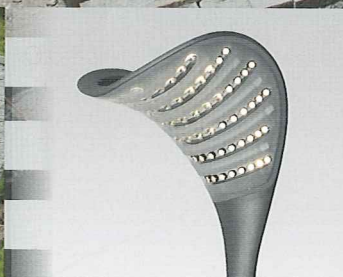
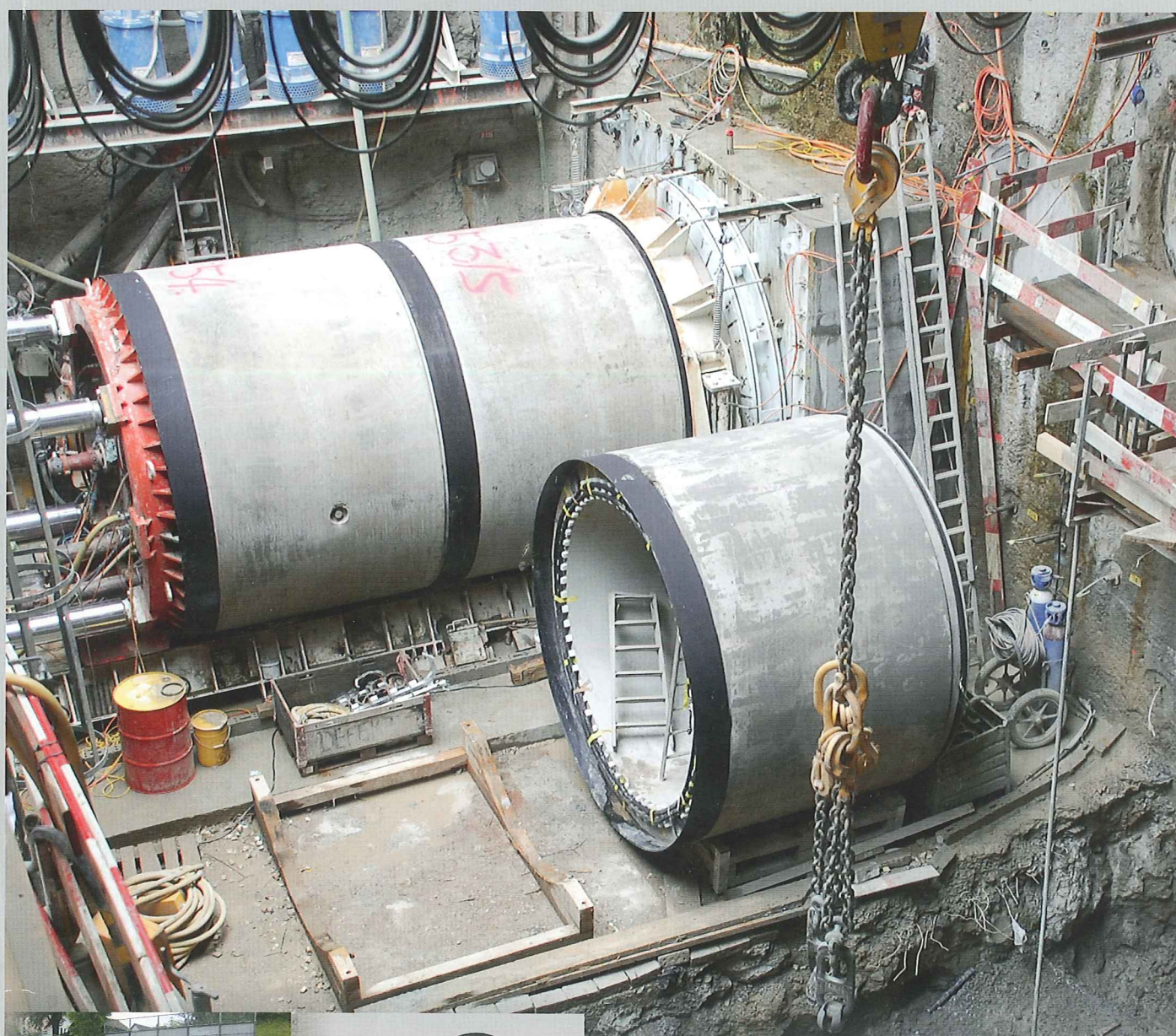


Infrastruktur- und Tunnelbau



Tiefbau • Infrastruktur • Strassen • Brücken • Schienen • Tunnel

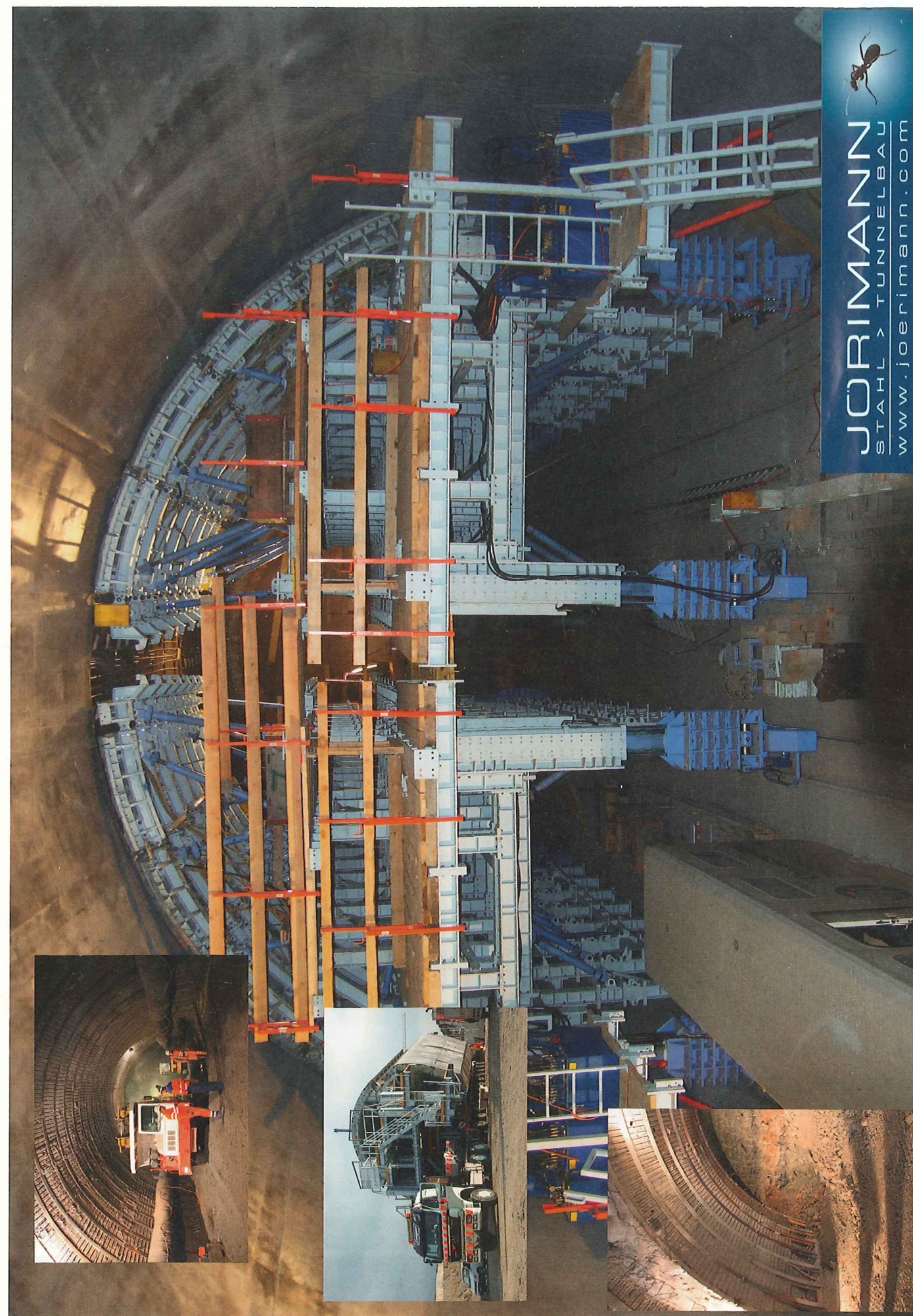


Tunnelbau unter der Stadt 7

Sanierung Bahninfrastruktur 15

LED-Leuchten für die Strasse 72

Schweizer
BauJournal



Durchmesserlinie Zürich ist auf Kurs

Curt M. Mayer

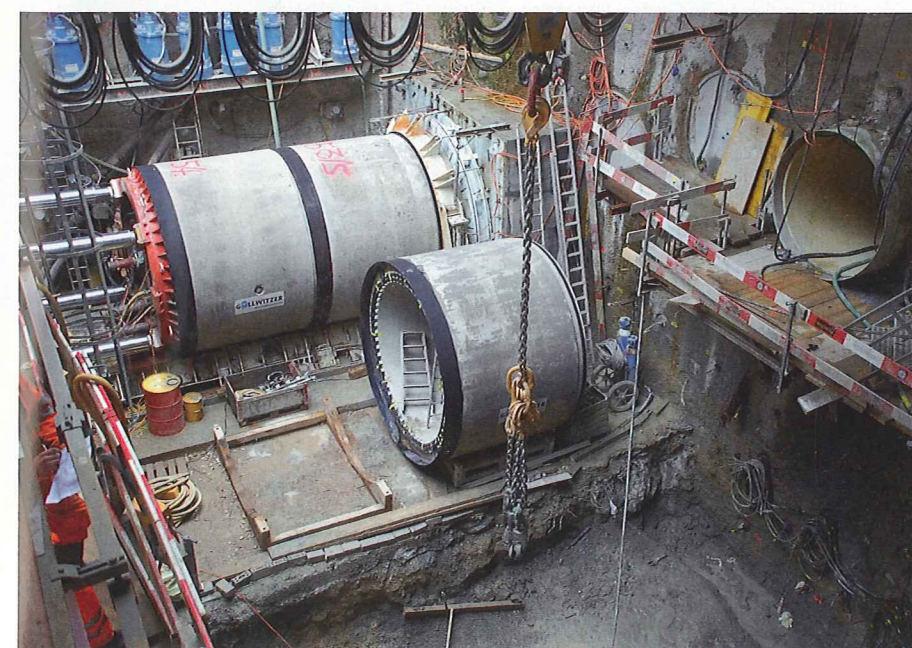
Von der Grossbaustelle zum Bahntechnikeinbau

Beim Zwei-Milliardenprojekt der knapp 10 km langen Durchmesser-Bahnlinie DML, vom Bahnhof Oerlikon unter dem Hauptbahnhof Zürich hindurch bis Altstetten, verlaufen die Bauarbeiten planmässig, und es ist bereits ein Investitionsanteil von 1,3 Mrd. Franken verbaut. Dieser Abschnitt der West–Ost-Achse der Bahn wird nach der auf 2015 terminierten Inbetriebnahme eine wesentliche Kapazitätssteigerung für den Hauptbahnhof Zürich im S-Bahn- und Fernverkehr bringen.

«Wir befinden uns in einer Übergangsphase vom Tunnel- zum Bahntechnik- und zum Brückenbau», resümiert Roland Kobel, Gesamtprojektleiter der DML bei der SBB, anlässlich einer Baustellenbegehung. «Realisierten bisher vier grosse Arbeitsgemeinschaften die vier Grossbaustellen Ausbau Oerlikon, Weinbergtunnel, Bahnhof Löwenstrasse und Brückenbauwerke Richtung Langstrasse, gehen die Arbeiten nun etappenweise über zu Dutzenden von kleineren Aufträgen. Diese umfassen den Innenausbau sowie die Bahntechnik im Bahnhof Löwenstrasse und im Weinbergtunnel. Und in Oerlikon beginnt der Ausbau des Bahnhofs, wozu auch eine spektakuläre Gebäudeverschiebung gehört». Von den praktisch

unbemerkt voranschreitenden Arbeiten im Tiefbahnhof Löwenstrasse sind die Rampe Richtung Altstetten und der Perronbau nahezu abgeschlossen. Im ein Stockwerk höher liegenden Technikgeschoss ist der Grundausbau im Gange, und in der Bahnhofhalle Sihlpost ist der Rohbau fertig. Im östlichen Teil laufen die Arbeiten am Perronbereich und für die neue Passage Gessnerallee. Damit die Anlieferung in diesem Bereich ohne Störung des öffentlichen Verkehrs abgewickelt werden kann, wurden verschiedene Anlieferpunkte rund um den HB eingerichtet. Für DML-Gesamtprojektleiter Kobel verlaufen die Planung und Bauausführung nach Programm: «Wir sind im Zeitplan und auch kostenmässig auf Kurs».

Vom Schacht Südtrakt des Hauptbahnhofs Zürich aus erfolgt der Rohrschirmvortrieb der 29 Querstellen von den beiden Längsstollen Nord und Süd aus. Darunter werden die beiden Gleise aus dem Weinbergtunnel auf die vier Gleise des Bahnhofs Löwenstrasse ausgeweitet.



Die durch einen Defekt im Frühjahr 2009 unter dem Bahnhofplatz stecken gebliebene und in der Folge einbetonierte Mikrotunnel-Bohrmaschine wird nun nicht geborgen. In 10 m Tiefe waren beim Vortrieb 3 m des Gewölbes ungestützt geblieben. Dadurch drohte eine lokale Senkung des vielbefahrenen Bahnhofplatzes. Die Gefahr wurde durch das Einpumpen von Beton in den Untergrund gebannt.

Die Untersuchung der Schadenursache wurde von unabhängigen Experten begleitet. Entgegen der ursprünglichen Absicht, die TBM an die Oberfläche zu heben, wurde nun in Anbetracht des Risikos entschieden, diese im Boden zu belassen.

Tunnelbohrmaschine erbrachte hohe Leistung

Die im Weinbergtunnel eingesetzte TBM hat im Frühjahr 2010 nach 4,1 km Vortrieb wie geplant den vorläufig letzten Haltepunkt erreicht. Anschliessend ist die Bohrmaschine umgebaut worden, um danach auf 200 m Länge den Flusslauf Limmat und den Bahnhofquai zu unterqueren.

Gestartet ist die TBM der neuesten Generation von Herrenknecht im Herbst 2008 aus einem 42 m tiefen Schacht auf der Ostseite des Tunnels in Oerlikon. Eindrücklich sind die Maschinendaten: Ihr Bohrkopf hat einen Durchmesser von 11,3 m, die Gesamtlänge beträgt 220 m und das Gewicht erreicht 3000 t. Der hydraulisch angetriebene Bohrkopf der Mixschild-TBM ist mit 46 Schneidrollen und 164 Schälmessern bestückt. 24 Vortriebspresen bringen eine Gesamtkraft von 115000 kN auf, pro Hub wird ein Vorschub von 2,8 m erreicht.

Der Bohrfortschritt durch den Molassefels des Zürichbergs betrug pro Arbeitstag 20 m. Das dabei leistungsbegrenzende Kriterium war nicht die TBM selber, sondern die Logistik für den Abtransport des Ausbruchmaterials. Die gesamte Ausbruchkubatur für den Weinbergtunnel und den unterirdischen Durchgangsbahnhof erreicht rund 2 Mio. m³. Die Baustellenlogistik für die gesamte DML beruht nach Vorgabe des Bauherrn auf Bahntransporten, wozu drei Bahnverladeanlagen in Betrieb waren.

Für den Weinbergtunnel erfolgte der Abtransport des Ausbruchs über den Bahnhof Oerlikon. Da dieser Vorortbahnhof sehr stark belastet ist, standen pro Tag nur 7 Zeitfenster zur Verfügung, in denen Züge mit Ausbruchmaterial beladen und ausgefahren werden konnten. Pro Tag konnten so 7 Züge mit je 1000 m³ abgeführt werden. Das ergibt insgesamt 1,3 Mio. m³ Material, welches wiederverwendet oder zur Auffüllung von Kiesgruben genutzt worden ist.

Mit Hydroschild unter Limmat durch

Der Abschnitt vom Central bis zum Schacht Südtrakt beim Hauptbahnhof Zürich stellt die grössten Herausforderungen an den Tunnelbau dar. In diesem innerstädtischen Bereich mussten die Limmat bergmännisch unterquert und zahlreiche wichtige Verkehrsträger sowie Versorgungsleitungen und ältere Einbauten im Untergrund sicher unterfahren werden. Darüber berichtete Josef Bolliger, Projektleiter der Implenia Bau AG, in seinem Vortrag anlässlich des Swiss Tunnel Congress 2011. Aus der Sicht der Arge Tunnel Weinberg mit den Firmen Implenia Bau AG, Wayss & Freitag Ingenieurbau AG, Bilfinger Berger Ingenieurbau AG und Prader Losinger SA erforderten die Komplexität der Aufgabe und die möglichen Schadenausmasse eine detaillierte Risikoanalyse mit einem Sicherheitsplan als Kernelement. Ausgehend von Fakten dient er drei Zielen: dem methodischen Erkennen und Visualisieren möglicher unerwünschter Ereignisse, der Beschreibung deren Auslöser und Mechanismen und der Festlegung von Massnahmen.

TBM-Umrüstung auf Hydroschild

Aufgrund der umfangreichen geologischen Untersuchungen sowie eingehender Risikoanalyse fiel die Wahl auf einen TBM-Hydroschild-Vortrieb. Für die bautechnisch anspruchsvolle Unterquerung der Limmat war die TBM ab Frühjahr 2010 in einer Tiefe von 17 m unter dem Central-Platz umgerüstet worden. Für diese verbleibende Strecke bis zum neuen Tiefbahnhof Löwenstrasse musste sie noch durch Lockergestein im Grundwasser fahren. Die Unterquerung der Limmat war nach Angaben der Basler & Hofmann Bauingenieure AG wegen dieser Bodenbeschaffenheit und dem dadurch bedingten Bohrverfahren rund um die Uhr, bis Ende 2010 vorgesehen.

Mit dem für eine sichere Flussunterquerung und zur Minimierung der Risiken gewählten setzungsarmen Bauverfahren des Hydroschildvortriebs kann nach den Erläuterungen des Gesamtprojektleiters Kobel der zur Ortsbruststützung erforderliche Druck sehr genau geregelt werden. Das erfolgte über ein Luftpolsster oder über die abgestimmten Drehzahlen der Förder- und Speisepumpen. Setzungen insbesondere in Bereichen geringer Überdeckung konnten so in Grenzen gehalten werden. Dementsprechend ist die TBM dafür auf Flüssigausbruch mit Bentonit-Stützung umgerüstet worden und stand dabei 20 m tief im Grundwasser, wo sie einem Druck von 2 bar standzuhalten hat. Der Lockergesteinsabbau wurde mit Schneidrad in einer Abbaukammer und



die aktive Ortsbruststützung mit Bentonit ausgeführt. Anstelle einer Bandanlage erfolgte die Materialförderung und der Bentonit-Vor-/Rücklauf über Förderleitungen zum Installationsplatz Brunnenhof.

Grossrohrschirm als Bauhilfsmassnahme

Um Ausbläser in die Limmat, die mit nur 10 bis 13 m Überdeckung unterfahren worden ist, oder Tagbrüche und unzulässige Setzungen im Bereich Bahnhofquai zu vermeiden, wurde vor der TBM-Durchfahrt ein Grossrohrschirm aus dem Schacht Südtrakt bis in die dichte Moräne, ungefähr Mitte Limmat, ausgeführt. Nach Angaben von Bolliger von der ATW, besteht der Rohrschirm aus sechs Rohren mit Aussendurchmesser

von 1960 mm und einem Rohr von 3300 mm. Zwischen den Rohren wurde der Baugrund, um Materialausbruch und Ausbläser zu verhindern, mittels Injektionen verfestigt. Anschliessend wurden die kleineren Rohre wie Pfähle bewehrt und mit SCC-Beton ausbetoniert. Ein grosses Rohr blieb für Interventionen zwecklos offen; infolge der Havarie vom April 2009 musste der Grossrohrquerschnitt angepasst werden.

Dichtblockinjektionen und Stützflüssigkeiten

Da mit der Schild-TBM nicht in den Schacht Südtrakt ausgefahren werden konnte, ist der Schildmantel inklusive Schildschwanz im Bereich des 16 m langen Dichtblocks abgedichtet und damit bis auf die letzten 30 cm entkernt und

Zum hohen Sicherheitsstandard des Weinbergtunnels gehört auch ein parallel verlaufender Flucht- und Rettungstollen. Er ist über acht Notausgänge im Abstand von 500 m mit dem Bahntunnel verbunden. Blick in den beim Central liegenden südlichen Eingangsbereich.



Mit Hydroschild unter Limmat durch

Der Abschnitt vom Central bis zum Schacht Südtrakt beim Hauptbahnhof Zürich stellt die grössten Herausforderungen an den Tunnelbau dar. In diesem innerstädtischen Bereich mussten die Limmat bergmännisch unterquert und zahlreiche wichtige Verkehrsträger sowie Versorgungsleitungen und ältere Einbauten im Untergrund sicher unterfahren werden. Darüber berichtete Josef Bolliger, Projektleiter der Implenia Bau AG, in seinem Vortrag anlässlich des Swiss Tunnel Congress 2011. Aus der Sicht der Arge Tunnel Weinberg mit den Firmen Implenia Bau AG, Wayss & Freitag Ingenieurbau AG, Bilfinger Berger Ingenieurbau AG und Prader Losinger SA erforderten die Komplexität der Aufgabe und die möglichen Schadenausmasse eine detaillierte Risikoanalyse mit einem Sicherheitsplan als Kernelement. Ausgehend von Fakten dient er drei Zielen: dem methodischen Erkennen und Visualisieren möglicher unerwünschter Ereignisse, der Beschreibung deren Auslöser und Mechanismen und der Festlegung von Massnahmen.

TBM-Umrüstung auf Hydroschild

Aufgrund der umfangreichen geologischen Untersuchungen sowie eingehender Risikoanalyse fiel die Wahl auf einen TBM-Hydroschild-Vortrieb. Für die bautechnisch anspruchsvolle Unterquerung der Limmat war die TBM ab Frühjahr 2010 in einer Tiefe von 17 m unter dem Central-Platz umgerüstet worden. Für diese verbleibende Strecke bis zum neuen Tiefbahnhof Löwenstrasse musste sie noch durch Lockergestein im Grundwasser fahren. Die Unterquerung der Limmat war nach Angaben der Basler & Hofmann Bauingenieure AG wegen dieser Bodenbeschaffenheit und dem dadurch bedingten Bohrverfahren rund um die Uhr, bis Ende 2010 vorgesehen.

Mit dem für eine sichere Flussunterquerung und zur Minimierung der Risiken gewählten setzungsarmen Bauverfahren des Hydroschildvortriebs kann nach den Erläuterungen des Gesamtprojektleiters Kobel der zur Ortsbruststützung erforderliche Druck sehr genau geregelt werden. Das erfolgte über ein Luftpolsster oder über die abgestimmten Drehzahlen der Förder- und Speisepumpen. Setzungen insbesondere in Bereichen geringer Überdeckung konnten so in Grenzen gehalten werden. Dementsprechend ist die TBM dafür auf Flüssigausrüstung mit Bentonit-Stützung umgerüstet worden und stand dabei 20 m tief im Grundwasser, wo sie einem Druck von 2 bar standzuhalten hat. Der Lockergesteinsabbau wurde mit Schneidrad in einer Abbaukammer und



die aktive Ortsbruststützung mit Bentonit ausgeführt. Anstelle einer Bandanlage erfolgte die Materialförderung und der Bentonit-Vor-/Rücklauf über Förderleitungen zum Installationsplatz Brunnenhof.

Grossrohrschirm als Bauhilfsmassnahme

Um Ausbläser in die Limmat, die mit nur 10 bis 13 m Überdeckung unterfahren worden ist, oder Tagbrüche und unzulässige Setzungen im Bereich Bahnhofquai zu vermeiden, wurde vor der TBM-Durchfahrt ein Grossrohrschirm aus dem Schacht Südtrakt bis in die dichte Moräne, ungefähr Mitte Limmat, ausgeführt. Nach Angaben von Bolliger von der ATW, besteht der Rohrschirm aus sechs Rohren mit Aussendurchmesser

von 1960 mm und einem Rohr von 3300 mm. Zwischen den Rohren wurde der Baugrund, um Materialausbrüche und Ausbläser zu verhindern, mittels Injektionen verfestigt. Anschliessend wurden die kleineren Rohre wie Pfähle bewehrt und mit SCC-Beton ausbetoniert. Ein grosses Rohr blieb für Interventionszwecke offen; infolge der Havarie vom April 2009 musste der Grossrohrquerschnitt angepasst werden.

Dichtblockinjektionen und Stützflüssigkeiten

Da mit der Schild-TBM nicht in den Schacht Südtrakt ausgefahren werden konnte, ist der Schildmantel inklusive Schildschwanz im Bereich des 16 m langen Dichtblocks abgedichtet und dann bis auf die letzten 30 cm entkernt und

Zum hohen Sicherheitsstandard des Weinbergtunnels gehört auch ein parallel verlaufender Flucht- und Rettungsstollen. Er ist über acht Notausgänge im Abstand von 500 m mit dem Bahntunnel verbunden. Blick in den beim Central liegenden südlichen Eingangsbereich.



Nachdem die für die Letzigrabenbrücke erforderlichen 23 Pfeiler grösstenteils ausgeführt sind, ist bis vor Weihnachten an der Rampe im Güterbahnhof die markant gelbe Vorschubschalung von 90 m Länge und 12 m Breite über das erste Pfeilerfeld montiert worden.

auf das Profil des Tübbinginnenradius mit Spritzbeton ergänzt worden. Für den Dichtblock sind 16 m lange Bohrungen in einem Abstand von 75 cm gebohrt worden, in die Manschettenrohre mit Injektionsventilen im Abstand von 33 cm versetzt wurden. Die Injektionen erfolgten druck- und volumengesteuert in den drei Phasen 1. Zement, 2. Feinstzement und 3. Weichgel. Mit Vorversuchen wurde die nötige Stützflüssigkeit in den verschiedenen Bodenmaterialien festgelegt. In seinem Bericht ging Bolliger weiter auf die Funktionen der Ben-

tonitsuspension bei der Hydroschildtechnik ein und nannte dazu:

- Stützung der Ortsbrust durch Aufbau eines entsprechenden hydrostatischen Drucks,
- Förderung des Abraumes in einem Spülungskreislauf mittels leistungsfähiger Pumpen zur Separieranlage über Tage,
- Aufbau einer drucklufthaltenden Dichtungsmembran für Inspektion der Ortsbrust oder Werkzeugkontrolle und Räumungsarbeiten in der Schneidradkammer.



Ablauf des Hydrovortriebs

Nach dem Umbau der Maschineninstallation auf den Nassbetrieb konnte Anfang Juni 2010 mit dem Hydrovortrieb begonnen werden, wie Bolliger vor dem Swiss Tunnel Congress 2011 weiter ausführte und einräumte: «Die über 4300 m lange Förder- und Speiseleitung verursachte zu Beginn einige Stillstände infolge undichter Rohrverbindungen. In der Molasse waren Vortriebsleistungen von 2 bis 3 m/AT im Zweischichtbetrieb möglich, da die installierten Schlammbecken von 3300 m³ und die Leistung der Kammerfilterpressen und vor allem die intensiven Unterbrüche für das Spülen des Bohrkopfes gegen das Verkleben leistungsbestimmend waren. Im Bereich der Seeablagerung/Schotter konnten wir Vortriebsleistungen bis 7,46 m/AT im Dreischichtbetrieb erreichen». Das Ausbruchmaterial fiel in den drei Komponenten Grobmaterial, Feinmaterial und Schlamm an, wurde systematisch analysiert und den entsprechenden Deponien zugewiesen. Der Schlamm wurde mit den Kammerfilterpressen zu Kammerfilterkuchen verarbeitet.

Arbeiten unter Druckluft

Um einen störungsfreien Vortrieb zu gewährleisten, waren systematische Drucklufteinstiege für die Kontrolle der Bohrkopfwerkzeuge, Disken, Schälmesser und Räumer notwendig. Bei Druckluftarbeiten unter Überdruck müssen die entsprechenden zugelassenen Aufenthaltszeiten im Überdruck und der Ausschleusung berücksichtigt werden, betonte der Implenia-Projektleiter und wies darauf hin, dass jeder Mitarbeiter, der unter Druckluft beschäftigt wird, ärztlich auf die Drucklufttauglichkeit untersucht werden muss. Beim Hydrovortrieb des Weinbergtunnels unter der Limmat sowie dem Bahnhofquai mit grossem Bohrdurchmesser und bei geringer Überlagerung wurde der Sicherheit gegen Tagbruch und dem Problem schädlicher Oberflächensetzungen grosse Aufmerksamkeit geschenkt, was zum erfolgreichen Ablauf beigetragen hat, wie Josef Bolliger von Implenia resümiert.

Zwei neue Brücken Richtung Westen

Die westliche Ausfahrt der DML aus dem unterirdischen Durchgangsbahnhof zwischen Langstrasse und Bahnhof Altstetten wird durch zwei Hochbrücken von 1,55 km Gesamtlänge gebildet. Die beiden eingleisigen Brücken Kohlendreieck- und Letzigrabenbrücke stehen im Bau und die Arbeiten schreiten planmässig voran. Die neue Kohlendreieckbrücke von 394 m Länge

wird zwischen der Strassenunterführung Langstrasse und der Hardbrücke gebaut. Daran anschliessend entsteht die neue 1156 m lange Letzigrabenbrücke, welche die Duttweiler-Strassenbrücke und in einem grossen S-Bogen das Gleisfeld bis zum Bahnhof Altstetten überquert. Vor dem Bahnhof Altstetten mündet die neue Linie in die bestehenden Streckengleise nach Dietikon. Die Kosten für den Bau der beiden neuen Brücken sind auf rund 300 Millionen Franken veranschlagt.

Gemäss den Projektverfassern bilden die Brücken dank ihrer schlichten Architektur und dem einheitlichen Material Beton eine optische Einheit. Der Brückenquerschnitt ist trogförmig, die Brückenpfeiler bis zu 16 m hoch. Die Innenwände des Brückentrogges der Kohlendreieckbrücke erhalten schallschluckende Elemente, um die Lärmemissionen zu reduzieren. Für die einspurige Letzigrabenbrücke rechnet die SBB für den Rohbau mit einer Bauzeit von sechseinhalb Jahren, für die Kohlendreieckbrücke mit zweieinhalb Jahren.

Ausführung mittels imposantem Lehrgerüst

Für den Bau der Brücken müssen die bestehenden Gleise teilweise umgebaut und das neue Trasse freigehalten werden. Dazu sind mehrere Gleise abzubauen oder umzulegen. Für die Letzigrabenbrücke finden die Schalungs- und Betonierarbeiten in luftiger Höhe auf einem Vorschubgerüst statt. Und das alles bei laufendem Bahnbetrieb. Dies erfordert nicht nur im Vorfeld eine exakte Planung, sondern auch eine sorgfältige Ausführung der Arbeiten. Für die gesamte Bauzeit haben die

Fakten zum Brückenbau

Länge:

Letzigrabenbrücke: 1156 m

Kohlendreieckbrücke: 394 m

Pfeilerhöhe: 6–16 m

Durchmesser der Pfeiler: 2,5 m

Anzahl Brückenpfeiler:

Letzigrabenbrücke: 23

Kohlendreieckbrücke: 7

Geschwindigkeiten:

Letzigrabenbrücke: 120 km/h

Kohlendreieckbrücke: 80 km/h

Rampen:

max. Steigung: 27‰

max. Gefälle: 40‰

Termine

Baubeginn Letzigrabenbrücke:

Pfeiler: Juli 2008

Brückenüberbau: Januar 2012

Baubeginn Kohlendreieckbrücke:

Pfeiler: August 2010

Rampenbauwerk West: Februar 2010

Rampenbauwerk Ost: April 2014

Baubeginn Bahntechnik: Januar 2015

Bauende und Inbetriebnahme: 2015



Der Teilabschnitt der DML aus dem Weinbergtunnel, welcher den Fluss Limmat unterquert, verläuft bis zum neuen Bahnhof Löwenstrasse nur 3–5 m unter dem denkmalgeschützten Südtrakt des Hauptbahnhofs. (Bilder: Curt Mayer)

Planer deshalb dreissig Bauetappen definiert, in denen die baulichen Massnahmen und die erforderlichen Provisorien festgelegt sind. Nachdem die 23 Pfeiler der Letzigrabenbrücke grösstenteils ausgeführt sind, ist bis kurz vor Jahresende an der Rampe im Güterbahnhof die markant gelbe Vorschubschalung von 90 m Länge und 12 m Breite über das erste Pfeilerfeld montiert worden. Diese dient als Betonierschalung für den Brückenkörper. Nachdem Anfang Jahr mit der ersten Betonieretappe begonnen wurde, ist der zukünftige Brückentrog bereits erkennbar.

Grossauftrag für Bahntechnik erteilt

Die Arbeiten an der neuen Bahnstrecke vom Züricher Hauptbahnhof zum Bahnhof Oerlikon wurde Ende Oktober mit einem Auftragsvolumen von 40 Mio. Franken an die Arge Bahntechnik DML erteilt. Nach einem einjährigen, aufwändigen Auswahlverfahren konnte sich die aus den Firmen Rhomberg Bau AG St. Gallen (Federführung), Implenia Bau AG Wallisellen und cablex AG Ostermundigen gebildete Arge durchsetzen.

Ausführung von Juli 2012 bis Dezember 2013

Das nächste Baulos beinhaltet einen Teil der Hauptarbeiten zur bahntechnischen Ausrüstung. Das betrifft neben der logistischen Gesamtkoordination insbesondere die Erstellung von rund 6 km feste Fahrbahn im Bahnhofsbereich und

im doppelspurigen Weinbergtunnel (einschliesslich Montage der Gleise mit 16 Weichen). Die gesamte Elektro- und Telekommunikationstechnik, inklusive Niederspannungs- und Sicherungsanlagen im Weinbergtunnel, wird durch die cablex AG ausgeführt. Verschiedene Sicherheitsinstallationen, wie beispielsweise Löschwasserleitung, Notbeleuchtung, Türen, Tore, Handläufe, Fluchtwegbeschilderungen und Fluchttollenbelüftung, wird die Implenia Bau AG realisieren. Nach Abschluss der Arbeiten bis Dezember 2013 und einer umfassenden Testphase ist die Inbetriebnahme im Juni 2014 geplant.

«Das Bauwerk unterquert Liegenschaften mit sensibler Nutzung wie die ETH Zürich oder das Universitätsspital, aber auch verschiedene bestehende Tunnelbauwerke. Dies erfordert eine sorgfältige Planung und natürlich viel Erfahrung in Bezug auf die für den Gleisbau notwendigen Arbeiten», so Dirk Diederich, Geschäftsführer Rhomberg Bahntechnik AG. ■

An der Letzigrabenbrücke beteiligte Firmen

Planung: Ingenieurgemeinschaft SLW & P; Locher Ingenieure AG, Schindler + Partner Ingenieure AG, Gruner AG, Wild Ingenieure AG

Statik: Bänziger Partner AG

Bauausführung: Arge ABD Strabag AG, Stutz AG, Anliker AG, Kibag AG, Frutiger AG