

1 Bundesautobahn A8, Neubaustrecke Wendlingen – Ulm

Im besichtigten Bauabschnitt werden parallel zueinander die neue Trasse der A 8 und die neue Hochgeschwindigkeitstrasse Wendlingen - Ulm von einer Arbeitsgemeinschaft hergestellt.

„Die BAB A 8 Ulm – Augsburg – München ist eine Hauptverkehrsachse von europäischer Bedeutung. Sie ist im Streckenabschnitt Ulm – Augsburg derzeit durch ein Verkehrsaufkommen mit Spitzenbelastungen von bis zu 90.000 Fahrzeugen pro Tag sehr belastet. Die teilweise noch über 60 Jahre alte, vierstreifige BAB ist in diesem Streckenabschnitt dem heutigen Verkehr nicht mehr gewachsen und verfügt teilweise über keinen Standstreifen. Folge ist unter anderem eine überdurchschnittlich hohe Stauanfälligkeit und Unfallhäufigkeit mit mehreren Unfallschwerpunkten.“
(<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/oepp-steckbrief-a8-ba2.html?nn=36122>)

„Die Neubaustrecke von Wendlingen (Neckar) nach Ulm ist die neue Hochgeschwindigkeitsstrecke entlang der Autobahn A8. Die NBS bietet einen schnellen und komfortablen Weg über die Schwäbische Alb. Regionale, nationale und internationale Reisezeiten werden deutlich verkürzt. Baden-Württemberg wird dauerhaft an das europäische Hochgeschwindigkeitsnetz angeschlossen.“
(<http://www.bahnprojekt-stuttgart-ulm.de/details/nbs-neubaustrecke-wendlingen-ulm/>)

Zu Beginn der Besichtigung erhielten wir eine Übersicht über den Bauabschnitt vom Bauleiter der Firma Bunte:

Bauabschnittslänge: 6,6 km

Länge Tunnel Imberg: 499m

Brückenbauwerke: 4 Stück

Regenrückhaltebecken: 2 Stück

Fledermausdurchlässe: 2 Stück

Auftragssumme: 74 Mio €



Bild 1: Übersicht über den Bauabschnitt

Der Abstand beider Trassen beträgt zum Teil nur 20 m. Das bedeutet besondere bautechnische, logistische und kommunikative Herausforderungen der ausführenden Firmen. Die größte Herausforderung des Bauvorhabens sind die vorhandenen geologischen Verhältnisse. Der Boden ist, typisch für die Region, sehr verkarstet. Da sich die ICE-Trasse nur um wenige Millimeter setzen darf, sind höchst aufwendige und teure Baugrunduntersuchungen notwendig. Der Untergrund muss bis in eine Tiefe von 60m nach vorhandenen Hohlräumen erkundet, analysiert und bei Bedarf mit Beton verfüllt werden. Dazu wurden neben Rammsondierungen und Bohrungen auch geophysikalische Verfahren angewendet. Diese ermöglichen eine flächige Erkundung des Baugrunds. Bohrungen hingegen liefern nur punktuelle Aufschlüsse. Um komplizierte Hohlräume einschätzen zu können wurden Laserscanner eingesetzt, teilweise mussten sogar Inspektoren mit einem Korb in die Tiefe geschickt werden.

Dann gab es Brotzeit und die Gelegenheit, dem Bauleiter persönliche Fragen zu stellen. Anschließend wurden wir über die Baustelle gefahren und konnten uns ein Bild von den aufwendigen Arbeiten machen: Erdbau, Tunnelbau, Materialaufbereitung, Ingenieurbauwerke.

Besondere Aufmerksamkeit erregten die beiden Fledermaustunnel, da Fledermäuse ja eigentlich fliegen können sollten.



Bild 2: Tunnel Imberg

2 Turmforum

Nach einer interessanten ersten Baustellenbesichtigung führte uns der zweite Teil des Tages nach Stuttgart in das Turmforum. Dort wurde uns eine mitreißende und abwechslungsreiche Einführung in die Baustelle Stuttgart 21 geboten. Das Turmforum ist in einem der Türme des alten Stuttgarter Hauptbahnhofes untergebracht und informiert seit 1998 nicht nur über die Bahnhofsbaustelle sondern über die gesamte Entwicklung der Eisenbahn-Infrastruktur in der Region. Seit 2013 ist die Ausstellung durch eine umfangreiche Neugestaltung und multimediale Aufwertung aufgerüstet worden.

Der Bahnhof Stuttgart stellt momentan einen Engpass im europäischen Zugverkehr zwischen Deutschland und Frankreich dar. Durch den Ausbau der Strecke zwischen Stuttgart und Ulm sowie die Umwandlung des Stuttgarter Hauptbahnhofs von einem Kopfbahnhof in einen Durchgangsbahnhof kann eine schnelle Anbindung bis in den Balkan ermöglicht werden. Die momentane Problematik wird mit anschaulichen Lichtinstallationen verständlich aufgezeigt. Sehr beeindruckend war auch das Wettbewerbsmodell der Bahnhofsneugestaltung, das durch Hydraulik verschiedene Einblicke bietet. Der neue Bahnhof wird um 90 Grad gedreht und unter die Erde verlegt. So entsteht in der Innenstadt von Stuttgart eine Freifläche, die von der Stadtplanung für Wohnungen und eine Erweiterung der Grünfläche vorgesehen ist. Sie erhoffen sich davon auch eine Verbesserung der Luftqualität, die in Stuttgart als problematisch eingestuft wird. Neben Modellen gab es auch einige Bildschirme, die virtuelle Rundgänge durch den entstehenden Bahnhof für den Besucher zeigten. Zum Abschluss wurde das Treppensteigen mit einem großartigen Ausblick auf die Stuttgarter Innenstadt belohnt. Von dort konnte die gesamte Baustelle im Innenstadtbereich betrachtet werden. Leider wurde wenig auf die politische Diskussion sowie mögliche Nachteile, die durch das Bauvorhaben entstehen können, eingegangen. Nichtsdestotrotz trug diese Ausstellung sehr zum Verständnis dieses milliardenschweren Projektes bei.



Bild 3: Wettbewerbsmodell für die Neugestaltung des Bahnhofs

3 Neuer Hauptbahnhof Stuttgart

Nachdem wir im Informationsturm einen grundlegenden Überblick über das Bauvorhaben Stuttgart 21 bekommen haben, folgte ein kurzer Vortrag des Projektleiters der Deutschen Bahn. Er klärte uns zunächst über den Bauablauf, die verschiedenen Bauabschnitte sowie die besondere Herausforderung, die sich durch die verschiedenen Bodenbeschaffenheiten in Stuttgarts Innenstadt ergeben, auf.

Diese Schwierigkeiten bestehen zum einen daraus, dass sich in ehemaligen Felshohlräumen bindige Böden, wie Lehm, eingelagert haben und somit uneinheitliche Bodenschichten entstehen, welche die Planung erheblich erschweren. Des Weiteren befindet sich unter dem generell schon hohen Grundwasserspiegel zusätzlich ein Mineralwasserreservoir (zweitgrößtes Mineralwasservorkommen Europas), welches zu schützen ist. Dadurch resultiert eine begrenzte Bohrpfahlänge. Außerdem erfordert der hohe Grundwasserspiegel eine verhältnismäßig aufwendige Planung bezüglich der Bauphasen und Wasserhaltung (großen Aufbereitungsanlagen), da der Grundwasserspiegel nur partiell abgesenkt werden darf.

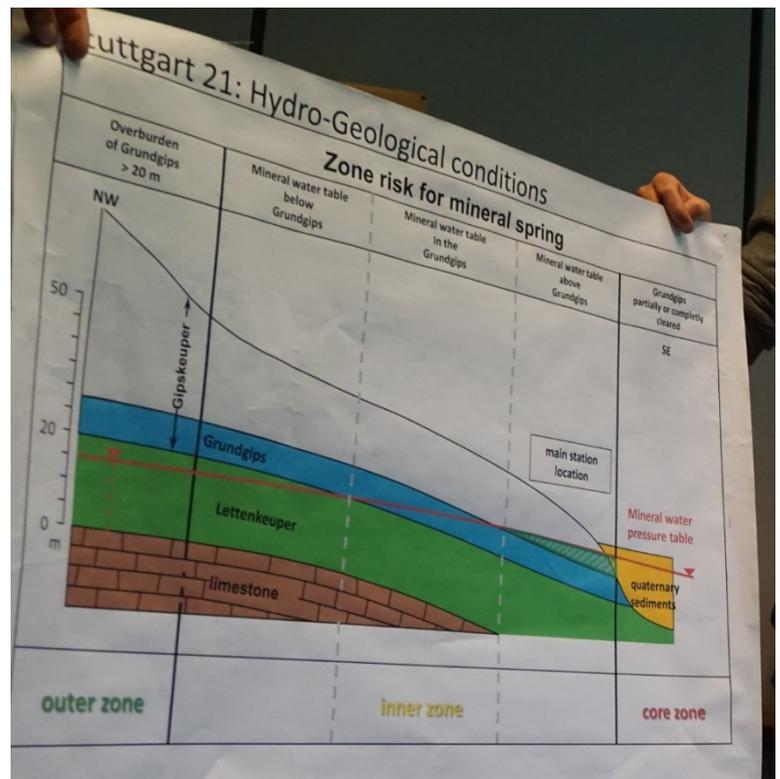


Bild 4: Verlauf der Mineralwasserschicht



Bild 5: LBBW-Gebäude mit gefährdeten Stützen

Anschließend folgte eine Baustellenbesichtigung. Hierbei war ein besonderes Augenmerk auf die Sicherungsmaßnahmen (z.B. Abfangung durch Hochdruckinjektionen) der vorhandenen Bebauung zu legen. Die Gefahr von Setzungen erfordert eine ständige Überwachung, welche vor allem bei den Außenstützen des LBBW-Gebäudes eine große Rolle spielt. In diesem Fall wurde eine Bohrpfahlwand zur Absicherung eingebracht.

Da der neue Bahnhof mittels einer offenen Bauweise erstellt wird, musste der bestehende Bahnhof für den Baugrubenaushub nach Osten verlegt werden. Zur Absicherung der Gleise kam hierfür ebenfalls eine Bohrpfehlwand zum Einsatz. Auf Grund von Platzgründen konnte jedoch nicht senkrecht gebohrt werden, weshalb die Bohrpfehlwand eine leichte Neigung aufweist. Der Nordeingang des Tunnels wird hingegen in bergmännischer bzw. neuer österreichischer Bauweise mit Spritzbeton hergestellt. Die Abführung des Abwassers unter den Bahnhof wird mittels eines Dükers realisiert. Aufgrund der Begrenzung der Bohrpfehlänge und der daraus resultierenden geringen Mantelreibung erfolgt die Gründung auf Bohrpfehlen und durch Flachgründung.

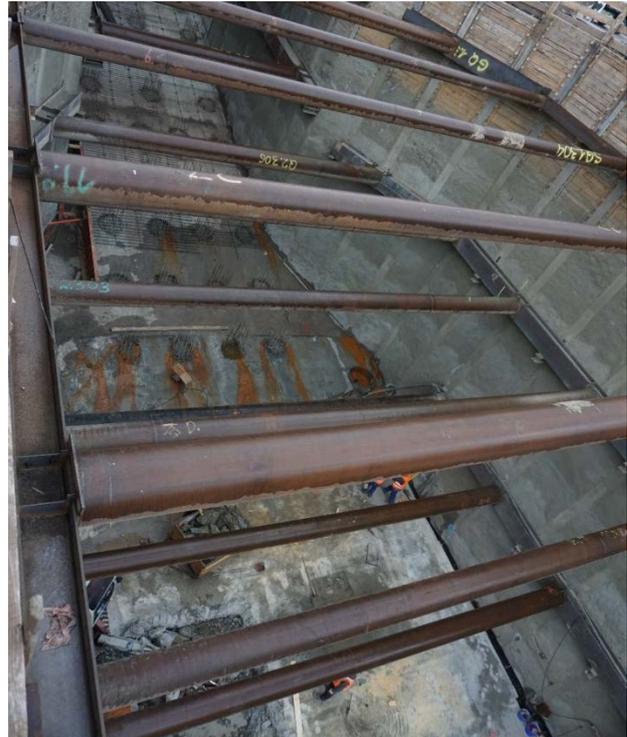


Bild 6: Dükerherstellung in offener Bauweise



Bild 7: Probeteilelement einer Trichterstütze



Bild 8: Ausblick auf die Baustelle

Eine weitere Besonderheit des Bauvorhabens Stuttgart 21 stellen die Trichterstützen da, die als Tragelement und zum Rauchabzug dienen sowie den unterirdischen Bahnhofsteil mit Licht versorgen sollen. Hierfür wurde vorab ein Probebauwerk bzw. ein Teilelement erstellt. Die dafür vorgesehenen Schalungen sind allerdings sehr aufwändig in der Herstellung, kostenintensiv und verschleißanfällig. Die Forderungen der Architekten, die Trichterstützen aus weißem Sichtbeton herzustellen, erwies sich ebenfalls als Schwierigkeit, da der verwendete Sichtbeton sich infolge der Oxidation blau verfärbt. Auch die vielen Probewürfel, bei denen vor allem im Bereich der Zusatzstoffe und Bindemittel viel experimentiert wurde, haben bisher noch nicht das erwünschte Ergebnis erzielen können.

4 Abendprogramm

Nach einer weiteren kurzweiligen Busfahrt (inklusive sehr gut gekühltem Bier dank unserem sympathischen und fürsorglichen Busfahrer Josep) kamen wir endlich in der Jugendherberge in Karlsruhe an. Nach einem kurzen Aufenthalt ging es auch schon zu Fuß los in das Badische Brauhaus. Dort verführte uns die Speisekarte mit regionalen Köstlichkeiten und selbst gebrautem Bier. Neben der Kulinarischen Verpflegung kam auch die Bildung nicht zu kurz.

Dank eines sehr informativen Vortrags von Herr Schulze, der als Sachverständiger bei Smoltczyk & Partner tätig ist, wurden wir ausgezeichnet auf den folgenden Tag vorbereitet. In seinem Karlsruher Projekt geht es um eine Kombilösung. Diese besteht aus mehreren Einzelprojekten, die zusammengekommen eine Neuordnung des öffentlichen Nahverkehrs darstellen.



Bild 9: Vortrag in entspannter Atmosphäre

Der Grund des Projektanstoßes ist die alte Struktur des Karlsruher ÖPNV, dieser verbindet das badische Unterland mit dem Schwarzwald. Sämtliche Straßenbahnen fahren durch die Innenstadt und führen zu Staus im Nadelöhr Kaiserstraße, die auch die Einkaufsmeile Karlsruhe darstellt. Durch die beengten Verhältnisse und der 30 Sekunden Taktung kam es in der Vergangenheit auch zu mehreren folgenschweren Unfällen! In Folge dessen begannen die Planungen für eine Untertunnelung. Der Projektstart war 2010 und die umfangreichen Vorbereitungen für den Einsatz der Tunnelbohrmaschine begannen. Erster Schritt der Baumaßnahmen war die Erstellung der neuen unterirdischen Haltestellen in Deckelbauweise. Zuerst wurde eine Hälfte der Haltestelle in der Reihenfolge Schlitzwand, Düsenstrahlsohle und abschließender Decke hergestellt und nachfolgend die andere Hälfte, damit der oberirdische Verkehr weiterlaufen konnte. Die Verbindung der Haltestellen wurde unter der kompletten Kaiserstraße mit einer Tunnelbohrmaschine, die auch die Haltestellen durchfuhr, hergestellt.

Im Anschluss des Vortrags wurden wir von unserem Professor mit 2 Runden Bier belohnt, die wir alle dankbar entgegen genommen haben. Nach interessanten Gesprächen mit Kommilitonen, Lehrstuhlmitarbeitern und Herr Schulze beschlossen wir nicht nachhause zu gehen sondern das Karlsruher Nachtleben auszutesten...

Nach einer kurzen Nacht stieß man am nächsten Morgen auf verquollene Gesichter im Frühstücksraum.

5 Kombilösung Karlsruhe

Nachdem wir am Dienstagabend bereits durch einen ausführlichen Vortrag über die Baumaßnahme aufgeklärt wurden, ging es am Mittwoch in der Früh zu Fuß zu den Baustellen der Kombilösung. Insgesamt soll im Rahmen der Kombilösung die Stadtbahn auf einer Länge von 3,4 km in einen Tunnel verlegt werden, um die Fußgängerzone in der Kaiserstraße wieder den Fußgängern und Radfahrern zur Verfügung zu stellen.



Bild 10: Zielbaugrube der Tunnelbohrmaschine

Dabei soll auch das Problem der dicht getakteten Stadtbahn, die wegen ihrer Wagenfarbe in Karlsruhe als „gelbe Wand“ wahrgenommen wurde, aus dem Sichtfeld der Bürger entfernt werden. Dies soll der Fußgängerzone ihr altes Gesicht zurückgeben und der Karlsruher Innenstadt langfristig dabei helfen, wieder zu einem lebendigen Ort zu werden.

Der Tunnel wird über Anschlussstücke in Deckelbauweise erschlossen und auf einer Länge von knapp 2 km mit einer Tunnelvortriebsmaschine ausgehoben. Er bleibt seitlich über Rampen an das bestehende Straßenbahn-Netz angeschlossen und soll sechs Straßenbahnlinien Platz bieten. In der einige hundert Meter südlicher und parallel zur Kaiserstraße gelegenen Kriegsstraße wird der Durchgangsverkehr in einem etwa 1,7 km langen Tunnel verschwinden. An der Oberfläche soll dadurch Platz für eine weitere Straßenbahn-Linie, den Verteilverkehr und gegebenenfalls für Grünflächen geschaffen werden.

Zunächst sind wir den neuen Stadtbahntunnel an der Oberfläche abgelaufen und konnten sehen, wo die neuen Haltestellen gebaut werden sollen. Vorbei an der Havarieleitung, die im Notfall eines hydraulischen Grundbruchs zur Flutung der Baugrube notwendig ist, ging es zum Start der Führung an der neuen Haltestelle Ettliger Tor. Zunächst sind wir in die Baugrube hinabgestiegen. Diese wurde gerade fertig ausgehoben. Eine Schwierigkeit ergab sich dabei durch Düskerzen, die bei der Herstellung der Bodenplatte im Düsenstrahlverfahren unerwünschter Weise entstehen. Momentan wird noch eine Schlitzwand abgebrochen, um den Durchgang zur offenen Bauweise zu schaffen.

Eine Besonderheit waren die freistehenden Schlitzwandlamellen in der Mitte der Baugrube zur Abstützung der selbigen. Danach haben wir von oben in den Trog hineingeschaut.



Bild 11: Freistehende Schlitzwandlamellen



Bild 12: Durchbruch Schlitzwand

Nachdem wir uns auf der Aussichtsplattform des K.-Infocenters einen Überblick über die Baustelle verschafft haben, ging es weiter in eine andere Baugrube der Haltestelle Ettliger Tor, in der schon die Rohbauarbeiten zum Innenausbau angelaufen sind. In dieser Baugrube wurde außerdem schon eine Druckluftkammer für den später folgenden Tunnelvortrieb in Richtung Marktplatz installiert. Auf oberirdischen Wege ging es für uns zur der Haltestelle Marktplatz. Zwischen den beiden Haltestellen wird der Tunnel in Bergmännischer Bauweise gebaut, aufgrund der hohen Leitungsdichte. Der Boden wurde durch Injektionsbohrungen vorbereitet. An der Haltestelle Marktplatz wurde gerade mit dem Aushub begonnen, der durch eine relativ kleine Öffnung im Deckel stattfindet. Teilweise wurde gerade erst die Schalung entfernt. Außerdem konnten wir ein einmaliges Phänomen beobachten. Ein sandiger Boden ist mehrere Tage in seinem ursprünglichen Zustand stehen geblieben. Dadurch ließ sich die Bodenschichtung eines Flusssediments erkennen.



Bild 13: Bodenschichtung



Bild 14: Aushub unter dem Deckel



Bild 15: Baugrube Haltestelle Marktplatz

6 Rastatter Tunnel

Der Rheintalbahnausbau von Rotterdam nach Genua sieht eine neue zweispurige Hochgeschwindigkeitsstrecke ($V_{\text{Entwurf}} = 250 \text{ km/h}$) zwischen Karlsruhe und Offenbach vor.

Durch die so entstandene Trennung von Fern- und Güterverkehr kann die Leistungsfähigkeit der Strecke deutlich gesteigert werden. Um die Bevölkerung von Rastatt und das FFH-Gebiet zu schützen, wurde sich für eine 4270 m lange Untertunnelung mit einem Auftragswert von 300 Mio. € entschieden. Der voraussichtliche Fertigstellungstermin ist für 2022 angesetzt.

Auftraggeber ist die DB Netz AG und Auftragnehmer sind die Ed. Züblin AG sowie die Hochtief AG welche sich zur ARGE Tunnel Rastatt zusammengeschlossen haben. Den Großteil des Bauprojektes bewältigt die Ed. Züblin AG als technisch federführendes Unternehmen, wobei die Hochtief AG die kaufmännische Leitung übernommen hat.

Als Hauptbestandteil dieses Projekts gelten die zwei Tunnelröhren mit einem Innendurchmesser von 9,60 m und einem Gleismittenabstand von 26,50 m, welche in 500 m Abständen mit Querstollen verbunden werden. Der dabei zu durchdringende Baugrund weist unregelmäßige Wechsellagerung von überwiegend bindigen Schichten (Schluff und Ton) mit bis zu 10 m mächtigen, grundwasserführenden Sandlagen auf. Das Grundwasser steht bis 3 m unter der Geländeoberkante an womit auf die Tunnelschale Wasserdrücke von bis zu 20 bar wirken. Ursprünglich sollte der Vortrieb bergmännisch mit einem Tunnelbagger im Schutze eines Eisdaches durchgeführt werden. Aufgrund der schwierigen Untergrundverhältnisse wurde sich letztendlich jedoch für eine geschlossene Bauweise mit Hilfe einer TVM (Tübbingausbau) im Schutze eines kreisförmigen Frostkörpers, welcher mit Hilfe von 42 Vereisungsbohrungen hergestellt wird entschieden. Dieses zum Großteil durch die Politik bestimmtes Bauverfahren verhindert das Einströmen von Bentonitsuspension in den ökologisch wertvollen Federbach, welcher das Herzstück des FFH-Gebiets Federbachaue darstellt. Zu diesem Zweck wurden zwei Tunnelvortriebsmaschinen der Firma Herrenknecht AG mit Längen von jeweils 90 m und Einzelgewichten von 1750 t angeschafft, auf welche zusammen rund ein Zehntel der Baukosten des Tunnels entfallen.

Die baugleichen TVM's sind jeweils mit einem Mixed Schild ausgestattet, bei dem die Ortsbruststützung durch eine Stützflüssigkeit (hier: Bentonit) und ein regelbares Druckluftpolster erfolgt. Aus Kostengründen wurde eine fliegende Schildanfahrt gewählt, welche ein Patent der Firma Hochtief ist. Anstatt eines Bocks als Widerlager wird dabei ein Druckring verwendet, welcher am Anfang der Tunnelröhre integriert ist. Die bei der Anfahrt zu durchdringende Ortsbrustschlitzwand ist nicht mit

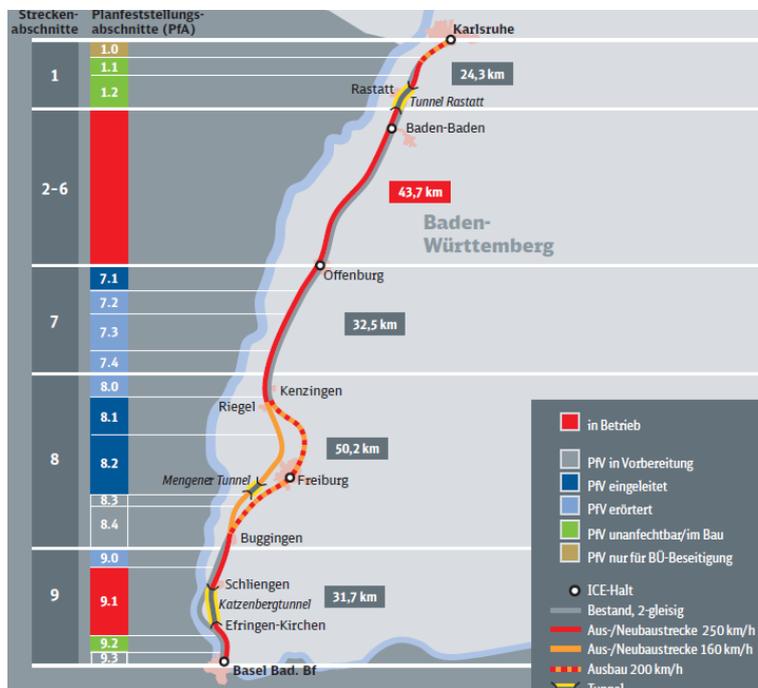


Bild 16: Planungsstand

Stahl bewehrt, sondern glasfaserverstärkt ausgeführt, um den Schneidkopf der TVM nicht unnötig zu beanspruchen.

Eine Trogbaugrube im Süden bzw. Norden mit Längen von 800m bzw. 895m werden als Anschlussbauwerke zwischen den Tunnelrohren sowie der oberflächennahen Bahntrasse errichtet. Für den aktuellen Baufortschritt für die südliche Trogbaugrube kann der Link (<http://extern5.1000eyes.de/cam/bt/00408CB71E12/>) zu den Live-Webcams genutzt werden.

Auf unserer Exkursion wurde die nördlich vom Tunnel gelegene Trogbaugrube besichtigt. Diese Baugrube wurde in sechs Docks unterteilt und nachfolgend abschnittsweise gebaut. Die Herstellung der Baugrube begann mit dem Einbringen der Spundwände. Um die enormen Kräfte aufzunehmen und die 18 m tiefe Baugrube herstellen zu können, wurden sehr große Spundwandprofile verwendet. Beim Einrammen der Profile kam es zu vereinzelt Schlosssprüngen, d.h. die benachbarte Spundwand springt aus der Führung. Dabei entstanden Undichtigkeiten in Verbauwand, welche nachträglich durch HDI-Verfahren saniert werden mussten. Nach Herstellung der Verbauwand wurde der Unterwasseraushub bis Endtiefe durchgeführt.



Bild 17: Baustelleneinrichtungsfläche

Aufgrund des hoch stehenden Grundwassers wurde das Verfahren einer hoch liegenden Dichtsohle in Form einer Unterwasserbetonsohle (UWBS) gewählt. Zur Rückverankerung der UWBS gegen Aufschwimmen wurden vor deren Herstellung GEWI-Pfähle der Stärke 63,5 mm und einer Länge von 16 m eingebaut. Letztendlich wurden für die nördliche Trogbaugrube insgesamt 2500 GEWI-Pfähle eingebaut. Auf schwimmenden Pontons wurden ca. 3% der GEWI-Pfähle stichprobenartig geprüft. Das anstehende Grundwasser in der Baugrube zeigte eine auffällig türkise Färbung. Diese entstand durch die basischen Eigenschaften der UWBS. Dies war unter anderem ein Grund, weshalb auf der Baustelle eine Wasseraufbereitungsanlage von Nöten war. Somit konnte das anfallende verschmutzte Wasser aufbereitet und in den Federbach eingeleitet werden.

Nach den vorbereitenden Maßnahmen musste die Baugrube noch gelenzt werden und die Herstellung der Baugruben ist somit abgeschlossen.