

CTL-Tunnelbau-Info 1/2006

Vorbereitungen für den Tunnelvortrieb laufen

Zukünftig wird der City-Tunnel Leipzig Kernstück des Bahn-Netzes im Großraum Leipzig/Halle sein. Hauptbestandteil dieses Bauvorhabens ist der ca. 4,0 km lange Tunnel inklusive der beidseitig anschließenden Rampen.



Lageplan City-Tunnel Leipzig

Er verbindet, zentral unter der Innenstadt gelegen, die Stationen Bayerischer Bahnhof, Wilhelm-Leuschner-Platz, Markt und Hauptbahnhof miteinander. Die Stationen werden vor Beginn der eigentlichen Tunnelbauarbeiten in offener Bauweise erstellt.

Der Tunnel wird aus zwei eingleisigen Tunnelröhren bestehen. Diese werden in bergmännischer Bauweise, im Schildvortrieb hergestellt und erhalten eine einschalige, wasserdichte und 40 cm starke Tübbingauskleidung¹.

Die Tunnelbohrmaschine (TBM) hat einen Außendurchmesser von 9,00 m und inklusive ihrer Versorgungseinrichtungen eine Gesamtlänge von ca. 65 m. Der Tunnel hat einen nutzbaren Innendurchmesser von 7,90 m.

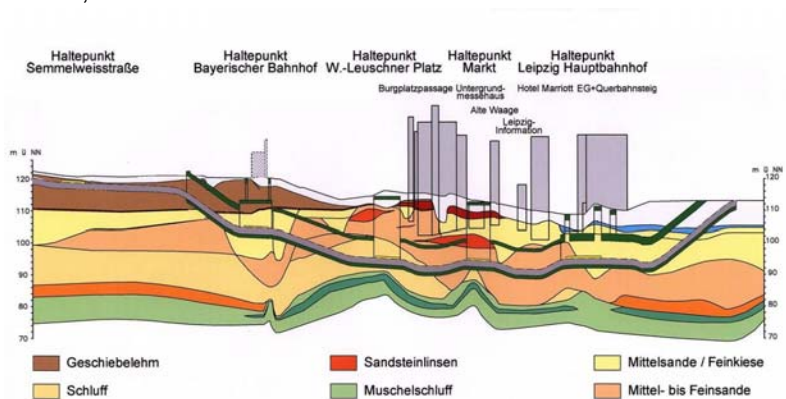
Die Fahrt der TBM wird im Sommer 2006 beginnen und nach ca. 20 Monaten beendet sein.

Geologie

Der City-Tunnel Leipzig wird in eiszeitlich geprägten, rolligen, quartären Lockergesteinen und rolligen sowie bindigen tertiären Sedimenten aufgeföhren. Von Süden nach Norden werden zunächst quartäre Flussschotter, d. h. Mittelsande und Feinkiese angefahren, bevor mit fallender Gradienten tertiäre Mittel- bis Feindsande sowie abschnittsweise auch weiche bis halb feste Schluffe in den Tunnelquerschnitt gelangen. Erst im nördlichen Streckenabschnitt zwischen dem HP Markt und dem Hauptbahnhof nehmen wieder quartäre Flussschotter den gesamten Querschnitt ein.

Hydrogeologie

Die hydrogeologischen Verhältnisse entlang der Tunneltrasse zeigen einen in zwei Stockwerke geteilten Grundwasserkörper, von denen der obere Grundwasserleiter sowie der nach unten anschließende Grundwasser-Nichtleiter durch die Tunnelröhren angeschnitten wird. Der Tunnel liegt dabei fast durchgängig unterhalb des Grundwasserspiegels, wobei die maximale Grundwasserhöhe über der Tunnelsohle ca. 18 m beträgt.



Geologischer Längsschnitt

¹ Tübbing ... werksgefertigte Betonringsegmente; als Ring zusammengesetzt bilden diese die Innenschale des Tunnels

Hindernisse

Im Leipziger Untergrund muss im Bereich der Tunnelröhren mit Hindernissen gerechnet werden. Hierzu gehören tertiäre Sandsteinlinsen bzw. -bänke, regellos verteilte, quartär umgelagerte Sandstein-Findlinge und fossile, teilweise verkieselte Baumstämme in den Flussschotter-Schichten.

Der Schildvortrieb

Der Bau der Tunnelröhren beginnt im Startschacht am Nordkopf des Bayerischen Bahnhofs. Er führt über die Stationen Wilhelm-Leuschner-Platz und Markt zum Hauptbahnhof.

Nach dem Ende der ersten Schildfahrt wird die TBM am Hauptbahnhof demontiert und oberirdisch zurück zum Bayerischen Bahnhof transportiert. Die Versorgungseinrichtungen und Nachläufer werden durch die fertig gestellte Tunnelröhre zurück gebracht. Nachdem die Anlage erneut aufgebaut wurde, kann die zweite Röhre aufgefahren werden.



Tunnelvortrieb mit Know how und modernster Technik

Vom Bayerischen Bahnhof bis zum Wilhelm-Leuschner-Platz liegen beide Tunnelröhren unter der Windmühlenstraße. Die Überdeckung² liegt bei etwa 10 m. Zwischen dem Wilhelm-

Leuschner-Platz und Markt unterfahren die Röhren die Bebauung beidseits der Peterstraße mit einer Überdeckung von ca. 15 m. Auf dem Weg von der Station Markt zum Hauptbahnhof unterqueren die Tunnel das Museum der Bildenden Künste und den Komplex des Marriott Hotels / Baudenkmal Goldene Kugel mit einem geringen Abstand zur Gründungssohle.

Zur Beobachtung der Auswirkungen des Tunnelbaus auf die Bebauung werden für die Bauzeit in den vom Tunnelbau tangierten Gebäuden Mess-einrichtungen installiert. Mit deren Hilfe können kleinste Setzungen schnell und äußerst präzise festgestellt werden. Bevor überhaupt Setzungen zu Schäden führen können, wird der betroffene Bereich mittels Zementinjektionen in den Untergrund stabilisiert. Diese Injektionen werden aus Schächten heraus durchgeführt, die zurzeit u. a. in der Schlossgasse, der Katharinenstraße und „Am Brühl“ gebaut werden. Insgesamt werden entlang der Tunnelstrecke 16 dieser Schächte errichtet.

Die Besonderheiten der Tunnelbohrmaschine

Die Schildmaschine wurde speziell für die beim City-Tunnel Leipzig erwarteten Verhältnisse konzipiert und entwickelt. Hierzu zählen:

- die innerstädtische Lage (Setzungsmi-nimierung),
- die erwarteten geologischen Verhältnisse und
- die Beherrschung von künstlichen oder natürlichen Hindernissen.

Hieraus resultierend wurden folgende Besonderheiten umgesetzt:

Schneidrad

In Abstimmung auf die geologischen Verhältnisse wurde für die TBM ein weitgehend geschlossenes Schneidrad gewählt. Hierdurch wird die Stabilität der Ortsbrust³ gewährleistet und die Gefahr des Herauslösen von einzelnen Findlingen reduziert.

Das Schneidrad ist insgesamt mit 176 Schäl-messern, 16 Räumern, 36 einfachen und 6 dop-pelten Schneidrollen. Der Einsatz der Schneid-rollen, auch als Disken oder Rollenmeißel be-zeichnet, ermöglicht den Abbau von harten und / oder vollflächig anstehenden Hindernissen (z.B. Findlingen).

² Überdeckung ... Abstand von Oberkante Tunnel bis zum Gelände

³ Ortsbrust ... Fläche vor der TBM, die abgebaut wird



Das Schneidrad mit 176 Schälmessern, 16 Räumern, 36 einfachen und 6 doppelten Schneidrollen

Die TBM wurde mit einem kippbaren Schneidrad ausgestattet, wodurch ein exzentrischer Überschnitt der Schneidrollen, bezogen auf den Schildmantel, möglich ist. Damit können auch Kurvenradien von minimal $R = 370$ m aufgefahren werden.

Lediglich zum Durchfahren von HDI⁴-Körpern wurde das Schneidrad zusätzlich mit einem verstellbaren Überschneider ausgerüstet. Die TBM hat somit einen maximalen Bohrdurchmesser von 9060 mm.

Zu Servicearbeiten vor dem Schneidrad, z. B. zur Wartung der Abbauwerkzeuge, kann dieses um bis zu 400 mm zurückgezogen werden.

⁴ HDI ... Hochdruckinjektion; werden diese in einem Raster in den Boden eingebracht, bilden sich sog. Bodenbetonkörper

Der Schildschwanz

Der Schildschwanz wird bei dieser TBM direkt angeschweißt. Auf den Einbau eines Schildgelenkes wurde verzichtet. Durch die Wahl dieser technologischen Lösung kann die Baulänge des Schildes deutlich reduziert werden. Zudem entfällt die systembedingte Schwachstelle eines Schildgelenkes, durch das Wasser und Boden eindringen können. Darüber hinaus kann durch diese Lösung die Zeit vom Gebirgsausbruch bis zum Einbau der Tübbing-Innenschale verkürzt werden. Die möglichen Setzungen werden durch diese Lösung minimiert.

Steinbrecher

Zur Zerkleinerung größerer Gesteinsbrocken ist ein Steinbrecher vorgesehen. Dieser kann Bruchstücke bis zu 800 mm Kantenlänge zerkleinern.

Spülsysteme

Die TBM wurde im Bereich des Schneidrades mit einem umfassenden Spülsystem ausgerüstet. Dieses System besteht aus 4 Spüldüsen sowie einer zusätzlichen Zentrumsspülung. Dadurch können während des Vortriebs Bodenverklebungen am Schneidrad vermieden werden.

Auch zur Freihaltung des Steinbrechers und der Tauchwandöffnung hinter dem Schneidrad wurde eine separate Spülung konzipiert. Die Brecherspülung gestattet ein Rückspülen der genannten Bereiche.

Seismische Vorauserkundung – SSP⁵

Das SSP-System ist ein Vorauserkundungsverfahren für den maschinellen Tunnelvortrieb mit flüssigkeitsgestützter Ortsbrust. Es handelt sich um ein seismisches Reflexionsverfahren, mit dem geologische Inhomogenitäten bzw. Störkörper bis zu einer Reichweite von ca. 40 m vor dem Schneidrad erkannt werden können. Bei der Schildfahrt kann somit rechtzeitig auf Veränderungen im Baugrund reagiert werden.

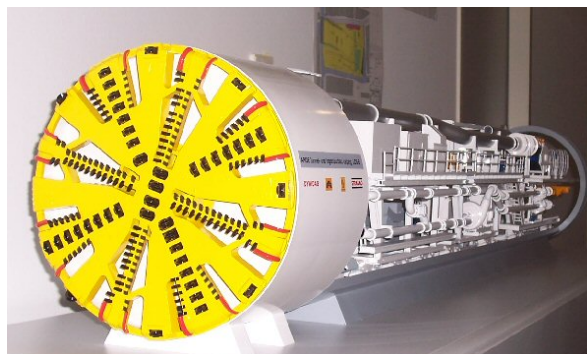
⁵ SSP ... Sonic Softground Probing



Blick vom Nachläufer 2 zur Tunnelbohrmaschine

Die Separieranlage

Zur Sicherung der Ortsbrust und Förderung des abgebauten Bodens wird eine Bentonitsuspension⁶ eingesetzt, die das Material bis zu 2,5 km von der TBM zur Separieranlage spült. Hier wird die Bentonitsuspension in 4 Schritten über Siebe und Hydrozyklonstufen wieder vom Boden getrennt und erneut zur TBM gepumpt. In diesem Kreislauf werden 1800 m³ Suspension pro Stunde bewegt. In der Separierung kann Boden bis zu einer Korngröße von 0,03 mm von der Suspension getrennt werden.



Das Modell der Tunnelbohrmaschine

Daten und Fakten im Überblick

Der Tunnel

Länge der Tunnelröhren	2 x 1465 m
Kleinster Kurvenradius	470 m
Innendurchmesser	7,90 m

Die Tunnelauskleidung

Uniring	7 Tübbings + 1 Schlusstein
Dicke	40 cm
Anzahl der Tübbingsteine	> 13.000 Stück
Gewicht eines ganzen Rings	ca. 47 t

Die Tunnelbohrmaschine (TBM)

Länge der Schildmaschine	9,65 m
Länge der Vortriebsanlage	65,00 m
Durchmesser vorn	9,00 m
Elektrische Leistung	2,6 MW

Gewicht der Schildmaschine	660 t
Gewicht des Schneidrades	100 t
Gewicht der Nachläufer	440 t
Gesamtgewicht	1100 t

Vortriebspresen	14 x 2 Stück
max. Druckkraft	65MN

Weitestgehend geschlossenes Schneidrad
Drehrichtung rechts und links
Antrieb elektrisch mit 8 E-Motoren á 110 kW

Besonderheiten
Sensoren zur Verschleißerkennung
Vorauserkundung SSP

Bausführung:

ARGE CITY-TUNNEL LEIPZIG LOS B
DYWIDAG Bau GmbH, München
ALPINE BAU DEUTSCHLAND AG
Oevermann GmbH & Co. KG
GSB Grund- und Sonderbau GmbH
STRABAG AG, Köln

Hersteller der Tunnelbohrmaschine:

Herrenknecht AG, Schwanau-Allmannsweier

⁶ Bentonitsuspension ... in Wasser eingemischtes, natürlich vorkommendes Ton-Gesteinsmehl (Herkunft Bayern)