

## Exkursionsbericht zur Geotechnik - Kennenlernexkursion 2016 nach Stuttgart und Rastatt



**Bild 1:** Exkursionsteilnehmer

Teilnehmer:

Leitung: Prof. Dr.-Ing. Roberto Cudmani			
Assistenten: Sven Manthey, Manuel Melsbach			
Studenten:			
Ferdinand	Albrecht	Johannes	Münsinger
Carole	Schmit	Johannes	Riedelsheimer
Stefan	Rappl	Florian	Noichl
Sebastian	Rodemeier	Michael	Waldenmaier
Christina	Hoiß	Anian	Kriege
Martin	Schober	Dominik	Summer
Ramona	Rudolf	Carolina	Dirschl
Daniel	Schratt	Marius	Palade
Lisa	Leeb	Martin	Oberhauser
Laura	Urquiola Frey	Patrick	Berz
Anna	Obinger	Benjamin	Vosseler
Simone	Crepaz	Alexander	Stoiber
Azhar	Bamerni	Daniel	Horwath

Die Exkursion erfolgte dank der Unterstützung durch:



## Dienstag, 10.11.16: Turmforum Stuttgart 21

Berichtersteller: Albrecht, Horwath, Leeb, Oberhauser, Stoiber

Die Kennenlernexkursion für die Geotechnikvertiefer führte in diesem Jahr zunächst nach Stuttgart, wo die 24 Teilnehmer/Innen einen Einblick in das Infrastrukturprojekt Stuttgart 21 erhalten sollen.

Stuttgart 21 ist keineswegs ein Projekt von kleinem Umfang. Am Hauptbahnhof, quasi im Mittelpunkt des Geschehens, wurden wir im Turmforum über das ganze Ausmaß des Projekts informiert.

Die Notwendigkeit des Projekts ergibt sich unter anderem aus einer seit dem 19. Jahrhundert bestehenden Bahnstrecke zwischen Stuttgart und Ulm, die die schwäbische Alp mit vielen Steigungen und Kurven durchkreuzt. Ein Ausbau für heutige Hochgeschwindigkeitszüge ist hier Undenkbar. Mit Stuttgart 21 entsteht zwischen Stuttgart und Ulm eine neue Trasse, welche möglichst neben der Autobahn A8 geplant ist. Für beide Städte wird dadurch ein schneller Anschluss an Messe und Flughafen gewährt. Zwischen Ulm und Stuttgart wird die Fahrzeit für Personenzüge durch die neue Trasse halbiert, wobei die Strecke für bis zu 250 km/h ausgelegt sein wird. Der Neubau bleibt für Personenzügen vorbehalten und wird für Güterzüge nicht befahrbar sein.



Bild 2: Neue Führung der Bahn- und S-Bahn Strecke



Bild 3: Lage des neuen Hauptbahnhofs

Das Großprojekt Stuttgart 21 besteht natürlich auch zu einem großen Teil aus Innerstädtischen Projekten. Der derzeitige Stuttgarter Hauptbahnhof wurde als Kopfbahnhof gebaut, an dem alle Züge ein- und wieder ausfahren müssen. Dadurch ergeben sich zu einer verringerten Kapazität des Bahnhofs auch längere Umsteigezeiten für Passagiere. Ein neuer Durchgangsbahnhof soll diesen Problemen entgegenwirken. Der neue Hauptbahnhof wird unterirdisch geführt und quer zu dem derzeitigen Bahnhof sein. Die Zu- und Abfahrten des Bahnhofs werden durch Tunnel unterhalb der Stadt geführt. Der Bau des Hauptbahnhofs erfolgt in offener Bauweise und muss in Abschnitten ausgeführt werden, da in Stuttgart hohes Grundwasser und in tieferen Schichten Mineralwasser vorherrscht. Wird das Grundwasser über die gesamte Länge des Bahnhofs abgepumpt, kann das Mineralwasser austreten und an den Quellen nicht mehr sicher gefasst werden. Aus diesem Grund erfolgt der Ausbau samt Grundwasserabsenkung Abschnittsweise. Obwohl der neue Hauptbahnhof unterirdisch geführt wird, wird er dennoch oberirdisch zu sehen sein. 27 Lichtaugen sollen Tageslicht zu den Bahnsteigen bringen. Diese Lichtaugen haben einen Durchmesser von 32m und werden 2 000 t wiegen und das Bild des Bahnhofs oberirdisch prägen.

Neben dem Neubau des Hauptbahnhofs wird im Zuge des Projekts ein neuer Abstellbahnhof und eine neue S-Bahn Station in der Stadt gebaut. Diese S-Bahn Station wird einen neuen Stadtteil anbinden der durch den Bau des neuen Bahnhofs entsteht. Durch die unterirdische Lage des Bahnhofs ergeben sich oberirdisch viele neue Flächen aus dem noch bestehenden Zulauf zum Bahnhof. An diesen Flächen sind neue Büro-und Wohngebäude für bis zu 20 000 Personen geplant.

### **Dienstag, 10.11.16: Baustelle neuer Hauptbahnhof Stuttgart**

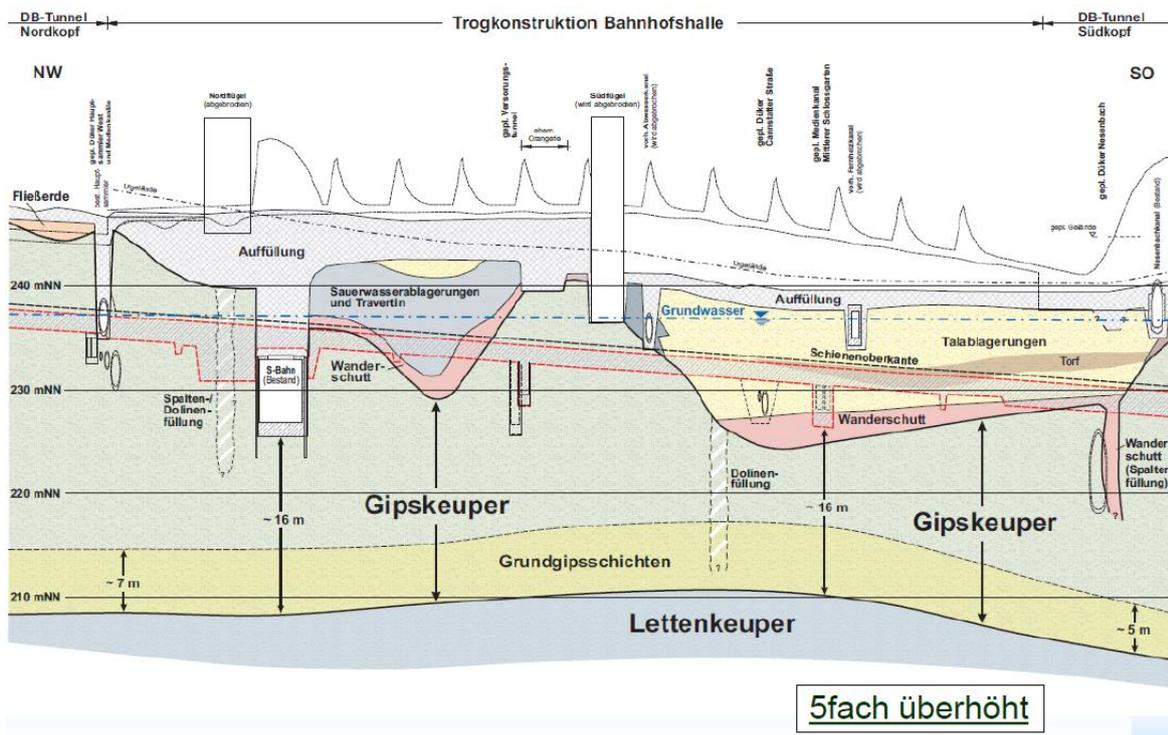
Berichterstatter: Bamerni, Crepaz, Kriege, Noichl, Rappl, Schrott, Urquiola Frey

Nach unserem Besuch im Turmforum, sind wir nach der Einlasskontrolle ins Büro der DB gegangen. Im Seminarraum stellte sich der Geotechnik-Projektleiter, Herr Gabriel Lomo vor, welcher uns während der gesamten Baustellenbesichtigung begleitete. Im Anschluss erhielten wir zur Einstimmung einen sehr interessanten und lehrreichen Vortrag über die Baustelle Stuttgart 21. Themen der Präsentation waren sowohl die speziellen



Bild 4: Zutritt zur Baustelle

Baugrundverhältnisse, wobei die Komplexität der Baugrundstruktur uns Studierenden sehr anschaulich dargestellt wurde. Bei der Trogkonstruktion der Bahnhofshalle besteht der Bodenaufbau aus künstlichen Auffüllungen, Talablagerungen, Wanderschutt und einem Gipskeuper mit anstehendem artesischem Mineralwasser. Die Grafik dazu ist in Bild 5 zu sehen. Der Schutz dieses unter Druck stehenden Mineralwassers muss gewährleistet sein, sodass nicht tief auf den Lettenkeuper fundiert werden kann, da das Risiko, dass das unter Druck stehende Mineralwasser durch Tieffundierungen und daraus folgenden Rissen in höhere Schichten gelangen kann, ausgeschlossen werden musste. Die weiteren resultierenden Baumaßnahmen am Bahnhofsgebäude wurden auch ausgiebig erläutert. Herr Prof. Cudmani wies speziell darauf hin, dass oft umwelttechnische Belange die Ausführung einer Baumaßnahme maßgeblich bestimmen.



**Bild 5:** Geologie Stuttgart

Die Baustellenbesichtigung begann am Nordkopf, wo sich die Zuführung Cannstatter und Feuerbacher Tunnel befinden. Dort haben wir vierfach verankerte Bohrpfehlwände bestaunen dürfen. Die beiden Tunnelröhren wurden in mehreren Schritten ausgebrochen. Leider konnten wir die Tunnelröhren selbst nicht von innen besichtigen, daher sind wir, nachdem wir weitere Informationen über diesen Teil erhielten, zum nächsten Punkt spaziert.



**Bild 6:** Tunnelportal Nordkopf



**Bild 7:** Unterfangung Bundesbahndirektion

Als wir uns diesem näherten, staunten wir über die Maßnahmen die dort zur Unterfangung der ehemaligen Bundesbahndirektion durchgeführt wurde. Da der zukünftige Tunnel darunter verläuft, wird das denkmalgeschützte Gebäude in einem ersten Schritt auf ca. 200 Mikropfählen unterfangen und anschließend mit einer Spannbetonbodenplatte auf Großbohrpfählen gegründet. Der Stützenwald aus Mikropfählen ist in **Bild 7** zu sehen.

Auf dem weiteren Weg vom Nordkopf Richtung Südkopf erklärten uns die jeweils zuständigen Ingenieure der verschiedenen Bauabschnitte (Herr Geiger, Herr Berthold und Herr Müller) deren Baumaßnahmen und Besonderheiten. So konnten wir eine innovative Lösung der Vertikalförderung des Aushubs aus einer tiefen Baugrube beobachten. Diese ist im Bild rechts zu sehen. Zum Schutz des artesisch gespannten Mineralgrundwassers sind Entlastungen des Baugrunds durch Aushub und Grundwasserabsenkung des oberen Aquifers nur partiell in den im Bau befindlichen Bauabschnitten zulässig. Aus diesem Grund musste auch vor dem Rückbau der alten S-Bahn-Haltestelle am Hauptbahnhof das Untergeschoss mit Schwerbeton gefüllt werden, damit es im Zuge des Abbruchs nicht zu Entlastungen kommt.



Bild 8: Vertikalförderung

Auf unserem weiteren Weg durften wir uns das Versuchsmodell der Kelchstützen der späteren Bahnhofshalle ansehen. Es wurde von der ausführenden Firma ein Teil der späteren Stütze in tatsächlicher Größe unter Baustellenbedingungen hergestellt.

Die Schwierigkeiten bei diesem Bauteil sind ein extrem hoher Bewehrungsgrad (mit über 300 Bewehrungsplänen je Kelch), schlanke und komplexe Geometrien und die Sichtbetonanforderungen. Die Stützen sollen mit sehr hellem Beton und ohne Nachbearbeitung oder Anstrich hergestellt werden. Das Versuchsmodell dient als Anschauungsobjekt für die Beurteilung des Architekten und zur Erprobung des Betonierverfahrens. Neben dem oben dargestellten Versuch wurden noch weitere kleinere Modelle angefertigt, um das Verfahren zu optimieren.



Bild 9: Versuchsmodell Kelchstütze

Bei unserer Baustellenbegehung konnten wir die Herstellung der ersten Bahnsteige, im Pilot Bauabschnitt 16 und Wände der neuen Bahnhofshalle beobachten.

Die Bewehrung der Bahnsteige ist etwas überdimensioniert, da der Standort der Treppenaufgänge, welche aus Brandschutzgründen erforderlich sind, noch nicht abschließend geklärt ist und somit der gesamte Bereich für die Treppen bemessen wurde. In Bild 10 kann man auch schon die Anschlussbewehrung einer Kelchstütze erkennen. Links sieht man die oberen Enden der Gründungspfähle. Beim Hauptbahnhof werden zur Gründung Frankpfähle eingesetzt.



Bild 10: Bewehrung Bahnsteige

Am Ende des ca. 440 m langen Bauabschnitts des zukünftigen Hauptbahnhofs werden Düker zur späteren Unterführung eines Flusses eingebaut (siehe [Bild 11](#)).



Bild 11: Düker



Bild 12: Pfahlwand Südkopf

Nachdem wir die U-Bahn-Haltestelle, welche zurzeit noch in Betrieb ist, durchquert hatten, waren wir am Süden der Baustelle angelangt. Hier konnten wir in der letzten Baugrube den Zielschacht für die beiden südlichen Tunnelröhren sehen. In [Bild 12](#) ist die Pfahlwand in einem zwischen Aushubzustand zu sehen, durch welche die Tunnelbohrmaschine aus dem Untergrund im Bahnhofsbereich ankommt.

Was hier bei einer solch innerstädtischen Baumaßnahme ins Auge sticht, ist die enge Abstimmung mit direkten Anliegern, welche sich laut Projektbeteiligte oftmals nicht allzu einfach gestaltet. Zudem ist im Bereich des Nord- und Südkopfs die komplexe Aufgabe des Aufrechterhaltens der Verkehrssituation zu sehen, mit Behelfsbrücken und straßenbaulichen Maßnahmen, welche sich im Zuge des Baufortschritts stetig verändern und ständig aufrechterhalten werden müssen.

Auf unserem Weg zurück Richtung Ausgangspunkt, dem Eingang des Turmforums, berichtet uns Herr Müller noch von den aufwändigen Schutzmaßnahmen für den restlichen Baumbestand und die Tiere, welche in diesen Bäumen leben. In der Öffentlichkeit und Presse sorgte es bereits für große Diskussionen. So wurden zum einen Holzzäune errichtet, welche Tiere nicht überklettern können und so in sicherer Umgebung leben können, zum anderen wurden kostspielige Umpflanzungen für Bäume finanziert.

Nach der Besichtigung dieser gigantischen Baustelle mit extrem hohen Anforderungen in jeglicher Hinsicht an Planung und Ausführung, fand ein reger Austausch über das Projekt Stuttgart 21 statt, welches der ein oder andere Student im Nachhinein aus einem anderen Blickwinkel betrachtet. Abschließend war dieser Teil unserer zweitägigen Exkursion eine gute Erfahrung und ein Ausblick auf das, was uns Studierende nach dem Studium erwarten kann.

## **Dienstag, 10.11.16: Abendprogramm**

Berichterstatter: Albrecht, Horwath, Leeb, Oberhauser, Stoiber

Nach einer erneuten Busfahrt checkten wir gegen 18 Uhr gemeinsam in der Jugendherberge DJH International ein. Die Suche nach den uns zugeteilten Zimmern gestaltete sich aufgrund der ungewöhnlichen Hotelgeometrie beinahe als abendfüllender Programmpunkt. Doch es gelang letztlich allen Studierenden, sich pünktlich zum gemeinsamen Treffpunkt Richtung Stuttgarter Innenstadt einzufinden.



**Bild 13:** Blick aus der Hotellobby über das nächtliche Stuttgart und die Baustelle am Hauptbahnhof



**Bild 14:** Maischebottich vor dem Brauhaus Schönbuch

Zu Fuß ging es anschließend unter der Führung von Sven Manthey ins Brauhaus Schönbuch, wo bei Schwaben-Pfännle, Schweinshax'n und reichlich Weihnachtsbier über Baustellen, Geotechnik und vieles mehr diskutiert wurde. An dieser Stelle möchten wir uns noch einmal beim Geotechnik Lehrstuhl und insbesondere bei Herrn Professor Cudmani für zwei Runden Freibier bedanken.

Zum Abschluss statteten wir noch dem Mata Hari, einer Studentenkneipe unweit des Stuttgarter Rathauses, einen Besuch ab und ließen dort den Abend ausklingen.

### **Mittwoch, 11.11.16: Tunnel Rastatt**

Berichtersteller: Riedelsheimer, Rudolf, Schober, Schmit, Hoiß, Berz, Vosseler

Nach der Übernachtung in einer Jugendherberge in Stuttgart brachen wir zeitig auf, um unser Exkursionsprogramm fortzusetzen. Nach einer zweistündigen Busfahrt erreichten wir das Info-Center der Baustelle Tunnel Rastatt. Dort erklärte uns Herr Dipl.-Ing. Schleith von der Ed. Züblin AG die Zusammenhänge und insbesondere die geotechnischen Besonderheiten des Ausbaus der Rheintalbahn, welche einen wichtigen Bestandteil des transeuropäischen Eisenbahnnetzes (TEN) darstellt. Die Hochgeschwindigkeitsstrecke (bis zu 250km/h) zwischen Karlsruhe und Basel wird durch den Tunnel Rastatt ergänzt, welcher auf einer Gesamtlänge von 4270 m das Stadtgebiet von Rastatt unterquert. Dieser dient dem Zweck, den Fern-, Nah- und Güterverkehr zu trennen, sodass sich die Verkehre gegenseitig nicht beeinträchtigen. Weiter sollen die Kapazitäten der Strecke erhöht sowie eine Fahrtzeitverkürzung für Passagiere erreicht werden.

Die Baumaßnahme der DB Netz AG wird nun durch eine ARGE, bestehend aus der Hochtief AG und Ed. Züblin AG, durchgeführt. Dabei übernimmt Züblin die technische Leitung des Bauvorhabens und Hochtief den kaufmännischen Aufgabenbereich. Das Bauvorhaben umfasst ein Volumen von rund 310 Mio. Euro.

Der neue Tunnel wird aus zwei Röhren bestehen, welche in geschlossener Bauweise mit Hilfe von Tunnelvortriebsmaschinen (TVM) erstellt werden. Beim Tunnel Rastatt kommt dabei ein von Hochtief patentiertes, innovatives Anfahrverfahren der TVM zum Zuge, die sog. Fliegende Schildanfahrt. Der Bohrdurchmesser beträgt 10,97 m, wobei der fertige Tunnel einen Innendurchmesser von 9,60 m aufweisen wird. Neben den beiden Hauptröhren werden 9 Querschläge, also Verbindungsstollen,

erstellt, welche als Flucht- und Rettungswege dienen. Die Rohbauphase soll im Jahr 2018 beendet werden. Für den Innenausbau mit Fester Fahrbahn sowie die technische Ausstattung des Tunnels sind weitere 2 Jahre geplant, so dass nach einer Inbetriebnahmephase der Tunnel Ende 2022 für den Verkehr freigegeben werden kann.

Durch den Vortrag wurde uns auch näher erläutert, welche geotechnischen Gegebenheiten den Tunnel Rastatt zu einem so anspruchsvollen Bauprojekt machen. Eine der Herausforderungen der Baustelle stellt der hohe Grundwasserspiegel dar, welcher bis zu ca. 3 m unter Geländeoberkante reicht. Auf die Tunnelaußenschale lasten daher immense Wasserdrücke, was eine anspruchsvolle Vortriebstechnik und ein durchdachtes Design der Tübbinge erfordert. Durch unregelmäßige Wechselagerungen von grundwasserleitenden Sandlagerungen und bindigen Schluff-Ton-Böden ergeben sich schwierige Untergrundverhältnisse. Dies führt u. a. zu hohem Werkzeugverschleiß, weshalb bereits nach ca. 100 m Vortrieb die Ausbruchwerkzeuge abgeschliffen sind und ausgetauscht werden müssen.



Bild 15: Herstellung Vereisungsbohrungen



Bild 16: Ausgesteifte Baugrube

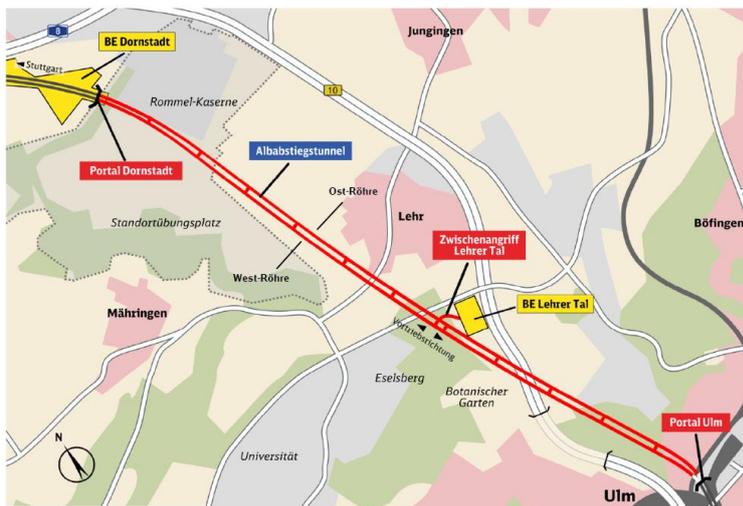
Um den Betrieb der bestehenden Rheintalbahn, welche das neu entstehende Tunnelbauwerk am südlichen Ende überkreuzt, nicht durch Setzungen zu gefährden, wird der umgebende Boden durch zwei ringförmige Frostkörper stabilisiert. Hierfür wurden zunächst je zwei Schächte auf beiden Seiten der Rheintalbahn ausgehoben (zwei pro Tunnelröhre), um von dort jeweils 42 110 m lange Vereisungsbohrungen durchzuführen (siehe Bild 15). Hierbei musste besonders auf Präzision geachtet werden, da auf einer Strecke von 110 m lediglich eine Abweichung von 30 cm toleriert werden kann. Mithilfe eines Lasermessgeräts wird die Genauigkeit der Bohrungen stetig überprüft. In die Bohrlöcher werden Vereisungsanlagen eingebracht, durch welche eine -35 Grad Celsius kalte Sole fließt. Dies gefriert den Boden und führt zur Entstehung eines geschlossenen Eisringes. Eine weitere Vereisung wurde im nördlichen Bereich der Federbachaue installiert. Hier beträgt die Überdeckung des Tunnels teilweise nur 4 m, weshalb ein Vereisungsdach zur Sicherung nötig wurde. Im Gegensatz zum südlichen Teil wurden hier die Vereisungsanlagen schräg von der Geländeoberkante eingebracht. Im Anschluss an die Tunnelröhren werden in offener Bauweise sowohl nördlich als auch südlich massive Trogbaugruben erstellt (siehe Bild 16). Die Bodenplatten dieser Tröge weisen eine Dicke von bis zu 2,5 m auf und müssen zusätzlich durch die Anordnung von GEWI Pfählen gegen Auftrieb gesichert werden, um den etwa 12 mWS entgegenzuwirken. Allein im nördlichen Teil wurden rund 40.000 Laufmeter von Pontons aus verbaut. Die extremen Bauteilabmessungen führen auch dazu, dass die Betontechnologie ein wichtiges Thema beim Bauvorhaben Tunnel Rastatt darstellt.

Aufgrund der ungünstigen Grundwasserverhältnisse, wurden die Trogbaugruben abschnittsweise erstellt, wobei die Sicherung der bis zu 18 m tiefen Baugrube grundsätzlich durch rückverankerte Spundwände erfolgte. Die Spundwände umfassten dabei ca. 30.000 m<sup>2</sup>. Stellenweise mussten hierbei sog. Schlosssprünge an den Spundbohlen ausgebessert werden. Teilweise wurden Schlitzwände zur Baugrubenumschließung hergestellt.

### **Mittwoch, 11.11.16: Tunnel Albabstieg**

Berichtersteller: Waldenmaier, Rodemeier, Obinger, Summer, Münsinger

Nach einer eineinhalbstündigen Busfahrt, die uns über die Autobahn A8 und somit auch entlang der oberirdischen Neubaustrecke Wendlingen-Ulm führte, erreichten wir bei regnerischem Wetter den Zwischenangriff Lehrer Tal. Schon die Bauarbeiten, welche neben der Autobahn durchgeführt werden, vermitteln ein Gefühl für die Dimension des gesamten Infrastrukturprojektes. So sind über Kilometer hinweg Baumaschinen, LKWs und Kräne zu sehen.



**Bild 17:** Übersicht Albabstiegstunnel (Quelle: DB)



**Bild 18:** Baustelleneinrichtungsfläche Lehrer Tal (Foto: A. Kilgus)

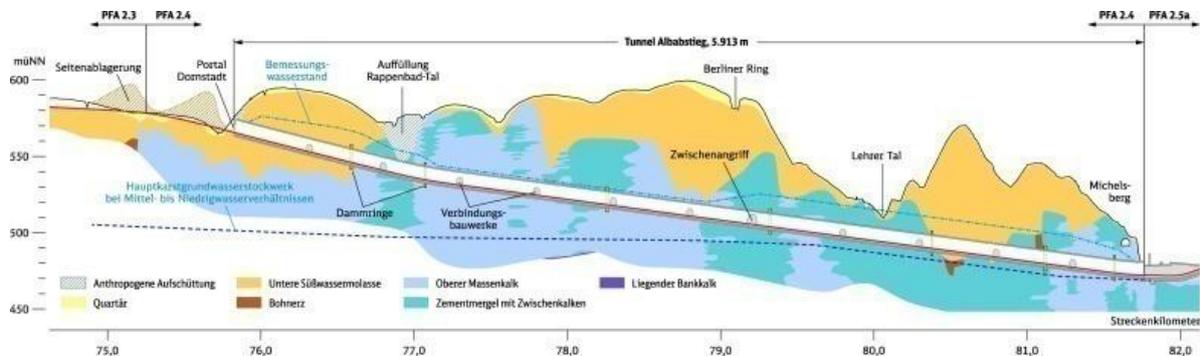
Am Zwischenangriff Lehrer Tal mussten die ausführenden Firmen um die ARGE Max Bögl und Züblin auf relativ kleinem Raum die Baustelleneinrichtung erstellen. So stehen die Büro- und Wohngebäude mit 150 Schlafplätzen praktisch direkt neben dem Tunnelportal und den Oberbodenhalten.

Im Büro angekommen wurden wir begrüßt und der Vortrag von Herrn Wunderle, leitender Geologe der Bauausführung der Firma Max Bögl begann.

Als Albabstiegstunnel wird der ca. 5,8 Kilometer lange Tunnel zwischen Dornstadt und Ulm bezeichnet. Der Tunnel wird im Zuge der Neubaustrecke Wendlingen-Ulm errichtet, besteht aus zwei eingleisigen Röhren, welche einen Höhenunterschied von 100 Metern überbrücken. Es wird nach der neuen Österreichern Tunnelbaumethode mit kombiniertem Bagger und Sprengvortrieb gearbeitet. Zwischen den beiden Röhren gibt es insgesamt elf Querschläge. Der Zwischenangriff Lehrer Tal wurde geplant und errichtet, um von mehreren Seiten den Tunnelvortrieb zu ermöglichen. So wurde seit Januar 2014 ein 400 Meter langer Logistiktunnel zu den beiden Hauptröhren gegraben.

Ursprünglich war ein täglicher Vortrieb in den beiden Röhren von 15 Meter pro Tag geplant. Mittlerweile schaffen die Bergleute nur noch einen Vortrieb von 1,5 bis 7,5 Meter pro Tag und sichern die

Röhre jeweils mit einer 20 – 30 Zentimeter dicken Spritzbeton-schicht. Die Aufbereitung der Gesteinskörnung geschieht in der eigenen Betonanlage; dies schafft eine große Unabhängigkeit von Zulieferern.



**Bild 19:** Geologie Tunnel (Quelle: [www.tunnel-online.info](http://www.tunnel-online.info))

Zu einer besonderen Herausforderung macht das Bauprojekt aber vor allem die Geologie. So werden mehrere Boden-schichten durchstoßen. Die untere Süßwassermolasse war meist problemlos zu durchqueren. Die Kalkschichten hingegen waren sehr verkarstet und zerklüftet. So wurden immer wieder Hohlräume, teilweise ganze Höhlensysteme angebohrt. Aus statischen Gründen und der Vorschrift der Deutschen Bahn, um die Röhre eine fünf Meter große, hohlraumfreien Zone zu gewährleisten, müssen diese Hohlräume aufwendig verschlossen werden. Zudem wird vortriebsbegleitend das Gestein vernagelt. Die 20 Meter langen Nägel sollen sicherstellen, dass das kommende Gestein tragfähig ist und den Nachweis führen, dass keine Hohlräume vorhanden sind. Auch das auftretende Wasser im Tunnel muss aufwendig recycelt werden, bevor es wieder zurückgeführt werden kann. Eine Besonderheit war auch eine Erddeponie, die gekreuzt und angeschnitten wurde. Niemand wusste genau, welche Abfälle dort lagern und so wurde mit aller Vorsicht vorgegangen. Im Nachhinein stellte sich dies als sinnvoll heraus, da Deponiegase ausströmten und so besondere Sicherungsmaßnahmen getroffen werden mussten.

Die Tunnel kreuzen aber nicht nur unbebautes Gebiet, sondern auch Wohngebiete in Ulm. Da der Tunnel erst kurz vor dem Hauptbahnhof Ulm wieder an die Oberfläche tritt, werden einige Häuser untergraben. Zwischen der Gründung einzelner Häuser und der Oberkante Tunnelröhre sind manchmal nicht mehr als 10 Meter Gestein. Daher wird mit vorherigen Beweisaufnahmen, modernster Technik für Echtzeit-Monitoring und computergestütztes Bohren sowie äußerster Vorsicht das Gestein in diesen Bereich aus dem Fels gesprengt.

Die knapp 300 Menschen, die an der Baustelle beschäftigt sind, werden voraussichtlich 2018 mit dem Rohbau fertig sein. Der Tunnel soll dann 2021 in Betrieb genommen werden.

Nach diesem interessanten Vortrag, haben wir noch einige Fragen gestellt und sind dann doch leicht erschöpft wieder in den Bus Richtung München gestiegen.

Zum Schluss muss noch erwähnt werden, dass alle Teilnehmer nicht nur von den Baustellen beeindruckt waren, sondern auch von der perfekten Organisation und unglaublichen Pünktlichkeit von Seits des Lehrstuhls.