tunnels mit Vortrieb an der Oströhre und im Juli 2016 folgte der Anstich an der Weströhre. Der Innenausbau des Tunnels, der ab dem Jahr 2019 geplant ist, umfasst neben

⁴⁷ Präsentation DB Netze, Juni 2016, Folie 10

dem Einbau einer festen Fahrbahn die Verlegung von Oberleitungen, Leit- und Sicherungstechnik.⁴⁸

Herstellung der Tröge

Grund für die an das Tunnelbauwerk anschließenden Trogstrecken, ist das nur 4 Meter tiefe Grundwasser im gesamten Baufeld. Da das Tunnelbauwerk vollständig unter dem Grundwasserspiegel liegt, wird durch die Tröge ein Einlaufen von Wasser in den Tunnel verhindert.

Im ersten Schritt werden hierfür zunächst an beiden Seiten Spundwände mit Höhen zwischen 12 und 28 Metern in den Boden eingebracht. Anschließend wird der Boden bis zum Grundwasserspiegel ausgehoben und die Konstruktion mit Mehr-Litzenankern fixiert. Hierauf folgt der Unterwasseraushub des Bodens bis auf die gewünschte Tiefe mit Hilfe eines Pontons. Im nächsten Schritt werden weiterhin mit Hilfe des Pontons Verpressanker gesetzt, welche die Konstruktion durch ihren Verpresskörper im Boden stützen. Daraufhin wird die Sohle des Troges mit Hilfe von Industrietauchern betoniert. Nach Beendigung der Betonage, kann das Wasser im nun dichten Trog abgepumpt werden. Im letzten Schritt werden die Seitenwände des Troges hergestellt. Diese werden in einem Abstand von ca. zwei Metern zu den Spundwänden zunächst bewehrt, geschalt und dann betoniert. Nach Aushärtung des Betons kann der Zwischenraum zwischen den Seitenwänden und den Spundwänden verfüllt werden. Zuletzt können die Spundwände wieder gezogen werden.

Bei Besichtigung der Baustelle waren die Bauarbeiten des Troges Nord bereits fast vollständig abgeschlossen. In untenstehender Abb. 3 erkennt man daher schon die fertige Sohle. Außerdem ist ein bereits aufgestellter Teil der

⁴⁸ DB Netz AG, https://www.karlsruhe-basel.de/files/page/02_aktuelles/06_downloads/02_tunnel_rastatt/Bahn_Rohbau_Tunnel_Rastatt_19_8_16-web.pdf, (aufgerufen am 21.06.2017)

Bewehrung für die Seitenwände vor den Spundwänden zu erkennen. Im Hintergrund sieht man die Eingänge der beiden Tunnelröhren.⁴⁹



Abbildung 37: Baustellenbesichtigung Trog Nord

Tunnelvortrieb

Für die Untertunnelung des Stadtgebietes Rastatt kommen zwei Tunnelvortriebmaschinen (TVM) vom Typ Mixschild mit einem jeweiligen Durchmesser von ca. 11 Metern zum Einsatz, die speziell von der Firma Herrenknecht AG für die Herstellung der beiden Tunnelröhren angefertigt wurden. Das Mixschild ist mit der flüssigkeitsgestützten Ortsbrust sowohl besonders gut für Lockergestein als auch für den Tunnelvortrieb unter dem Grundwasserspiegel geeignet. Als Stützflüssigkeit wird Bentonit verwendet, welches die Wasserzuströmung verhindert.

⁴⁹ Präsentation DB Netze, Juni 2016, Folien 21 und 22

Der Vortrieb der TVM erfolgt durch Hydraulikzylinder, die sich immer am zuletzt erstellten Tübbingring abstützen. Ein Tübbingring besteht aus 7 Tübbing, die im Tunnel durch den in der TVM integrierten Tübbingerektor eingesetzt werden. Dabei werden zunächst 6 der 7 Tübbinge nebeneinander platziert und zuletzt wird der Schlussstein, welcher konisch geformt ist, von vorne eingeschoben. Durch eine an den Fertigteilen angebrachte Gummilippe, wird der Tunnel direkt zum Boden hin abgedichtet. Der Einbau eines Tübbingrings dauert zwischen 20 und 40 Minuten.

Das von der TVM abgetragene Material wird zusammen mit der Stützflüssigkeit in Leitungen aus dem Tunnel befördert und dort durch eine Separieranlage



Abbildung 38: Baustellenbesichtigung Weströhre (eigene Aufnahme)

getrennt und aufbereitet, sodass das Bentonit wieder- und das abgetragene Material weiterverwendet werden kann.

In Abbildung 38 ist die westliche der beiden Tunnelröhren vom Nordportal aus zu sehen. Hierbei kann man sowohl die Tübbingringe als auch die Versorgungsleitungen der TVM gut sehen. Außerdem ist rechts im Bild eine rote Anzeige sichtbar, die angibt, wie viele Personen sich derzeit im Tunnel befinden. Diese und ein von jedem Mitarbeiter zu tragender Detektor sollen im Notfall eine genaue Lokalisierung jeder Person im Tunnel möglich machen.^{50 51}

Sonderbauverfahren

Im Rahmen des Tunnelvortriebs muss in manchen Bereichen Gebrauch von Sonderbaumaßnahmen gemacht werden, da die Überdeckung der Tunnelröhren dort nur weniger als 5 Meter beträgt. Um ein Aufschwimmen des Tunnels zu verhindern, werden Vereisungen vorgenommen, die das Bodenwasser gefrieren lassen und den Boden so verfestigen.

Unter der Federbachniederung wird ein sogenanntes Frostdach erstellt. Dieses wird mit Hilfe von Schrägbohrungen über den Tunnelfirsten eingebracht und bewältigt so die Auftriebskräfte.⁵²

Ausblick

Durch die Realisierung der Ausbau- und Neubaustrecke Karlsruhe-Basel wird die Streckenkapazität erheblich gesteigert. Aufgrund dessen kann die Qualität der Verkehrsachse Rotterdam Genua verbessert und die Standortqualität Rastatts durch die gedämmte Untertunnelung erhöht werden.

Danksagung

⁵⁰ <https://www.herrenknecht.com/de/produkte/kernprodukte/tunnelring/mixschild.html> (aufgerufen am 25.06.17)

⁵¹ <https://www.karlsruhe-basel.de/geologie-tunnel-rastatt.html> (aufgerufen am 02.07.2017)

⁵² Präsentation DB Netze, Juni 2016, Folien 38 bis 40

An dieser Stelle möchten wir uns herzlich bei Herrn Nieger für den sehr umfassenden Vortrag zum Gesamtprojekt und der Tunnelbaumaßnahme im Info-Center Tunnel Rastatt, sowie der anschließenden Baustellen-besichtigung bedanken. Durch die zahlreichen Informationen und Erklärungen haben wir viele spannende und interessante Einblicke in das Projekt erhalten. Außerdem möchten wir uns bei Herrn Nieger dafür bedanken, dass er jederzeit auf unsere Fragen eingegangen ist und diese ausführlich beantwortet hat. Dadurch konnten wir viele Eindrücke für den späteren Berufsalltag sammeln und die gelernte Theorie aus dem Studium vertiefen. Einen weiteren Dank möchten wir für die Bereitstellung der Unterlagen zum Gesamtprojekt aussprechen.

Überblick

Auftraggeber: DB Netz AG - Großprojekte Süd - 60486 Frankfurt

Umsetzung:

- Hochtief Solutions AG: Kaufmännische Federführung
- Ed. Züblin AG: Technische Federführung
- Herrenknecht AG: Lieferung Tunnelvortriebsmaschinen
- Firmengruppe Max Bögl: Lieferung Tübbinge

Bauzeit:

- Anstich der Oströhre 25.05.2016
- Geplante Inbetriebnahme im Jahr 2022

Gesamtinvestitionen:

- Planungs- und Baukosten: rund 11,6 Mrd. Euro
- davon fertiggestellt: Rastatt-Süd-Offenburg: 1,3 Mrd. Euro
- Schliengen- Eimeldingen: 610 Mio. Euro

Bauverfahren:

- Tunnel: Geschlossene Bauweise, Vortrieb mittels TVM mit Mixschild
- Tröge: Spundwände, Aushub mittels Ponton, Unterwasserbeton

Baustellenführer: Christian Nieger

Quellen

DB Netz AG (Februar 2017): „Ausbau- und Neubaustrecke Karlsruhe- Basel: Eine starke Verkehrsachse für Europa.“ https://www.karlsruhe-basel.de/files/page/02_aktuelles/06_downloads/01_gesamtprojekt/Dachbroschue-re-2017.pdf (Stand 21.06.2017)

DB Netz AG (September 2016): „Rohbau Tunnel Rastatt: Ausbau- und Neubaustrecke Karlsruhe- Basel.“ https://www.karlsruhe-basel.de/files/page/02_aktuelles/06_downloads/02_tunnel_rastatt/Bahn_Rohbau_Tunnel_Rastatt_19_8_16-web.pdf (Stand 21.06.2017)

Präsentation DB Netze, Juni 2016

<https://www.herrenknecht.com/de/produkte/kernprodukte/tunnelling/mixschild.html> (Stand 25.06.17)

<https://www.karlsruhe-basel.de/geologie-tunnel-rastatt.html>

(Stand 25.06.17)

Eindrücke und Erkenntnisse

Eindrücke und Erkenntnisse

Auf den folgenden Seiten haben unsere Studierenden ihre wichtigsten Eindrücke und Erkenntnisse aus der Pfingstexkursion 2015 zusammengefasst.

Madeleine Bachmann

1. Am meisten beeindruckt hat mich das Projekt und die Besichtigung der Tunnelbaustelle Belchen. Besonders hilfreich war, dass man Einblicke in viele Arbeitsschritte wie u.a. das Verlegen der Abdichtungen, Bewehrung und die TBM erhalten hat. Mit den Erklärungen der Führer und den nachfolgenden Erklärungen im Info-Center konnte man den Ablauf des Tunnelbaus genau nachvollziehen. Durch die Besichtigung sind die in der Vorlesung gelernten Arbeitsschritte wie beispielsweise die Verlegung der Tübbinge und das Arbeiten der TBM noch klarer geworden. Hierbei war auch die Begehung der TBM während des Abtragens des Gesteins sehr imponierend und eine Gelegenheit die man sonst nicht bekommt.

Das Projekt hat deutlich gezeigt, wie komplex ein Tunnelbau ist und wo mögliche Probleme liegen könnten. Daher war es beeindruckend zu sehen, wie reibungslos der Bau des Belchen-Tunnels bisher verlaufen ist, dass der Durchstich sogar noch vor dem geplanten Termin erfolgen könnte.

2. In Zusammenhang mit der Begehung der beiden Tunnelbaustellen Belchen und Rastatt hat mich der Besuch bei Herrenknecht in Schwanau sehr fasziniert. Es war einerseits beeindruckend zu sehen wie sich das einst kleine Unternehmen mit zum Weltmarktführer für TBMs entwickelt hat und andererseits war die Besichtigung der Werkshallen sehr spannend. Durch die Erklärungen an den vielen

verschiedenen TBMs wurden die bisher nur in der Theorie gelernten Dinge deutlich. Außerdem hat man ein Gefühl für die Abmessungen, Größe und den Aufwand bekommen, welcher hinter der Entwicklung einer TBM steckt. Vor der Besichtigung der Tunnelbaustellen und der Firma Herrenknecht habe ich mich wenig mit den Themen Tunnelbau, einschließlich der TBMs befasst. Durch die Exkursion habe ich gemerkt, dass mich die gesamte Thematik sehr interessiert und ich mich bisher zu wenig damit beschäftigt habe.

3. Die Besichtigung des Pumpspeicherkraftwerks Linth-Limmern war ebenfalls sehr spannend. Auch wenn der Bau des Kraftwerks schon abgeschlossen war, ist durch den Vortrag und die Filme die Komplexität des Bauprojektes deutlich geworden. Es war faszinierend zu sehen, mit welcher Technik und Aufwand das Bauvorhaben realisiert wurde. Auch die Führung und die Einblicke in die unteren Kavernen einschließlich der Erklärung bezüglich der Maschinenteknik waren sehr interessant.
4. Durch die Besichtigung der Werkshallen SR Technics am Flughafen Zürich habe ich Einblicke in Themen bekommen, mit welchen ich mich davor nicht befasst hatte. Spannend war dabei u.a. die Schallschutzhalle in der Versuche bei maximaler Motorleistung durchgeführt werden. Faszinierend waren auch die Einblicke in die Kostenverhältnisse von Turbine, Getriebe und Wellen, die ich völlig falsch eingeschätzt hätte. Durch die fachlich sehr kompetente Führung wurden viele Einzelheiten bezüglich der Maschinenteknik und Wissen vermittelt.
5. Bei der Baustelle der Wüstenrot Zentrale in Stuttgart hat mich besonders beeindruckt zu sehen, dass eine junge Bauingenieurin von unter 30 Jahren die Bauleitung von Wolff und Müller für dieses Projekt übertragen bekommen hat.

Stefan Binzler

1. Die enorme Bedeutung der Baustellenlogistik bei aktuellen und zukünftigen Bauvorhaben.
2. Der notwendige Aufwand, mit dem die Bevölkerung über Bauvorhaben informiert und in deren Planung miteinbezogen werden muss
3. Der Stellenwert von Flexibilität, Anpassungsfähigkeit und die Fähigkeit zur Zusammenarbeit auf Baustellen.
4. Die Unerlässlichkeit von virtuellen Projekträumen auf nahezu jeder großen Baustelle/ bei jedem großen Bauvorhaben
5. Die beeindruckende Größe der zum Einsatz kommenden Baumaschinen, insbesondere Tunnelbohrmaschinen

Kang Chi Jao

1. Was mich am meisten beeindruckte, war die Baustelle von A2 Belchentunnel. Denn bei jedem Mitarbeiter spüre ich die große Leidenschaft für das Projekt, und natürlich die weltführende Spitzentechnologie von dem Tunnelbau in der Schweiz. Das war mein erstes Mal vor einer laufenden TBM zu stehen, es war für mich unglaublich, da bei uns (in Taiwan) es sehr oft verboten ist, dass Frauen Tunnelbaustellen begehen.
2. Die Flugzeugwartungshalle zu besuchen war auch für mich eine einzigartige Gelegenheit. Vor meinem Masterstudium in der Arbeit habe ich ein wenig Erfahrungen in Bezug auf Hangarplanung gesammelt, aber leider keine Chance für eine richtige Ortsbesichtigung. Es

interessierten mich nicht nur die Wartungsprozesse, sondern auch der Aufbau der Halle.

3. Letztes Semester hörte ich die Vorlesung Maschinen und Verfahrenstechnik und dabei lernte ich das Verfahren und die Kalkulation vom Seiltransport. Beim Pumpspeicherkraftwerk in Linthal haben wir gesehen, wie das funktioniert. Es ist für mich ein guter Lerneffekt, in Zusammenhang mit der Vorlesung eine vor Ort Erfahrung wahrnehmen zu dürfen.
4. Neben der Tatsache, dass das weltweit anerkannte Unternehmen hoch entwickelte Technologie besitzt, ist die praktische Ausbildung im Unternehmen meiner Meinung nach sehr gut geplant und eine effiziente Arbeitsweise für beide, die Gesellschaft und das Unternehmen.
5. Dass ich viele deutsche Kommilitonen kennengelernt habe. In diesen vier Tagen erfuhr ich von ihnen und von der deutschen Kultur mehr als vorher im gesamten Semester. Ich hatte wirklich Glück, an dieser Exkursion teilgenommen und mit den netten Leuten Zeit verbracht zu haben. Noch einmal vielen Dank für die Organisation einer sehr guten Exkursion!

Andreas Dressel

1. A2 Blechen Tunnelbau bei Eptingen. Die pure Größe der Tunnelbohranlage war sehr imposant. Zudem war sehr interessant mit eigenen Augen einmal den kompletten Herstellungsprozess eines Tunnels zu sehen und die Komplexität der Abläufe zu verstehen.

2. Pumpspeicherkraftwerk Linth-Limmern in Tierfehd. Aus verschiedenen Vorlesungen war ich mit der Thematik eines Pumpspeicherkraftwerkes theoretisch vertraut. Die Dimension der Anlage, ganz besonders die Pelton-Turbinen, war einzigartig und in dieser Weise nicht zu erwarten. Die gewonnenen Erkenntnisse beliefen sich vorwiegend auf die Realisierung der Staumauer und die dafür benötigten Arbeitsabläufe.
3. W&W-Campus in Kornwestheim. Hier war das Geschoss, das als „Musterraum“ ausgebildet wurde am beeindruckendsten. Es war für mich vorher nicht vorstellbar ein komplettes Geschoss, samt Einrichtung als Musterraum auszubilden.
4. Erweiterung des Daimler-Werks in Sindelfingen. Vorher, war es mir nicht vergönnt einmal auf einer solch großen Rohbaubaustelle zu sein. Die Abläufe, die auf der Baustelle implementiert wurden waren sehr interessant und zeigte deutlich in welche Richtung sich die Bauwirtschaft zukünftig bewegt (Lean, BIM). Auch die Geschwindigkeit der Arbeitsabläufe und die Anzahl der Arbeiter hatte ich vorher noch nie gesehen.
5. Herrenknecht AG in Schwanau. Eine Werksbesichtigung ist immer geprägt von neuen Eindrücken, die einen staunen lassen. Bei dieser Werksbesichtigung war der „Wow-Effekt“ durch die zuvor besichtigte Tunnelbaustelle (Eptingen) verstärkt, da man eine Maschine direkt im Einsatz erlebt hatte.

Ahmad El Hamoui

1. Am interessantesten fand ich das Thema Tunnelbau. Der ganze Bauprozess war für mich neu (im Vergleich zu Hochbauten oder normalen Häuser).

2. Jede Tunnelbohrmaschine wird für ein bestimmtes Projekt mit exakten Eigenschaften gebaut und nach dem Bauen von der Herrenknecht AG wieder gekauft. (Es gibt keine ähnlichen zwei)
3. Ich habe gelernt und gesehen wie ein Pumpspeicherkraftwerk funktioniert. Ich fand es sehr faszinierend wie viel hinter so ein Bauvorhaben steckt (Arbeit, Geld, Planung, Genauigkeit etc...).
4. Die Exkursion war eine wichtige Erfahrung für mich weil ich in vier Tagen viele verschiedene Arbeitsbereiche des Ingenieurwesens erforscht habe. Ich habe über mich selbst gelernt in dem ich jetzt weiß welche Richtungen im Bauingenieurwesen mich interessieren könnten.
5. Ich habe viele netten Leuten kennengelernt und mit den die verschiedenen Möglichkeiten von Master-Vertiefungen diskutiert.

Tristan Emich

1. Eine TBM in Aktion zu sehen habe ich zuvor noch nicht gesehen gehabt. Diese Maschine in Aktion zu sehen ist sehr beeindruckend.
2. Ich wusste nicht, dass Herrenknecht sehr viele kleinere TBM herstellt und verkauft. Ich dachte immer, dass dies hauptsächlich große TBMs produzieren
3. Die Möglichkeit Baumaschinen mit einem Lift zu transportieren habe ich so noch nie gesehen gehabt und fand ich sehr beeindruckend

4. Das Baustellen sehr weit vom Schuss sein können war mir zwar bewusst, diese aber mal zu sehen war eine gute Erfahrung.
5. Dass es Hallen für Flugzeuge gibt, in denen man nur die Triebwerke testet, hatte ich bis dato nicht gesehen und empfand es als sehr imposant

Emma Éva Fabriczius

1. Am besten fand ich die Tunnelbaustelle der Firma Marti, weil wir durch den ganzen Tunnel durchlaufen konnten und auch auf die Maschine durften.
2. In der Schweiz werden Baustellen ganz anders geplant/kalkuliert als in Deutschland. Bei Großprojekten ist von vornherein eine realistische Kostenschätzung (auch seitens des Bauherren) da, anders als in Deutschland.
3. Zürich ist eine schöne Stadt, aber wahnsinnig teuer.
4. Bauherren haben z.T. für uns nicht nachvollziehbare Wünsche, was Raumgestaltung/Innendesign angeht, siehe Campus Wüstenrot & Württembergische mit dem Terrazzo-Bodenbelag.
5. Tunnelprojekte sind aufgrund ihrer Rahmenbedingungen (Geologie, Infrastruktur, Logistik,...) deutlich schwieriger zu realisieren, als man es zunächst als Außenstehender vermutet.

Afonso Jose Cardoso Fleith

1. Den ThyssenKrupp-Aufzugsturm fand ich sehr interessant, da die Firma dadurch die Innovationen und Aufzugslösungen nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch testen bzw. umsetzen kann. Außerdem bekommt Rottweil - die Stadt der Türme - eine neue Attraktion.
2. Die von ThyssenKrupp vorgestellten neuen Konzepte und Projekte für Aufzüge, insbesondere die zwei unabhängigen Kabinen in einem Schacht und die horizontale Beförderung, fand ich auch sehr interessant.
3. Am Flughafen Zürich hat mich vor allen Dingen die Testhalle der Firma SR Technics sehr überrascht. Diese besitzt ein Schallschutzsystem, das kein Echo oder Geräusch, die die Triebwerkstests beeinflussen könnten, erzeugt.
4. Beim Besuch auf der Baustelle „W&W-Zentrale“ fand ich die Anwendung von vorgefertigten Fassaden ziemlich interessant, da ich vorher diese Bauweise persönlich nicht gesehen hatte.
5. Ich war beeindruckt von dem Ehrgeiz und der Großartigkeit des Projekts des Pumpspeicherkraftwerks zwischen den See Linth und Limmern. Jenseits der riesigen Investitionen war die Bauweise selbst eine grandiose Ingenieursherausforderung.
6. Die Möglichkeit durch den Tunnel A2 Belchen und seine Baustelle durchzugehen war für mich der Höhepunkt der Exkursion. Hier konnten wir uns die fertigen Rohbauabschnitte und den Vortriebsvorgang der Tunnelbohrmaschine anschauen.

Richard Hauberg

1. Die Highlights der Exkursion waren für mich der Bau des Pumpspeicherkraftwerks und der Sanierungstunnel Belchen. Das Speicherkraftwerk aufgrund des immensen Aufwands für den Bau des Tunnelsystems. Der Sanierungstunnel Belchen, da man die TBM während des laufenden Betriebs besichtigen konnte und einen freien Blick auf die Ortsbrust hatte.
2. Es wurde auf aktuelle Themen wie z.B. Lean Construction und BIM eingegangen, jedoch wurden diese, obwohl es sich teilweise angeboten hat, nicht vollständig umgesetzt.
3. Aufgrund der Tatsache, dass nicht nur Baustellen bzw. bauausführende Firmen besucht wurden, konnte man seinen Horizont erweitern (z.B. Herrenknecht, SR-Technics)
4. In der Region Zürich wurden und werden sehr viele Großprojekte realisiert. Man bekommt den Eindruck, dass die Schweizer Großprojekten gegenüber positiver eingestellt sind als die Deutschen.
5. Zürich ist eine sehr sehr teure Stadt.

Philipp Heberle

1. Die Größe der TBM im Belchen-Tunnel und deren Betrieb waren sehr beeindruckend.
2. Wie wichtig und wie erfolgreich es ist Prozesse genau auf einander abzustimmen und zu optimieren (vor allem bei Linienbaustellen).

3. Welchen hohen Stellenwert IT-Technik mittlerweile auf großen Baustellen besitzt.
4. Dass auf der Baustelle ein gewisses Maß an Kreativität gefordert ist um bestimmte Problemstellungen zu lösen (Baumstämme zum Stützen von Decken).
5. Es arbeiten gefühlt genauso viele Deutsche wie Schweizer in der Schweiz.

Alexander Hoffmann

1. Ich habe tiefere Einblicke in verschiedene Projekte erhalten. Dadurch wurde es möglich Umfang und Aufwand solcher Projekte besser einzuschätzen.
2. Zürich ist eine sehr schöne Stadt mit vielen Denkmalschützten Gebäuden, zusätzlich tragen der Fluss und der Zürichsee zu einer Wohlfühlatmosphäre bei.
3. Auf die Wichtigkeit sowie die zukunftsweisenden Methoden von Lean und BIM wurde häufig eingegangen
4. Der Koordinationsaufwand der größten Baustelle der Schweiz, The Circle, hat mich beeindruckt
5. Als Highlight empfand ich die Besichtigung des Belchentunnels. Mal in Ruhe einen anzusehen und auch wie er gebaut wird, war sehr eindrucksvoll.

Juliane Jonath

1. Eine der interessantesten Führungen war für mich die Führung auf der Baustelle Belchentunnel, da dank des getakteten Ausbaus des Tunnels jeder Prozessschritt im Rahmen der Besichtigung sehr gut nachvollziehbar war.
2. Trotz dem theoretischen Wissen aus den Vorlesungen beeindruckten mich die Dimensionen der Tunnelbohrmaschinen, die beim Bau des Belchentunnels und des Tunnels Raststatt eingesetzt werden und die im Werk der Firma Herrenknecht selbst zu sehen waren.
3. Da man während des Studiums relativ wenig mit den Kosten von Bauprojekten in Berührung kommt, erstaunten mich auf der Exkursion teilweise die Relationen der Kosten der unterschiedlichen (Bau-) Projekte. So entsprechen die Kosten einer speziellen Welle für ein Flugzeug nach Herrn Dr. Schneiders Hochrechnung beispielsweise den Kosten für einen Abschnitt von 9 Metern des Belchentunnels.
4. Bei der Besichtigung der Musteretage der neuen Wüstenrot & Württembergische-Zentrale fiel bei einigen Punkten auf, dass trotz der Investition in hochwertige Materialien einerseits nicht an die Eignung der Materialien oder Einrichtungsgegenstände in der Betriebsphase andererseits gedacht wurde (z.B. Terrazzoboden), was das Gesamtkonzept wenig nachhaltig wirken lässt.
5. Ein interessanter Aspekt auf jeder Baustelle war, in wie weit die Firmen als relativ neue Entwicklung im Bauwesen Lean Construction (LC) oder BIM anwenden. Während manchen Bauleitern bzw. Baustellenführern gar nicht bewusst war, dass LC aus mehr als einem Aspekt (z.B. Taktplanung) besteht, wurden andere Praktiken auf der Baustelle als selbstverständlich betrachtet und nicht extra erwähnt (z.B. Markierung und Freihaltung von Wegen).

Katharina Maier

1. Die Vibration der laufenden Tunnelbohrmaschine im Tunnel Belchen war sehr beeindruckend! Ich konnte die Drücke, die die Maschine aufbaut und mit welcher Kraft sie sich durch den Berg bohrt nur erahnen. Es war sehr interessant, die Atmosphäre und Arbeiten im Tunnel wahrnehmen zu dürfen.
2. Hinter die Kulissen des Flughafenbetriebs schauen zu dürfen war für mich sehr spannend. Es war interessant, die Flugzeuge und teilweise auch deren Einzelteile aus der Nähe betrachten zu können.
3. Das gemeinsame Abendessen mit Blick auf den Zürichsee war für mich ein weiterer Höhepunkt der Exkursion. Die Stimmung war bestens und bei dem gemeinsamen Essen konnte ich neue Kontakte knüpfen.
4. Erstaunt hat mich, was für ein Aufwand für ein Pumpspeicherkraftwerk betrieben wird und dass nach dem Bau bis auf die Staumauer und das Entlastungsbecken am Fuß des Berges nichts mehr zu sehen ist, vor allem nicht von der gigantischen Maschinenhalle innerhalb des Berges.
5. Die Werksbesichtigung der Herrenknecht AG war beeindruckend. Die zuvor besichtigten Maschinen in neuem bzw. sogar noch im Bau befindlichen Zustand sehen und anfassen zu dürfen war für mich sehr interessant. Überrascht hat mich, dass die Farben des Schneirads keine konstruktiven Bedeutungen haben, sondern lediglich nach Kundenwunsch angepinselt werden.

Dennis Kolb

1. Es war sehr beeindruckend die Arbeit und Konstruktion einer Tunnelbohrmaschine im Einsatz zu sehen, gerade auch in unmittelbarer Nähe zum Schneidrad und den anderen Elementen, wie dem Erektor oder dem Bandtransport für den Abraum. Diese Eindrücke, auch noch mit äußerst kompetenter Führung verbunden, waren sehr interessant und einzigartig.
2. Die Fülle und Vielfalt der Führungen und Veranstaltungen im Rahmen der Exkursion war sehr gut. So wurden nicht nur allerhand grundverschiedene Bauvorhaben aus erster Hand und vor Ort vorgestellt, sondern auch andere Gebiete, wie die Arbeit auf einem großen Flughafen wie Zürich nähergebracht. Vor allem auch die Tatsache, dass ein ehemaliger Mechaniker die Führung durchgeführt hat war sehr gut, da er Fragen aus eigener Erfahrung beantworten konnte und außerdem auch einige besondere Geschichten auf Lager hatte. Außerdem war aus bauingenieurlicher Sicht auch die Halle für die Lärmtests der Flugzeuge interessant.
3. Bei den beiden Tunnelbaustellen war auch die Logistik/Versorgung sehr interessant zu beobachten. So zum Beispiel die Einrichtungen zur Verarbeitung der Bentonitsuspension am Tunnel Rastatt. Besonders eindrücklich war es aber die Logistik/Versorgung/Parallelisierung bzw. Taktung der Arbeiten im Tunnel Belchen zu erkennen und vor allem auch baubetrieblich zu erleben, da wir dort auch die Baustelle betreten durften. Unter anderem konnten auch LEAN – Ansätze vor Ort in Aktion beobachtet werden.
4. Beim Bauvorhaben „The Circle“ waren für mich besonders die auskragenden Konstruktionen über die bestehende Autobahn interessant. Nicht nur, dass es statisch ein sehr anspruchsvolles

Unterfangen ist, sondern auch baubetrieblich große Herausforderungen mit sich bringt. Die Erklärungen dazu waren sehr gut und ausführlich und wurden durch die optischen Eindrücke der erforderlichen Vorspannseile, die bereits montiert waren, ideal unterstützt.

5. Außerdem war, gerade auch an der ersten Baustelle in Kornwestheim, immer wieder auch erkenntlich, wie Bauherren großen Einfluss auf die Bauausführung nehmen. So blieb vor allem im Kopf, dass trotz mehrmaliger Bedenkenanzeige vonseiten des Bauunternehmens die Bauherren nicht von dem Terrazoboden in der Teeküche abgerückt sind. Da solche Beispiele unter anderem auch in der Vorlesung Baurecht bezüglich Haftungsansprüchen immer wieder zur Sprache kamen, war es schön zu erkennen, dass es in der Praxis zum Teil so zugeht.
6. Abschließend bleibt zu sagen: die badische Sonne scheint überall...

Livia Lippl

1. Belchen Tunnel - Auf einer laufenden TVM zu stehen war sehr beeindruckend.
2. Pumpspeicherkraftwerk Linth-Limmern - Es war interessant zu hören, wie ein Pumpspeicherkraftwerk funktioniert und die technischen Anlagen dazu besichtigen zu können.
3. Werkshallen SR Zürich - Hier hat mich vor allem die schallgeschützte Halle für die Turbinentests fasziniert.

4. Herrenknecht AG - Interessant war es die einzelnen Fertigungsschritte einer TBM zu sehen und auch die verschiedenen Modelle gezeigt zu bekommen.
5. The Circle - Eine so große Hochbaustelle zu sehen mit beengten Platzverhältnissen war sehr spannend, da hier die Anforderungen an Logistik und Baustelleneinrichtung besonders hoch sind.

Jens Moritz Möcklinghoff

1. Daimler fordert für seine Neubauprojekte eine 3D-Modellierung, allerdings werden diese nicht mit gängigen Programmen der Baubranche realisiert. Ein unglaublicher Mehraufwand und der Nutzen ist daraus eher Fragwürdig.
2. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten und Verfahren um ein Projekt zu verwirklichen. Durch die richtige Wahl kann ein Wettbewerbsvorteil für ein Unternehmen entstehen, das somit den Auftrag erhält. Beispiel dafür ist das ausgeklügelte Logistikkonzept für die Realisierung von dem Megaprojekt „The Circle“ durch HRS.
3. Um nachhaltige und regenerative Energien zu nutzen werden weder Kosten noch Mühen gescheut und gewaltige Eingriffe in die Natur vorgenommen. Pumpspeicherkraftwerk Linth-Limmern.
4. Die Stadt Zürich gefiel mir besonders gut, eine sehr alte und historisch gut erhaltene Stadt. Zudem liegt Zürich durch den See und die Berge ringsum wunderschön.

5. Am beeindruckendsten war für mich die Größe und Dimension des Sanierungstunnel Belchen und der fast vollautomatische Ausbau des Tunnels.

Theo Pelz

1. Am Flughafen Zürich habe ich die logistische Komplexität der Instandhaltung eines Airbus-Flugzeugs gelernt.
2. Im Belchen-Tunnel gewann ich eine Anerkennung für die schwierigen Bedingungen, die Tunnelarbeiter unterziehen müssen.
3. Es war erstaunlich, eine TBM im Betrieb am Belchen- Tunnel zu erleben.
4. Die schiere Größe des PSW Linth Limmern war erstaunlich. Es war ein großes Highlight für mich.
5. Physikalisch gesehen haben verschiedene Bauweisen, die ich in denBaubetriebstechnik-Vorträgen gelernt habe, ein Highlight der Reise.

Süleyman Sari

1. Die Tunnelbaustelle in A2 Blechen fand ich hoch interessant, da wir vor allen Dingen die Baustelle während dem Betrieb besichtigen durften. Mir war davor nicht bewusst, wie viel Kraft so eine Tunnelbohrmaschine hat.

2. Des Weiteren hat mich der Jungbauleiter auf der Tunnelbaustelle in A2 Blechen beeindruckt, er konnte alle unsere Fragen kompetent beantworten und man merkte ihm an, dass er so ziemlich den Überblick auf der Baustelle hatte.
3. Da ich zum ersten Mal in der Schweiz gewesen bin, war ich von den Preisen dort sehr schockiert. Der Lebensunterhalt ist im Gegensatz zu Deutschland enorm teuer.
4. Schade fand ich, dass wir aufgrund des straffen Programms kaum Zeit für uns hatten um die Stadt Zürich in Ruhe zu erkunden. Wir konnten Zürich lediglich während der Stadtführung zu sehen bekommen. Für die zukünftigen Exkursionen würde ich vorschlagen, den Studentinnen und Studenten mehr Zeit einzuräumen.
5. Die Werksführung bei der Firma Herrenknecht war sehr interessant. Die Größe und Dimension der Tunnelbohrmaschinen hat mich sehr beeindruckt. Zudem war es spannend mal so eine Maschine von der Nähe gesehen zu haben.

Eric André Schäfer

1. Es wurde gezeigt, zu was der Mensch mit Hilfe der Technik alles fähig ist. Zum Beispiel im Tunnelbau: quasi vollautomatischer Vortrieb der TBM, nur Zulieferung der Tübbinge durch den Menschen nötig.
2. BIM / 3D Planung bei Megaprojekten noch relativ schwer umzusetzen ist, da die Komplexität zu hoch wird. Rechenleistung der Computer reicht noch nicht aus.

3. Arbeitssicherheit wird in der Schweiz in manchen Punkten besser umgesetzt. Zum Beispiel umgebogene Anschlusseisen oder Absperrung mit Holzbarken.
4. Durch geschicktes Marketing werden auch für die Allgemeinheit unnötig Projekte zu begehrten Monumenten. Aufzug Test Turm in Rottweil.
5. Am beeindruckendsten war der Blick auf den rotierenden Bohrkopf der TBM im Sanierungstunnel Belchen.

Yannick Scherer

1. Sanierungstunnel Belchen: die Führung im Tunnel bis vor zum Schild während des Betriebes war sehr beeindruckend; eine bisher einmalige Gelegenheit so etwas live miterleben zu dürfen
2. Sanierungstunnel Belchen: Durch die Führung lernte man die Arbeitsbedingungen in solch einer Tunnelbaustelle kennen: sehr warm, stickige und feuchte Luft. Nun kann ich noch besser einschätzen, welche große Leistung die Bauarbeiter täglich vollbringen müssen
3. The Circle in Zürich: unter anderem für die Logistik eine große Herausforderung; sehr beengte Verhältnisse und Einschränkungen machen die Baustelle hochkomplex
4. Neue Planungsansätze wie BIM finden in der Praxis Anwendung, allerdings werden längst noch nicht alle Möglichkeiten ausgeschöpft.
5. Pumpspeicherkraftwerk: Die Dimension der Seilbahn mit welcher die Maschinen und Geräte auf den Berg transportiert wurden, war eindrucksvoll.

Nicolai Schmitz

1. Besonders beeindruckt hat mich das Tunnelbauprojekt der Sanierungsröhre des Belchentunnels. Die Chance, sich so ein Projekt aus nächster Nähe ansehen zu können, weiß ich sehr zu schätzen.
2. Vor allem am zweiten Tag war das Programm etwas zu straff. Die Stadtführung am Abend wäre meines Erachtens nicht notwendig gewesen und wirkte so, als hätte man unbedingt noch ein bisschen Kultur mit reinbringen wollen.
3. Durch die Exkursion ist mir noch einmal die Vielseitigkeit des Bauwesens deutlich geworden und wie viele spannende Segmente es in dieser Branche gibt.
4. Die Führung durch den Flugzeughangar am Züricher Flughafen hat mir sehr gefallen. Es war spannend auch mal aus einer anderen Branche Informationen zu erhalten. Vor allem die finanziellen Dimensionen der Flugzeuginstandhaltung waren beeindruckend.
5. Herr Schneider verkauft Wein gerne als in Flaschen abgepackte, badische Sonne.

Benedikt Weinelt

1. Das Bauprojekt in Rottweil war aufgrund der Dimension besonders beeindruckend. Zu sehen, dass ein solches Bauprojekt, das mehrere hundert Kilometer weit zu sehen ist, in der Bevölkerung auf Akzeptanz stößt.

2. Aufgrund des beengten Baufeldes „The Circle“ war die Leistung ein solches Logistikkonzept zu entwickeln beeindruckend. Durch den Platzmangel müssen An- und Ablieferung von Material und Maschinen genauestens getaktet sein.
3. Um erneuerbare Energien zu verwirklichen und ihr Image aufzupolieren, scheinen Energiekonzerne weder Kosten noch Mühen zu scheuen und nehmen erhebliche Eingriffe in die Natur in Kauf. Das Projekt PSW Limmern zeigt aufgrund mehrerer Tunnel und Seilbahnen eben diese Aufwendungen.
4. Beeindruckend war die im Betrieb befindliche Tunnelbohrmaschine, die es ermöglicht den Tunnelvortrieb unter höchster Sicherheit und minimalen Personalaufwand voran zu bringen. Besonders der mehr oder minder „automatische“ Ausbau des Tunnels war mir so nicht bekannt.
5. Die ständigen innovativen Bauten des Konzerns der Daimler AG waren für mich äußerst imposant. Die Daimler AG fordert von ihrem AN besondere Leistungen ab, dies findet sich wieder in dem geforderten 3D-Modell des neugebauten Gebäudes.

Nicole Wendel

1. Ich habe gelernt, dass man nicht in dem Bereich anfangen muss zu arbeiten in dem man später noch arbeiten möchte. Es ist möglich trotz einer anderen Vertiefungsrichtung in alle Felder der Bauwirtschaft rein zu kommen.
2. Auch Frauen können auf der Baustelle Verantwortung übernehmen und werden respektiert.

3. Viele Baustellen laufen über Jahre hinweg und es ist als Bauleiter oft notwendig mit der Baustelle mit zu ziehen.
4. Bei dem Bau von Gebäuden ist immer zu beachten was die Bevölkerung und die Anwohner davon halten. Des Weiteren steht nicht zwingend fest, was mit dem Bauwerk geschieht, falls es nicht mehr wie vorhergesehen genutzt wird.
5. Am meisten beeindruckt hat mich die Tunnelbaustelle am Belchen. Insbesondere die Bauleiterin, die meine Gruppe geführt hat, war voll und ganz begeistert von dem Projekt und der Arbeit und konnte dies gut rüberbringen. Es war faszinierend auf einer Tunnelbohrmaschine im laufenden Betrieb zu stehen und die verschiedenen Abschnitte zu sehen, die parallel im Tunnel fertig gestellt wurden.

Lukas Wolperding

1. Die Art und Weise der Herstellung des Pumpspeicherkraftwerkes Linth-Limmern mit seinen Leitungsstollen und Maschinenkavernen im Berg selbst, sowie darüber hinaus die Dimensionen und die Leistungsfähigkeit der dazugehörigen Lastenseilbahn fand ich äußerst interessant.
2. Der Vortrieb und der Ausbau des Sanierungstunnels Belchen mit seinen 5 aufeinander folgenden Arbeitsschritten sowie deren Koordination hat mich sehr beeindruckt.
3. Ich habe gelernt, dass bei einer Exkursion eventuell etwas Zeit zur allgemeinen Verfügung und zum besseren Kennenlernen der mitfahrenden Kommilitonen angebracht wäre.

4. Mich hat positiv überrascht, dass bei Exkursion unter Bauingenieuren auch etwas fachfremdere Besichtigungen wie bei SR Technics zum Programm gehören. Außerdem fand ich beeindruckend, dass die Restauration von Flugzeugtriebwerken trotz ihres extremen Aufwandes und Arbeitsumfanges immer noch wirtschaftlich sein kann.
5. Ich fand es eine schöne Abrundung des Programms, dass wir bei einer Stadtführung durch Zürich noch vieles über diese geschichtsreiche Stadt lernen konnten.

Xianwei Zhang

1. Flughafen Zürich SR Technics war meine zweite Besichtigung eines Flughafens. Das erste Mal war die Flughansa Cargo. Vom Flughafen Zürich war ich sehr beeindruckt, weil wir sehr nah die Flugzeuge betrachten konnten und die Wartungshalle der Flugzeuge besichtigten. Dabei war die Logistik der Maschinenteile sehr interessant.
2. Die Baustelle The Circle ist eine relativ große Baustelle. Um die Umwelt zu schützen, kann diese Baustelle nur entlang des Waldes gebaut werden. Es gibt einen kleinen Tunnelbau. Und es war auch interessant, dass die Obergeschosse durch viele große Baumstämmen getragen wurden.
3. A2 Sanierungstunnel Belchen ist auch sehr imposant. Das war das erste Mal für mich, dass ich den Tunnelbau so genau betrachten konnte. Die Tunnelbohrmaschine war sehr groß und ihr Innenleben ist auch sehr kompliziert.

4. Pumpspeicherkraftwerk Linth-Limmern ist sehr beeindruckend. Pumpspeicherwerke, die die unregelmäßige Sonnen- und Windenergie speichern, können Spitzenenergie erzeugen. Das Pumpspeicherwerk verwendet den überschüssigen Strom, um Wasser in den oberhalb gelegenen Stausee zurück zu pumpen. Das gespeicherte Wasser kann zur Stromproduktion wieder genutzt werden. Dazu ist die Dimension des Pumpspeicherkraftwerks sehr groß. Und es befindet sich in einer wunderschönen Lage.

5. Herrenknecht AG: Das Werk der Tunnelbohrmaschine ist auch eindrucksvoll. Wir haben unterschiedliche Maschinen und Werkstätten besichtigt. Die Werkstatt war auch interessant, weil viele Arbeiter verschiedene Maschinenteile zusammensetzen. Dabei wusste ich aufgrund der vorangegangenen Besichtigungen, wie die Tunnelbohrmaschine funktioniert.

Quellen Titelbilder:

https://cdn.zuerich.com/sites/default/files/styles/hero_small/public/keyvisual/web_zurich_icon1_1600x900.jpg?itok=zm6g2Qs2×tamp=1452609584
(aufgerufen am 20.05.2017)

<https://a1.cdn-hotels.com/cos/production31/d949/6b3effc0-3ac4-11e5-926b-d89d672c79ac.jpg> (aufgerufen am 20.05.2017)