

www.tunnel-online.info

tunnel

4-5

August

Offizielles Organ der STUVA · Official Journal of the STUVA

2017

Breakthrough at the Belchen Renovation Tunnel | 8
Jaipur Metro Excavation: Settlement Reduction | 10
Albula Tunnel II: Ground Freezing | 18



bau || || verlag

Wir geben Ideen Raum

Contractors:
Arge Tulfes Pfons
› Strabag AG
› Salini Impregilo S.p.A.

Explorer

Hightech for every kind of rock:
The Herrenknecht Gripper TBM S-932 bores an exploratory tunnel with 15 km in length, and delivers important insights **for the excavation of the main tubes** of the Brenner Base Tunnel.

Pioneering Underground Technologies

› www.herrenknecht.com



tunnel 4-5/17

Offizielles Organ der **STUVA**
www.stuva.de



Beim Neubau des Albulatunnels II in der Raibler Rauwacke wurde für den Vortrieb in der geologisch schwierigen Zone aus siltigem Feinsand unter hohem Wasserdruck ein Gefrierkörper erstellt. Foto: Vortrieb im Gefrierkörper

For the construction of the Albula Tunnel II in the Raibler-Rauwacke, a freezing mass was created for the drive in this geologically challenging zone, which is composed of silty fine sand and exposed to high hydraulic pressure. Image: Excavation through frozen ground

Quelle/credit: Bauleitung Los 106, Albulatunnel II

Title

Für das Bahnprojekt Stuttgart–Ulm wurden im Februar und März 2017 zwei EPB-Schilde bei Herrenknecht in Schwanau technisch abgenommen. Die beiden 10,82 m großen Maschinen werden die zwei rund 8 km langen Röhren für den Albvorlandtunnel vorantreiben. Sie unterstützen ein weiteres Herrenknecht EPB-Schild am Boßler Tunnel sowie eine Herrenknecht Multi-Mode-TBM für den Bau des zweiröhrenigen Fildertunnels

For the Stuttgart–Ulm railway project, factory acceptance of two Herrenknecht EPB Shields took place in Schwanau in February and March 2017. The 10.82m-machines are going to build two 8km-long tunnel tubes for the Albvorland Tunnel. They will support another Herrenknecht EPB Shield for the Boßler Tunnel as well as a Herrenknecht Multi-mode TBM for the construction of the twin-tube Filder Tunnel

Quelle/credit: Herrenknecht

Nachrichten / News

2

Hauptbeiträge / Main Articles

Jaipur Metro: Vortrieb mit minimalen Setzungen unter historischem Stadttor

10

Jaipur Metro: Tunnelling with minimal Settlement under historical City Gate
James Clark; Chris Cooper

Albulatunnel II: Gefrierkörper ermöglichte sicheren Vortrieb in der Raibler Rauwacke

18

Albula Tunnel II: Ground Freezing ensured safe Drive Process in the Raibler-Rauwacke
Nikos Lavdas, MSc ETH Bau-Ing.; Pascal Zwicker, MSc ETH Bau-Ing.; Alex Schneider, Dr. sc. techn., Dipl. Bauing. ETH/SIA.; Wolfgang Orth, Dr.-Ing.

Baubetrieb / Construction Management

Stuttgart 21: Transport von 8 Millionen Tonnen Abraum

32

Stuttgart 21: Transport of 8 Million Tonnes of Spoil

Schalungstechnik / Formwork Technology

State Route 99 Tunnel: Schalwagen-Lösung für Doppelstock-Fahrbahn

36

State Route 99 Tunnel: Formwork Solution for Double-Deck Tunnel

Brandschutz / Fire Protection

Baulicher Brandschutz im Strenger Tunnel

40

Structural Fire Protection in the Strenger Tunnel
Dipl.Dipl.-Ing. Bianca Taferner

Fachtagungen / Conferences

Swiss Tunnel Congress 2017

45

SEACETUS 2017 in Kuala Lumpur

48

Produkte / Products

Komplexe Steuerungstechnik im Tunnel San Fedele

53

Complex Control Technology in the San Fedele Road Tunnel

Portalbeschichtung für den Tunnel de Choindex an der Schweizer A16

54

Portal Coating for the Tunnel de Choindex on the Swiss Autobahn A16

STUVA-Nachrichten / STUVA News

56

Fachbücher / Technical Books

öbv-Richtlinie: Schutzschichten für den erhöhten Brandschutz unterirdischer Verkehrsbawerke

78

Informationen / Information

Veranstaltungskalender / Event Calendar

79

Impressum / Imprint

80

Österreich

ARGE Swietelsky/SSB übernimmt Sanierung des alten Gleinalmtunnels

Die ASFINAG hat einen Großauftrag an zwei österreichische Bauunternehmen vergeben: Die Swietelsky-Bau in Graz und die SSB-Bau mit Sitz in Kärnten werden als Arbeitsgemeinschaft die Generalsanierung des fast 40 Jahre alten Gleinalmtunnels auf der A 9 Pyhrn Autobahn in der Steiermark durchführen. Laut ASFINAG-Geschäftsführer Alexander Walcher beträgt das Auftragsvolumen etwas mehr als 76 Millionen Euro. Der Start der Arbeiten ist bereits für Mitte September 2017 geplant, die voraussichtliche Fertigstellung soll Ende 2019 erfolgen.

Die Generalsanierung beinhaltet den Austausch der Fahrbahn und der gesamten Sicherheitstechnik, darüber hinaus soll auch die Tunnel-Zwischendecke komplett erneuert werden.

Der mehr als 8 km lange Gleinalmtunnel war seit 1978 als einröhri-ger Tunnel in Betrieb; in den vergangenen knapp vier Jahren errichtete die ASFINAG die zweite Tunnelröhre, die am 21. Juli 2017 für den Verkehr freigegeben wurde. 

Austria

JV Swietelsky/SSB to refurbish the old Gleinalm Tunnel

The ASFINAG has awarded a major contract to two Austrian construction companies: Swietelsky-Bau in Graz and SSB-Bau based in Carinthia will work as a joint venture to carry out the general refurbishment of the almost 40 year old Gleinalm Tunnel on the A 9 Pyhrn Autobahn in Styria. According to ASFINAG managing director Alexander Walcher, the contract volume is rather more than 76 million euros. The start of the refurbishment is already planned for the middle of September 2017 and the works should be completed by 2019.

The general refurbishment includes the replacement of the carriageway and the entire safety systems. In addition, the intermediate slab in the tunnel should be completely renewed.

The more than 8 km long Gleinalm Tunnel has been in operation since 1978 as a single-bore tunnel; in the past four years, ASFINAG has added a second bore, which was opened for traffic on 21 July 2017. 

Österreich

Brenner Basistunnel: Durchschlag beider Verbindungstunnel zur Eisenbahnumfahrung Innsbruck

Mitte Mai 2017 fand der erste Durchschlag eines Verbindungstunnels vom Unterinntal zum Brenner Basistunnel statt. Die seit 1994 bestehende Eisenbahnumfahrung Innsbruck wird somit mit dem von Innsbruck nach Franzensfeste führenden Basistunnel verbunden. Der Durchbruch des zweiten Verbindungstunnels fand Mitte Juli statt. „Nun ist eine unterirdische Verbindung zwischen dem Inntal und dem Wipptal für die zukünftige Eisenbahn geschaffen“ so Prof. Konrad Bergmeister, Vorstand der BBT SE, zu diesem historischen Ereignis.

Dies ist der erste Durchschlag, welcher im Zuge der Bauarbeiten am Baulos Tulfes-Pfons erfolgte, das im Sommer 2014 an die Bietergemeinschaft Strabag AG/ Salini-Impregilo S.p.A. vergeben worden war. Seit Herbst 2014 finden dort Bauarbeiten statt, welche bis zum Sommer 2019 andauern. Das Baulos Tulfes-Pfons umfasst den Ausbruch von 38 km Tunnel, wovon bereits etwa 29 km aufgeföhren sind.

Bis heute wurden im Projekt Brenner Basistunnel mehr als 68 km Tunnel von insgesamt 230 km ausgebrochen, davon rund 10 km Haupttunnel. Dies entspricht etwa 30% der gesamten Ausbruchsarbeiten. 

Austria

Brenner Base Tunnel: Breakthrough in both connecting Tunnels to Innsbruck Railway Bypass

Excavation is complete on both connecting tunnels that link the Innsbruck railway bypass, which has been operational since 1994, with the Brenner Base Tunnel. In mid-May 2017 the breakthrough of the eastern connecting tunnel took place below the town of Lans (south of Innsbruck). The breakthrough of the second connecting tunnel followed in mid-July 2017. "Now we have an underground rail link between the Inn valley and the Wipp valley", said Prof. Konrad Bergmeister, CEO of BBT SE, speaking of this historical event.

These are the first breakthroughs of the Tulfes-Pfons construction lot, which was awarded in Summer of 2014 to the bidder consortium Strabag AG/Salini-Impregilo S.p.A.. Works have been ongoing since fall of 2014 and are expected to continue until spring of 2019. The Tulfes-Pfons construction lot includes the excavation of 38 km of tunnels, over 29 km of which have already been driven.

So far, about 68 km of the entire Brenner Base Tunnel project have been driven. This means just under 30% of altogether 230 km have already been excavated. 

Australien**Sydney Metro: Tunnelbauauftrag im Wert von 2,8 Mrd. Dollar vergeben**

Der Bau eines zweiröhrigen Metro-Tunnels tief unter dem Hafen von Sydney und dem Central Business District (CBD) kann beginnen, nachdem die Regierung des australischen Bundesstaates New South Wales am 22. Juni 2017 einen Tunnelbauauftrag für das größte öffentliche Nahverkehrs-Projekt Australiens, das Sydney-Metro-Projekt, vergeben hat. Eine ARGE der Unternehmen John Holland (45 %), CPB Contractors (45 %) and Ghella (10 %) erhielt den Auftrag mit einem Wert von 2,81 Milliarden australischer Dollar (1,92 Milliarden Euro). Im Rahmen der zweiten Ausbaustufe des Sydney-Metro-Projekts (City & Southwest) beinhaltet dieser Auftrag unter anderem den Bau zweier Tunnelröhren von je 15,5 km Länge. Die Arbeiten sollen möglichst umgehend beginnen, damit die erste der fünf zum Einsatz kommenden TVM zum Ende des Jahres 2018 unter die Erde gehen kann. Der Auftrag beinhaltet die folgenden Planungs- und Bauaufgaben:

- Bau eines zweiröhrigen Tunnels über 15,5 km zwischen Chatswood und Sydenham, inklusive Unterquerung des Hafenbeckens und des CBD
 - 57 Querschläge sowie ein temporärer Zugangsschacht bei Blues Point
 - TBM-Startbaugruben bei Chatswood und Marrickville
 - Aushubarbeiten für die sechs neuen unterirdischen Metro-Stationen Crows Nest, Victoria Cross, Barangaroo, Martin Place, Pitt Street und Waterloo
 - Bau einer Kaverne bei Barangaroo, die den Spurwechsel der Metro-Züge ermöglicht
 - Entwurfsarbeiten und Fertigung von rund 99 000 Tübbing für die Tunnelinnenschalen
- Sämtliche Arbeiten des Bauloses sollen laut Plan bis Mitte 2121 abgeschlossen sein; 2014 soll die zweite Ausbaustufe der Metro Sydney in Betrieb gehen. 

Australia**Sydney Metro Project: 2.8 Billion Dollar Tunnelling Contract awarded**

Construction of new twin metro rail tunnels will begin deep under Sydney Harbour and the heart of the central business district CBD after a major tunnelling contract was awarded by the New South Wales (NSW) Government on June 22, 2017.

The 2.81 billion Australian dollar (1.92 billion euros) contract has been awarded to a joint venture of John Holland (45 %), CPB Contractors (45 %) and Ghella (10 %), to deliver twin 15.5 km tunnels and associated civil works on Stage 2 (City & Southwest) of the Sydney Metro project – Australia's biggest public transport project. The JV will start work immediately to get the first of five tunnel boring machines (TBMs) in the ground by the end of 2018.

Design and construction works under the Tunnel and Station Excavation Works contract include:

- Twin 15.5 kilometre tunnels from Chatswood to Sydenham travelling under Sydney Harbour and the CBD
- 57 cross passages approximately every 240 m and a temporary access shaft at Blues Point
- Tunnel launch sites at Chatswood and Marrickville
- Excavation of six new underground metro stations at Crows Nest, Victoria Cross, Barangaroo, Martin Place, Pitt Street and Waterloo
- A crossover cavern at Barangaroo to allow trains to cross from one track to another
- Design and manufacture of about 99 000 precast concrete segments to line the tunnels

The completion of the tunnel contract is expected in mid-2021. Stage 2 of Sydney Metro is scheduled to be put into operation in 2024. 

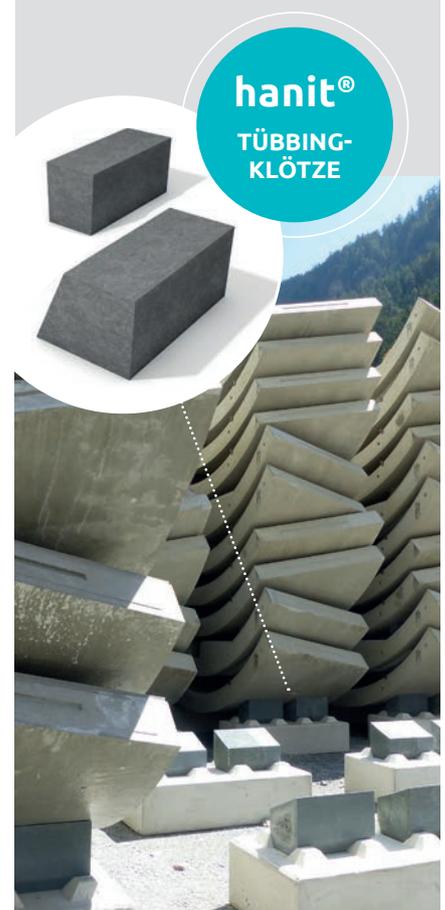
LEICHTGEWICHT FÜR TONNEN-LAST

Kein Tunnel ohne Tübbing. Doch bei Transport und Lagerung dieser Betonteile fallen gigantische Gewichte an – ein Fall für die hanit®-Tübbingklötze aus Recyclingkunststoff.

» Bis zu 90 Tonnen Traglast

» Korrosions- & verspannungsfreie Lagerung (3-Punkt)

» Projektbezogen anpassbar



HAHN
KUNSTSTOFFE
www.hanit.de

Gebäude 1027, 55483 Hahn-Flughafen

Deutschland

Pforzheimer Tunnel: Durchschlag im Mai 2017, Eröffnung im September 2018

Auf der Eisenbahnstrecke Karlsruhe–Mühlacker ist der Rohbau für den 909 m langen neuen Pforzheimer Tunnel geschaffen. Der von 1858 bis 1860 erbaute historische Pforzheimer Tunnel entspricht nicht mehr den heutigen Anforderungen des Bahnbetriebs, unter anderem, weil seine beiden Gleise einen Abstand von lediglich 3,64 m aufweisen. Daher wird parallel zum bestehenden Tunnel derzeit die neue, ebenfalls zweigleisige Röhre gebaut. Im August 2015 begannen die Hauptbauarbeiten. Der Durchschlag fand Anfang Mai 2017 statt, etwa drei Monate später als noch im Herbst 2016 vorgesehen war. Die Ursachen dafür lagen in der teilweise schwierigen Geo-

logie. Darüber hinaus wurde in der Schlussphase des Rohbaus auf die genehmigten Nacht-Sprengungen verzichtet, weil sie bei einzelnen Gebäuden zu einer Überschreitung der Lärmgrenzwerte geführt hätten.

Unmittelbar neben dem bestehenden Tunnel und bei geringer Überdeckung waren dann die letzten 15 Tunnelmeter besonders spannend und wurden von einem aufwändigen Mess- und Überwachungssystem intensiv begleitet. Mit einer Tagesleistung von rund 2 m pro Tag im Meißelvortrieb konnten diese abschließende Strecke erfolgreich aufgefahren werden.

Die neue Tunnelröhre berücksichtigt die geltenden Vorgaben an den Gleisabstand (4,00 m), die Sicherheitsbestimmungen und das Rettungskonzept. Außerdem erhält sie eine Sohle, um das Eindringen von Grundwasser zu verhindern. Der neue Tunnel wurde in Spritzbetonbauweise gebaut; dabei mussten etwa 600 m im Fels und etwa 300 m im Lockergestein durchörtert werden, letztere im Schutze eines Rohrschirmes. Der an den Vortrieb anschließende Bauablauf wurde in den einzelnen Gewerken verdichtet und neu strukturiert. Die Inbetriebnahme des neuen Pforzheimer Tunnels ist daher, trotz der Verzögerung beim Rohbau, nach wie vor für September 2018 vorgesehen; der historische Tunnel wird stillgelegt. Die Gesamtinvestitionen für das Projekt liegen bei 88 Millionen Euro.

G. B.



Germany

Pforzheimer Tunnel: Breakthrough in May 2017, Opening in September 2018



Der neue Pforzheimer Tunnel wurde in Spritzbetonbauweise gebaut. Dabei mussten etwa 600 m im Fels und etwa 300 m im Lockergestein durchörtert werden

The new Pforzheimer Tunnel has been built using the shotcrete method, with about 600 m passing through rock and about 300 m through soil

Structural works in the new 909 m long Pforzheimer Tunnel on the railway line from Karlsruhe to Mühlacker have been completed. The original Pforzheimer Tunnel, built between 1858 and 1860, was no longer suitable for current requirements for rail operation, including the fact that its two tracks only had a spacing of 3.64 m, so a new twin-track tunnel has been built parallel to the existing tunnel. The main construction works started in August 2015 and the tunnel was broken through at the start of 2017, about three months later than it was still scheduled in autumn 2016.

The causes for this were the sometimes difficult geology. In addition, the approved night-time

blasting had to be abandoned in the final phase of excavation because it led to noise thresholds being exceeded in individual buildings.

Immediately next to the existing tunnel and under shallow cover, the last 15 metres of the tunnel were then particularly tense and were accompanied by an extensive system of measurement and monitoring. This final stretch was finally overcome by excavating with hammers with a daily advance rate of about 2 m.

The new tunnel maintains the currently valid regulation for track spacing (4.00 m), the safety requirements and the escape plan. It also has an invert in order to prevent the penetration of groundwater. The new tunnel was built by the shotcrete method, with the first approx. 600 m being through rock and about 300 m in soil under the protection of a pipe canopy. The construction schedule after the completion of tunnelling has been squeezed in the individual activities and restructured. Despite the delayed structural completion the opening of the new Pforzheimer Tunnel is thus still planned for September 2018, after which the historic tunnel will be closed. The total investment is 88 million euros.

G. B.



Literatur/References

- [1] Neuer Pforzheimer Tunnel – Tunnel 1/2015, Seite 9

Deutschland

Boßlertunnel: TVM hat mit Bau der zweiten Tunnelröhre begonnen

Käthchen, die Tunnelvortriebsmaschine, mit der die DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH den Boßlertunnel auf der Neubaustrecke Wendlingen–Ulm auffährt, befindet sich seit dem 18. April 2017 auf ihrer zweiten Schildfahrt. Das 11,39 m durchmessende Schneidrad hat vom Portal Aichelberg aus die rund 8800 m lange Weströhre in Angriff genommen. Analog zur parallel verlaufenden Oströhre, die die im November 2016 fertiggestellt wurde, wird die 110 m lange und 2480 t schwere TVM rund 4400 Tunnelringe aus etwa 30 800 Tübbingern verbauen. „Wir hatten gemeinsam mit den Baufirmen das ehrgeizige Ziel, unmittelbar nach den Osterfeiertagen Käthchen auf ihre zweite Reise zu schicken“, sagte Jörg Müller, DB-Projektmanager für den Projektabschnitt Alaufstieg. „Mein Dank geht an alle Beteiligten, dass wir dieses Etappenziel erreicht haben.“ Geplant ist, dass die TVM im Herbst 2018 am anderen Ende des Tunnels oberhalb des Filstals bei Mühlhausen im Tale das Tageslicht erblickt. 



Die TVM auf der Baustelle in Aichelberg vor dem Baustart der Boßlertunnel-Weströhre

The TBM on the Aichelberg construction site prior to tackling the Boßler west tube

Germany

Boßler Tunnel: TBM commenced Building the second Tunnel Tube

Käthchen, the tunnel boring machine (TBM), which the DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH is using to drive the Boßler Tunnel on the new Wendlingen–Ulm rail route, embarked on its second shield passage on April 18, 2017. The 11.39 m diameter cutting wheel began tackling the roughly 8800 m long west bore from the Aichelberg portal. In similar vein to the parallel running east tube, which was accomplished in November 2016, the 110 m long and 2480 t heavy tunnelling machine will install some 4400 tunnel rings comprising roughly 30 800 precast concrete segments. “Together with the contractor we had the ambitious aim of sending Käthchen on her second trip immediately after the Easter holidays”, commented Jörg Müller, DB project manager for the Alaufstieg contract section. “I have to thank all those involved for attaining this milestone”, Müller added. Planning foresees the TBM reaching the light of day at the other end of the tunnel above the Filstal Valley near Mühlhausen im Tale in autumn 2018. 

Quelle/Credit: Armin Klügus

INJECTION TECHNIQUE FOR THE SPECIAL CIVIL ENGINEERING AND TUNNELING
INJEKTIONSTECHNIK FÜR DEN SPEZIALTIEF- UND TUNNELBAU

DESOI®



Manufacturer of Injection Equipment | Hersteller von Injektionstechnik

DESOI GmbH | Gewerbestraße 16 | D-36148 Kalbach/Rhön | Tel.: +49 6655 9636-0 | Fax: +49 6655 9636-6666 | info@desoi.de | www.desoi.de

Deutschland

Martin Herrenknecht denkt auch mit 75 noch nicht ans Aufhören

2017 markiert nicht nur das 40-jährige Bestehen für den Herrenknecht-Konzern, für den Gründer und Vorstandsvorsitzenden stand auch ein persönliches Jubiläum ins Haus: am 24. Juni 2017 feierte Dr.-Ing. E.h. Martin Herrenknecht seinen 75. Geburtstag. Für die Feier mit Freunden und Verwandten hatte er sich ausnahmsweise mal drei Tage frei genommen. „Mehr geht nicht“, sagt Herrenknecht. „Es werden immer neue Tunnel gebraucht, die Arbeit ruft.“ Und die Arbeit ruft weltweit, denn Martin Herrenknecht führt sein Unternehmen nicht nur vom Schreibtisch in der Schwanauer Firmenzentrale – er ist dort, wo die internationalen Tunnelbauprojekte geplant und in die Tat umgesetzt werden. An 150 Tagen im Jahr ist er unterwegs, ein Firmenjet auf dem nahen Airport Lahr steht immer bereit.

Neuer Rekordwert im Auftragseingang

Die Geschäfte laufen gut. Sehr gut sogar: 2016 konnte der Weltmarktführer im Bereich der maschinellen Vortriebstechnik den Auftragseingang zum vierten Mal in Folge auf einen neuen Bestwert steigern, diesmal auf rund 1,27 Milliarden Euro. „Insgesamt haben wir mit dem Geschäftsjahr 2016 einen der besten Jahresabschlüsse hingelegt“, sagt Martin Herrenknecht. Fast 5000 Beschäftigte sind dafür im Einsatz.

Firmengründung 1977

1977, im Gründungsjahr der Herrenknecht GmbH hatte Martin Herrenknecht den Grundstein für den Erfolg bereits gelegt: MH1–MH3 – drei Maschinentypen, entwickelt im eigenen Ingenieurbüro, für den mechanisierten Rohrvortrieb im Lockerboden. Das 25 000-D-Mark-Darlehen Mindesteinlage für das Stammkapital der neuen Firma kam nicht von der Bank sondern von Martin Herrenknechts Mutter. Rückblickend betrachtet war die Starthilfe bestens angelegtes Geld: Zwei Jahre später verzeichnete

Germany

Martin Herrenknecht has no Intention of Retiring at 75



Quelle/Credit: Herrenknecht

Auch mit 75 ist Martin Herrenknecht (rechts) noch immer weltweit unterwegs – wie hier bei der Andrehfeier des norwegischen Follo-Line-Projekts im September 2016, gemeinsam mit Fernando Vara, Project Director des bauausführenden Acciona Ghella Joint Ventures

Even at 75 Martin Herrenknecht (on the right) is still on the move globally – like here at the start-up celebration for the Norwegian Follo Line project in September 2016 together with Fernando Vara, project director of the responsible Acciona Ghella JV

2017 marks the 40th jubilee of the setting up of the Herrenknecht Concern, but for its founder and board chairman there was a further reason to celebrate: on June 24, 2017, Dr.-Ing. E.h. Martin Herrenknecht turned 75.

For once he took all of three days off to mark the occasion with friends and relatives. “That’s the limit”, Herrenknecht declared, “there’s always a need for tunnels, duty calls”. And duty calls globally for Martin Herrenknecht, who runs his company both from his desk at its headquarters in Schwanau – but he is also present where international tunnelling projects are planned and implemented. He is on the move 150 days a year; a company plane is always on standby at the local airport at Lahr.

New Record Figure achieved for Orders

Business is prospering. Extremely well in fact: in 2016, the world’s leading enterprise in the field of mechanised tunnelling was able to augment its order book for the fourth year in a row to achieve a new record figure of around 1.27 billion euros. According to Martin Herrenknecht “the business year 2016 was one of the best annual turnovers ever.” A workforce of almost 5000 is involved here.

Company established in 1977

In 1977, the year when the Herrenknecht GmbH was founded, Martin Herrenknecht had already laid the foundation for its success: MH1–MH3 – three types of machine developed by his engineering office for mechanised pipe jacking in soft ground. The 25 000 DM loan as minimum stake for the nominal capital for the new firm did

A.S.T. Bochum

Armaturen- Schlauch- und Tunneltechnik

Armaturen- Schlauch- und Tunneltechnik für Beton, Wasser und Pressluft

A.S.T. Bochum GmbH
Kolkmannskamp 8
D-44879 Bochum

fon: 00 49 (0) 2 34/5 99 63 10
fax: 00 49 (0) 2 34/5 99 63 20
e-mail: info@astbochum.de



die junge Firma mit sechs Mitarbeitern die erste Umsatzmillion. Mit der stetigen Erweiterung der Anwendungsgebiete begann auch das Geschäft mit den größeren Maschinendurchmessern. Im 7000-Einwohner-Städtchen Schwanau wuchs so innerhalb nur einer Generation ein Weltkonzern heran, mit immer mehr Mitarbeitern für immer mehr und komplexere Bohraufträge, die nur durch technische Weiterentwicklung gemeistert werden konnten und die stetig steigenden Millionenumsätze 2007 schließlich in den Milliardenbereich hoben.

Mit 75 ist noch nicht Schluss

Auch 2017 soll wieder ein gutes Jahr werden, das Asien-Pazifik-Geschäft hatte 2016 ein 60-prozentiges Wachstum im Neugeschäft zu verzeichnen, und auch die Projekte in den Absatzmärkten Nord- und Südamerika haben mit einer Steigerung von 66 % in 2016 kräftig zugelegt. In europäischen Markt ergeben sich bei großen Infrastrukturprojekten für Herrenknecht in diesem Jahr bedeutende Auftragschancen. So beispielsweise im Großprojekt „Grand Paris Express“ mit über 200 km neuer Metrolinien. Ein weiteres Top-Projekt könnte der Brenner Basistunnel werden.

Ans Aufhören denkt Martin Herrenknecht auch mit 75 noch nicht: „Solange ich noch fit bin, möchte ich weitermachen“, sagt er. Die Nachfolge in der Konzernleitung ist indes schon geregelt. Sohn Martin-Devid (30), studierter Maschinebauer, arbeitet sich dafür ein. 

not come from the bank but from Martin Herrenknecht's mother. In retrospect the injected cash was highly worthwhile: two years later the young company with six members of staff reached its first million in turnover. Business involving larger machine diameters began in conjunction with the constant expansion of fields of application. In this way, within a generation, a global corporation grew in the little town of Schwanau boasting 7000 inhabitants, involving an increasing number of staff for a larger number and ever more complex tunnelling projects. These could only be tackled by dint of ongoing technical developments that saw increasing turnovers of many millions reach the billion mark in 2007.

More to come at 75

2017 looks like being another good year, business on the Asia-Pacific region registered a 60 % hike in 2016 in terms of new commissions and projects in the North and South America key markets increased substantially in 2016 with a 66% hike. This year too, Herrenknecht can be optimistic about the European market with major infrastructure projects in the offing. This applies for example to the major "Grand Paris Express" project involving more than 200 km of new metro lines. The Brenner Base Tunnel could emerge as a further top project. Now he's 75, Martin Herrenknecht is not thinking of stepping down: "As long as I'm fit, I want to keep going", he says. At the same time, the man to succeed him at the top has already been selected. Son Martin-Devid (30) a qualified mechanical engineer is gearing up to take over. 

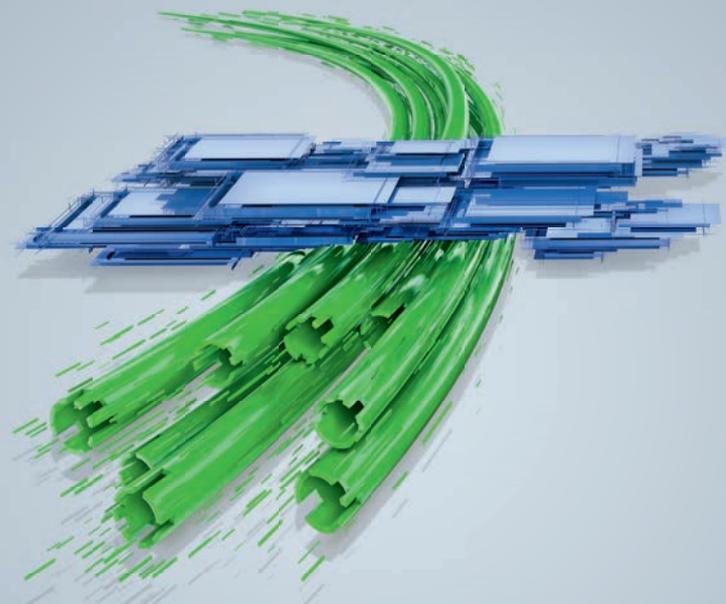


InnoTrans 2018

18.–21. SEPTEMBER · BERLIN

Internationale Fachmesse für Verkehrstechnik
Innovative Komponenten · Fahrzeuge · Systeme

innotrans.de



THE FUTURE OF MOBILITY

Kontakt

Messe Berlin GmbH

Erik Schaefer

T +49 30 3038 2034

F +49 30 3038 2190

schaefer@messe-berlin.de

 Messe Berlin

Schweiz

Durchschlag am Sanierungstunnel Belchen

Durchmesser 13,91 m, Gewicht 2000 Tonnen, Länge 75 m – die von Herrenknecht speziell für den Bau des Sanierungstunnel Belchen gefertigte Tunnelbohrmaschine (TBM) vom Typ Einachschild-TBM ist die größte ihrer Bauart. Bis zu 90 m Tunnel pro Woche bohrte und sicherte der Maschinenriese durch die anspruchsvolle und wechselhafte Geologie des Belchen-Höhenzuges. Unter der Regie der vom Schweizer Bundesamt für Strassen ASTRA beauftragten Marti Tunnelbau AG benötigte die Vortriebsmannschaft für die 3,2 Tunnelkilometer trotz Ein-Schicht-Betrieb von Montag bis Freitag nur gut 16 Monate. Sie steuerte die TBM damit drei Monate schneller durch den Berg als ursprünglich geplant.

Nach dem Bohrstart am Südportal bei Hägendorf (Kanton Solothurn) am 9. Februar 2016 feierten die Projektbeteiligten am 21. Juni 2017 den erfolgreichen Durchschlag am Nordportal bei Eptingen (Kanton Basel-Landschaft).

Der Belchentunnel, der zwischen Basel und Luzern das Jura-gebirge durchquert, ist für den Nord-Süd-Straßenverkehr via Gotthard sowie für den Schweizer Binnenverkehr von großer Bedeutung. Durch die beiden bestehenden, richtungsgetreuten Doppelspurröhren des A-2-Straßentunnels rollen derzeit durchschnittlich 55 000 Fahrzeuge pro Tag. Beide Röhren müssen infolge zunehmenden Gebirgsdrucks dringend saniert werden, um die Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Der jetzt aufgefahrene Sanierungstunnel wurde westlich der beiden bestehenden Röhren mit einem Abstand von 40 bis 116 m durch den Berg getrieben. Entlang der Tunneltrasse meisterten die Mineure der Marti Tunnelbau AG mit der Herrenknecht-Einachschild-TBM bei Überdeckungen von bis zu 360 m anspruchsvolle geologische Bedingungen. Weiche Gesteinsschichten wechselten sich mit bis zu 225 MPa harten Schichten ab, teils mit verkarsteten und wasserführenden Übergangszonen. Zudem waren lange Abschnitte im druckhaften Opalinuston und im quellfähigen Gipskeuper zu durchqueren. Durch die umfassende Kenntnis des Untergrundes aus den beiden bestehenden Tunnelröhren, gepaart



Am 21. Juni 2017 konnten die Mineure und Projektverantwortlichen den Durchstich der Tunnelbohrmaschine beim Sanierungstunnel Belchen feiern

On June 21, 2017 the miners and project managers celebrated the breakthrough of the tunnel boring machine at the Belchen renovation tunnel

Switzerland

Breakthrough at the Belchen Renovation Tunnel

Diameter 13.91 m, weight 2000 tonnes, length 75 m – the Single Shield TBM manufactured by Herrenknecht specifically for construction of the Belchen renovation tunnel is the largest of its kind. The giant machine bored and secured up to 90 m of tunnel per week through the complex and varied geology of the Belchen mountain range. Under the direction of Marti Tunnelbau AG, commissioned by the Swiss Federal Roads Office FEDRO, the tunnelling crew took only 16 months for the 3.2 km long drive, despite 1-shift operation Mondays to Fridays. As a result, they navigated the TBM through the mountain three months faster than originally planned.

After launching at the southern portal at Hägendorf (Canton of Solothurn) on February 9, 2016, the project participants celebrated the successful breakthrough at the northern portal near Eptingen (Canton of Basel-Country) on June 21, 2017.

The Belchen Tunnel, which cuts through the Jura Mountains between Basel and Lucerne, is of great importance to the north-south road traffic via Gotthard as well as for domestic Swiss traffic. Currently an average of 55 000 vehicles per day pass through the twin tube road tunnel of the A2 with two lanes in each direction. As a result of increasing rock pressure, both tubes are urgently in need of repair to ensure operational safety.

The renovation tunnel now completed was excavated through the mountain to the west of the two existing tubes at a distance of 40 to 116 m. Along the tunnel alignment with overburdens of up to 360 m the construction workers from Marti Tunnelbau AG mastered the challenging geological conditions with the Herrenknecht Single Shield TBM. Soft layers of rock alternated with up to 225 MPa

hard layers, in places with karstified and water-bearing transition zones. In addition, long sections of squeezing opalinus clay and swelling gypsum keuper had to be passed through. Thanks to the comprehensive knowledge of the ground conditions from the two existing tunnel tubes, coupled with the experience and know-how of all parties involved, "the machine was optimally designed for the demanding requirements of the alignment of the

mit der Erfahrung und dem Know-how der am Bau Beteiligten, „war die Maschine für die anspruchsvollen Anforderungen der Trasse beim Sanierungstunnel Belchen optimal ausgelegt“, fasste Baustellenleiter Sergio Massignani nach dem Durchstich zusammen:

Nach dem Abschluss des Endausbaus und der Inbetriebnahme des Sanierungstunnels im Jahr 2021 werden nacheinander die beiden aus den 1970er-Jahren stammenden bestehenden Röhren saniert, sodass in Nord- und in Südrichtung wie bisher je zwei Spuren zur Verfügung stehen und der Verkehr ungehindert fließen kann. Eine Kapazitätserhöhung durch die zeitgleiche Nutzung aller drei Röhren ist nicht vorgesehen. 



Der Vortrieb hatte im Februar 2016 am Südportal bei Hägendorf begonnen. Die Trasse führte durch anspruchsvolle geologische Abschnitte mit wechselnden Gesteinsschichten

The excavation of the renovation tunnel began in February 2016 at the southern portal near Hägendorf. The alignment featured complex geological sections with alternating rock layers

Belchen rehabilitation tunnel,” site manager Sergio Massignani summarized after the breakthrough.

After completion of the final works inside the tunnel and its commissioning in 2021, the two existing tubes dating from the 1970s will be renovated one after the other so that, as before, two lanes will be available in each direction, north and south, and the traffic can flow unimpeded. There are no plans of increasing the capacity in the future by using all three tunnels simultaneously. 

Quelle/Credit: Herrenknecht

LINING SYSTEMS

TUNNELBAHNEN

- Bester Korrosionsschutz
- Für Boden und Grundwasser
- Alles aus einer Hand
- Geprüfte Qualitätsprodukte
- Hohe Lieferfähigkeit



 **agru**
The Plastics Experts.

AGRU Kunststofftechnik GmbH
Ing.-Pesendorfer-Straße 31
4540 Bad Hall, Österreich

T. +43 7258 7900
F. +43 7258 790 - 2850
sales@agru.at

www.agru.at

Minimale Setzungen unter historischem Stadttor in Jaipur

Jaipur ist Indiens zehntgrößte Stadt und ein kultureller Schmelztiegel mit 6,6 Millionen Menschen. Das Zentrum der Stadt ist von einer sechs Meter hohen und drei Meter dicken Mauer umgeben, die von sieben Toren durchbrochen wird. Die 1727 gebaute Mauer und viele der Stadtstraßen wurden rosa gestrichen und sind es heute noch; sie gaben Jaipur den Spitznamen „Pink City“. Unter diesen zerbrechlichen, historischen Bauten wird Jaipurs erste U-Bahn verkehren, die Linie 1. Die oberirdische Phase 1A verläuft mit neun Haltestellen auf 9,63 km von Mansarovar bis Chandpol Bazaar und wurde im Juni 2015 eröffnet. Phase 1B verläuft unterirdisch und besteht aus 2,3 km und zwei Haltestellen unter dem ummauerten Zentrum. Die gesamte Linie 1 soll 2018 eröffnet werden.

Minimal Settlement under 18th Century Jaipur City Gate

Jaipur, India's tenth most populous city, is a cultural melting pot of 6.6 million people. The city's heart is encircled by a wall six meters high and three meters thick, with seven gated openings. Built in 1727, the walls and many of the old city streets were painted pink and remain so today, giving Jaipur the nickname of the "Pink City". It is below these delicate and iconic structures that Jaipur's first Metro, Line 1, will travel. The above-ground Phase 1A runs 9.63 km from Mansarovar to Chandpol Bazaar with nine stations, and was opened to the public in June 2015. Phase 1B is tunneled and consists of 2.3 km and two stations running below the walled center. The completed Line 1 is expected to open to the public in 2018.

James Clark, Projects Manager Robbins India, Indien/India;
Chris Cooper, Continental Engineering Corporation, Indien/India

Geologie und Torstrukturen

Eines der sieben Stadttore, Chandpol (Mond-Tor), befindet sich direkt über dem geplanten Tunnel zur Verlängerung der Linie 1 und ist ein historisches Wahrzeichen (**Bild 1**). Die Continental Engineering Corporation (CEC) wurde beauftragt, zwei Tunnelröhren von 2,3 km Länge mit einem Innerendurchmesser von 5,8 m zu bohren. Der Verlauf der Tunnel führt durch Baugrund, der sich geologisch generell in zwei Typen einteilen lässt. Der erste Typ besteht aus einer Mischung von schluffigen Sanden, der zweite aus schluffigen Sanden mit geringen Mengen Ton und Kies. Auf der Basis der festgestellten Kennwerte zur Bodendurchlässigkeit (der N-Werte), die größer oder gleich $N = 41$ sind, kann die Schicht als relativ dicht bezeichnet werden. Beide Baugrundtypen bestehen hauptsächlich aus feinem Sand oder einer Mischung aus Schluff und Sand. Auch der Ton enthaltende Baugrund wird von Sanden und Schluffen dominiert. Der Tonanteil beträgt weniger als 10%. Die gesamte Länge des unterirdischen Projektteils liegt über dem Grundwasserspiegel, so dass es keine Bedenken im

Geology and Gate Structures

Chandpol gate, one of the seven, is directly above the bore path for the Line 1 extension, and serves as a historical landmark (**Fig. 1**). Contractor Continental Engineering Corporation (CEC) was tapped to excavate twin tunnels 2.3 km in length with a 5.8 m inner diameter. The alignment of the tunnels traversed geology that can be generally divided into two types. The first type is composed of a mixture of silty sands and the second type of silty sands with minor quantities of clay and gravels. Based on the observed N-values, which are greater than or equal to $N = 41$, the strata can be described as relatively dense. Each soil type is either dominated by fine sands or a fairly equal mixture of silt and sand. The geology containing clay is still dominated by the sands and silts, with less than 10% clay content. The complete length of the underground section of the project is above the water table so there were no concerns regarding ground deterioration or running sand due to water ingress. Due to the low moisture content of the soil it was considered to be non-plastic.



- 1 Das 1727 errichtete historische Chandpol-Stadttor in Jaipur wird von der neuen Metro-Linie 1 unterquert

The historic Chandpol Gate of Jaipur, built in 1727, sits directly above the new Jaipur Metro line

Hinblick auf eine Baugrundverschlechterung oder fließenden Sand aufgrund von Wassereintritt gab. Aufgrund seines niedrigen Feuchtigkeitsgehalts wurde der Baugrund als nicht verformbar eingestuft.

Allgemein erwartete man nicht, dass die Geologie selbst größere Probleme beim TBM-Tunnelbau verursachen würde (bei Einsatz zweier EPBs). Dennoch gaben die geologischen Bedingungen in Verbindung mit der extrem geringen Überdeckung im Bereich des Startschachts (vor allem unterhalb des Chandpol-Tors) Anlass zu großer Sorge. Stadtmauer und Tor bestehen aus Steinblöcken verschiedener Größe, die mit Kalkmörtel verfugt und mit einer Putzschicht aus Sand und Kalkmörtel bedeckt sind. Ihr Fundament besteht aus unregelmäßig bemessenen Steinblöcken, die einer durch den Tunnel verursachten Absenkung des Bodens wenig bis gar nichts entgegenzusetzen haben. Vertraglich wurde das erlaubte Maß für eine Oberflächenabsenkung auf 4 mm begrenzt. Daneben existiert jedoch ein indisches Gesetz, das die Anforderungen verschärft: „... wer ein geschütztes Denkmal zerstört, beschädigt, verstümmelt, verunstaltet, verändert, entfernt, zerteilt, missbraucht, gefährdet oder es dem Verfall überlässt, oder von einem geschützten Denkmal Skulpturen, Schnitzereien, Reliefs, Inschriften oder ähnliche Objekte entfernt, wird mit einer Haftstrafe von bis zu sechs Monaten oder einem Bußgeld von bis zu fünftausend Rupien oder beidem bestraft.“ [1]

Generalüberholte Maschinen

Der Auftragnehmer entschied sich dazu, seine beiden Robbins-EPBs mit 6,52 m Durchmesser, die für den Vertrag BC-16 bei der U-Bahn Neu-Delhi verwendet worden waren, zu überholen. Bei jenem Projekt hatte eine der beiden Maschinen einen Projektrekord von 202 m innerhalb einer Woche erreicht – damit war sie beim Bau dieser U-Bahn schneller als alle 14 anderen TBM. Die Maschinen bohrten bis 2009 fünf verschiedene Röhren.



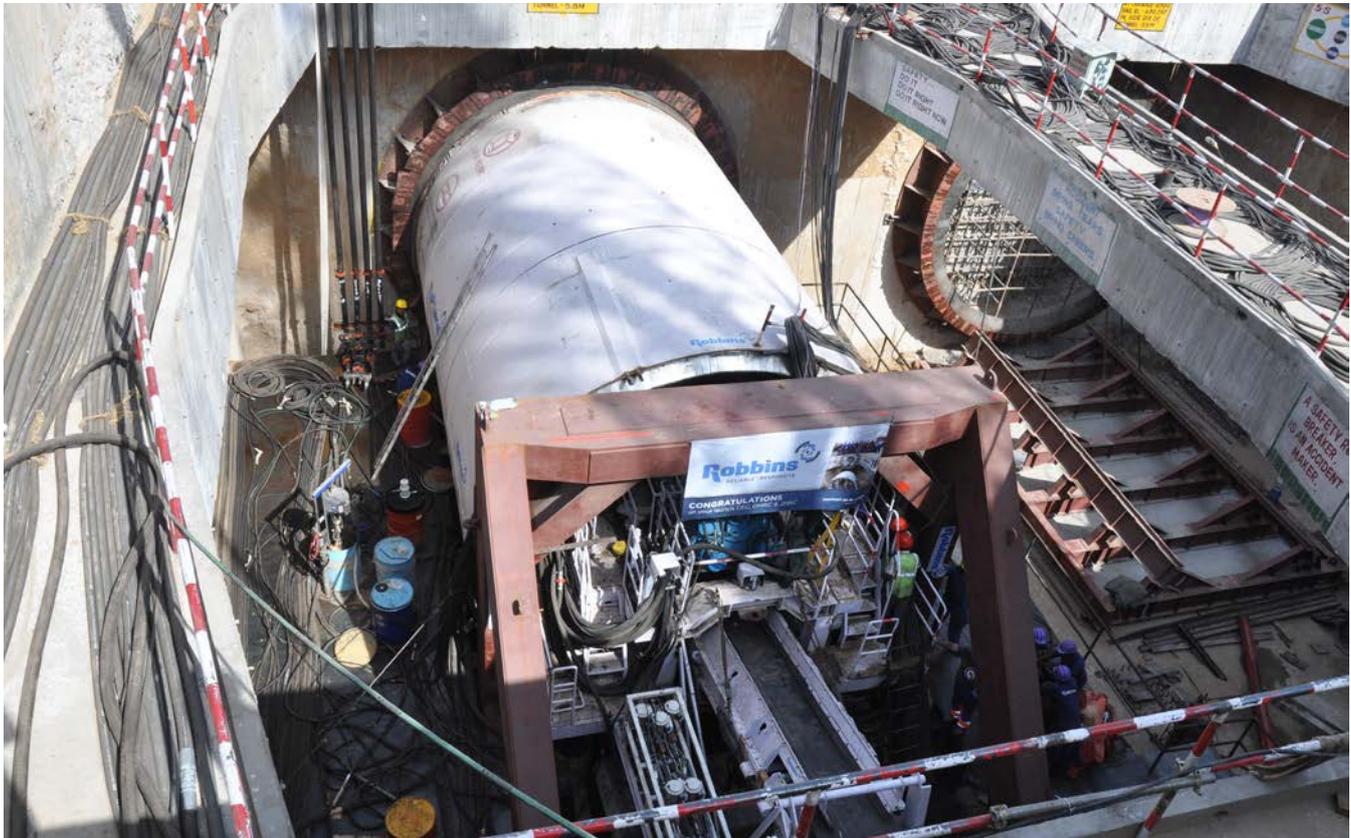
- 2 Das ausführende Bauunternehmen CEC setzte zwei generalüberholte Robbins EPB-Maschinen ein, die für den Bau der Metro in Neu-Delhi konstruiert worden waren. Das Bild zeigt den ursprünglichen Aufbau der Maschine

Contractor CEC opted to refurbish their two Robbins EPB originally built for the New Delhi Metro (original machine build pictured)

In general terms, it was not anticipated that the geology would cause any major problems to the TBM tunneling operations (utilizing two EPBs). However, the geological conditions coupled with the extremely low overburden in the area of the launch shaft (especially the section passing beneath Chandpol gate) was cause for major concern. The construction materials of the walls and gate consist of irregularly-sized pieces of stone cemented together with lime mortar and faced with a sand and lime mortar render. The foundations consist of irregularly-sized stone blocks that provide little to no resistance to tunneling-induced settlement. Contractually the allowable limit for surface settlement was set at 4 mm. However there was also an Indian archeological law in place that made the stakes a bit higher: “whoever destroys, injures, mutilates, defaces, alters, removes, disperses, misuses, imperils or allows to fall into decay a protected monument, or removes from a protected monument any sculpture, carving image, bas-relief, inscription or other like object, shall be punishable with imprisonment for a term which may extend to six months with a fine which may extend to five thousand rupees or with both” [1].

Rebuilt Machines

The contractor opted to refurbish its two 6.52 m diameter Robbins EPBs originally used for their contract BC-16 on the New Delhi Metro. On that project, one of the two machines achieved a project record of 202 m in one week – faster than any of the 14 other TBMs boring the metro line. The machines completed five different drives by 2009. The Robbins EPBs were refurbished in India, and customized for the Jaipur project. The original machines for New Delhi (**Fig. 2**) bored a straight tunnel and did not require active articulation, but a 430 m radius curve in Jaipur necessitated that the machines be articulated. The shields were essentially cut in half and another section put in to form articulation joints in the contractor’s casting yard. In addition, new a+b grouting systems were installed as well as sophisticated tunnel guidance systems to monitor each machine’s position.



Quelle/Credit (2): Robbins

- 3 Aufgrund des kurzen Startschachts wurde die erste EPB über eine Distanz von 85 m mit Versorgungsleitungen betrieben
The first EPB was launched using umbilical cables from a small jobsite in May 2015

Die Robbins-EPBs wurden in Indien generalüberholt und für das Jaipur-Projekt umgebaut. Die Originalmaschinen (**Bild 2**) hatten in Neu-Delhi einen geraden Tunnel gebohrt, für den keine aktiven Schildgelenke erforderlich waren; in Jaipur jedoch machte eine Kurve von 430 m Radius Gelenke an den Maschinen notwendig. Die Schilde wurden auf der Baustelle des Auftragnehmers in zwei Hälften geteilt und eine weitere Sektion mit einem Schildgelenk eingefügt. Weiterhin wurden neue Zwei-Komponenten-Hinterfüllanlagen (A+B Verpresssysteme) sowie technisch hochwertige Steuerleitsysteme zur Positionsüberwachung der Maschinen installiert.

Die endgültige Spezifikation der überholten Maschinen liest sich wie folgt:

- Speichenbohrkopf mit Werkzeugen für Weichgestein, Öffnungsverhältnis 60 %
- Bohrdurchmesser: 6550 mm
- Maximales Bohrkopfdrehmoment : 5148 kNm
- Spitzendrehmoment des Bohrkopfs: 6178 kNm
- Anzahl der Vortriebspresen: 16
- Hub der Vortriebspresen: 1750 mm
- Maximaler Vorschub: 32 000 kN
- Aktives Schildgelenk
- Zahl der Gelenkzylinder: 12

The final specification of the refurbished machines is shown below.

- Spoke-type cutterhead equipped with soft ground tools; opening ratio of 60%
- Excavation diameter: 6550 mm
- Maximum cutterhead torque: 5148 kNm
- Exceptional cutterhead torque: 6178 kNm
- Number of thrust cylinders: 16
- Thrust cylinder stroke: 1750 mm
- Maximum operating main thrust: 32 000 kN
- Active articulation
- Number of articulation cylinders: 12
- Articulation cylinder stroke: 250 mm
- Maximum articulation thrust: 32 000 kN
- Screw conveyor internal diameter: 900 mm

Settlement Reduction Planning

Several options were considered regarding ground consolidation by pre-injection, both beneath the gate and throughout the zone of influence either side of the gate. However, concerns were raised that injection operations may in fact disturb the dense silty sand, resulting in a reduction of its structural integrity rather than improving its properties. Finally, it was decided to restrict treatment operations to sealing and filling of the voids and cavities in the stone foundations of the gate. Injection of OPC grout pumped under low pressure.

- Hub der Gelenkzylinder: 250 mm
- Maximaler Vorschub im Schildgelenk: 32 000 kN
- Innendurchmesser der Förderschnecke: 900 mm

Planung zur Setzungsminimierung

Zur Baugrundverfestigung durch Vorinjektionen wurden mehrere Optionen geprüft, sowohl für das Gebiet unterhalb des Tores als auch für den Einzugsbereich zu beiden Seiten. Es gab jedoch Bedenken, dass derartige Injektionsmaßnahmen den dichten, schluffigen Sand stören und zu einer Minderung der strukturellen Integrität führen könnten, statt die Baugrundeigenschaften zu verbessern. Letztendlich beschloss man, die Maßnahmen auf das Abdichten und Verfüllen der Freiräume und Hohlräume im Steinfundament des Tors zu beschränken. Dies wurde durch das Einspritzen einer Masse aus handelsüblichem Portland Zement – Ordinary Portland Cement (OPC) – unter geringem Druck erreicht. Das Hauptaugenmerk lag nun auf der Oberflächensetzungs-kontrolle und der Überwachung der Vibrationen, um Schäden am Tor zu verhindern. Dies wurde gewährleistet durch ein stringentes System zur Setzungskontrolle, dessen Ergebnisse direkt in die TBM-Steuerkabine weitergeleitet wurden, damit dort Entscheidungen zu eventuell notwendigen Anpassungen der TBM-Betriebsparameter getroffen werden konnten.

Ein herkömmliches, manuelles Beobachtungssystem, das die Anordnung zahlreicher Messpunkte an der Oberfläche beinhaltete, wurde entlang der Trasse beider Tunnel installiert. Die Dichte der Oberflächenmesspunkte war unterschiedlich, aber im Bereich zum Tor und darüber hinaus wurden für jeden Tunnel bis zu vier Punkte pro Meter angebracht. Ein automatisches System aus zwölf Prismen zu beiden Seiten der Torstruktur, Schwingungsmonitoren und acht Bohrloch-Extensometern lieferte konstante Messungen, die ausgewertet und in einer mit Computern ausgestatteten Kontrollstation aufgezeichnet wurden. Bereits

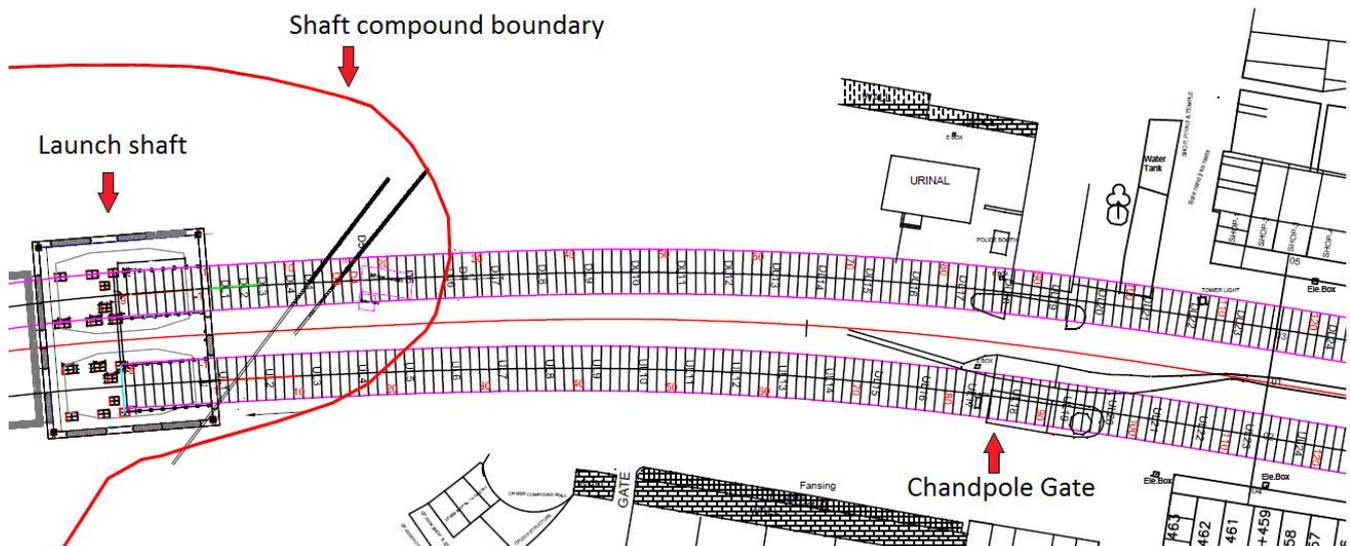
Control of surface settlement and vibrations would now be the main mitigation measure in preventing damage to the gate. This would be achieved by undertaking a strict regime of surface monitoring, the results of which would then be conveyed directly to the TBM operator's cabin to enable decisions to be made on the necessary adjustments to the TBM operating parameters.

A traditional manual surveying system consisting of a comprehensive array of surface datum points was installed above the alignment of both tunnels. The frequency of the surface monitoring points varied, but leading up to and past the gate's zone of influence up to four points were installed per meter of alignment for each tunnel. An automatic system consisting of twelve prisms installed on each side of the gate structure, vibration monitors, and eight borehole extensometers gave constant readings that were evaluated and recorded via a computerized control station. Existing cracks in the structure were monitored via traditional glass strips and crack meters.

Machine Launch

The first machine was launched in early May 2015, and would serve as a test for the challenges ahead. The Robbins Company provided a team of key personnel including TBM operators to supervise the boring operations until both machines had passed beneath Chandpol gate and beyond the zone of influence.

Due to the restricted site footprint, the size of the launch shaft dimensions would only facilitate a short startup procedure. This involved the TBM back-up gantries being placed on the surface adjacent to the shaft and the TBM operating via umbilical cables (Fig. 3). The plan for each TBM was to bore 85 m by this methodology and cease boring 10 m from the zone of influence, which was a total of 20 m from Chandpol Gate (Fig. 4). The 85 m of boring facilitated the installation of all back-up gantries; hence, the TBM would be fully functional prior to boring beneath the gate. It also



4 Der Streckenverlauf der Tunnel in Richtung des Chandpol-Stadttors
The tunnel alignment to Chandpol Gate

bestehende Risse in der Struktur wurden über herkömmliche Glasstreifen und Rissmesser überwacht.

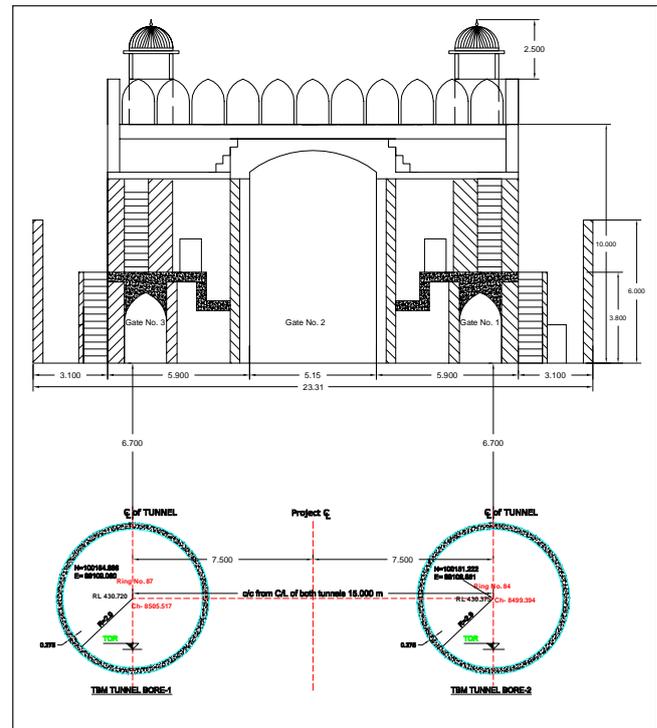
Inbetriebnahme der Maschinen

Die erste Maschine wurde im Mai 2015 in Betrieb genommen. Dies diente als Test für die kommenden Herausforderungen. Die Robbins Company stellte eine Kernmannschaft einschließlich der TBM-Fahrer, um den Bohrbetrieb so lange zu begleiten, bis beide Maschinen unter dem Chandpol-Tor hindurch und aus dessen Einzugsbereich hinausgelangt waren. Die eingeschränkten Platzverhältnisse vor Ort ließen nur einen kurzen Startschacht und ein verkürztes Anfahren der TBM zu. Die Nachläuferwagen wurden daher an der Oberfläche neben dem Schacht aufgebaut und die TBM über Versorgungsleitungen betrieben (**Bild 3**). Geplant war, dass jede TBM in dieser Weise 85 m weit bis zu einer Distanz von 10 m vor dem Einzugsbereich und somit bis zu einem Abstand von 20 m vor dem Chandpol-Tor bohren würde (**Bild 4**). Der Vortrieb über 85 m ermöglichte den Einbau aller Nachläuferwagen, wodurch die TBM vor der Bohrung unterhalb des Tores vollständig betriebsbereit war. Dadurch wurde auch Platz geschaffen für den Einbau einer Gleisweiche im Tunneleingangsbereich.

Die Überdeckung hatte eine Mächtigkeit von 5,8 m am Startschacht und bis zu etwa 10 m am Ausgangsschacht, aber unterhalb der Tore querte der Tunnel die Fundamente in einem Abstand von nur 4,5 m (**Bild 5**). Jede Senkung unterhalb der Tore jenseits etwa 97 gebauter Tübbingringe durfte nicht über 4 mm hinausgehen. Um dieser Herausforderung gerecht zu werden, definierte der Robbins Field Service grundlegende TBM-Betriebsparameter, die dann mit den gemessenen Ergebnissen aus der Echtzeit-Überwachung nachjustiert wurden.

Verhindern übermäßiger Hebungen

Während des Vortriebs der Ringe 15 bis 27 ergaben die Oberflächenmessungen Hebungen von über 100 mm und Senkungen von bis zu 50 mm an der Oberfläche über der TBM. Anfangs wurde die Ursache des Problems nicht erkannt, da die Messergebnisse suggerierten, die Hebung sei etwa fünf Meter hinter dem TBM-Bohrkopf eingetreten, nicht direkt über ihm, wie es normalerweise zu erwarten war. Zudem lag dieser Abschnitt der Tunneltrasse innerhalb der Grenzen der Startbaustelle und verlief unter vor kurzem erfolgten Ausschachtungen, die zum Versetzen der Regenwasserabfluss- und Wartungskanäle ausgeführt worden waren. Über derselben Stelle waren schwere Maschinen, auch Kräne und Lkws zum Abtransport von Abraum, im Einsatz und deshalb vermutete man, die Oberflächenveränderung im Bereich der wiederaufgefüllten Aushebungen sei durch die Bewegung dieser Maschinen entstanden. Dies führte zu fehlerhaften Beobachtungsergebnissen. Trotz dieser Vermutung wurden zahlreiche Anpassungen an den Bohrparametern vorgenommen, auch an der TBM-Vortriebsgeschwindigkeit, dem EPB-Stützdruck und der Bohrkopfumdrehungen, um die übermäßigen Hebungen zu minimieren.



5 Die Überdeckung der Metro-Tunnel am Chandpol-Tor beträgt nur 4,5 m
The overburden at the Chandpol Gate section is only 4,5 m

allowed room for installation of a rail switch in the tunnel portal area. Overburden ranged from 5.8 m at the launch shaft to about 10 m at the exit shaft, but below the gates the tunnel passed just 4.5 m beneath foundations (**Fig. 5**). Settlement below the gates, at a point about 97 rings into the drive, had to adhere to the 4 mm limit. To tackle the challenge, Robbin Field Service defined basic TBM operating parameters that were then fine-tuned based on results from real-time surface monitoring.

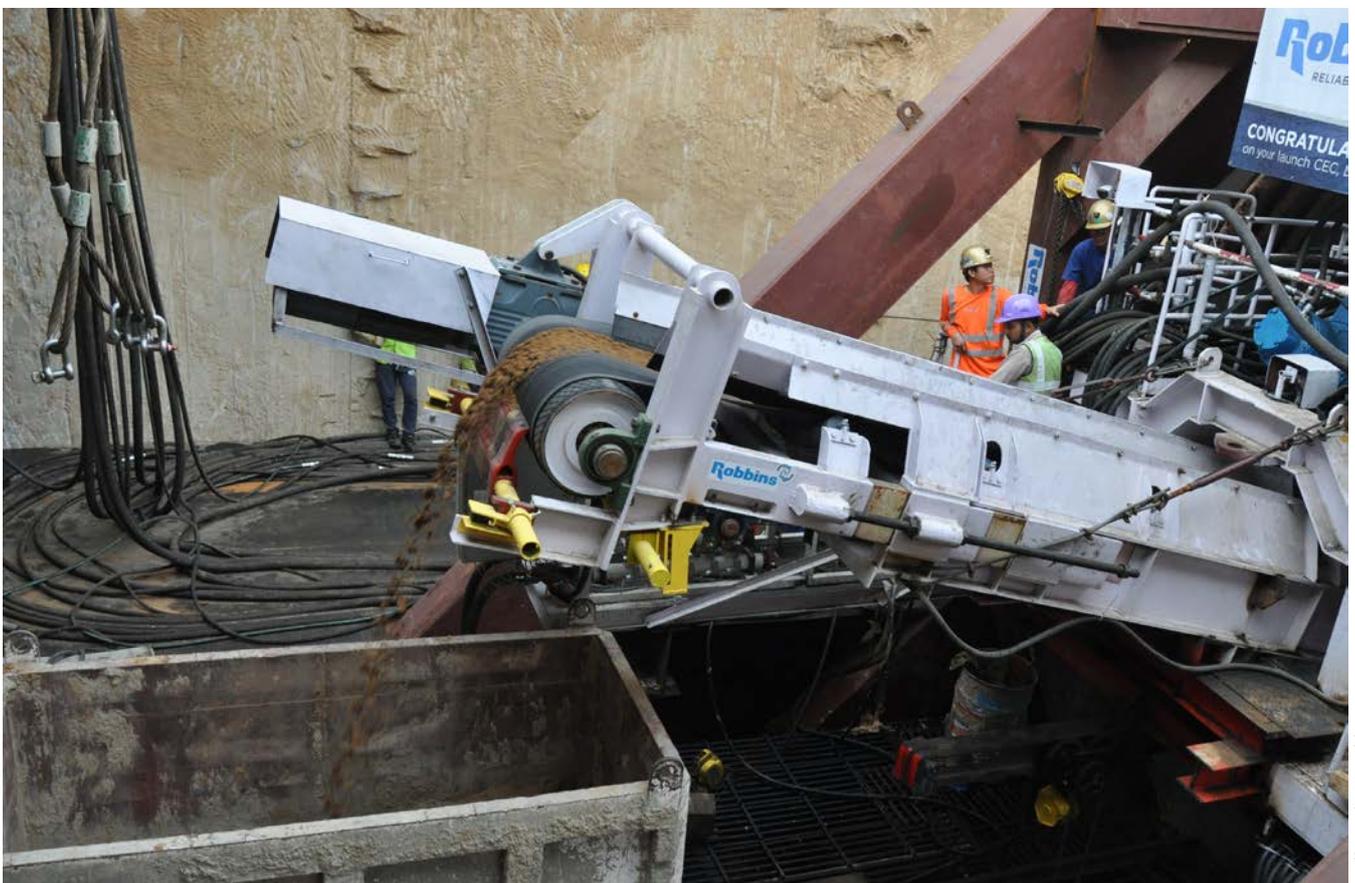
Remedying excessive Heave

During the boring of rings 15 to 27, surface monitoring results indicated that heave of over 100 mm and settlement of up to 50 mm was occurring on the surface above the TBM. Initially the source of the problem was not identified as the monitoring results suggested that the heave was occurring approximately five meters behind the TBM cutterhead rather than in the area directly above the cutterhead as would normally be expected. Also, this section of the tunnel alignment was within the boundary of the launch site compound and passed beneath recent excavations that had been carried out to enable re-routing of surface storm drain culverts and services. Heavy plant including cranes and muck shifting trucks were operating over the same area of ground so it was assumed that the movement of this equipment was causing surface ground movement in the area of the backfilled excavations, which was resulting in erroneous monitoring results. Despite this assumption numerous adjustments were made to boring parameters, including TBM advance rate, EPB pressure and cutterhead RPM in an attempt to minimize the excessive heave.

Als die TBM den betreffenden Bereich verlassen hatte und die Messresultate trotzdem ähnlich blieben, wurde klar, dass die Hebung/Bodenbewegung tatsächlich durch die TBM verursacht wurde. Daraufhin wurde die Oberfläche direkt über der TBM während der Bohrung der folgenden fünf Ringe kontinuierlich überwacht. Die Ergebnisse zeigten, dass die Hebung direkt über dem Gelenk der TBM auftrat. Nach einer detaillierten Analyse und Diskussion nahm man an, dass die wahrscheinlichste Ursache für die Bodenveränderung darin lag, dass der hintere Bereich der TBM durch das Gelenk einen aufwärts gerichteten Druck ausübte, der zur Hebung des Bodens führte. Erwähnenswert ist, dass die Ergebnisse auch zeigten, dass das Muster der Störung dem der Bugwelle eines Schiffes ähnelte, bei dem die größte Hebung an der Innenseite der Kurve gemessen wurde und die folgenden Senkungen oder Täler an der Außenseite der Kurve größer waren. Um diese Theorie zu untermauern, wurde die Gelenkbewegung im Verlauf der folgenden fünf Bohrringe stufenweise verkleinert, während die Oberfläche weiter kontinuierlich beobachtet wurde. Die Ergebnisse der Beobachtung bestätigten, dass sich die Hebung mit der Verkleinerung der Gelenkbewegung reduzierte. Jedoch war auch klar, dass die Maschine ohne den Einsatz des Gelenks nicht vernünftig gesteuert werden konnte. Die Herausforderung, vor der man nun also stand, war die Steuerung ohne Verwendung des Gelenks.

Once the TBM had passed this area and similar monitoring results were still being recorded it became clear that the heave/ground movement was in fact being caused by the TBM; hence, further investigation was carried out. This was in the form of continuous monitoring of the surface directly above the TBM during the boring of the following five rings. The results revealed that the heave was occurring immediately above the articulation joint of the TBM. After detailed analysis and discussion, it was thought that the most probable cause of the ground disturbance was that the articulation was causing the rear section of the TBM to apply forces against the ground in an upward direction, resulting in the heave. It is worth noting that the results also showed that the pattern of disturbance was similar to that of the bow wave of a boat, wherein the greatest amount of heave was recorded on the inside of the curve and subsequent settlement or troughing was greater on the outside of the curve.

To prove this theory, the articulation was gradually reduced over the course of the following five rings of boring while continually monitoring surface movement. The results from the monitoring confirmed that as the articulation was reduced the heave on the surface also reduced; however, it became clear that the machine could not be steered effectively without the aid of articulation. The problem now faced was how to steer the machine without utilizing the articulation.



Quelle/Credit (2): Robbins

- 6 Abraumtransport über das TBM-Förderband. Der Baugrund oberhalb des Grundwasserspiegels besteht vornehmlich aus schluffigen Sanden
Muck begins to roll off the TBM conveyor – ground consists of mostly silty sand above the water table

Die ursprüngliche Methode zum Steuern der nicht umgebauten Maschinen war der Einsatz von Überschnidern – Copy Cuttern – für Bohrdurchmesserergrößerung sowie eine variierende Veränderung der Vortriebskräfte durch die Vortriebszylinder. Die Maschinen verfügten immer noch über beide Eigenschaften, aber der Unternehmer hatte entschieden, die Überschnider als Redundanz zu den eingebauten Gelenken einzustufen; daher waren sie mit Stahlplatten abgedeckt worden. Weil es nicht möglich war, diese Platten aus dem Inneren des Bohrkopfs heraus zu entfernen, wurde über diesem ein kleiner Schacht eingebracht, die Abdeckplatten wurden entfernt und die Überschnider wieder in Betrieb genommen.

Es waren nun nur noch 30 m zu bohren, bevor die Maschine stoppte, um die Nachläufer einzubauen und bevor nach weiteren 10 m der Einzugsbereich des Tores erreicht war. Während dieser Zeit mussten die Betriebsparameter der Maschine soweit eingestellt sein, dass der Vortrieb fortgeführt werden konnte, ohne die vertraglichen Anforderungen von nicht mehr als 4 mm Oberflächensenkung zu verletzen. Die ersten 9 m Bohrung nach dem Neustart ergaben keine schlüssigen Ergebnisse, da die gesamte TBM durch die von den Überschnidern gebohrte Strecke fahren musste, bevor deren Wirkung voll zum Tragen kommen konnte. Die TBM befand sich jetzt unter einer vielbefahrenen Verkehrsader, was bedeutete, dass man die Messpunkte an der Oberfläche nicht kontinuierlich überwachen konnte. Da nun aufgrund der kurzen Anbohrstrecke und der reduzierten Länge des TBM-Förderbands (**Bild 6**) nur jeweils ein Schutterwagen eingesetzt werden konnte und für den Vortrieb eines 1,2 m breiten Tübbingringes vier Schutterwagen notwendig waren, wurde entschieden, die Messpunkte an der Oberfläche entsprechend nach jeweils 300 mm Vortrieb abzulesen. Der Verkehr musste dafür vorübergehend unterbrochen werden. Die Messergebnisse wurden direkt an den TBM-Fahrer weitergeleitet, der die TBM-Parameter entsprechend anpasste. Die Grundparameter zu Beginn waren 1,5 bar Ortsbrustdruck, 1,3 UpM Bohrkopfgeschwindigkeit und eine TBM-Vortriebsgeschwindigkeit von 15 mm/Minute. Die Überschnider wurde zwischen den Positionen 10 Uhr und 4 Uhr eingesetzt und auf einen Überschnitt von 50 mm eingestellt. Diese Parameter wurden über eine Vortriebsstrecke von 30 m nachjustiert. Als die TBM nach Vortrieb des Rings Nr. 70 stoppte, damit die Nachläufer eingebaut werden konnten, hatte man den Ortsbrustdruck auf 1,4 bar und die Bohrkopfgeschwindigkeit auf 1,2 UpM reduziert. Die TBM-Vortriebsgeschwindigkeit von 15 mm/Minute wurde beibehalten. Die Überschnider wurden zwischen den Positionen 9 Uhr und 5 Uhr eingesetzt und arbeiteten mit einem Überschnitt von 50 mm. Darüber hinaus hatte man mit dem Injizieren von Bentonit über den Bohrkopf und rund um den Schildmantel begonnen, um die Reibungskräfte zwischen den TBM-Schilden und dem Baugrund zu reduzieren. Die Ergebnisse waren sehr gut: Die maximale Hebung über der Maschine betrug 3 mm und die maximale Hebung bzw. maximale Senkung im Verlauf der vorangegangenen sieben Ringe beschränkte sich auf 1 mm.

The original methodology for steering the unmodified machines was via the use of copy cutters for over-boring and applying variable thrust forces through the main thrust cylinders. The machines still possessed both capabilities but it had been decided by the contractor that the copy cutters were now redundant due to the addition of the articulation systems; hence, they had been blanked off with steel plates. It was not possible to remove these plates from inside the cutterhead so a small shaft was excavated above the cutterhead, the plates were removed and the copy cutters commissioned.

There now only remained 30 m of boring before the machine stopped to install the backup gantries plus a further 10 m of boring before the machine entered the gate's zone of influence. During this time the operating parameters of the machine had to be refined to the point where boring operations could be carried out while meeting the contractual requirement of no more than 4 mm of surface settlement. The initial 9 m of boring after the restart would not give conclusive results as the whole of the TBM needed to pass through the overbore created by the copy cutters before their effect would be fully realized.

The TBM was now beneath a busy arterial road, which meant that continuous monitoring of the data points on the surface could not be carried out. However, due to the short start-up and restricted length of the TBM conveyor (**Fig. 6**) only one muck car could be used at a time. Four muck cars were required to complete the excavation of a 1.2 m ring; hence, a regime of monitoring the surface points after every 300 mm of boring was initiated by intermittently holding up traffic. The results of the monitoring were relayed directly to the TBM operator, who then adjusted the TBM parameters accordingly. The baseline starting parameters were 1.5 bar of face pressure, cutterhead speed of 1.3 RPM and TBM advance rate of 15mm/minute. The copy cutter was deployed from face positions 10 o'clock to 4 o'clock and set to overcut 50 mm. These parameters were then refined over 30 meters of boring. When the TBM stopped after completion of ring No. 70 to install the gantries, the face pressure had been reduced to 1.4 bar, cutterhead speed was 1.2 RPM and TBM advance rate was maintained at 15mm/minute. The copy cutter was being deployed from the 9 o'clock position through to the 5 o'clock position and overcutting 50 mm. Pumping of bentonite through the cutterhead and around the profile of the shields had also been introduced to reduce frictional forces between the TBM shields and ground. The results were very positive: the maximum heave above the machine was 3 mm, and the maximum heave/settlement for the preceding seven rings was restricted to 1 mm.

Boring beneath Chandpol Gate

The key to boring beneath the gate without any adverse effects had always relied on refining the TBM operating parameters before the TBM reached the zone of influence. As this had been achieved, these parameters were maintained after the restart and similar results were achieved up until ring No. 75, where surface heave increased slightly. Due to the increase in heave the EPB pressure



Quelle/Credit: Robbins

7 Die CEC- und Robbins-Crew bei der ersten TBM-Anfahrt im Mai 2015
The Robbins and CEC crew, pictured during the first TBM launch in May 2015

Die Bohrung unter dem Chandpol-Tor

Der Schlüssel für das Unterfahren des Tores ohne schädliche Auswirkungen hatte immer in der Feinjustierung der TBM-Parameter vor Einfahren in den Einzugsbereich des Tors gelegen. Da dies erreicht war, wurden die Parameter nach dem Neustart beibehalten. Ähnliche Ergebnisse bis zum Ring Nr. 75 erzielt, an dem sich die Oberfläche leicht anhub. Aufgrund der vermehrten Hebung wurde der EPB-Druck auf 1,2 bar und die Bohrkopfgeschwindigkeit auf 1,1 UpM reduziert. Diese Änderungen verringerten den Hub auf ein Maß innerhalb der Toleranzgrenzen. Obwohl die Vibration minimal war, wurde die Bohrkopfgeschwindigkeit auf 1,0 UpM reduziert, als die TBM das Tor erreichte, um Schäden durch Vibration auszuschließen. Mit diesen Parametern passierte die Maschine das Tor und dessen Einzugsbereich ohne Zwischenfälle. Die maximale aufgezeichnete Senkung in der Nachbarschaft des Tores betrug 2 mm, und es traten keinerlei Schäden am Tor auf. Die bei der ersten Röhre gewonnenen Erkenntnisse übertrug man auf die zweite Röhre, und TBM Nr. 2 passierte das Tor ebenfalls mit minimalen Senkungen und ohne Schäden zu verursachen.

Schlussfolgerungen

Ein Sichverlassen auf die neuesten Technologien ist nicht unbedingt die beste Option für alle Tiefbauvorhaben. Die im Zuge des Jaipur-Projekts gewonnenen Erkenntnisse zeigten, dass eine aktive Gelenkverbindung, die als die aktuellste und effektivste Technik zum Steuern einer TBM gilt, aufgrund des sehr niedrigen Deckgesteins und der nicht nachgiebigen Baugrundstruktur tatsächlich zu übermäßigen Bodenstörungen führte. In diesem Fall erwies sich die ältere Methode des Steuerns der TBM mit Hilfe von Überschneidern und Differenzialkräften an den Vorschubzylindern nicht nur als die effektivste, sondern als die einzig gangbare Option. Diese Erkenntnisse sollten bei der TBM-Auswahl für künftige Projekte mit niedriger Überdeckung in nicht nachgiebigen Böden berücksichtigt werden. 

was reduced to 1.2 bar and cutterhead speed to 1.1 RPM. These changes reduced the heave to within tolerance. Although vibrations levels were minimal, as the TBM approached the gate the cutterhead speed was further reduced to 1.0 RPM to minimize the risk of damage by vibration. The machine passed beneath the gate and through the zone of influence without incident using these parameters. The maximum recorded settlement in the vicinity of the gate was 2 mm and absolutely no adverse effects were sustained to the gate. The lessons learned on the first drive were applied to the second drive and TBM II also passed with minimal settlement and no damage to the gate.

Conclusions

Relying on the latest available technology may not necessarily be the best option for all underground projects. The lessons learned on the Jaipur Metro project showed that active articulation, which is considered to be the most up to date and effective technique for steering a TBM, actually caused excessive ground disturbance due to the extremely low overburden and non-plastic nature of the soil. In this case the older methodology of steering the TBM by means of utilizing copy cutters and differential forces on the main thrust cylinders proved not only to be the most effective, but the only viable option. These points should be considered during TBM selection for future projects with low overburden in non-plastic soils. 

Literatur/References

- [1] Rajasthan monuments archaeological sites and antiquities act (Gesetz zu Denkmälern, archäologischen Stätten und Antiquitäten in Rajasthan) (1961)

Albulatunnel II: Gefrierkörper in der Raibler Rauwacke

Ein Schlammeinbruch im schwimmenden Gebirge und ein Vortriebstillstand von 15 Monaten: Dies, wie beim Bau des bestehenden Meterspur-Eisenbahntunnels vor 117 Jahren dokumentiert, sollte beim Neubau des Albulatunnels II in der Raibler Rauwacke nicht vorkommen. Dazu wurde für den Vortrieb in der geologisch schwierigen Zone aus siltigem Feinsand unter hohem Wasserdruck ein Gefrierkörper erstellt. Der vorliegende Artikel entstammt dem Vortragsprogramm des Swiss Tunnel Congress 2017.

Albula Tunnel II: Ground Freezing in the Raibler-Rauwacke

An inrush of mud in the running ground causing excavation to come to a standstill for 15 months: this incident was documented during the construction of the existing metre gauge railway tunnel 117 years ago. To avoid a similar inrush of mud during the construction of the Albula Tunnel II in the Raibler-Rauwacke, a freezing mass was created for the drive in this geologically challenging zone, which is composed of silty fine sand and exposed to high hydraulic pressure. The present report was part of the Swiss Tunnel Congress 2017 conference programme.

Nikos Lavdas, MSc ETH Bau-Ing., IG PV Alvra, Rothpletz, Lienhard + Cie AG, Olten, Schweiz/Switzerland

Pascal Zwicker, MSc ETH Bau-Ing., IG PV Alvra, Rothpletz, Lienhard + Cie AG, Olten, Schweiz/Switzerland

Alex Schneider, Dr. sc. techn., Dipl. Bauing. ETH/SIA., IG PV Alvra, Rothpletz, Lienhard + Cie AG, Olten, Schweiz/Switzerland

Wolfgang Orth, Dr.-Ing., Dr.-Ing. Orth GmbH, Karlsruhe, Deutschland/Germany

1 Einleitung

Der 5864 m lange Albulatunnel I liegt im Kanton Graubünden und verbindet die nördlichen Täler Graubündens mit dem Engadin (**Bild 1**). Er ist seit 1903 als eingleisiger Meterspur-Eisenbahntunnel in Betrieb und gehört seit 2008 als Bestandteil der Rätischen Bahn (RhB) in der Landschaft Albula/Bernina zum UNESCO-Weltkulturerbe.

Die Zustandserfassung des Tunnels im Jahr 2006 zeigte erheblichen Sanierungsbedarf sowie einen Nachholbedarf bezüglich der Sicherheit. Im Jahr 2010 wurde im Rahmen des Vorprojekts entschieden, neben dem bestehenden Tunnel einen neuen Tunnel, den Albulatunnel II, zu erstellen. Mit dem Bau von zwölf Querverbindungen, in Abständen von 425–460 m angeordnet, ergibt sich die Nutzung des bestehenden Albulatunnels I nach dessen Umrüstung als Sicherheitstunnel.

Mit Ausnahme der Portalbereiche befindet sich der Albulatunnel II im Fels mit Überlagerung von bis zu 1000 m. Ab dem Nordportal Preda steht Allgäuschiefer, auf der Südseite (Spinas) eine lange Strecke im Albulagranit an (**Bild 2**). Zwischen diesen beiden Felsstrecken liegt die geotechnisch anspruchsvolle Raibler Rauwacke, eine ca. 110 m mächtige geologische Zone aus Zellendolomit (**Bild 2**, gelb markiert).

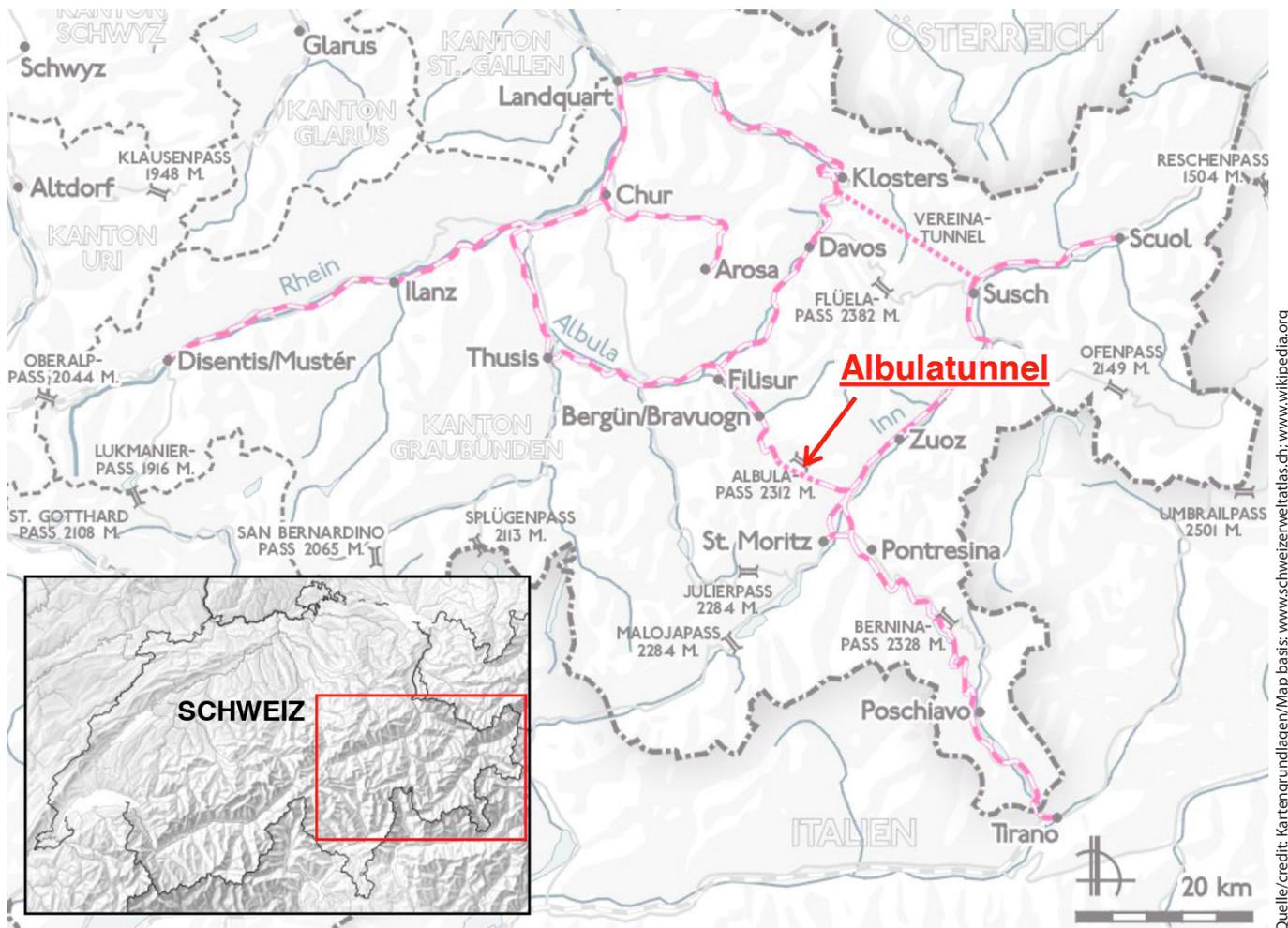
Aus der Sicht des Tunnelbaus und der Geotechnik stellt die Durchörterung der Raibler Rauwacke, insbesondere des ca. 20 m

1 Introduction

The 5864 m long Albula Tunnel I is located in the canton of Grisons and connects the northern valleys of Grisons to the Engadin (**Fig. 1**). It has been in operation since 1903 as a single-track metre gauge railway tunnel and was made a UNESCO World Heritage Site in 2008 as part of the Rhaetian Railway (RhB) in the Albula/Bernina countryside. The assessment of the condition of the tunnel in 2006 demonstrated a significant need for renovation as well as a need to bring the level of safety up to current standards. In 2010, it was decided in the course of the preliminary project to create a new tunnel – the Albula Tunnel II – alongside the existing tunnel. The construction of twelve cross passages arranged at intervals of 425–460 m makes it possible to use the existing Albula Tunnel I as a safety tunnel following its modification.

With the exception of the portal areas, Albula Tunnel II is located in rock with an overburden of up to 1,000 m. Allgäu shale is present after the north portal at Preda, with the south side (Spinas) featuring a long stretch of Albula granite (**Fig. 2**). Located between these two stretches of rock is the geological zone of Raibler-Rauwacke as a cellular dolomite, which is around 110 m thick and geotechnically demanding (**Fig. 2**, highlighted yellow).

In terms of tunnel construction and geotechnics, the process of piercing the Raibler-Rauwacke represents the main challenge – particularly the southernmost section of the cellular dolomite, which has



1 Die geographische Lage des Albulatunnels
The geographic location of the Albulatunnel

langen südlichsten Abschnittes des Zellendolomits, der beim Bau des ersten Tunnels bereits zu großen Schwierigkeiten führte, die zentrale Herausforderung dar. Nachfolgend werden dazu der Baugrund sowie die Überlegungen zum Vortriebskonzept und zur Realisierung detailliert beschrieben.

Der Albulatunnel II befindet sich aktuell in der Realisierung (Vortrieb). Zum Zeitpunkt des Erstellens des Manuskriptes war der Vortrieb im kritischen südlichsten Abschnitt der Raibler Rauwacke bereits erfolgreich abgeschlossen, während der Vortrieb der beiden nördlichen Abschnitte noch in Arbeit ist. Der Hauptdurchschlag wird im Juli 2018 erwartet.

2 Geologie

2.1 Raibler Rauwacke

Der Zellendolomit entstand aus der Auswaschung von wasserlöslichem Gips und Anhydrit aus Dolomit- bzw. Kalkbrekzien, wodurch sich eine poröse Struktur und karstartige Hohlräume entlang der im Fels bestehenden Trennflächen entwickelten. Gemäß Prognose können die Hohlräume mit Wasser und/oder mit Feinmaterial gefüllt vorliegen.

a length of around 20 m and caused significant difficulties during the construction of the first tunnel. The building ground and the considerations for the drive concept and for the implementation of the work will be described in detail below.

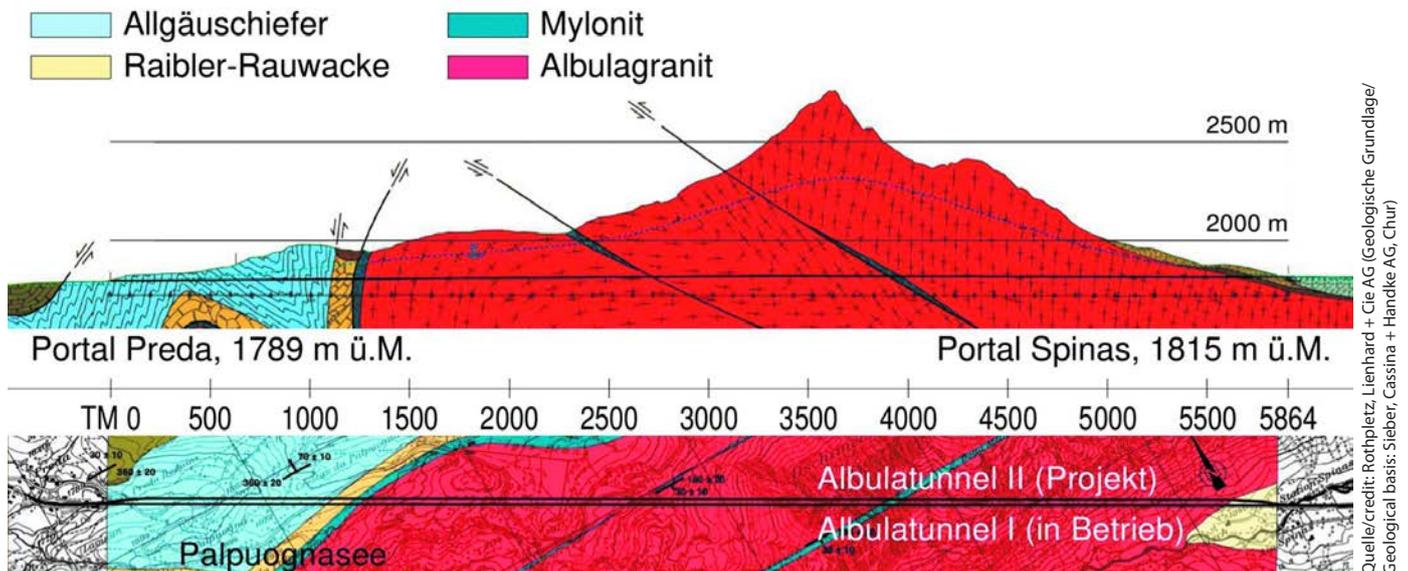
Albulatunnel II is currently at the implementation stage (excavation). At the time that the manuscript was created, the drive in the critical southernmost section of the Raibler-Rauwacke had already been concluded successfully, while the northern section is still being excavated. The final breakthrough is expected to take place in July 2018.

2 Geology

2.1 Raibler-Rauwacke

The cellular dolomite was created by the leaching of water-soluble gypsum and anhydrite from dolomite and limestone breccia, which led to the development of a porous structure and karstic cavities along the division surfaces in the rock. It was predicted that the cavities may be filled with water and/or fine material.

The overlap in this area is around 150 m. The undisturbed groundwater level prior to the construction of Albulatunnel I was around 130 m above the level of the tunnel, but the draining effect of the tunnels



2 Geologisches Längenprofil (oben) und Horizontalschnitt (unten)
Geological longitudinal profile (top) and horizontal section (bottom)

Die Überlagerung beträgt hier etwa 150 m. Der ungestörte Bergwasserspiegel vor dem Bau des Albulatunnels I lag etwa 130 m über dem Tunnel-Niveau, wurde jedoch mit der drainierenden Wirkung der Tunnelröhre langfristig auf ca. 50 m über dem Tunnel abgesenkt.

Für die vertiefte Erkundung wurden in Nachtbetriebspausen aus dem bestehenden Albulatunnel I, in etwa bei Tm 1300 ab Preda, eine der zukünftigen Querverbindungen sowie eine Kaverne ausgebrochen. Aus der Kaverne wurden im Jahr 2013 zwei 160 m lange, nahezu horizontale Erkundungs-Kernbohrungen ausgeführt. Die Auswertung der Bohrkerne und der Bohrdaten hat gezeigt, dass die Strecke in drei geologische Abschnitte unterteilt werden kann (Bild 3):

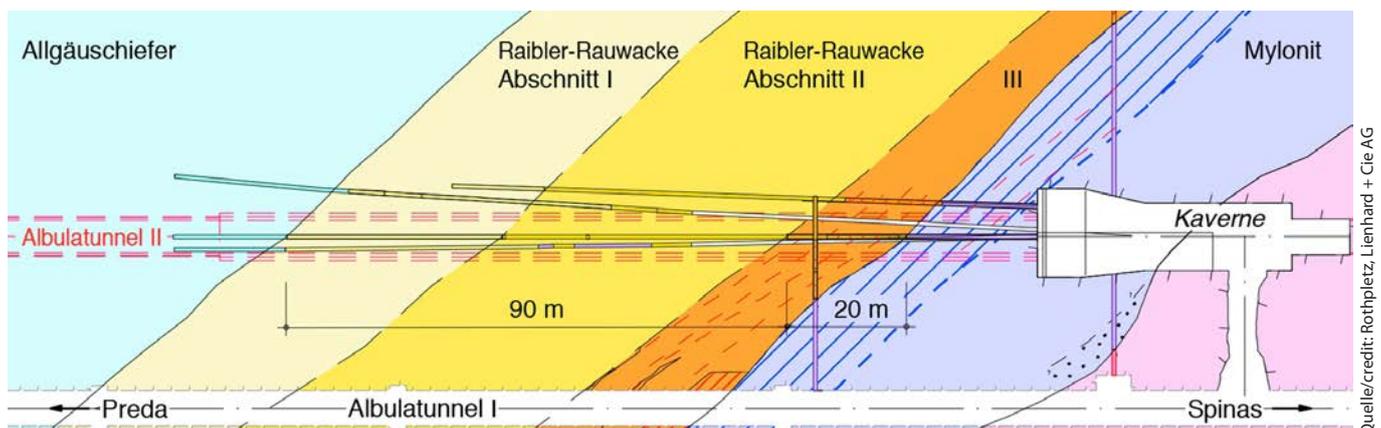
- die beiden nördlichen Abschnitte I und II, bestehend aus festem Zellendolomit mit kleineren karstartigen Hohlräumen;
- den südlichsten Abschnitt III, eine Störzzone mit feinkörnig zerbrochenem Material.

lowered this to around 50 m above the tunnel over the long term. For the purpose of more in-depth investigations, the breaks during night-time operation were used to excavate one of the future cross passages and a cavern from the existing Albulatunnel I at around Tm 1300 downstream of Preda. In 2013, two almost horizontal probe core drillings each measuring 160 m were created from the cavern. The evaluation of the drill cores and the drill data showed that the stretch can be sub-divided into three geological sections (Fig. 3):

- the two northern sections I and II, consisting of solid cellular dolomite with small karstic cavities;
- the southernmost section III, a fault zone with fine-grained broken material.

2.2 Raibler-Rauwacke, Section III

Section III is interpreted as a 20 m thick fault zone that was probably created by shearing processes between the soft, porous cellular dolomite and the hard, crystalline rocks in the south section. It was



3 Geologische Unterteilung der Raibler Rauwacke aufgrund der Erkundungsbohrungen
Geological sub-division of the Raibler-Rauwacke on the basis of the probe drillings

2.2 Raibler Rauwacke, Abschnitt III

Der Abschnitt III wird als eine 20 m mächtige Störzone interpretiert, die wahrscheinlich durch Scherprozesse zwischen dem weichen, porösen Zellendolomit und den harten kristallinen Gesteinen im Süden entstanden ist. In dieser Zone konnten im Zuge der Erkundungsbohrungen keine festen Kerne gezogen werden; das gewonnene Bohrgut wurde als siltiger Feinsand klassiert. Der Feinanteil liegt mit maximal 40 % sehr hoch und das Material ist wenig durchlässig ($k = 2,0$ bis $5,0 \times 10^{-7}$ m/s).

Allerdings wurden Tracer-Versuche ausgeführt, bei denen Farbstoff in die Erkundungsbohrungen aus der Kaverne geimpft und dessen Austreten in die Entwässerung des Albulatunnels I dokumentiert wurde. Die Resultate ließen auf sehr große Strömungsgeschwindigkeiten von $v > 10$ m/h schließen, was auf lokal durchlässige Bereiche innerhalb der gesamten Raibler Rauwacke hindeutete.

Die aus der Erkundung und den Laborversuchen hervorgehende Vorstellung über Anordnung und Material der Störzone konnte mit den Beschreibungen der Bauakten vom großen Schlamm-einbruch im Jahr 1901 während des Baus des Albulatunnels I in Einklang gebracht werden.

not possible to extract any solid cores in this zone during the probe drilling process; the retrieved drill cuttings were classed as silty fine sand. At a maximum of 40 %, the fine proportion is very high and the material features low permeability ($k = 2.0$ to 5.0×10^{-7} m/s). However, tracer tests were performed by injecting dye into the probe drillings from the cavern and documenting its discharge in the dewatering of Albula Tunnel I. The results made it possible to identify very high flow speeds of $v > 10$ m/h, which indicated the presence of locally permeable areas within the Raibler-Rauwacke as a whole. The impression of the arrangement and material of the fault zone resulting from the probe and the laboratory tests was squared with the descriptions of the major inrush of mud in 1901 during the construction of Albula Tunnel I as provided in the construction documentation.

3 Construction Concept

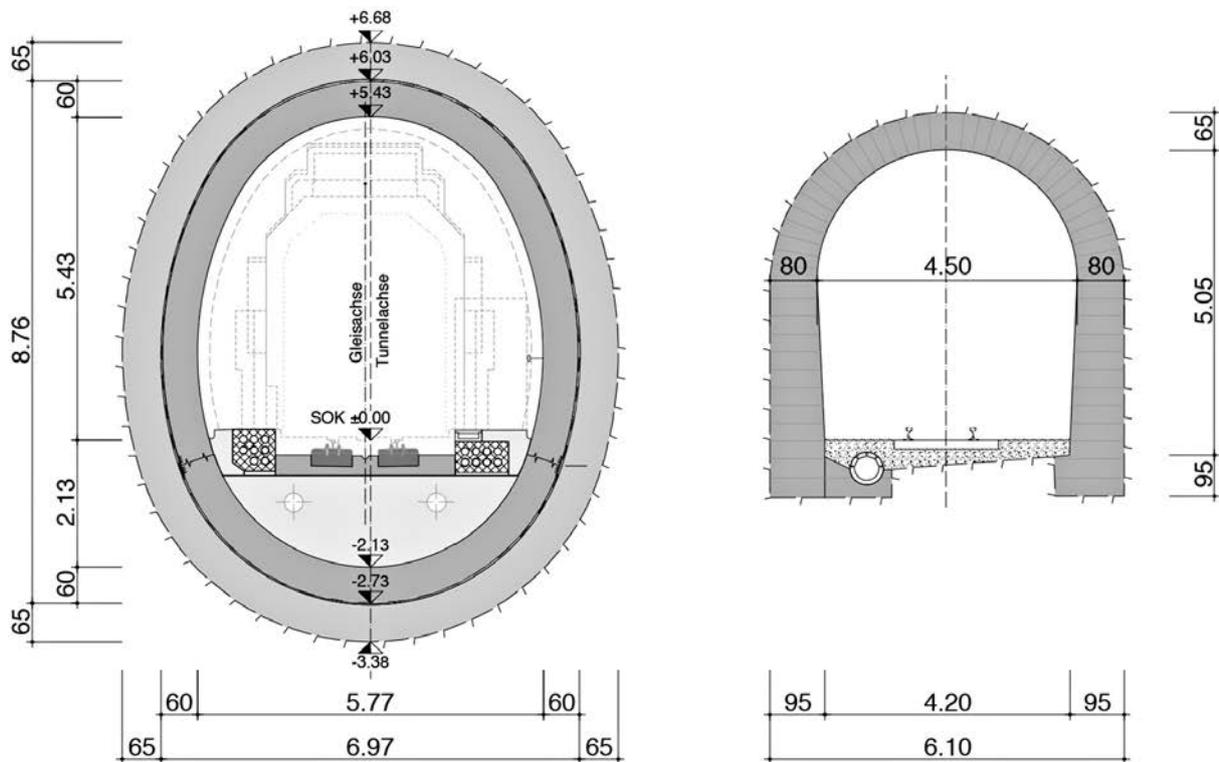
3.1 Premise

With a view to the groundwater balance, the client and the project author made it a project-specific premise not to make any further long-term modifications to the water level. This was done with the intention of ensuring that the surface waters, the sources and



Lindner zeigt seine Qualität im Detail als Spezialist bei der Planung und Ausführung von Tunnelprojekten z. B. für Eisenbahn, U-Bahnlagen und im Straßenverkehr. Und jedes Mal, wenn besondere Sicherheit Pflicht ist.

Lindner shows its quality in the details, being a specialist for the planning and execution of tunnel projects, e. g. for railways, subways and road traffic. And each time when particular safety is required.



Quelle/Credit (3): Rothpletz, Lienhard + Cie AG

4 Normalprofile im Bereich der Raibler Rauwacke bei Albulatunnel II (links, mit Vollabdichtung und Ringschluss) und Albulatunnel I (rechts, drainierend)
Standard cross-sections in the area of the Raibler-Rauwacke in Albula Tunnel II (left, with full seal and ring closure) and Albula Tunnel I (right, draining)

3 Baukonzept

3.1 Prämisse

Mit Blick auf den Bergwasserhaushalt legte der Bauherr als projektspezifische Prämisse fest, den Wasserspiegel langfristig nicht weiter zu verändern. Dadurch sollen die Oberflächengewässer, die Quellen und somit auch die Landschaft des Albulatals geschont werden. Während des Bauzustandes gilt eine Beeinflussung des Grundwasserhaushaltes in minimalem Maß als zulässig, sofern dies mit verhältnismäßigem Aufwand nicht verhindert werden kann.

3.2 Normalprofil

Das Normalprofil des Albulatunnels I besteht aus einem 65–95 cm dicken Mauerwerkgewölbe im Hufeisenprofil (Bild 4, rechts). Durch die offene Sohle findet die Drainage des anstehenden Gebirges statt, welche zur oben erwähnten Absenkung des ursprünglichen Grundwasserspiegels geführt hat.

Der Tunnelausbau im neuen Tunnel erfolgt im Bereich der Raibler Rauwacke zweischalig und mit Ringschluss (Bild 4, links). Zwischen der Ausbruchsicherung und der Innenschale wurde eine druckhaltende Abdichtung eingebaut. Beide Schalen weisen einen hohen Bewehrungsgehalt und eine Dicke von 60–65 cm auf.

3.3 Maßnahmenkonzept Dichtkörper

Neben den Anforderungen an einen sicheren Vortrieb in der Störzone ist die oben genannte Prämisse zu beachten, mit dem Tunnelbau den Gebirgswasserspiegel nicht weiter abzusenken.

therefore also the countryside in the Albula valley remain protected. During the construction phase, a minimal impact on the groundwater balance is permitted in the event that this cannot be prevented with a proportionate amount of effort.

3.2 Standard Tunnel Cross-Section

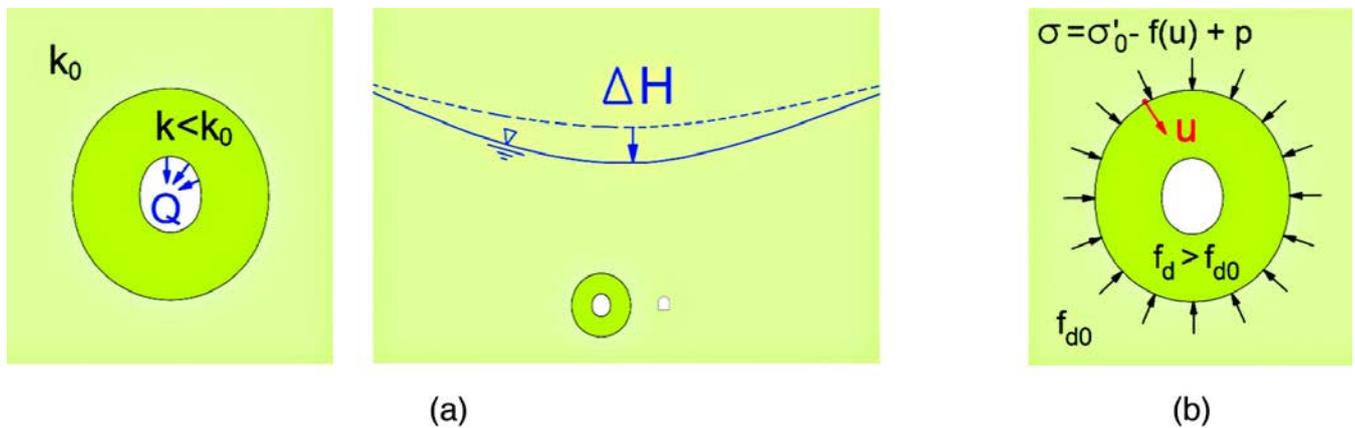
The standard cross-section of Albula Tunnel I consists of a 65–95 cm thick masonry vault featuring a horse-shoe profile (Fig. 4, right). The drainage of the prevailing ground takes place via the open invert, which is what led to the lowering of the original groundwater level as stated above.

In the area of the Raibler-Rauwacke, the tunnel lining in the new tunnel features two lining layers and a segment ring closure (Fig. 4, left). A pressure-retaining seal was installed between the excavation support and the inner lining. Both lining layers feature a high reinforcement content and are 60–65 cm thick.

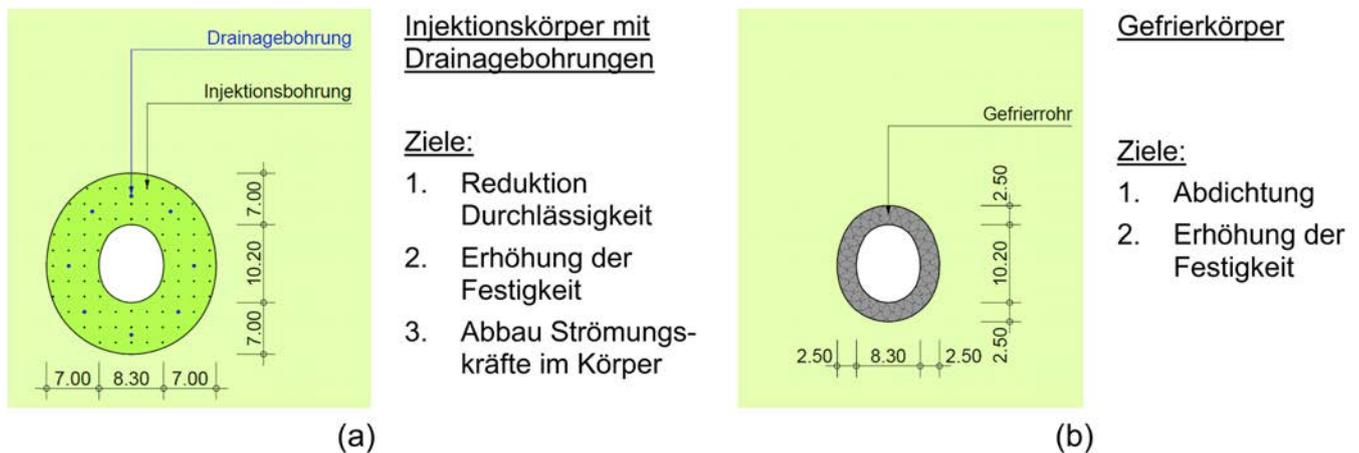
3.3 Concept of Measures for Sealing Body

In addition to the requirements relating to a safe drive process in the fault zone, the above premise requiring that the groundwater level not be further lowered by the tunnel construction must also be observed. The drive was therefore designed to be protected by a 'sealing body'. This is intended to reduce the permeability of the surrounding ground, particularly in terms of potential permeable channels, and to increase the stability of this ground where necessary (Fig. 5).

Two concepts for the sealing body were specifically taken into account. The first of these was the variant of an injection body with



- 5 Ziele des Dichtkörpers: Reduktion der Durchlässigkeit (a) und Erhöhung der Festigkeit (b)
Aims of the sealing mass: reduction of permeability (a) and increase in stability (b)



- 6 Konzept Injektionskörper (a) und Gefrierkörper (b)
Concept of injection mass (a) and freeze body (b)

Konzeptionell wurde deshalb der Vortrieb im Schutz eines „Dichtkörpers“ ausgeführt. Mit diesem soll einerseits die Durchlässigkeit des umliegenden Gebirges, insbesondere von potenziellen durchlässigen Kanälen, verringert und andererseits – wo erforderlich – dessen Festigkeit erhöht werden (**Bild 5**).

Zwei Konzepte für den Dichtkörper wurden konkret betrachtet. Zum Ersten die Variante eines Injektionskörpers mit Drainagebohrungen (**Bild 6a**), womit einerseits die Scherfestigkeit erhöht und die Durchlässigkeit durch das Verfüllen der Poren reduziert werden sollten. Die Drainagebohrungen innerhalb des Injektionskörpers dienen andererseits dem Abbau der Strömungskräfte im Dichtkörper.

Zum Zweiten wurde die Lösung eines Gefrierkörpers untersucht, wobei mit dem Vereisen des Bodens eine vollständige Abdichtung und eine Verfestigung des Materials erreicht werden sollte (**Bild 6b**). Nachdem aus Injektionsversuchen im Labor die Erkenntnis hervorgegangen war, dass aufgrund des hohen Siltanteils mittels Injektionen kein ausreichender Dichtkörper erstellt werden kann, wurde als Bestlösung eine Vereisung des Baugrundes, kombiniert mit Zementinjektionen, geplant und realisiert.

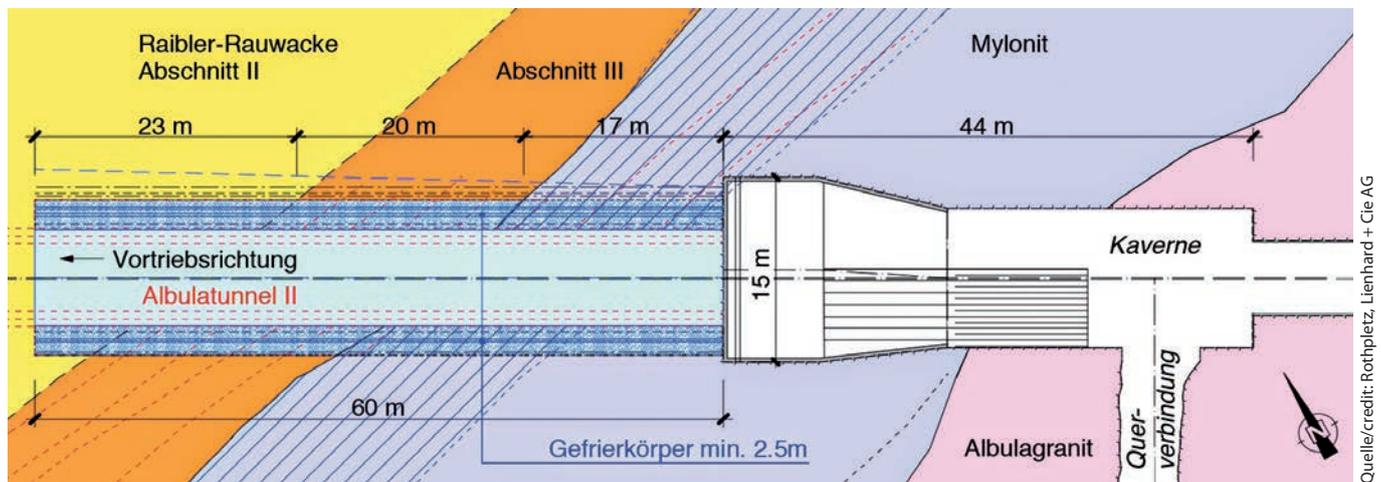
drainage holes (Fig. 6a), which was intended to increase the shear resistance and reduce permeability by filling the pores. The drainage holes within the injection body also serve to reduce the flow forces in the sealing body.

The second concept was the solution of a freeze body, with the intention being to freeze the ground to ensure complete sealing and to solidify the material (**Fig. 6b**).

Once the injection tests in the laboratory established that the high proportion of silt made it impossible to create a sufficient sealing body by means of injections, the freezing of the building ground – combined with cement injections – was planned and implemented as the best solution.

3.4 Concept and Implementation of the Freeze Body

Static calculations have demonstrated that the freeze body must be at least 2.50 m thick outside of the excavation profile in order for it to absorb the ground pressure and the hydraulic pressure. For the purpose of a safe drive in section III and to ensure a sufficient level of engagement in the neighbouring section II, it was necessary to implement/drill freeze holes with a length of nearly 60 m (**Fig. 7**).



Quelle/credit: Rothpletz, Lienhard + Cie AG

7 Situation mit Darstellung des Gefrierkonzepts aus der Kaverne
 Situation with depiction of the freezing concept from the cavern

3.4 Konzept Gefrierkörper und Realisierung

Statische Berechnungen haben gezeigt, dass zur Aufnahme des Gebirgsdrucks und des Wasserdrucks die Dicke des Gefrierkörpers außerhalb des Ausbruchrandes mindestens 2,50 m betragen muss. Für den sicheren Vortrieb im Abschnitt III und zur Sicherstellung einer ausreichenden Einbindung im benachbarten Abschnitt II waren Gefrierbohrungen mit einer Länge von knapp 60 m notwendig (**Bild 7**).

Konzeptionell gefriert das Gebirge zunächst rund um die Rohre, bevor sich der Gefrierkörper mit der Zeit rundum sowie in den Bereich des auszubrechenden Profils hinein ausdehnt. Die Schließzeit hängt unter anderem von den thermischen und hydraulischen Eigenschaften, der initialen Wassertemperatur und der Durchlässigkeit des Baugrunds ab. Zudem ist die Schließzeit stark vom Abstand der Gefrierrohre resp. der Genauigkeit der Gefrierbohrungen abhängig (Bohrtechnik, siehe Abschnitt 4.3). Maßnahmen zur Verkürzung der Schließzeit des Eiskörpers sind in Abschnitt 5.1 beschrieben.

In concept, the ground around the pipe freezes first before the freeze body expands all round over time and into the area of the profile that is to be excavated. The closing time depends on aspects such as the thermal and hydraulic properties, the initial water temperature and the permeability of the building ground. In addition, the closing time is highly dependent on the clearance of the freezing pipes and the precision of the freezing holes (drilling technique, see section 4.3). Measures for shortening the closing time of the freeze body are described in section 5.1.

Together with the monitoring measures and the additional measures for shortening the closing time, 122 holes were drilled from the cavern outwards. Prior to this, the cavern had to be suitably expanded in accordance with the geometrical arrangement of all holes and in order to enable the accommodation of the installations of the freezing plant.

Given the nature of the enclosed space, freezing was only permitted using brine so as to ensure occupational safety. The freezing plant was arranged in the cavern and comprised three freezing units (cool-

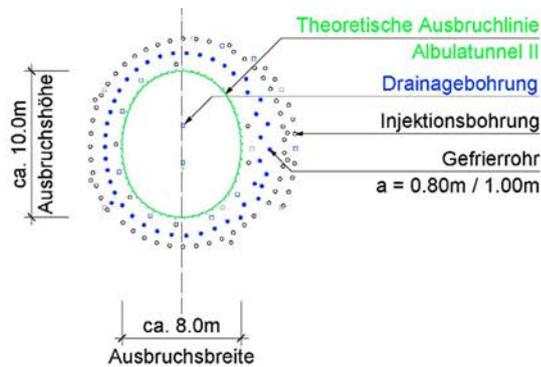


Officine Rigamonti SA
 Via Baragie 2
 CH-6594 Contone
 Tel. +41 91 850 30 60
 info@rigamonti.ch
 www.rigamonti.ch

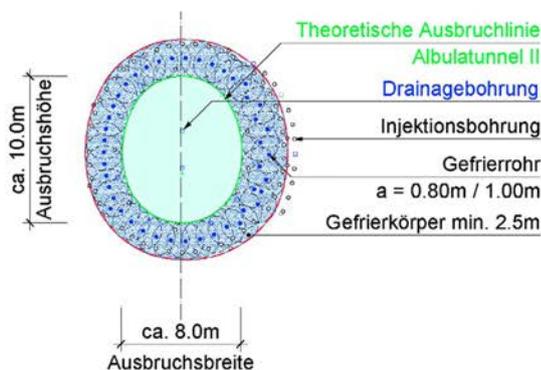
RIGAMONTI.ch

tunneltech

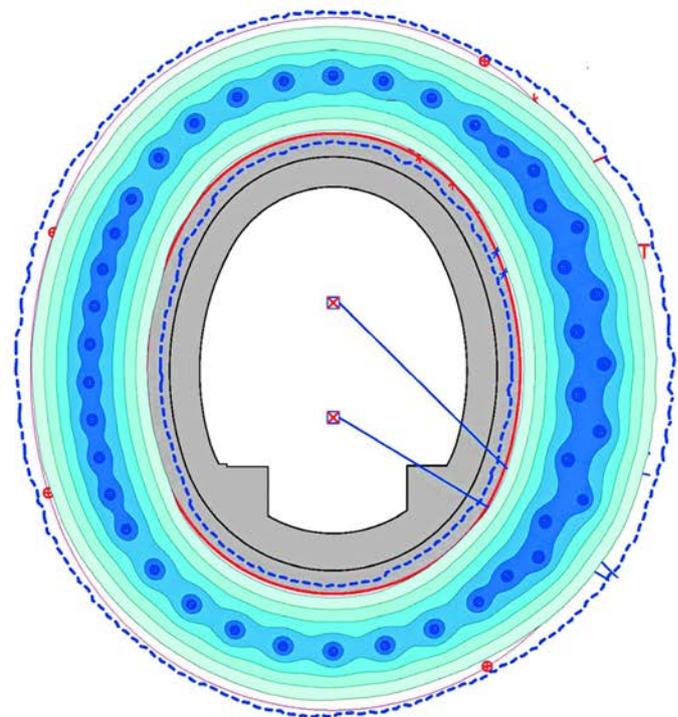
ROAD & RAIL TUNNEL Lighting Ventilation Traffic Fire emergency Control systems Information technology Automation



(a)



(b)



(c)

- 8 Querschnitte: Anordnung der Bohrungen (a), Darstellung des erforderlichen Gefrierkörpers (b), typische thermische Berechnungen (c)
 Cross-sections: arrangement of the holes (a), depiction of the required freeze body (b), typical thermal calculations (c)

Im Zusammenspiel mit den Zusatzmaßnahmen zur Verkürzung der Schließzeit sowie den Überwachungsmaßnahmen wurden 122 Bohrungen aus der Kaverne heraus erstellt. Zuvor wurde die Kaverne nach Maßgabe der geometrischen Anordnung aller Bohrungen sowie zur Unterbringung der Installationen der Gefrieranlage entsprechend vergrößert.

Infolge des geschlossenen Raumes war zur Einhaltung der Arbeitssicherheit nur ein Gefrieren mit Sole zulässig. Die Gefrieranlage war in der Kaverne angeordnet und bestand aus drei Gefrieraggregaten (Kühlleistung 3×140 kW; elektrische Leistung 400 kW), den Gefrierbohrungen, einem Kühlkreislauf (Soletank, Solepumpe, Vorlauf- und Rücklaufleitungen), dem Kühlmittel (Sole = Calciumchlorid-Lösung, $T_{\min} = -35$ °C) sowie Mess- und Überwachungsgeräten. Nach der Aufgefrierphase von drei Monaten wurde der Vortrieb im Schutze des Gefrierkörpers von der Kaverne aus ausgeführt. Bedingt durch die Statik des Gefrierkörpers war der rasche Einbau der Spritzbetonschale unmittelbar nach jedem Abschlag erforderlich, um unzulässige Kriechverformungen des gefrorenen Bodens zu vermeiden (siehe Abschnitt 5.2). Maßnahmen zur zusätzlichen Stabilisierung der gefrorenen Ortsbrust waren nicht notwendig. Vor dem definitiven Auftauen des Gefrierkörpers musste die vollabgedichtete Innenschale über die ganze Länge des Abschnitts III erstellt werden.

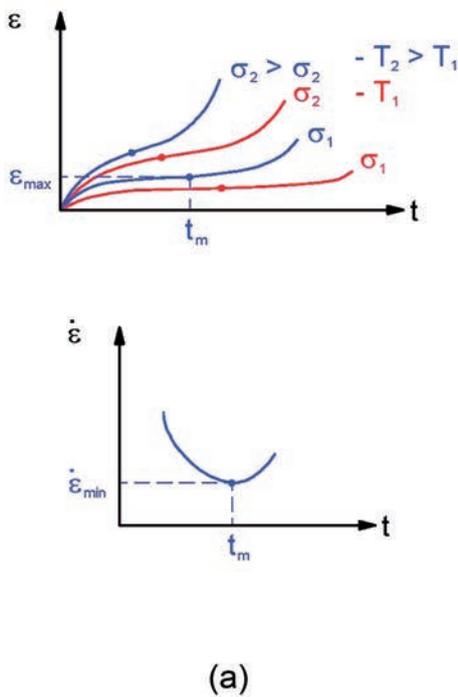
ing output 3×140 kW; electrical output 400 kW), the freeze holes, a cooling circuit (brine tank, brine pump, flow and return lines), the coolant (brine/calcium chloride solution, $T_{\min} = -35$ °C), measuring and monitoring devices.

Following the three-month 'freezing-up' phase, the drive was performed outwards from the cavern with the protection of the freeze body. The statics of the freeze body made it necessary to quickly install the shotcrete lining immediately after every round in order to prevent impermissible creep deformations in the frozen ground (see section 5.2). It was not necessary to take any measures to further stabilise the frozen face. The fully sealed inner lining had to be created along the entire length of section III prior to the definitive thawing out of the freezing mass.

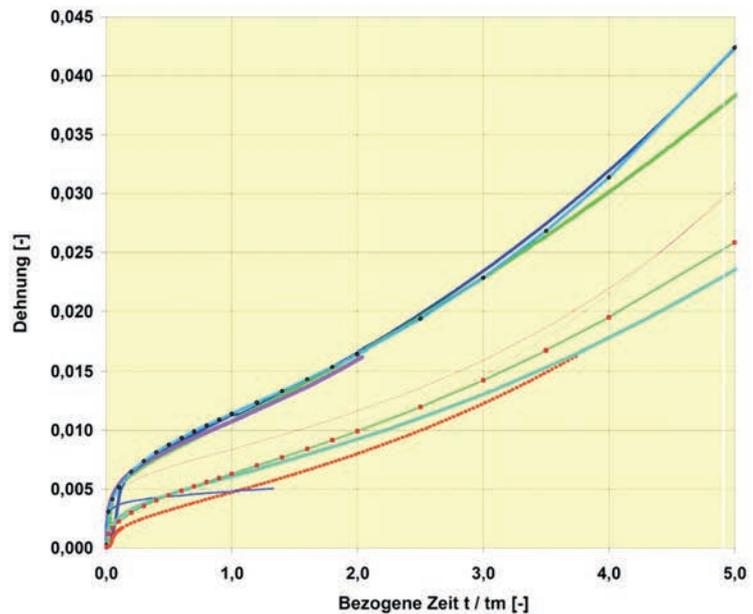
4 Technical Challenges

4.1 'Closing' the Freeze Body: Measures for Speeding Up the Process

The thermohydraulic calculations according to [3] showed that closing the freeze body as of a flow speed of around $v > 3$ m/day was critical, even given the low groundwater temperature of around 6 °C. The closing time of the freeze body increases exponentially with the flow speed – the maximum potential discharge of cooling energy would not be sufficient to ensure closing.



(a)



(b)

Quelle/credit: a) Rothpletz, Lienhard + Cie AG; b) Dr. W. Orth

- 9 Schematische Diagramme zur Erklärung des Kriechvorgangs
 ϵ : einaxiale Dehnung, σ : einaxiale Spannung, T : Temperatur, t : Zeit, t_m : kritische Zeit (a); typische Kriechkurven aus den Laborversuchen (b)

Schematic diagrams for clarification of the creep process

(ϵ : single-axis expansion, σ : single-axis stress, T : temperature, t : time, t_m : critical time) (a); typical creep curves from the laboratory tests (b)

4 Technische Herausforderungen

4.1 „Schließen“ des Gefrierkörpers: Beschleunigungsmaßnahmen

Die thermohydraulischen Berechnungen gemäß [3] zeigten, dass auch mit der tiefen Gebirgswassertemperatur von ca. 6 °C ein Schließen des Gefrierkörpers ab einer Fließgeschwindigkeit von ca. $v > 3$ m/Tag kritisch war. Die Schließzeit des Gefrierkörpers wächst mit der Fließgeschwindigkeit exponentiell bzw. die maximal abführbare Kälteenergie würde nicht genügen, um ein Schließen zu erreichen.

Besondere Beachtung wurde deshalb den aufgrund der Tracer-Versuche vermuteten örtlich durchlässigeren Gebirgsbereichen mit hoher Strömungsgeschwindigkeit geschenkt. Unter der Annahme, dass solche Bereiche einen geringeren Feinkornanteil aufweisen und damit injizierbar sind, wurde das Gebirge zur Reduktion der Durchlässigkeit und der Strömung vor dem Aufgefrieren systematisch mit Zementsuspension injiziert.

Die Abstände der Gefrierbohrungen waren aufgrund der thermisch-hydraulischen Berechnungen festgelegt und betragen im First und in der Sohle 1,0 m. In den Paramenten wurden die Bohrungen enger angeordnet, da die Strömungsrichtung aufgrund der Auswertung von großräumigen Grundwassermodellen ungefähr senkrecht zu den Paramenten erwartet wurde. Zudem wurden die auf der Anströmseite angeordneten Bohrungen versetzt in zwei Reihen angeordnet, womit ein Vorkühleffekt des Wassers eintrat, der nach dem Ringschluss auf der Anströmseite

Special attention was therefore paid to the locations with more permeable areas of ground and a high flow speed that were presumed to exist based on the tracer tests. Based on the assumption that areas of this kind feature a lower proportion of fine-grained material and are therefore suitable for injection, the ground was systematically injected with cement suspension prior to the freezing-up process in order to reduce the permeability and flow.

The clearances of the freeze holes were specified on the basis of the thermohydraulic calculations and amounted to 1.0 m in the crown and invert. The holes were more closely arranged in the tunnel side walls, as the evaluation of the large-scale groundwater models indicated that the expected flow direction was approximately vertical to the tunnel side walls. The holes arranged on the flow side were also offset in two rows, achieving a pre-cooling effect of the water that lead to faster growth of the freeze body after the ring closure on the flow side (**Fig. 8**).

During the freezing-up phase, the freezing units initially ran continuously at full power in order to ensure that the closing process and the growth of the freeze body took place as quickly as possible. With the increasing expansion of the freeze body, especially after the ring closure had been implemented and the core had been completely frozen, the energy used to create or maintain the freeze body was reduced.

To ensure that the freeze body would not destroy itself after the implementation of the ring closure due to pressure buildup resulting from the increase in the volume of water during freezing, two

zu einem schnelleren Wachstum des Gefrierkörpers führte (**Bild 8**). Während der Aufgefrierphase liefen die Gefrieraggregate anfangs ununterbrochen auf Vollast, um ein möglichst schnelles Schließen und Anwachsen des Vereisungskörpers zu erreichen. Mit zunehmender Ausdehnung des Gefrierkörpers, besonders nach erfolgtem Ringschluss und dem vollständigen Gefrieren des Kerns, reduzierte sich die aufzuwendende Energie zur Erstellung bzw. Erhaltung des Gefrierkörpers.

Damit sich der Vereisungskörper nach erfolgtem Ringschluss nicht infolge eines Druckaufbaus durch die Volumenzunahme von Wasser beim Gefrieren selbst zerstörte, waren im Kern zwei beheizbare Drainagebohrungen angeordnet. Die Kontrolle des Gefriererfolgs, insbesondere das Schließen des Gefrierkörpers, erfolgt durch die Messung des Wasserzulaufs in denselben Drainagebohrungen im Kernbereich. Die Überwachung der Temperatur und der Dicke des Gefrierkörpers während des Aufgefrierens sowie des Vortriebs fand durch ständige Temperaturmessungen in elf 60 m langen, rund um das Ausbruchprofil angeordneten Kontrollbohrungen statt.

heatable drainage holes were arranged in the core. The monitoring of the success of the freezing process, with a particular focus on the closing of the freeze body, was performed by measuring the water inflow in the same drainage holes in the area of the core. The monitoring of the temperature and the thickness of the freeze body during the freezing-up process and the drive was performed by means of constant temperature measurements in eleven inspection holes, each 60 m long, arranged all around the excavation profile.

4.2 Creep Deformations in the Freeze Body: Dimensioning of the Excavation Support

A special feature of frozen ground is its creep behaviour: this varies depending on the stress, temperature and time, and must be taken into account when dimensioning the excavation support. As a result of the high primary stresses in the ground (around 3 MPa) and the hydraulic pressure (around 0.5 MPa), large tangential stresses occur in the freezing mass after excavation in the form of significant principal stresses near the excavation profile.



Gipfeltreffen der Untertagbauer

3. Fachmesse bui – Brünig Untertag Innovation
im Brünig Park, Lungern, Schweiz

Donnerstag, 15. März 2018
Freitag, 16. März 2018

Profitieren Sie als Aussteller bis
am 31.08.2017 vom Frühbucherrabatt

Rahmenprogramm / Referate

Cornelius Scheifele, Herrenknecht (Schweiz) AG
Highlights und Innovationen

Dani Arnold, Alpinist und Bergführer
Leistungswerte und Grenzen

www.bui-expo.ch





10 Verlorene Bohrkronen (a) und Teile des Ausklinkmechanismus (b)
Lost drill bit (a) and parts of the release mechanism (b)

4.2 Kriechverformungen im Gefrierkörper: Bemessung der Ausbruchsicherung

Eine Besonderheit von gefrorenem Boden besteht darin, dass dieser ein spannungs-, temperatur- und zeitabhängiges Kriechverhalten aufweist, was bei der Bemessung der Ausbruchsicherung berücksichtigt werden muss. Infolge der hohen Primärspannungen im Gebirge (ca. 3 MPa) und des Wasserdrucks (ca. 0,5 MPa) treten nach dem Ausbruch im Gefrierkörper große Tangentialspannungen nahe dem Ausbruchrand als maßgebende Hauptspannungen auf.

Das obere Diagramm in **Bild 9a** zeigt typische Kriechkurven mit dem zeitlichen Verlauf der Dehnungen in einem Versuch mit jeweils pro Kurve konstantem einachsigen Druck auf der Probe. Mit dem unteren Diagramm in **Bild 9a** wird der Verlauf der Änderungsrate der Dehnung über die Zeit dargestellt. Es zeigt sich, dass im Eis in einer ersten Phase die Änderungsrate abnimmt, nach einer bestimmten Zeit t_m jedoch wieder ansteigt. Folgende Gesetzmäßigkeiten werden deutlich, wonach das Kriechverhalten bei zunehmender Spannung (z. B. größerer Überlagerung) oder höherer Temperatur stärker und schneller wird:

- Bei zunehmender Spannung nehmen die Kriechverformungen zu und die kritische Zeit t_m ab (Vergleich gleichfarbige Kurve σ_1 zu σ_2).
- Bei höherer Temperatur nehmen die Kriechverformungen zu und die kritische Zeit t_m ab (Vergleich rote Kurve T1 zu blauer Kurve T2)

Der Kriecheffekt ist im hier vorliegenden feinkörnigen Boden besonders ausgeprägt, da der Wasser- bzw. der Eisanteil in der Materialmatrix hoch ist. Da bezüglich des Materialverhaltens (feinkörniges Material, sehr hoher Eisanteil, geringe Festigkeit und hohe Verformbarkeit ungefroren) unter den angenommenen Bedingungen (hohe Gebirgsspannungen) keine Erfahrungswerte vorlagen, wurden im Karlsruher Institut für Technologie KIT

The top diagram in Fig. 9a shows typical creep curves with the development of the expansions over time as part of a test, in which constant single-axis pressure is applied to the sample for each curve respectively. The bottom diagram in **Fig. 9a** shows how the rate of change of the expansion develops over time. It demonstrates that the rate of change in the ice falls in an initial phase before increasing again after a certain period t_m . The following 'rules' become clear, indicating that the creep behaviour becomes more pronounced and faster in the context of increasing stress (e.g. larger overburden) or a higher temperature:

- When the level of stress increases, the creep deformations increase and the critical time t_m falls (comparison of curve σ_1 with σ_2 of the same colour)
- When there is a higher temperature, the creep deformations increase and the critical time t_m falls (comparison of red curve T1 with blue curve T2)

The creep effect is especially pronounced in the fine-grained ground that is present here, as the proportion of water or ice in the material matrix is high. As there were no available empirical values for the material behaviour (fine-grained material, very high ice content, low

stability and high deformation capacity when unfrozen) under the assumed conditions (high ground stresses), single-axis creep tests were performed at KIT, the Karlsruhe Institute of Technology (see **Fig. 9b**). The tests showed that the freezing mass reaches the phase of increasing creep speed after only seven days under the assumed conditions, meaning that the load-bearing shotcrete lining had to be installed immediately following excavation. After this period, the additional creep of the freezing mass ensured that the entire ground pressure and the hydraulic pressure were gradually relocated to the shotcrete lining.

Once the shotcrete lining has been created, the freezing mass in the model loses its static effect but retains its sealing function. The pressure-retaining seal and the inner lining were therefore installed

einaxiale Kriechversuche ausgeführt (siehe **Bild 9b**). Die Versuche zeigten, dass der Gefrierkörper unter den angenommenen Verhältnissen bereits nach sieben Tagen die Phase zunehmender Kriechgeschwindigkeit erreicht, sodass die tragfähige Spritzbetonschale umgehend nach dem Ausbruch eingebaut werden musste. Nach dieser Zeit wurden durch das weitere Kriechen des Gefrierkörpers der gesamte Gebirgsdruck und der Wasserdruck allmählich auf die Spritzbetonschale umgelagert.

Nach der Erstellung der Spritzbetonschale verliert der Gefrierkörper im Modell seine statische Wirkung, behält jedoch die abdichtende Funktion. Die druckhaltende Abdichtung und die Innenschale wurden deshalb unmittelbar nach dem Vortrieb im Schutz der Spritzbetonschale und des außerhalb anliegenden Gefrierkörpers eingebaut.

4.3 Bohrtechnik

Der Gefrierkörper wurde mittels knapp 60 m langen horizontalen Bohrungen in stark unterschiedlichen geologischen Verhältnissen (fester bis verwitterter Mylonit, siltiger Feinsand im Abschnitt III und weicher Zellendolomit im Abschnitt II der Raibler Rauwacke) und einem Wasserdruck bis 5 bar ausgeführt. Für das „Schließen des Gefrierkörpers“ (siehe Kapitel 5.1) war eine hohe Bohrgenauigkeit gefordert (maximale radiale Bohrachswabweichung 0,5 %).

Eine besondere Herausforderung stellte auch die Beherrschung des Schlamm eintrags im Abschnitt III dar. Als Vorgabe an das Bohrsystem war definiert, dass der Schlamm eintrag pro Bohrung nicht mehr als 125 % des Bohrvolumens betragen durfte. Dazu wurden die Bohrungen verrohrt, preventergeschützt und im geschlossenen Modus ausgeführt.

Für diese Verhältnisse kommt einer sorgfältigen Evaluation der Bohrtechnik besondere Bedeutung zu, deshalb wurde sie zusammen mit den Injektionen und der Vereisung als umfassendes Mandat für einen Spezialunternehmer ausgeschrieben. Der vom obsiegenden Unternehmer (Züblin Spezialtiefbau Ges. m. b. H.) gewählte Bohrvorgang mit der ausklinkbaren, verlorenen Bohrkronen (siehe [4]) enthielt folgende Hauptschritte (siehe auch **Bild 10**):

- Erstellen einer Vorbohrung zum Versetzen des Standrohrs und Verpressen des Ringraums
- Prüfen der Ringrauminjektion
- Montage der Bohrausrüstung
- Aufbohren des Mylonits bis vor den Abschnitt III der Raibler Rauwacke mit dem Wassara-Verfahren (unverrohrt)
- verrohrte Bohrung mit verlörener Krone im Schutz eines Preventers bis zur Endteufe
- Je nach Bohrlochnutzung wird ein Manschettenrohr, ein Gefrierrohr aus Stahl oder ein Filterrohr eingebaut. An der Spitze des Rohrstrangs ist eine spezielle Vorrichtung angebracht, welche beim Einklinken des Rohrs in die Bohrkronen die Bohrverrohrung entriegelt. Die ausgeklinkte, verlorene Bohrkronen verbleibt somit mit dem „inneren Rohr verankert im Boden, während die Bohrverrohrung zurückgezogen werden kann.

immediately after the drive under the protection of the shotcrete lining and the freezing mass located outside.

4.3 Drilling Technique

The freeze body was created using nearly 60 m long horizontal holes in greatly differing geological conditions (solid to weathered mylonite, silty fine sand in section III and soft cellular dolomite in section II of the Raibler-Rauwacke) and with a hydraulic pressure of up to 5 bar. For the purpose of ‘closing the freeze body’ (see section 5.1), a high level of drilling precision was required (maximum radial drill axis deviation 0.5 %).

Another particular challenge was the need to control the infiltration of mud in section III. A stipulation defined for the drill system stated that the infiltration of mud per hole should not exceed 125 % of the drill volume. For this purpose, the holes were fitted with pipes, provided with preventer protection and implemented in closed mode.

Given these conditions, a careful evaluation of the drill technique gains special significance. This was therefore combined with the injections and the freezing and opened to tenders as a comprehensive mandate for a specialist contractor. The drill procedure chosen by the winning contractor (Züblin Spezialtiefbau Ges.m.b.H.) featured a releasable lost drill bit (see [4]) and involved the following main steps (see also **Fig. 10**):

- Creation of a preliminary hole in order to install the standpipe and grout the ring gap
- Inspection of the ring gap injection
- Installation of the drill equipment
- Drilling of the mylonite using the Wassara procedure (no pipes fitted) up to a point before section III of the Raibler-Rauwacke
- Hole fitted with pipes, featuring a lost bit, and with protection provided by a preventer up to the final depth
- A sleeve pipe, a freeze pipe or a filter pipe is installed depending on the purpose of the borehole; a special device is attached to the top end of this pipe run to unlock the drill piping when the pipe is engaged in the drill bit; the released lost drill bit therefore remains anchored in the ground with the inner pipe, whereas the drill piping can be retracted
- Retraction of the drill piping and creation of the wrapping injection
- Disassembly of the drill equipment

5 Experience gained from the Implementation Process

5.1 Creation of Holes and the Freeze Body

The drill concept that had been selected for all holes in order to overcome the geological challenges has proven its worth, with an uncontrolled and impermissible infiltration of mud being prevented while maintaining the estimated drilling performance.

The process of minimising the drill deviations in the highly heterogeneous geological conditions under a high level of hydraulic pressure has proven to be a very demanding task. Subsequent surveying has demonstrated that the requirements could not always be met. When



Quelle/Credit: Rothpletz, Lienhard + Cie AG

11 Vortriebsstart ab Kaverne im Gefrierkörper mit 42 t Bagger auf Schwerlastgerüst

Start of the excavation through frozen ground in the cavern, using a 42 t excavator on a heavy-load frame

- Rückzug der Bohrerbohrung und Erstellen der Ummantelungsinjektion
- Demontage der Bohrausrüstung

5 Erfahrungen aus der Realisierung

5.1 Erstellung von Bohrungen und Gefrierkörper

Das für alle Bohrungen gewählte Bohrkonzep zur Bewältigung der geologischen Herausforderungen hat sich bewährt, unkontrollierte und unzulässige Schlammeinträge konnten unter Einhaltung der abgeschätzten Bohrleistung vermieden werden.

Das Minimieren der Bohrabweichungen in den geologisch stark heterogenen Verhältnissen unter hohem Wasserdruck hat sich als eine sehr anspruchsvolle Aufgabe erwiesen. Die nachträgliche Vermessung hat gezeigt, dass die Anforderungen nicht immer eingehalten werden konnten. Die Wiederholung der thermohydraulischen Berechnungen mit den effektiven Gefrierbohrverläufen ergab, dass acht weitere Bohrungen als Gefrierbohrungen ausgerüstet werden mussten (total 50 Gefrierbohrungen). Dabei wurde berücksichtigt, dass bei den Gefrierbohrungen der relative Abstand zur Nachbarbohrung wichtiger ist als deren absolute Abweichung. Das Gebirge wurde durchschnittlich mit 10,1 Liter Zement-/Feinzementsuspension pro Bohrmeter injiziert. Dies entspricht bei einem Injektionskörper mit 0,75 m Durchmesser ($v = 442 \text{ l/m}$) einem Volumenanteil von ca. 2,2 %, was knapp über der Prognose von 2 % liegt. Der Erfolg der Injektionen zeigte sich darin, dass während der Aufgefrierphase in den Temperaturmessungen keine

the thermohydraulic calculations were repeated with the effective developments of the freezing holes, this showed that eight further holes needed to be implemented as freezing holes (making a total of 50 freezing holes). It was taken into account that, for the freezing holes, the relative clearance to the neighbouring hole is more important than its absolute deviation.

The ground was injected with an average of 10.1 litres of cement/fine cement suspension per metre of drilling. For an injection mass with a diameter of 0.75 m ($v = 442 \text{ l/m}$), this corresponds to a volume proportion of around 2.2 % – which is slightly above the predicted 2 %. The success of the injections was shown by the fact that no locally higher temperatures and therefore no groundwater flows were detected in the temperature measurements during the freezing-up phase.

As forecast, the drive was approved 90 days after the start of the freezing-up phase; all prescribed and executed measures contributed to the achievement of this goal.

5.2 Excavation through Frozen Ground

Measuring around 65 m², the excavation cross-section in the freeze body was ultimately excavated in a complete excavation process with an advance rate of around 0.7 m/day (4/3 shift operation) on average (Figs. 11 + 12). The procedure took account of the load-bearing installation of the 65 cm thick and highly reinforced shotcrete lining that is to be performed within seven days of excavation.

The frozen silty fine sand was removed using a 42 t excavator with a 2.5 t hydraulic jack hammer in blocks measuring up to 0.5 m³. In



Quelle/Credit: Bauleitung Los 106

12 Vortrieb im Gefrierkörper; Ortsbrust und Ausbruchsicherung (Abschnitt III der Raibler Rauwacke)

Excavation through frozen ground; tunnel face and excavation support (section III of the Raibler-Rauwacke)

lokal höheren Temperaturen und somit Grundwasserströmungen erkennbar waren.

Der Vortrieb wurde 90 Tage nach dem Beginn der Aufgefrierphase wie prognostiziert freigegeben; sämtliche angeordneten und ausgeführten Maßnahmen haben zur Zielerreichung beigetragen.

5.2 Vortrieb im Gefrierkörper

Der rund 65 m² große Ausbruchquerschnitt im Eiskörper wurde schließlich im Vollausbuch mit einer durchschnittlichen Vortriebsleistung von rund 0,7 m/Tag (4/3-Schicht-Betrieb) ausgebrochen (**Bild 11 + 12**). In der Leistung ist der tragfähige Einbau der 65 cm starken und stark bewehrten Spritzbetonschale innerhalb von sieben Tagen nach dem Ausbruch berücksichtigt.

Der gefrorene siltige Feinsand wurde mit einem 42-t-Bagger mit einem 2,5-t-Abbauhammer in bis zu 0,5 m³ großen Blöcken abgebaut. Gemäß der geologischen Prognose waren an der Ortsbrust vereinzelte Einschlüsse von Mylonit und eine Marmorierung klar erkennbar.

Die Bauerfahrung zeigt, dass mit dem Gefrierkörper die Eigenschaften des siltigen Feinsandes unter hohem Wasserdruck derart verbessert werden konnte, dass der Vortrieb des Albulatunnels II im Abschnitt III der Raibler Rauwacke sicher und erfolgreich möglich war. Mit der rasch eingebrachten, stark bewehrten Ausbruchsicherung (Spritzbetonschale) konnten die Verformungen des Eiskörpers wie vorgesehen im zulässigen Bereich gehalten werden. 

accordance with the geological prediction, isolated inclusions of mylonite and instances of marbling were clearly identifiable at the face.

Experience in construction demonstrates that the freeze body was useful to improve the properties of the silty fine sand under high hydraulic pressure such that the drive of Albulatunnel II in section III of the Raibler-Rauwacke could be performed safely and successfully. Thanks to the excavation support (shotcrete lining), which was quickly installed and highly reinforced, the deformations of the freeze body were kept within the permissible range as intended. 

Literatur/References

- [1] Anagnostou, G.; Kovari, K. (1994): Zur Dimensionierung von Injektionskörpern im Tunnelbau. Weiterbildungskurs „Injektionen für Boden und Fels“, Institut für Geotechnik, ETH Zürich.
- [2] Hennings, F. (1908): Projekt und Bau der Albulabahn. Denkschrift im Auftrage der Rhätischen Bahn. Kommissionsverlag von F. Schuler, Chur.
- [3] Orth, W.: Albulatunnel II. Bericht Versuche an gefrorenen Bodenproben und Ermittlung von Materialkennwerten der gefrorenen Rauwacke, 27. Januar 2016 (unveröffentlicht).
- [4] Hechenbichler, J.; Kogler, K.; Schneider, A.; Orth, W. (2016): Neubau Albulatunnel II, Abschnitt III der Raibler Rauwacke, Vortriebsicherung durch Injektion und Bodenvereisung, Vortrag 34, Baugrundtagung, Bielefeld, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V.

Stuttgart 21: Transport von 8 Millionen Tonnen Abraum

„Jetzt ist Bergfest. Die Hälfte ist weg, und das Ende der Transporte ist absehbar“, sagt Wolf-Dieter Tigges, Leiter der Zentralen Baulogistik (ZBL) beim DB Projekt Stuttgart–Ulm. Seine Abteilung ist seit Juni 2014 für den Abtransport von Bodenmaterial zuständig, das auf den innerstädtischen Baustellen für den zukünftigen Bahnknoten in Stuttgart anfällt. Am 24. April 2017 verließ der 4000. Zug die Umschlagflächen der Baulogistik am Nordbahnhof – damit waren vier von acht Millionen Tonnen Erde und Gestein aus den Baustellen von Hauptbahnhof und angrenzenden Tunneln abtransportiert.

40 Millionen Tonnen Abraum im Gesamtprojekt

Insgesamt fallen beim Teilprojekt Stuttgart 21 Massen im Umfang von rund 20 Millionen Tonnen an. Die acht Millionen Tonnen Erdaushub und Tunnelausbruch, die über die Zentrale Baulogistik abtransportiert werden, entstammen den Projektabschnitten 1.1 (Talquerung mit Hauptbahnhof), 1.2 (Filder Tunnel), 1.5 (Zuführungen Feuerbach und Bad Cannstatt mit S-Bahn) und 1.6a (Zuführungen Ober- und Untertürkheim). Zudem werden in den beiden dezentralen Logistikbereichen Filder und Neckar zusammen rund zwölf Millionen Tonnen Abraum direkt durch die beauftragten Bauunternehmen entsorgt. Auf der Neubaustrecke Wendlingen–Ulm fallen weitere rund 20 Millionen Tonnen Abraum an, die ebenfalls durch die verantwortlichen Bauunternehmen entsorgt werden müssen.

Logistiksystem mit Wechselcontainern für Straße und Schiene

Ein Zug kann circa 1000 Tonnen Bodenmaterial befördern, und in Hochzeiten fahren bis zu 13 Züge pro Tag vom ZBL-Gelände ab. „Eine Bewegung von Bodenmaterial dieser Menge auf so engem Raum gab es bei Großbauprojekten der Deutschen Bahn noch nie“, erklärt Tigges. Ebenfalls einzigartig ist das Gesamtkonzept der Baulogistik. Dazu wurde ein System mit Wechselcontainern für den kombinierten Verkehr auf Straße und Schiene entwickelt, das auch bei zukünftigen Großprojekten der Deutschen Bahn zum Einsatz

Stuttgart 21: Transport of 8 Million Tonnes of Spoil

“Half of our job is done now and the end of the transport is foreseeable“, stated Wolf-Dieter Tigges, manager of the central construction logistics (ZBL) on the DB project Stuttgart–Ulm. His department has been responsible since June 2014 for the carting away of material produced by the inner-city construction sites of the future rail node in Stuttgart. On 24 April 2017, the 4000th train departed from the handling area of the construction logistics department at the north station – meaning that four of the eight million tonnes of earth and rock have now been transported away from the sites of the main station and adjacent tunnels.

40 Million Tonnes of Spoil on the Overall Project

Altogether about 20 million tonnes will be produced by the part project Stuttgart 21. The eight million tonnes to be transported through the central construction logistics department come from the project sections 1.1 (Valley crossing with main station), 1.2 (Filder Tunnel), 1.5 (Feeders to Feuerbach and Bad Cannstatt with S-Bahn urban transit) and 1.6a (Feeders to Ober- and Untertürkheim). In addition, about twelve million tonnes of spoil are disposed of directly by the contractors for the currently decentralised logistics areas of Filder and Neckar. A further 20 million tonnes of spoil will be produced by the new line from Wendlingen to Ulm, which will also have to be disposed of by the responsible contractors.

Logistic System with intermodal Containers for Road and Rail

One train can transport about 1000 tonnes of spoil, and at peak times up to 13 trains depart from the ZBL site each day. “The movement of such a quantity of soil and rock in such a restricted space has never occurred before on a major project for German Railways DB“, explains Tigges. Also unique is the overall concept of construction logistics, with a system of intermodal containers having been developed for combined transport by road and rail. This system should also be used in the future DB projects. With the use of the yellow intermodal containers, which can be mounted on rail cars or roadgoing trucks, the earth is transported away efficiently in an



Quelle/credit: DB Projekt Stuttgart-Ulm

Verladevorgang der gelben Wechselcontainer mit einem Reachstacker
Loading a yellow intermodal container with a reach stacker

kommen soll. Durch die Nutzung der gelben Wechselcontainer, die auf Zug und LKW gleichermaßen aufgesetzt werden können, verläuft der Abtransport von Erde und Gestein effizient und umweltschonend. Es wird fast ausschließlich über die Schiene abtransportiert. LKW müssen keine langen Wege fahren, und die Umladevorgänge zwischen den Transportfahrzeugen werden reduziert – das spart Zeit und CO₂. Für dieses Logistikkonzept erhielt das Team um Projektleiter Tigges 2016 eine bahnhinterne Auszeichnung.

Klassifizierung des Abraums

Im günstigsten Fall wird Erde und Gestein bereits auf der Baustelle untersucht, nach Bodenarten eingeteilt und dementsprechend in die Container verladen. Von da aus geht es direkt zum Abfahrtsort des Güterzuges. Auf manchen Baustellen ist eine Untersuchung vor Ort allerdings nicht möglich; dann beginnt die Bodenuntersuchung und -einteilung erst bei einer Zwischenlagerung. Nach der Einteilung in der Zwischenlagerung wandert die Erde in den gelben Containern zum Abfahrtsort. Dort hievt ein spezieller Stapler (Reachstacker) die Container einfach vom LKW auf den Zug. Am Ankunftsort angekommen, können die Container wieder problemlos auf einem LKW platziert werden – alles ohne zeitintensives Umladen. Die Umschlagfläche im Bereich des Nordbahnhofes ist mit zwei Verladebereichen und mehreren Abstellgleisen sehr groß bemessen. Dadurch ist die Entsorgungssicherheit auch zu Spitzenzeiten gewährleistet.

environmentally acceptable manner. The major part of the transport is handled by rail. Trucks do not have to drive long distances and the handling processes between the transport vehicles are reduced, with a saving of time and CO₂. The team and the project manager Tigges were awarded an internal commendation for this work in 2016.

Classification of the Spoil

In the most favourable case, soil and rock has already been tested and categorised on site and loaded into the appropriate container. From the site, each container goes directly to the departure location of the trains. On some sites, however, it is not possible to perform testing, and the categorisation first starts at an intermediate storage location. After categorisation at the storage location, the material travels to the departure location in a yellow container, where a special fork lift (reach stacker) simply loads the container from the truck onto the train. When it arrives at the destination, the containers can once again be placed onto trucks without problems – all without time-intensive reloading. The handling area at the north station is generously sized, with two loading areas and several departure tracks. This even ensures the security of disposal at peak times.

Construction Logistics on DB Land

The ZBL (handling area and haul roads) is mostly sited on DB land, for which purpose the goods track between Stuttgart Nord and the main station was removed. Later, the state capital Stuttgart will use these areas for urban development.

Bauleistik auf bahneigenen Flächen

Die ZBL (Umschlagfläche und Baustraßen) ist überwiegend auf bahneigenen Flächen eingerichtet. Dazu wurde unter anderem das Gütergleis zwischen Stuttgart Nord und Stuttgart Hauptbahnhof zurückgebaut. Später nutzt die Landeshauptstadt Stuttgart diese Flächen zur städtebaulichen Entwicklung.

Die für die Abraumlieferung eingesetzten LKW beanspruchen kaum die öffentlichen Straßen, sondern verkehren auf den extra eingerichteten Baustraßen. Die ohnehin schon stark befahrenen Einfallstraßen in die Stadt werden daher nicht noch zusätzlich belastet.

Anwohnerschutz rund um die Baustelle

Die Bahn hat spezielle Lärmschutzmaßnahmen umgesetzt. An der Baustraße, die von der Innenstadt zur Umschlagfläche führt, wurde im Bereich der Rosensteinstraße eine 4 m hohe Lärmschutzwand auf rund 250 m Länge errichtet. Die Anwohner profitieren von dieser Maßnahme im doppelten Sinne, denn die Lärmschutzwand mindert auch spürbar die Geräusche des regulären Bahnbetriebs.

Der Baustellenstaub und die Lichtemissionen hätten sich bei der Bevölkerung darüber hinaus als herausragendes Problem hervorgetan, erläutert Wolf-Dieter Tigges: „Dagegen macht das Projekt aber eine Menge: Das Lichtkonzept ist auf die Bedürfnisse

The trucks used for the transport of spoil hardly used public roads but travel on extra haul roads. The roads into the city centre, which already carry heavy traffic, see scarcely any additional traffic.

Protection of the Inhabitants around the Site

DB has implemented special noise protection measures. A 4m high noise protection barrier has been erected at the Rosensteinstraße along the haul road running from the city centre to the handling area. The local inhabitants win twice from this measure because the noise protection barrier also considerably reduces the noise from regular train services.

The emission of dust and light from the site also proved to be a problem for the local inhabitants, explains Wolf-Dieter Tigges: "The project has undertaken a lot to combat this: the lighting concept is adapted to suit the requirements; after 22:00 there is no more light and no light is switched on before 7:00. Appropriate measurement points have been set up to measure dust and provide us with an overview at all times what emissions are occurring."

Reduced Output of Greenhouse Gases

Goods trains up to 400 m long, each with about 20 goods wagons, run to the landfill sites of the recycling locations. On average, one train journey saves about 40 truck journeys, which saves 76 per cent



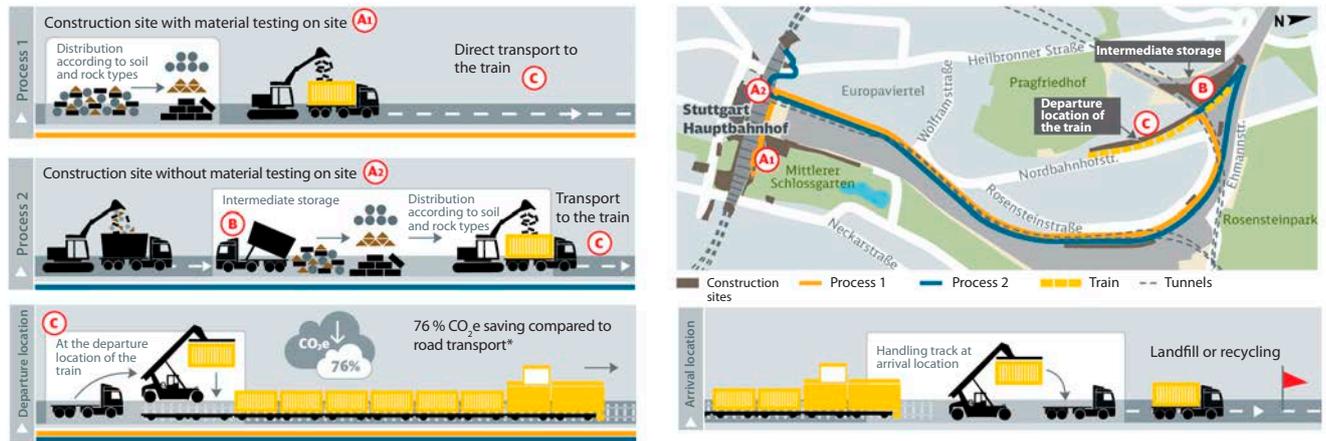
Quelle/credit: Amim Kilgus

Die Bauleistikflächen C unweit des Zwischenangriffs Nord des Tunnels Bad Cannstatt.

The construction logistics area C near the northern intermediate access point of the Bad Cannstatt Tunnel

What to do with the earth and rock?

Two processes in the S21 logistics concept



* Overall environmental comparison between rail and road without taking into account route and load profiles. The saving of 76 % carbon dioxide equivalent corresponds to about 30 t less CO₂e for the transport of 1000 t of earth and stone over a distance of 500 km

Das Transportkonzept des S21-Abraums über die Zentrale Baulogistik

The transport concept for the S21 spoil through the central construction logistics department

angepasst worden. Nach 22 Uhr ist kein Licht mehr da und vor 7 Uhr geht kein Licht an. Für den Staub sind entsprechende Staubmessstellen eingerichtet worden, die uns jederzeit einen Überblick darüber verschaffen, welche Emissionen eingeleitet werden.“

Verminderter Ausstoß von Treibhausgasen

Bis zu 400 m lange Güterzüge mit jeweils rund 20 Güterwagen fahren zu den Deponien oder den Wiederverwertungsstellen. Durchschnittlich kompensiert eine Zugfahrt rund 40 LKW-Fahrten, wodurch 76 Prozent Kohlendioxidäquivalente (CO₂e) eingespart werden. Der pauschale Umweltvergleich zwischen Straße und Schiene, der keine Strecken- und Lastprofile berücksichtigt, errechnet für den Schienentransport von 1000 Tonnen Erde und Gestein auf einer Strecke von 500 km rund 30 Tonnen weniger CO₂e.

Wiederverwertung des Tunnelaushubs

Die Steine und Erde, die auf den innerstädtischen Baustellen für den Hauptbahnhof und den Tunnelbau anfallen, sind mitunter wertvoller Baustoff für andere Großbaustellen oder ökologische Wiederaufbereitungen. Die Deutsche Bahn beliefert unter anderem die Landesgartenschau 2018 in Lahr mit dem S21-Bodenmaterial. Auf verschiedenen Deponien wird der Stuttgarter Boden zur ökologischen Renaturierung verwendet, wie im thüringischen Kohnstein, in Amsdorf (Sachsen-Anhalt) oder in Michelbach an der Bilz im Landkreis Schwäbisch-Hall. Auch für die weiteren Logistikbereiche von Stuttgart 21 gilt: Tunnelaushub ist kein Abfall und wird bei Bedarf wiederverwertet. So zum Beispiel auf der Baustelle für das neue Bürogebäude des Bio-Supermarktes Alnatura in Darmstadt.

carbon dioxide equivalent (CO₂e). The overall environmental comparison between road and rail, which does not taken into account any route or load profile, calculates a saving of about 30 tonnes of CO₂e for the rail transport of 1000 tonnes of earth and rock over a distance of 500 km.

Reuse of the Tunnel Spoil

The rock and soil, which is removed from the inner-city sites of the main station and the tunnel construction, includes valuable raw materials for other major construction works or for ecological recycling. German railways delivered, for example, S21 material to the “State Garden Show” Landesgartenschau 2018 in Lahr. The material from Stuttgart is being used at various landfill sites for ecological renaturation, such as in Kohnstein, Thüringen, in Amsdorf (Sachsen-Anhalt) or in Michelbach an der Bilz in the district of Schwäbisch-Hall. The rule still applies for other logistic areas of Stuttgart 21: tunnel spoil material is not waste and is recycled as needed, for example on the site of the new office building of the Alnatura organic supermarket in Darmstadt.

ZU VERKAUFEN

Bohrgerät Comacchio MC1200, Jg. 2010

3900 Stunden, gut unterhalten,
betriebsbereit mit div. Zubehör,
ab Platz Kaufpreis CHF 128'000.-, WIR-Anteil möglich

Hans Wiederkehr, wiederkehr@bereuter-gruppe.ch
oder +41 43 399 33 00

State Route 99 Tunnel: Schalwagen-Lösung für Doppelstock-Fahrbahn

Jahrzehntelang galt das 1950 erbaute Alaskan Way Viadukt im US-Staat Washington als einer der wichtigsten Verkehrswege entlang Seattles Uferpromenade. Als Ersatz für die Hochbrücke, die täglich von 110 000 Fahrzeugen genutzt wird, entsteht derzeit ein rund 3,2 km langer Tunnel. Peri plante und lieferte eine projektspezifische Schalwagenlösung für die Herstellung der doppelstöckigen Fahrbahn, die innerhalb der direkt zuvor gebohrten Tunnelröhre in drei Abschnitten betoniert wird.

State Route 99 Tunnel: Formwork Solution for Double-Deck Tunnel

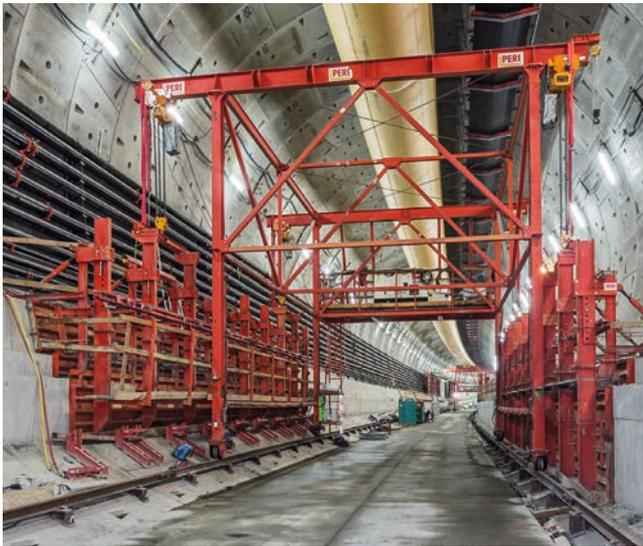
The 1950s vintage Alaskan Way Viaduct has long been considered one of the most important thoroughfares along Seattle's waterfront in Washington, USA. As a replacement for the elevated viaduct that is used daily by 110 000 vehicles, a 3.2 km long tunnel is currently being constructed. Peri planned and delivered a project-specific formwork solution for the realization of the double-deck carriageway whereby the previously bored tunnel tube length is being concreted in three sections each time.



Quelle/Credit (2): WSDOT

- 1 Der Tunnel im Tunnel:
Innerhalb der gebohrten Tunnelröhre mit rund 17,50 m Durchmesser entsteht ein doppelstöckiger Straßentunnel – größtenteils hergestellt in Ortbetonbauweise mit einer umfassenden Peri-Lösung

Inside the tunnel: within the bored tunnel tube with a diameter of around 17.50 m, a double-story road tunnel is being realized – mainly constructed using in-situ concrete together with a comprehensive Peri solution



Quelle/credit: PERI GmbH

- 2 Der erste Arbeitsabschnitt in der Tunnelröhre: Die Herstellung der Anfänger, die das Fundament für die doppelstöckige Fahrbahn bilden. Geschalt wird dieser Bereich mit einer projektspezifischen Peri Stahlschalung. Deutlich erkennbar sind die zwei Auflagerflächen – eine für die aufgehende Wand, eine weitere für die Fertigteilplatte, die am Ende aller Stahlbetonarbeiten montiert wird und dann die untere Fahrbahndecke bildet

The first working section in the tunnel tube: the realization of starter units which form the foundation for the tunnel-in-tunnel. This area is formed with custom steel formwork. The two support areas – one for the rising wall, another for the prefabricated panel which is mounted at the end of all reinforced concrete work and subsequently forms the bottom carriageway slab – are clearly visible

Ersatz für das Alaskan Way Viadukt

Nachdem das Alaskan Way Viadukt im Jahr 2001 bei einem Erdbeben größeren Schaden erlitt, wurden erste Vorbereitungen für einen Ersatz getroffen. Acht Jahre später entstanden konkrete Pläne, einen Tunnel zu bohren. Im Jahr 2011 ging dann der Auftrag für die Planung und den Bau des Tunnels an Seattle Tunnel Partners (STP) – ein Joint Venture aus der Tutor Perini Corporation aus Kalifornien und Dragados USA.

Bertha, eine der größten Tunnelbohrmaschinen (TBM) der Welt, bohrte einen Tunnel mit rund 17,50 m Durchmesser und kleidete diesen direkt mit 60 cm dicken Tübbingen aus. Innerhalb der Röhre entsteht dann eine doppelstöckige Fahrbahn (**Bild 1**). Die dazu erforderlichen Wände sowie die dort aufgelagerte Tunneldecke entstehen mit verfahrbaren Schalungslösungen von Peri.

Die Anforderung: Auf Schienen verfahrbare Schalwagen

Die Aufgabenstellung für die Peri-Ingenieure war es, fahrbare Schalungslösungen auszuarbeiten, um die Stahlbetonkonstruktion innerhalb des runden Tunnelquerschnitts effizient einzuschalen, zu betonieren und in den nächsten Abschnitt umzusetzen. Die Ausführung gliedert sich dabei in drei Bauabschnitte: Anfänger, Seitenwände und Decke. Letztere bildet später auch die obere Fahrbahn. Die Wände der oberen Fahrbahnebene werden mit der Domino-Rahmenschalung in Ortbetonweise erstellt.



- 3 Direkt auf den Anfängern werden die aufgehenden Wände betoniert, die wiederum das Auflager für die obere Fahrbahn bilden. Zwei Maximo-Schalungssätze sorgen für effizientes Betonieren der 4,50 m hohen Wände

The rising walls are concreted directly on the starting units and in turn form the support for the upper roadway. Two Maximo formwork sets ensure fast, efficient concreting of the 4.50 m high walls

A Replacement for the Alaskan Way Viadukt

After the Alaskan Way Viadukt had suffered considerable damage due to a major earthquake in 2001, initial preparations were made for a replacement. Eight years later, plans for a bored tunnel emerged. In 2011, Seattle Tunnel Partners (STP) was awarded the contract for the design and construction of the tunnel – a joint venture of the Tutor Perini Corporation from California and Dragados USA. Bertha, one of the world's largest tunnel boring machines (TBM) excavated a tunnel with a diameter of around 17.50 m was then directly lined with 60 cm thick precast concrete ring segments. Inside the tube, a double-deck carriageway is realized (**Fig. 1**). The required walls as well as the supported tunnel slab are being formed by means of mobile formwork solutions from Peri.

The Requirement: mobile Formwork Carriage on Rails

The task for Peri engineers was to develop mobile formwork solutions in order to efficiently shutter and concrete the reinforced concrete construction within the circular tunnel tube, and to move the carriage to the next section. Execution is divided into three construction phases, namely corbels, side walls and slab. The slab subsequently forms the upper carriageway. There are also cast-in-place walls above the elevated slab formed with Peri Domino.

For the planning, the Peri team had to take into consideration a wide range of boundary conditions, which included the numerous



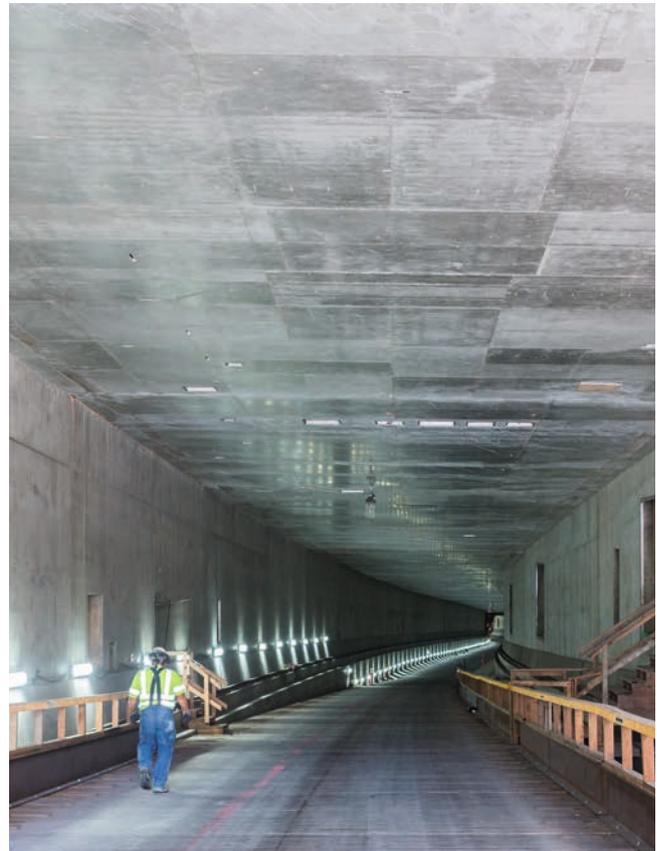
- 4 Mit insgesamt sechs Peri Schalwagen wird abschließend die Decke betoniert – hergestellt im Pilgerschrittverfahren. Alle Schalwagen wurden mit entsprechenden Durchfahrtsöffnungen für den Materialtransport in Richtung Tunnelbohrmaschine ausgeführt

The slab is subsequently concreted by means of a total of six formwork carriages – constructed using the back-step construction method. All formwork carriages were designed with corresponding passageway openings for transporting materials in the direction of the TBM

Für die Planung musste das Peri-Team verschiedenste Randbedingungen berücksichtigen, darunter den kurvigen Verlauf des Tunnels sowie die dort notwendigen Querneigungen der Decken. Da alle Schalwagen der TBM folgend auf ein und derselben Schienenkonstruktion durch den gesamten Tunnelverlauf verfahren werden sollten, war die konkrete Planung der Betonierabschnitte besonders wichtig für die effiziente Ausführung. Auch die Logistik galt es zu berücksichtigen: Da die TBM stetig mit Material wie z. B. den Tübbingungen beliefert werden musste, musste das Gesamtkonzept zwingend eine entsprechende Durchfahrt ermöglichen. Die Schalwagen wurden schließlich für 16,45 m lange Abschnitte ausgelegt – angelehnt an die erwartete, durchschnittliche Vortriebsgeschwindigkeit der Tunnelbohrmaschine.

Die Ausführungslösung

Zuerst ebnete das Baustellenteam den Boden der Tunnelröhre mit einer ersten Betonschicht, auf der die Schienen zum Verfahren der Schalwagen installiert wurden. Zudem war so eine ebene Arbeitsfläche zum Schalen der Anfänger geschaffen, die das Fundament der gesamten Konstruktion bilden.



- 5 Der Blick von Norden in Richtung der fertiggestellten südlichen Tunneleinfahrt

The view from the north towards the completed southern tunnel entrance

tunnel curves as well as the required lateral inclinations of the slabs. As all TBM formwork carriages are designed to be moved along one and the same rail construction through the entire tunnel, specific planning of the concreting sections was particularly important for ensuring efficient implementation. Logistics also had to be taken into account: because the TBM had to be constantly supplied with materials such as the concrete ring segments, the overall concept had to include a sufficiently large passageway. The formwork carriages were eventually designed to accommodate 16.45 m long sections – based on the expected average advance rate of the tunnel boring machine.

The Execution Solution

Initially, the construction team levelled the floor of the tunnel with a layer of concrete on which rails were installed for moving the corbel formwork carriage. In addition, a flat working surface was created in this way for the starting unit that forms the foundation of the entire construction.

The first carriage directly following the TBM carries the side formwork of the starting unit – one formwork set per tunnel side (Fig. 2).

Der erste, direkt der TBM folgende Schalwagen trägt die Seitenschalung der Anfänger – einen Schalungssatz je Tunnelseite (**Bild 2**). Die Anfänger bilden zum einen das Fundament für die aufgehenden Seitenwände des inneren Tunnels. Zum anderen dienen die Anfänger später auch als Auflager für Fertigteilplatten, die nach finalem Abschluss der Ortbetonarbeiten als untere Fahrbahnplatte montiert werden.

Nachdem die Fundamente die notwendige Mindestfestigkeit erreicht haben, werden die 4,50 m hohen Seitenwände des inneren Tunnels direkt auf den Anfängern betoniert (**Bild 3**). Dazu dienen zwei Schalungssätze der Maximo-Rahmenschalung, die auf einem zweiten Schalwagen von Betonierabschnitt zu Betonierabschnitt ebenfalls auf Schienen verfahren werden. Während der eine Schalungssatz nach dem Einbau des Betons jeweils im hinteren Tunnelabschnitt verbleibt, wird der zweite Schalungssatz nach dem Ausschalen bereits weiter vorne im Tunnel wieder montiert. Im dritten Bauabschnitt folgt eine Decke, die später auch die obere Fahrbahn in Richtung Süden bildet. Die Deckenplatte wird mit insgesamt sechs Deckenschalwagen im Pilgerschrittverfahren hergestellt (**Bild 4**): Drei etwas längere Wagen mit einer projektspezifisch geplanten Schalung auf Basis von Variokit-Stahlriegeln und GT 24 Schalungsträgern dienen zum vorauslaufenden Betonieren der Deckenabschnitte auf Lücke. Nachlaufend werden die so entstandenen, freien Bereiche mittels drei etwas kürzeren Deckenschalwagen geschlossen.

Vortrieb am 21. April beendet

Durch die enge Zusammenarbeit aller Beteiligten und eine frühzeitige Planung konnte ein stimmiges Gesamtkonzept zur effizienten Herstellung dieses komplexen Bauwerks erarbeitet und umgesetzt werden. Dadurch, dass größtenteils Systembauteile aus dem Peri-Mietpark eingesetzt wurden, ist die ausgearbeitete Schalungslösung auch wirtschaftlich in der Herstellung. Insbesondere die Verwendung von Systembauteilen aus dem Variokit-Ingenieurbaukasten ermöglichte es dem Baustellenteam vor Ort – trotz nicht immer einfacher Bedingungen – die eng gesteckten Zeitpläne für alle Schalarbeiten und die notwendigen geometrischen Anpassungen einhalten zu können. Zudem unterstützt der Einsatz von hydraulischen Lösungen zum Ein- und Ausschalen in einigen Bereichen sowie zum Vorschub der Schalwagen das schnellere Arbeiten.

Im Frühjahr 2017 waren die Schalungsarbeiten für die obere Fahrbahn Richtung Süden über die Hälfte der Tunnelstrecke hinaus fortgeschritten: am 21. April erreichte die Tunnelbohrmaschine Bertha ihren Zielpunkt und wird seitdem demontiert. 

Auftraggeber/Client:

Washington State Department of Transportation (WSDOT)

Bauunternehmen/Contractor:

Seattle Tunnel Partners (Dragados USA & Tutor Perini Corporation),
Seattle, Washington, USA

Projektbetreuung Schalungstechnik/Field Service Formwork

Technology:

Peri Woodland, WA, United States

The corbel formwork was custom steel formwork. Maximo came in after to form the walls. Rails for the wall and slab travellers are on top of the corbel.

On the one hand, the starting unit forms the foundation for the rising side walls of the inner tunnel. On the other, it also subsequently serves as a support for the prefabricated panels that are installed as the bottom carriageway slab after the in-situ concrete work has been finally completed.

After the foundations have reached the required minimum strength, the 4.50 m high side walls of the inner tunnel are concreted directly on the starters (**Fig. 3**). For this purpose, two formwork sets consisting of Maximo panel formwork are used, which are moved from concreting section to concreting section on a second formwork carriage. While one set of formwork remains in the rear tunnel section after the concrete has been placed, the second formwork set is reassembled further ahead in the tunnel after striking.

In the third construction phase, a slab is constructed that subsequently forms the carriageway which will carry southbound traffic. The slab is realized with a total of six slab formwork carriages, using the back-step construction method (**Fig. 4**): three slightly longer carriages with project-specific formwork on the basis of Variokit steel walers and GT 24 formwork girders serve to carry out concreting in advance for the slab sections. The resulting interstitial spaces are subsequently closed by means of three slightly shorter slab formwork carriages.

TBM finished Excavation Works on April 21

Through the close cooperation of all parties involved along with early planning, a coherent overall concept for allowing efficient construction of this complex structure was developed and implemented. Due to the fact that most of the system components used have been supplied from the Peri rental park, the formwork solution has also been very cost-effective. In particular, the use of system components from the Variokit engineering construction kit enables the construction team to meet the strict schedules for all formwork operations as well as the required geometrical adaptations in spite of the less-than-favourable conditions. In addition, the use of hydraulic solutions for shuttering and striking in certain areas facilitates faster working. The travellers also are advanced hydraulically.

As of spring 2017, the southbound roadway deck stretched beyond the tunnel's halfway point. On April 21, TBM Bertha completed her journey and is now being cut into pieces and removed from the disassembly pit. 

Baulicher Brandschutz im Strenger Tunnel

Der österreichische Strenger Tunnel in Tirol wurde 2016 im Zuge einer Sanierung mit baulichem Brandschutz ausgestattet. Die gewählte Lösung mit Brandschutzplatten umfasste darüber hinaus auch Brandschutzstopfen und -steine für Abschottungen. Durch die Auswahl der geeigneten Systeme konnten die Sicherheitsanforderungen hinsichtlich des Brandschutzes erfüllt werden. Im vorliegenden Artikel wird auf die Montage der Brandschutzmaterialien näher eingegangen.

Passive Fire Protection in the Strenger Tunnel

The Austrian Strenger Tunnel in Tyrol was fitted with passive fire protection in 2016 within the scope of a rehabilitation scheme. The selected solution involving fire protection boards also includes fire protection plugs and bricks for penetrations. Safety requirements relating to fire prevention could be complied with thanks to the choice of suitable systems. This report looks more closely at how the fire protection materials were installed.

Dipl.Dipl.-Ing. Bianca Taferner, Tunnel Applications, Promat GmbH, Österreich/Austria;
Lindner Isoliertechnik und Industrieservice GesmbH, Österreich/Austria

1 Einleitung

Der in den Jahren 2000 bis 2005 gebaute Strenger Tunnel auf der S16 Arlberg Schnellstraße ist rund 5,8 km lang und besteht aus zwei Röhren. Der zwischen den Tunneln Quadratscher im Osten und Flirscher im Westen gelegene Straßentunnel wurde nach der Neuen Österreichischen Tunnelbauweise errichtet und führt an der Gemeinde Strengen am Arlberg vorbei, wodurch er das Ortsgebiet vor Verkehrslärm und Belastung durch Abgase schützt [1]. Im Zuge der Sanierung und der Verbesserung der Tunnelsicherheitseinrichtung bis Dezember 2016 lag ein besonderes Augenmerk auf dem baulichen Brandschutz, d. h. der Brandschutzverkleidung im Gewölbe- und Galeriebereich des Westportals, und auf der Herstellung von Abschottungen mit intumeszierenden Materialien.

Vor der Sanierung waren im Strenger Tunnel bis auf Brandschutztüren und Brandschotts im Bereich der Kabelkanäle keine passiven Brandschutzmaßnahmen getroffen worden. Die baulichen Anlagenverhältnisse sowie die Umgebungsbedingungen erforderten aufgrund neuer Vorschriften im Westportal über ca. 120 bzw. 125 m Länge [3] sowie im Galeriebereich nun die Realisierung des passiven Brandschutzes mithilfe von Brandschutzplatten [1].

2 Die Wahl für das System mit Brandschutzplatten

Eine essentielle Information für die Auswahl der Plattendicke ergibt sich in Österreich durch die Bestimmung von Schutzniveaus für den baulichen Brandschutz für Straßentunnel, welche im Zuge der Planung ermittelt werden. Diese Schutzniveaus (abgekürzt

1 Introduction

The Strenger Tunnel, which was built between 2000 and 2005 on the S16 Arlberg expressway, is roughly 5.8 km long and consists of two tubes. This road tunnel, which is located between the tunnels Quadratsch in the east and Flirsch in the west, was built by the New Austrian Tunnelling Method and passes by the community of Strengen at the Arlberg, thus protecting the locality from traffic noise and exhaust emissions [1].

Special attention was paid to passive fire protection, i.e. the protective lining in the vault and gallery segments of the west portal during the redevelopment and upgrading of the tunnel's safety facilities until December 2016, in addition to the production of fire retarding penetrations using intumescent materials.

Prior to this redevelopment no passive fire protection measures had been installed, with the exception of fire protection doors and fire-retarding sealings for the cable ducts. On account of new regulations the structural set-up and the surrounding conditions called for the implementation of passive fire protection with the aid of fire protection boards [1] over 120 and 125 m long sections at the west portal [3] as well as in the gallery area.

2 Deciding in Favour of the Fire Protection Board System

In Austria essential information for selecting the board thickness is obtained by determining the protective levels for structural fire prevention for road tunnels, established during the course of planning. These protective levels are dealt with at length in the RVS Guideline

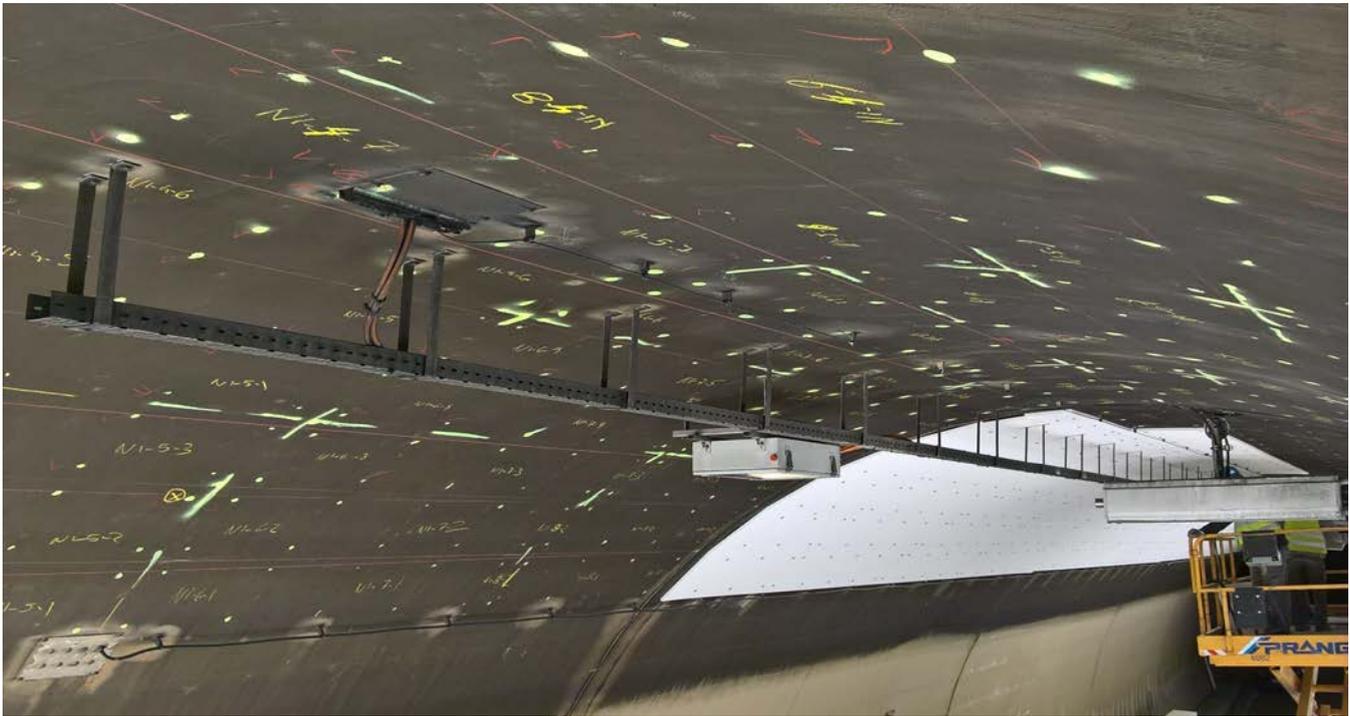


Quelle/credit: Lindner Group/Wolfgang Simlinger

Baulicher Brandschutz durch den Einsatz von Brandschutzplatten im Strenger Tunnel in Österreich
Structural fire protection through the application of fire protection boards in the Strenger Tunnel in Austria

mit SN) werden in der Richtlinie RVS 09.01.45 im Detail behandelt. Ausschlaggebend für die Auswahl sind die Umfeldkriterien des durch Platten zu schützenden Tunnels bzw. Tunnelabschnitts [4]. Im Zuge der Sanierungsplanung wurde der Strenger Tunnel mit Schutzniveau 2 bemessen, was im vorliegenden Fall einen Brandschutz nach HC_{INC} -Tunnelbrandkurve über 90 Minuten bedeutet. Ein großes Augenmerk lag auch auf der Möglichkeit der nachträglichen Demontierbarkeit zu Inspektionszwecken [2]. Die HC_{INC} -Tunnelbrandkurve (auch HC_M -Tunnelbrandkurve genannt) ist eine Temperatur-Zeit-Kurve, welche speziell für Tunnelprojekte herangezogen wird. Sie basiert auf Flüssigkeitsbränden (z. B. Benzin- oder Diesellachenbrände) und erreicht bereits nach kürzester Zeit Temperaturen von 1300 °C, wobei sie danach konstant über einen geforderten Zeitraum auf dieser Maximaltemperatur bleibt [4]. Neben der für den Brandschutz in Straßentunneln relevanten RVS 09.01.45 gibt es in Österreich eine weitere Richtlinie für ebendiese Thematik, welche den Namen „Schutzschichten für den erhöhten Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke“ trägt und die dem Projekt zugewiesene Kurve als modifizierte Hydrocarbonkurve beschreibt [5]. Die Planung ergab zudem die Forderung nach maximal 300 °C Interface-Temperatur (Betontemperatur direkt hinter den Brandschutzplatten) nach 90 Minuten Dauer und geforderter Tunnelbrandkurve [3].

09.01.45. Decisive for the choice are the environmental criteria of the tunnel or tunnel section being protected by the boards [4]. During the redevelopment planning process, the Strenger Tunnel was evaluated at Protective Level 2 (*Schutzniveau 2*), signifying in this particular case fire protection in keeping with an HC_{INC} tunnel fire curve over 90 min. Attention was also paid to the possibility of disassembly for inspection purposes at a subsequent stage [2]. The HC_{INC} tunnel fire curve (also known as HC_M tunnel fire curve) is a temperature-time curve, specially applied for tunnel projects. It is based on liquid fires (e.g. petrol or diesel pool fires) attaining temperatures of up to 1300 °C after a very short time, retaining this maximum temperature constantly over a stipulated period [4]. In addition to RVS 09.01.45, which relates to fire protection in road tunnels, in Austria there is a further guideline applying to this topic namely “Protective Layers for enhanced Fire Protection for Underground Transportation Structures” (ÖBV Guideline “*Schutzschichten für den erhöhten Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke*”). It describes the curve relating to the project as a modified hydrocarbon curve [5]. In addition, planning also called for a maximum 300 °C interface temperature (concrete temperature directly behind the fire protection boards) after a duration of 90 min and the required tunnel fire curve [3]. In the case of the Strenger Tunnel the decision in favour of the fire protection boards was taken on account of the good state of the



Quelle/credit: Lindner Group/Nicolas Hammer

Montage der Brandschutzplatten

Installing the fire protection boards

Für den Strenger Tunnel fiel die Entscheidung aufgrund des guten Zustands der Innenschale und der Baulogistik auf die Lösung mit Brandschutzplatten [1]. Christoph Wanker, Projektleiter der ASFINAG für die Sanierung des Strenger Tunnels, begründet die Auswahl von Brandschutzplatten als Methode des baulichen Brandschutzes folgendermaßen: „Im Vergleich mit der alternativen Lösung des Brandschutzes durch Auftragen von Spritzbeton hat die ausgeführte Lösung mit Brandschutzplatten doch erhebliche Vorteile. Neben der Flexibilität für den Einbau im Tunnelquerschnitt und vor allem im Bereich bestehender Einrichtungen ist die sehr geringe Behinderung für den Verkehr und die restlichen Arbeiten hervorzuheben. Dies hat für uns wesentlich zur Entscheidung für ein System mit Brandschutzplatten beigetragen.“

3 Montage der Brandschutzplatten

Für den Strenger Tunnel wurden ca. 5000 m² Oberfläche im Galerie- und Gewölbereich der Westportale beider Röhren mit Brandschutzplatten versehen. Im Rahmen der Komplettsanierung des Tunnels war es nötig, zuerst die Nordröhre zu sperren, während die Südröhre für den Verkehr offenstand, um den Verkehrsfluss weiterhin aufrecht zu erhalten. Im Anschluss wurde die Nordröhre für den Verkehr geöffnet, um die Sanierungsarbeiten in der Südröhre durchführen zu können. Die Applikation der Brandschutzplatten dauerte je Tunnelröhre fünf Wochen und wurde durch Lindner Isoliertechnik und Industrieservice Österreich durchgeführt.

Die für dieses Projekt ermittelten Brandschutzanforderungen konnten mit der Tunnelbauplatte in einer Plattendicke von 20 mm erfüllt werden. Von großer Bedeutung war auch die Auswahl eines

inner shell and the construction logistics [1]. Christoph Wanker, ASFINAG project manager for redeveloping the Strenger Tunnel, provided the following reason for choosing fire protection boards as a structural fire prevention method: “Compared with the alternative solution of placing shotcrete, the applied solution involving fire protection boards possesses undoubted advantages. Alongside flexibility of installation in the tunnel cross-section and above all, in the proximity of existing facilities, the fact that traffic and other activities are only minimally hampered must be underlined. This was largely responsible for deciding in favour of a system using fire protection boards.”

3 Assembling the Fire Protection Boards

A roughly 5000 m² surface area in the gallery and vault sectors of the west portals of both tubes was covered with fire protection boards for the Strenger Tunnel. Within the scope of the tunnel's complete rehabilitation it was essential to first close the north tube, leaving the south one open for traffic in order to ensure that traffic could still pass through. Subsequently, the north tube was opened to carry traffic so that renovation activities could be undertaken in the south tube. The application of the fire protection boards took five weeks per tunnel tube and was carried out by Lindner Isoliertechnik und Industrieservice Österreich.

The fire protection requirements determined for this project were fulfilled using a tunnel construction board with a board thickness of 20 mm. The choice of a suitable fixing agent in the proper material quality was also of great significance. The combination of the calcium-silicate fire protection boards and the high corrosion-resistant nail anchors FNA II 6x30 M6/30 including washers and

geeigneten Befestigungsmittels in der richtigen Werkstoffgüte. Die Kombination der Kalzium-Silikat-Brandschutzbauplatten und der hochkorrosionsbeständigen Nagelanker FNA II 6x30 M6/30 inklusive Unterlegscheiben und Sicherungsmuttern von Fischer in der Güte 1.4529 ermöglicht auch eine nachträgliche Demontage, um Inspektionen durchführen zu können, ohne dabei die Brandschutzplatten zu beschädigen. Das Material der für den Strenger Tunnel gewählten Tunnelbauplatte weist nicht nur Brandwiderstände nach hochtemperierten Tunnelbrandkurven auf, sondern auch, wie in der zuvor erwähnten ÖBV-Richtlinie [5] beschrieben, eine Frost-Tau-Beständigkeit nach EN 12467. Im Gewölbereich des Strenger Tunnels wurden Brandschutzplatten mit den Maßen 2500 x 598 x 20 mm montiert. Die ausgewählte Kalzium-Silikat-Brandschutzplatte hat die positive Eigenschaft, dass sie nachträglich gekrümmt in das Gewölbe hineingedrückt und montiert werden kann. Ist jedoch der Durchmesser des Tunnelbauwerks im Vergleich zur Plattendicke zu gering – wie es beim Strenger Tunnel der Fall war – empfiehlt es sich, die Platten polygonal zu verbauen, ohne eine Krümmung des Materials herbeizuführen. Die im Gewölbereich verbauten Brandschutzplatten wurden mit zehn Nagelankern je Platte montiert. Um den erwarteten Sog- und Drucklasten im Tunnel entgegenzuwirken, musste die gleichmäßige Verteilung der Befestigungsmittel auf der Platte eingehalten und auf die Verankerungstiefe geachtet werden.

Die Vorgabe einer unversehrten Bewehrung durch die ASFINAG wurde durch einen kompletten Bewehrungsscan inklusive Dokumentation vor der Montage der Brandschutzplatten erreicht. Eine Hinterlegung der Kalzium-Silikat-Tunnelbauplatten mit zugeschnittenen Streifen aus ebendiesem Material ist aus brandschutztechnischer Sicht nicht erforderlich und wurde auch für dieses Projekt nicht in dieser Weise ausgeführt.

Eine zusätzliche Anforderung im Zuge der Applikation des baulichen Brandschutzes lag in der Montage mit Berücksichtigung der Möglichkeit der Wasserabführung an der Tunnelwand hinter den beschichteten Brandschutzplatten. Dies konnte mit ausreichend dicken Abstandsbändern erzielt werden, welche im Zuge der Montage der Kalzium-Silikat-Platten mit im Beton verankert wurden und so für den Abstand zwischen der Tunnelwand und der Platte sorgten.

4 Beschichtung der Brandschutzplatten

Die Ausschreibungsunterlagen für die Sanierung des Strenger Tunnels forderten die Beschichtung der Brandschutzplatten

safety nuts from Fischer in quality 1.4529 also allows for subsequent disassembly to be able to undertake inspections without causing damage to the fire protection boards. The material selected for the tunnel construction boards used for the Strenger Tunnel is resistant to fire in accordance with high-temperature tunnel fire curves as well as possessing a frost-thaw resistance in keeping with EN 12467 as described in the previously cited ÖBV Guideline [5].

For the Strenger Tunnel's vault area, fire protection boards with the dimensions 2500 x 598 x 20 mm were assembled. The selected calcium-silicate fire protection board has the positive characteristic that it can be subsequently bent, then inserted and assembled in the vault. However, if the tunnel structure's diameter is too small in comparison with the board thickness – as was the case for the Strenger Tunnel – it is advisable to install the boards polygonally without bending the material. The fire protection boards installed in the vault area were attached using ten nail anchors per board. It was essential to ensure that the fixing agent was distributed evenly over the board and also to pay attention to the anchorage depth in order to counter the anticipated suction and pressure effects within the tunnel.

ASFINAG's insistence on an intact reinforcement was complied with through a complete reinforcement scan including documentation prior to the fire protection boards being assembled. It is not necessary to backfill the calcium-silicate tunnel construction board with appropriate strips of the same material for fire prevention purposes so there was no need to employ this method for this project either. There was an additional requirement in conjunction with applying the structural fire protection, taking into account the possibility of diverting water at the tunnel wall behind the coated fire protection boards. This was achieved by using sufficiently thick spacing strips, which were anchored in the concrete during the assembly of the calcium-silicate boards thus catering for the gap between the tunnel wall and the board.

4 Coating the Fire Protection Boards

The tendering documents for rehabilitating the Strenger Tunnel called for the fire protection boards in the wall section to be coated in order to produce a smooth surface with a suitable degree of reflection, which can also be easily cleaned [2].

Such a coating for calcium-silicate boards represented a pilot project in Austria. Following prior tests, a system solution with a water-dispersing impregnation and similar water-dispersing epoxide resin coating as top coat was evolved in collaboration with the coating manufacturer



Geeignete Reflexion und Lichtverhältnisse durch die Auswahl des Beschichtungssystems

Suitable reflection and light conditions through the choice of the coating system

im Wandbereich, um eine glatte Oberfläche mit geeignetem Reflexionsgrad herzustellen, die auch leicht gereinigt werden kann [2].

Eine derartige Beschichtung von Kalzium-Silikat-Brandschutzplatten stellte ein Pilotprojekt in Österreich dar. In Zusammenarbeit mit dem Beschichtungshersteller AvenariusAgro wurde nach Vorversuchen eine Systemlösung mit einer wasserdispergierten Imprägnierung und einer ebenso wasserdispergierten Epoxidharzbeschichtung als Topcoat erarbeitet. Damit konnten, wie gefordert, die Oberflächen und Stirnflächen der Brandschutzplatten im Wandbereich bis zu 4 m Höhe in der Farbe RAL 1015 (hellelfenbein) beschichtet werden.

Die Rückseite der Brandschutzplatten wurde zusätzlich mit einer Imprägnierung versehen, um einen möglichen Feuchtigkeitszutritt von hinten zu blockieren und somit die Beschichtung an der Vorderseite bzw. den Stirnflächen vor feuchtigkeitsbedingten Beschädigungen zu schützen. Das gewählte System aus Brandschutzplatte und Beschichtung lässt sich einerseits leicht reinigen und gewährleistet andererseits auch eine funktionale Oberflächenoptik mit entsprechendem Reflexionsgrad zur Sicherheit der Verkehrsteilnehmer.

5 Brandschutz für Schottbereiche

Ein weiteres Brandschutzthema für Tunnelbauwerke sind Abschottungen. Diese waren für den Strenger Tunnel in den Kabeltrögen am Boden, in Notrufnischen und Querschlägen herzustellen. Hierfür kamen Promastop-B Brandschutzziegel und Promastop-P Brandschutzstopfen zum Einsatz – dauerelastische und im Brandfall intumeszierende Materialien, die sich insbesondere durch ihre Rauchgasdichtigkeit auszeichnen. Der große Vorteil eines solchen Schottsystems liegt nicht nur in der einfachen und schnellen Montage für den Verarbeiter der Materialien, sondern auch in der Eignung für Tunnelbauwerke.

6 Fazit und Ausblick

Passiver Brandschutz in Tunnelbauwerken hat in den letzten Jahren in Österreich immer mehr an Bedeutung gewonnen. Durch den Einsatz von Produkten für baulichen Brandschutz kann die Sicherheit im Tunnel massiv erhöht werden. Dies betrifft sowohl die Sicherheit für Verkehrsteilnehmer als auch für die Bauwerke an sich.

Mit dem Verbau von beschichteten Brandschutzplatten im Strenger Tunnel wurde eine gute Referenz für die erfolgreiche Applikation von passivem Brandschutz geschaffen, welche zusätzlich zu den Hauptanforderungen an den Feuerwiderstand auch den großen Vorteil einer angenehmen Optik für Verkehrsteilnehmer aufweist. 

AvenariusAgro. In this way, as required, the surfaces and ends of the fire protection boards were coated up to a height of 4 m in the wall area with the colour RAL 1015 (light ivory). The rear side of the fire protection boards was also impregnated in order to prevent the possible entry of moisture at the back and thus protect the coating on the front side and the ends from damage caused by moisture. The selected system combining fire protection board and coating is one the one hand, relatively easy to clean and on the other, provides a functional surface appearance with corresponding degree of reflection to safeguard motorists.

5 Fire Protection for Penetration Areas

Sealings represent a further fire prevention topic for tunnel structures. In the case of the Strenger Tunnel these were to be produced in the cable ducts in the floor, in the emergency recesses and cross-passages. Towards this end, Promastop-B fire protection bricks and Promastop-P fire protection plugs were applied – perma-elastic materials that are intumescent in the event of fire, which are also distinguished through their smoke-gas tightness. The great advantage of such a penetration system is to be found in the straightforward and rapid assembly for those processing the materials as well as its suitability for tunnel structures.

6 Summary and Outlook

Passive fire prevention in tunnel structures has increasingly gained in importance in Austria in recent years. Through the application of products for structural fire protection it is possible to greatly increase safety in tunnels. This applies both to the safety of motorists as well as the structures themselves.

Through the installation of coated fire protection boards in the Strenger Tunnel, an outstanding reference for the successful application of passive fire prevention was created, which possesses the great advantage of providing a pleasant surface appearance for road users in addition to the main demands posed on fire resistance. 

Literatur/References

- [1] ASFINAG: B.2 Baubeschreibung/Pläne/Gutachten – Bauleistungen – S16 Arlberg Schnellstraße, Tunnel Strengen, STSG Maßnahmen; V4.00; gültig ab 2013-04-01
- [2] ASFINAG: B.5 Leistungsverzeichnis – Bauleistungen – S16 Arlberg Schnellstraße, Tunnel Strengen, STSG Maßnahmen; V4.00; gültig ab 2013-04-01
- [3] ASFINAG: B.3 Technische Vertragsbestimmungen für den Tunnelbau (zyklischer Vortrieb) – Teil B.3.3 Projektspezifische technische Vertragsbestimmungen für den Tunnelbau; V1.00, gültig ab 2010-11-01
- [4] Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, GZ.BMVIT-300.041/0073-IV/ST-ALG/2015 Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr: RVS 09.01.45 Baulicher Brandschutz in Straßentunnel; Ausgabe 1. Oktober 2015
- [5] ÖBV – Österreichische Bautechnik Vereinigung: Schutzschichten für den erhöhten Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke – Richtlinie; Ausgabe Januar 2017

Malaysia

SEACETUS 2017 in Kuala Lumpur



Quelle/Credit: Roland Herr

1 Etwa 400 Experten des Tunnel- und Untertagebaus sowie 20 ausstellende Unternehmen nahmen am 18. und 19. April 2017 an der ersten SEACETUS in Kuala Lumpur (Malaysia) teil

Roundabout 400 tunnelling and underground space experts and 20 exhibiting companies joined the first SEACETUS in Kuala Lumpur (Malaysia) from 18th to 19th April 2017

Nahezu 400 Fachleute der Tunnelbaubranche nahmen an der ersten Southeast Asian Conference and Exhibition in Tunnelling and Underground Space (SEACETUS) teil, die am 18. und 19. April 2017 in Kuala Lumpur (Malaysia) stattfand (**Bild 1**). Organisator und Tagungsleiter Dr. Teik Aun Ooi (**Bild 2**) und Tan Yean Chin (**Bild 3**), Präsident des Malaysischen Ingenieurverbandes IEM (Institution of Engineers Malaysia) begrüßten die Teilnehmer und die Vertreter der mehr als 20 ausstellenden Unternehmen. Die Auswahl der knapp 60 Vorträge für die zwei gut organisierten Konferenztage erwies sich als hervorragend.

Herausforderungen bedeutender chinesischer Tunnelprojekte

Prof. Jinxiu Yan (**Bild 4**), ITA-Vizepräsidentin und stellvertretende Geschäftsführerin der China Railway Academy Co., gab einen Überblick über die beeindruckenden Fortschritte im chinesischen Tunnelbau. Derzeit befinden sich Projekte mit einem Gesamtumfang von rund 20 000 km im Bau, während sich darüber hinaus eine Vielzahl weiterer Projekte in der Entwurfs- und Planungsphase befindet. In den vergangenen 15 Jahren sind mehr als 40 000 km Tunnelstrecke für Bahn, Straßenverkehr, Metro und Wasserver- und Entsorgungsprojekte gebaut worden – das ist mehr als sämtliche Projekte vor dem Jahr 2000 zusammengenommen ergeben. Prof. Yan stellte einige Tunnelprojekte mit überdurchschnittlich großen Längen vor, darunter den derzeit im Bau befindliche Gaoligong

Malaysia

SEACETUS 2017 in Kuala Lumpur

Almost 400 experts from the field of tunnelling joined the first Southeast Asian Conference and Exhibition in Tunnelling and Underground Space (SEACETUS) in Kuala Lumpur, Malaysia, from 18th to 19th April 2017 (**Fig. 1**). Dr. Teik Aun Ooi (**Fig. 2**), Organizing Chairman, and Tan Yean Chin (**Fig. 3**), President of the Institution of Engineers Malaysia (IEM), warmly welcomed the participants and the representatives of over 20 exhibiting companies. Organisation, choice and quality of the nearly 60 presentations were excellent and filled two comprehensive conference days.

Challenges of significant Tunnelling Projects in China

Prof. Jinxiu Yan (**Fig. 4**), ITA-Vice President and Deputy General Manager, China Railway Academy Co, gave an overview over the amazing tunnelling progress in China. At present more than 20 000 km of tunnels are under construction and a huge number of tunnels is in the planning and design process. Over the past 15 years around 40 000 km of tunnels have been built for railway, highway, metro and water – more than in all the years before 2000. Prof. Yan presented some super long tunnels like the Gaoligong Mountain Railway Tunnel (34 km) which is currently under construction, the 18 km long Qinling Zhongnan Mountain Highway Tunnel and the 98 km long Qinling Water Tunnel. The further examples of tunnels in China which have extra deep overburden, large cross sections, high ground stress or complex geology seemed to be countless.



2 Dr. Teik Aun Ooi, Organizing Chairman

Mountain Railway Tunnel (34 km), den 18 km langen Qinling Zhongnan Mountain Highway Tunnel sowie den 98 km messenden Qinling Water Tunnel.

Kaum zählbar scheinen die weiteren Beispiele chinesischer Tunnelbauprojekte mit sehr hohen Überdeckungen, großen Querschnitten, hoher Gebirgsspannung oder anspruchsvollen geologischen Bedingungen. Und die chinesischen Tunnelbauer werden in den kommenden Jahren auch Unterwasser-Tunnelprojekte über außergewöhnliche Distanzen in Angriff nehmen – zum Beispiel den 30 km langen Qiongzhou Strait Tunnel, zu dessen Herausforderungen neben Länge und Tiefe auch ein extrem hoher Wasserdruck zählen wird. Zwei geplante Projekte mit Längen von mehr als 120 km, der Bohai Strait Tunnel und der Taiwan Strait Tunnel, halten mehrere anspruchsvolle Problemstellungen bereit, darunter ungünstige Bodenverhältnisse, bedeutende seismische Einwirkungen, extreme Länge der Bauwerke und Katastrophenverhütung im Betrieb.

Leitvorträge von Experten aus Südostasien

Insgesamt vier Leitvorträge verschafften dem Publikum einen Überblick über besondere Projekte und Fokusthemen Südostasiens. Prof. Kwet Yew Yong (**Bild 5**), Vizepräsident der National University of Singapore, beschrieb die Herausforderung beim Bau der Thomson-East Coast Line (TEL) in Singapur. Die sechste MRT-Linie (Mass Rapid Transit-Linie) Singapurs wird 31 Stationen auf 43 km bedienen, davon sieben mit Umsteigemöglichkeit.

Die Ausbaustufen 1–3 sind seit 2014 im Bau, die Stufen 4 und 5 (Ostküste) seit 2016. Die Inbetriebnahme soll schrittweise von 2019 bis 2024 umgesetzt werden.

Prof. Yong erläuterte die Herausforderungen im Zusammenhang mit den sehr wechselhaften Bodenverhältnissen und den Erschwernissen beim Bau neuer MRT-Linien durch die hohe Dichte



3 Yean Chin Tan, President of the Institution of Engineers, Malaysia (IEM)



4 Prof. Jinxiu "Jenny" Yan, ITA Vice President

Quelle/credit (7): Roland Herr

But the Chinese tunnellers will also face exceptionally long sub-sea projects in the coming years. For instance, the 30 km long Qiongzhou Strait tunnel will exhibit such difficulties as great depth and long distance tunnelling under ultra-high water pressure. The proposed Bohai Strait Tunnel and Taiwan Strait Tunnel, both over 120 km in length, will show a series of challenges, including poor geological conditions, high seismic intensity, super long distance construction and disaster prevention in operation.

Selected Speakers of the Region presented Keynote Lectures

Altogether four keynote lectures gave more insights in special projects and topics in Southeast Asia. Prof. Kwet Yew Yong (**Fig. 5**), Vice President, National University of Singapore, described "Some Challenges in the Construction of Singapore Thomson-East Coast Line (TEL)". The sixth MRT (Mass Rapid Transit) Line in Singapore will be 43 km long with seven interchange stations of altogether 31. Construction started with stage 1–3 in 2014 and with stage 4 and 5 (east coast) in 2016. Operation is scheduled to start in phases from 2019 to 2024.

Prof. Yong explained the challenges for engineers occurring with highly variable ground conditions and tunnel construction in densely developed areas. The Singapore government plans to invest around 70 billion U.S. dollars over the next ten years to increase the network and transport system. Constructing new MRT lines will become more challenging as the new lines will cross below multiple existing infrastructures and operating rail tunnels. On top of these MRT projects being constructed and planned, the 35 km long, 6 m diameter Transmission Cable Tunnel Project for Singapore Power has just been completed with 18 TBMs at 50 m depth. Furthermore, Phase 2 of the Deep Tunnel Sewerage System (DTSS) will start shortly.

A number of recent advances in tunnel-related research at his University were described by Prof. Charles W.W. Ng (**Fig. 6**), Hong Kong University of Science and Technology (HKUST), with the presentation "Three-Dimensional Interaction of Multiple Perpendicularly Crossing Tunnels with Circular and Horseshoe-shaped Cross-sections". Three-dimensional centrifuge model tests and numerical



5 Prof. Kwet Yew Yong, Singapore



6 Prof. Charles W.W. Ng, Hong Kong



7 Poh Seng Tiok, Malaysia



8 Dr. Lean Hock Ooi, Malaysia

bereits bestehender unterirdischer Infrastruktur und Bahntunnel. Die Regierung Singapurs plant für die nächsten zehn Jahre Investitionen von rund 70 Milliarden US-Dollar für den Ausbau von Verkehrsinfrastruktur- und Transportsystemen ein.

Zusätzlich zur Planung und Ausführung der MRT-Projekte wurde kürzlich auch das „Transmission Cable Tunnel Project“ des Energieversorgers Singapore Power mit 35 km Tunnelstrecke und 6 m Durchmesser in 50 m Tiefe von 18 TVM aufgeföhren. Zudem wird die zweite Phase des „Deep Tunnel Sewerage Systems“ (DTSS) in Kürze beginnen.

Prof. Charles W. W. Ng (**Bild 6**) von der Hong Kong University of Science and Technology (HKUST) präsentierte die Forschung seiner Hochschule im Bereich des Tunnelbaus in seinem Vortrag „Three-Dimensional Interaction of Multiple Perpendicularly Crossing Tunnels with Circular and Horseshoe-shaped Cross-Sections“. Zentrifugenmodellversuche und numerische Rückwärtsanalysen wurden durchgeführt, um die gegenseitigen Beeinflussungen mehrerer sich in der Senkrechten kreuzender Tunnelstrukturen zu ermitteln. Prof. Ng erläuterte dabei verschiedene Einflussfaktoren, wie z. B. Bauablauf-Varianten, Überdeckung, Tiefe von Gründungspfählen, Abschirmeffekte und Tunnelform.

Poh Seng Tiok (**Bild 7**), MRT Corporation Sdn Bhd, Malaysia, gab in seinem Vortrag „Advances in Engineering Technology and its Applications in KVMRT Line 2 (SSP Line)“ einen Überblick über die BIM-Implementierung beim Bau der Sungai Buloh–Serdang–Putrajaya-Linie. SSP wird die zweite MRT-Linie des Klang-Valley-Mass-Rapid-Transit-Projekts (KVMRT) im Großraum Kuala Lumpur sein. In ihrem zukünftigen Einzugsgebiet von Sungai Buloh bis Putrajaya leben etwa zwei Millionen Menschen. 13,5 km der insgesamt 52,2 km messenden Strecke werden im Tunnel verlaufen, und 11 der insgesamt 37 Haltestellen sind unterirdisch geplant. Der Auftraggeber Mass Rapid Transit Corporation (MRTC) hat BIM-Standard Level 2 für die SSP-Linie für die Entwurfs-, Bau- und Betriebsphase festgelegt.

Dr. Lean Hock Ooi (**Bild 8**), MMC Gamuda KVMRT, Malaysia, zeigte in seinem Vortrag „Positioning to Undertake Underground Works Contracts – A Malaysian Experience“ auf, welchen Schwierigkeiten

backanalyses were conducted to investigate the interaction of multiple crossing tunnels. Prof. Ng explained influencing factors like construction sequence, cover depth of tunnels, pillar depth of tunnels, shielding effects and tunnel shape.

Poh Seng Tiok (**Fig. 7**), MRT Corporation Sdn Bhd, Malaysia, gave an overview over the BIM implementation for SSP (Sungai Buloh–Serdang–Putrajaya) Line with his presentation “Advances in Engineering Technology and its Applications in KVMRT Line 2 (SSP Line)”. The SSP Line will be the second MRT line of the Klang Valley Mass Rapid Transit (KVMRT) Project to be developed in the Greater Kuala Lumpur/Klang Valley region. The line will serve a corridor with a population of around 2 million people stretching from Sungai Buloh to Putrajaya. The SSP alignment is 52.2 km long, with 13.5 km planned underground. A total of 37 stations (11 underground) will be built. Mass Rapid Transit Corporation (MRTC), the owner and developer for the SSP line, has mandated BIM maturity level 2 throughout the design, construction and and operation stages.

An impression of how difficult it is to develop a well performing tunnelling industry in a country where no local companies existed before, gave Dr. Lean Hock Ooi (**Fig. 8**), MMC Gamuda KVMRT, Malaysia, with his presentation “Positioning to Undertake Underground Works Contracts – A Malaysian Experience”. The demand for more sustainable urban transportation infrastructures in Malaysia and especially in the Kuala Lumpur greater area made it necessary to develop an effective urban transportation

mago-Tunnelbau-Spezialplatten

Lastverteilungsplatten für den Tunnelbau

mago-tunneling-specialboards

Load distribution plates for tunnel constructions

In folgenden Objekten erfolgreich eingesetzt/
in the following objects successfully used:

Katzenberg-Tunnel, Efringen-Kirchen
City-Tunnel, Leipzig
Finne-Tunnel, Weimar
Kaiser-Wilhelm-Tunnel, Cochem
U-Bahn-Linie 4, Hamburg
Brenner-Zulaufstrecke Nord
Sluiskil-Tunnel, Terneuzen (NL)
Stadtbahn-Tunnel, Karlsruhe
Boßlertunnel, Wendlingen-Ulm
Koralmtunnel KAT 3, Steiermark
Bahn-Tunnel, Rastatt
U-Bahn-Erweiterung, Kopenhagen
Metro Tel Aviv, Israel

Fordern Sie Prüfzertifikate und Zeugnisse an.
Request for test certificates and reports.

TU@michael-gmbh.com

T +49 (0) 421 244 94 -90 F -92



9 Dr. Harald Wagner, Thailand



10 Gus Klados, Malaysia



11 Zaw Zaw Aye, Thailand



12 Dr. Benson Hsiung, Taiwan



13 Noppadol Phien-wej, Thailand



14 John Davis, Singapore



15 Alexander „Sandy“ Mackay, Malaysia



16 Andreas Raedle, Singapore

Quellen/credits (9): Roland Herr

man sich gegenüber sieht, wenn man ein gut funktionierende Tunnelbau-Industrie in einem Land schaffen will, das zuvor über keinerlei Expertise in diesem Bereich verfügt hat. Die dringende Notwendigkeit einer nachhaltigen Infrastruktur für den öffentlichen Personen-Nahverkehr in Malaysia – insbesondere im Großraum Kuala Lumpur – bedingte die Entwicklung eines effektiven städtischen Transportsystems. Diese Anforderung führte geradezu zu einem unterirdischen Lösungsansatz. Da in der Vergangenheit solche Lösungen nur von ausländischen Firmen erdacht und gebaut worden waren, musste zuerst einmal ein heimischer Auftragnehmer für diese Aufgabe gefunden werden. MMC Gamuda begannen daraufhin ihre Ausrichtung auf dem Bausektor zu erweitern, hin zu einem spezialisierten Angebot für die Konstruktion von Tunnelbauwerken und unterirdischen Bahnstationen – für Malaysia ebenso wie für die südostasiatische Region.

Dr. Ooi illustrierte dies anhand einiger Beispiele, etwa über die Vorgehensweise des Unternehmens, die Ausbildung der zukünftigen Tunnelbauer mit der Förderung durch im Ausland tätige malaysische Fachkräfte zu verbessern, oder über die Sicherstellung des Technologietransfers in vielen Bereichen rund um den Tunnelbau. Ein aktuelles Beispiel hierfür ist die Wiederaufbereitung gebrauchter Tunnelvortriebsmaschinen

Fachvorträge von Tunnelbauexperten

„Im Allgemeinen ist der Tunnelbau billiger als eine überirdische, erhöhte Bauweise“, erklärte Dr. Harald Wagner (Bangkok, Thailand;

system leading directly to underground solutions. Developed and built by foreign companies in the past, it became necessary to find a regional player. MMC Gamuda started to develop the construction building company into a specialist for tunnelling and underground stations in Malaysia and the Southeast Asian region. Dr. Ooi presented a range of examples – about how the company invested in the younger generation to be trained under the mentorship of experienced expatriates and about how to ensure technology transfer in many areas related to tunnel works. TBM refurbishment is one of the notable technology transfers which is currently ongoing in Malaysia.

Special Lectures of Tunnelling Experts

“In general tunnelling is cheaper than to build elevated structures”, declared Dr. Harald Wagner (Bangkok, Thailand; **Fig. 9**) and started the first of altogether nine special lectures of the conference. With his explanations to “Risk Management Concepts in Underground Works” he gave an interesting overview of this very important topic. The further special lectures:

- Gus Klados (Kuala Lumpur, Malaysia; **Fig. 10**): “The Birth of a New Technology – The Variable Density Tunnel Boring Machine”
- Zaw Zaw Aye (Bangkok, Thailand; **Fig. 11**): “Geotechnical Aspects of a Cut-and-Cover Tunnel Construction under Existing Flyover in Bangkok”
- Gus Klados (for Dr. Davorin Kolic (Zagreb, Croatia)): “European Mass Transit Projects using Risk Management Methods”



17 "See you again for WTC 2020 in Kuala Lumpur"

Bild 9). Er eröffnete die Reihe von insgesamt neun Tunnelbau-Fachvorträgen und gab mit seinem Vortrag „Risk Management Concepts in Underground Works“ einen anschaulichen Überblick über ein wichtiges Thema

Folgende Experten hielten die weiteren acht Vorträge:

- Gus Klados (Kuala Lumpur, Malaysia; **Bild 10**): „The Birth of a New Technology – The Variable Density Tunnel Boring Machine“
- Zaw Zaw Aye (Bangkok, Thailand; **Bild 11**): „Geotechnical Aspects of a Cut-and-Cover Tunnel Construction under Existing Flyover in Bangkok“
- Gus Klados (für Dr. Davorin Kolic (Zagreb, Kroatien)): „European Mass Transit Projects using Risk Management Methods“
- Dr. Benson Hsiung (Kaohsiung, Taiwan; **Bild 12**): „Case Studies of Deep Excavations in Kaohsiung (Taiwan) and Central Jakarta (Indonesia)“
- Prof. Noppadol Phien-wej (Pathumthani, Thailand; **Bild 13**): „Difficulties due to Rise in Groundwater Pressure in Recent MRT Underground Construction in Bangkok“
- John Davis (Singapur; **Bild 14**): „Design and Construction of Wanchai MTR Station, Hong Kong“
- Alexander „Sandy“ Mackay (Kuala Lumpur, Malaysia; **Bild 15**): „Grout Injection beneath the Hong Kong Express Rail Link, West Kowloon Terminus Perimeter Wall“
- Andreas Raedle (Singapur; **Bild 16**): „Crossrail C310 Thames Tunnel-Mixshield TBM Tunnelling in Alternating Ground Conditions with low Overburden“ 

- Dr. Benson Hsiung (Kaohsiung, Taiwan; **Fig. 12**): „Case Studies of Deep Excavations in Kaohsiung (Taiwan) and Central Jakarta (Indonesia)“.
- Prof. Noppadol Phien-wej (Pathumthani, Thailand; **Fig. 13**): „Difficulties due to Rise in Groundwater Pressure in Recent MRT Underground Construction in Bangkok“
- John Davis (Singapore; **Fig. 14**): „Design and Construction of Wanchai MTR Station, Hong Kong“
- Alexander „Sandy“ Mackay (Kuala Lumpur, Malaysia; **Fig. 15**): „Grout Injection beneath the Hong Kong Express Rail Link, West Kowloon Terminus Perimeter Wall“
- Andreas Raedle (Singapore; **Fig. 16**): „Crossrail C310 Thames Tunnel-Mixshield TBM Tunnelling in Alternating Ground Conditions with low Overburden“

Dipl.-Ing. Roland Herr, International Freelance Journalist, Bangkok (Thailand)/Wetzlar (Germany), herroland@t-online.de 

Swiss Tunnel Congress 2017

Was genau versteht man eigentlich unter Building Information Modeling – und was wollen wir damit anfangen? Das Thema BIM hat nun endgültig die Tunnelbauer im deutschsprachigen Raum erreicht, und auch beim 16. Swiss Tunnel Congress in Luzern standen die Kernfragen der Anwendung von BIM auf der Tagesordnung. Unter anderem. Der diesjährige STC mit 700 Kongressteilnehmern beschäftigte sich am 31. Mai darüber hinaus wieder mit einem breiten Themenspektrum, das die Vorträge über internationale und Schweizer Tunnelbauprojekte boten.

Swiss Tunnel Congress 2017

What exactly do we mean when we talk about Building Information Modeling – and what are we going to do with it? The subject of BIM has ultimately reached the tunnelling industry in the German-speaking countries, and the key issues of BIM application were part of the 16th Swiss Tunnel Congress agenda as well. This year's STC on May 31st was attended by more than 700 participants and once again dealt with a broad spectrum of topics, presented in 14 lectures about international and Swiss tunnelling projects.

Marvin Klostermeier, Redakteur/editor tunnel

„Die Erhaltung und Modernisierung der vorhandenen Bausubstanz ist ein ebenso wichtiges Thema, dem genauso viel Beachtung geschenkt werden muss“, ergänzte Stefan Maurhofer (**Bild 1**), Präsident der gastgebenden Swiss Tunnelling Society (STS) in seiner Eröffnungsansprache im Kultur- und Kongresszentrum Luzern (KKL). Dies war das Thema des diesjährigen Swiss Tunnel Colloquium mit dem Titel „Erhaltung und Erneuerung von Verkehrstunneln“, welches am Vortag des Kongresses mit rund 375 Teilnehmern ein großer Erfolg war.

Erfreuliche Nachrichten gab es auch auf dem wichtigen Gebiet der Nachwuchsförderung zu vermelden. „44 Jahre ist es her, dass die heutige Swiss Tunnelling Society als „FGU – Fachgruppe für Untertagbau“ gegründet wurde. 2016 haben junge Fachleute des Untertagbaus nach dem Vorbild anderer Länder und mit Unterstützung der STS die „STS young members“ (STSym) ins Leben gerufen. Diese Entwicklung freut mich außerordentlich“, begrüßte Maurhofer die jungen Tunnelbauer beim STC.

Digitalisierung: Die Revolutionierung der Bauprozesse

Das Einführungsreferat von Gian-Luca Lardi (**Bild 2**), Präsident des Schweizerischen Baumeisterverbandes, plädierte schon im provokativen Titel für eine kritische Selbstbetrachtung: „Es gibt keine Garantie dafür, besser zu sein“, lautete die Überschrift seiner Betrachtungen zur Schweizer Bauwirtschaft im Vergleich mit dem internationalen Wettbewerb. „Es wäre fatal, sich auf den erreichten Rekorden auszuruhen“, sagte Lardi, auch mit Blick auf konkrete Entwicklungen. Zu einen verdanke die Schweiz ihre Innovationskraft dem dualen System aus paralleler akade-

„The maintenance and modernization of existing structures is an equally essential subject, that deserves our special consideration“, said Stefan Maurhofer (**Fig.1**), president of the Swiss Tunnelling Society, host of the STC, in his opening address at the Lucerne Culture and Convention Centre (KKL). Correspondingly this year's Swiss Tunnelling Colloquium, held at the previous day, was titled „Maintenance and Renewal of Traffic Tunnels“, and with 375 participants this colloquium turned out to be a highly successful one.

The promotion of young talents is another important topic, and in this regard the STS had good news to spread: „It was 44 years ago that the Swiss Tunnelling Society was founded as the 'FGU – Fachgruppe für Untertagbau' (specialist group for underground construction). In 2016, young specialists in the field of underground construction followed the example of other countries and founded the 'STS young members' (STSym) with the assistance of the STS, and I am absolutely delighted with this development“, said Maurhofer, welcoming the young tunnellers at the STC.

Digitisation revolutionizes Construction Processes

In his introductory speech Gian-Luca Lardi (**Fig. 2**), president of the Swiss Builders Federation urged his audience to keep an open mind for some critical self-reflection. The title of his speech observing the Swiss construction industry in comparison with its international competitors was provocative: „Our Leading Role is not set in Stone“. „It would be disastrous to simply bask in the glow of our world records“, said Lardi, particularly with regard to some current developments. The innovative capability of Switzerland is in large part a success of the dual vocational and training system. „But recently we had to fight for our professorships in order to ensure that the discipline of

mischer und beruflicher Bildung. Die Lehrstühle an den ETH für Bauwesen, an denen dieser Weg bislang erfolgreich beschritten wurde, seien nun allerdings bedroht. „Das ist ein Alarmzeichen!“ In der Produktivität stehe das Baugewerbe zu anderen im Vergleich mit der Gesamtwirtschaft hinten an. Es sei also ein Weg zu suchen zwischen betriebswirtschaftlicher und technischer Optimierung – überspitzt ausgedrückt: zwischen den beiden Polen „Überqualität“ und Billigstandard“. Der Innovationsprung, so Lardi, könne gelingen durch „Konzentration auf die Bauprozesse, vom ersten Entwurf, bis zur Betriebsphase“, durch Verschiebung und Optimierung der Schnittstellen der Aufgaben. „Die Digitalisierung bietet hier Chancen – aber diese muss man auch nutzen wollen.“ Die zukünftige Aufgabe sei nichts Geringeres als die „Revolutionierung der Bauprozesse und der Art der Zusammenarbeit“.

BIM – Erkenntnisse sammeln beim Projekt Albvorlandtunnel

„Wir sind glücklich über den BIM-Vortrag in unserem Programm“, resümierte Stefan Maurhofer diesbezüglich auch zum Abschluss des Kongresses. Der Vortrag „BIM – modellbasiertes Prozessmanagement in der Praxis am Beispiel Albvorlandtunnel von Jens Hallfeldt (Deutsche Bahn, Stuttgart) und Wolfgang Fentzloff (Implemia Construction GmbH, München) (Bild 4) befasste sich im Kern mit den neuen Digitalisierungsprozessen. In einem Abschnitt des Albvorlandtunnels im Rahmen des Bahnprojekts Stuttgart–Ulm werden neben der 3D-Planung und der 4D-Verknüpfung mit dem Terminplan auch erstmals Erfahrungen mit der 5D-Verknüpfung, also der Kostenplanung, gesammelt. Zu Beginn der Entwurfsplanung war die BIM-Methode noch nicht Teil der Planungsprozesse. Die Entwurfsplanung ist deshalb herkömmlich auf Basis einer 2D-Planung erstellt worden. Lediglich in der Ausschreibung ist dann definiert worden, was der Auftraggeber mit der BIM-Methode umsetzen will. BIM sei zwar im Hochbau etabliert, aber im Tunnelbau betrete man Neuland – „eine junge Methode, mit dünnen Erfahrungswerten“,



3 Mehr als 700 Besucher zählte der Swiss Tunnel Congress 2017
More than 700 visitors attended the Swiss Tunnel Congress 2017



1 Dipl. Bau-Ing. FH/SIA Stefan Maurhofer, Präsident der Swiss Tunnelling Society, begrüßte die Gäste des 16. Swiss Tunnel Congress in Lucerne

Dipl. Bau-Ing. FH/SIA Stefan Maurhofer, president of the Swiss Tunnelling Society, welcomed the guests of the 16th Swiss Tunnel Congress in Lucerne



2 Dipl. Bau-Ing. ETH/MBA HSG Gian-Luca Lardi referierte über die Zukunft der Schweizer Bauwirtschaft

In his introductory speech Dipl. Bau-Ing. ETH/MBA HSG Gian-Luca Lardi gave a talk on the future of the Swiss construction industry

construction will not disappear from the ETHs. This is a wake-up call!“ Furthermore the level of productivity in the construction sector is lagging behind the overall economic development in Switzerland. The main task seems to be to find a balance between optimization in technical and economical terms, or – to put it in exaggerated terms – between “excessive quality” and the establishment of a cheap standard. According to Lardi, the leap forward in innovation could be achieved by rearranging the construction processes from the design phase to the operating phase. “Digitisation provides us with many opportunities, but we also have to want to take advantage of them.“ The future task is nothing less than the “revolution of construction processes and the way we work together.“

BIM – using the Albvorland Tunnel as an Example of practical Application

“We are happy to have this paper about BIM application in our lecture programme,” Stefan Maurhofer stated when summing up the conference. The lecture by Jens Hallfeldt (DB – German Railways, Stuttgart) and Wolfgang Fentzloff (Implemia Construction GmbH, Munich) (Fig. 4), titled “BIM – Model-based Project Management, using the Albvorland Tunnel as an Example of practical Application” essentially dealt with the new digitisation processes. In one sector of the Albvorland Tunnel the first practical experiences will be gained with 5D links, i.e. cost budgeting, in addition to 3D planning and 4D links to the scheduling.

At the beginning of the design phase, the BIM method was not part of the planning process. Consequently, the design planning was prepared conventionally using 2D planning methods. It was not until the tendering stage that specifications were made as to what the client intended to implement by means of the BIM method.



Quelle/credit (3): Marvin Klostermeier

- 4 Dipl.-Ing. Jens Hallfeldt (links) und Dipl.-Ing. Wolfgang Fentzloff erläuterten den BIM-Einsatz am Praxisbeispiel des Alborlandtunnels

Dipl.-Ing. Jens Hallfeldt (on the left) and Dipl.-Ing. Wolfgang Fentzloff talked about the application of BIM in tunnelling at the example of the Alborland Tunnel



- 5 Pascal Zwicker, MSc ETH Bau-Ing., referierte über die Erstellung eines Gefrierkörpers zum sicheren Vortrieb in einer geologisch schwierigen Zone des Albulatunnels II

Pascal Zwicker, MSc ETH Bau-Ing., gave a lecture on the creation of a freezing mass for the safe excavation in a geologically challenging zone of the Albulatunnel II



- 6 Dipl.-Ing. Jörn Schwarze stellte die Ursachen des Einsturzes beim Bau der Stadtbahn Köln 2009 aus Sicht der Kölner Verkehrs-Betriebe AG dar

Dipl.-Ing. Jörn Schwarze described the causes of the collapse at the Cologne light rail system in 2009 from the viewpoint of the Kölner Verkehrs-Betriebe AG

so Hallfeldt. Daher sei es auch „eine gute Idee vom Bauherren, in einem Teilbereich tiefer gehende Erfahrungen zu sammeln“, ergänzte Fentzloff. Insgesamt biete sich die Möglichkeit, den Bau inklusive Zeitplan und Kostenverlauf komplett zu simulieren und Auswirkungen von Änderungen im Vorfeld nachvollziehbar zu machen. Ein entscheidendes Instrument bei der erfolgreichen Anwendung der BIM-Methode sehen die Autoren in dieser Lernphase in der individuellen Mitarbeiterschulung.

Internationale und Schweizer Tunnelbauprojekte

Der Kongress beinhaltete auch in diesem Jahr wieder eine Vielzahl ausgewählter, spannender Projektberichterstattungen aus der Schweiz und dem Ausland, unter anderem über den Albulatunnel II (siehe auch Artikel ab Seite 18 in diesem Heft), die „Dritte Röhre Gubristtunnel – Kernstück des Ausbaus Nordumfahrung Zürich“, „Parking Schlossberg Thun – Chancen und Risiken eines Untertagbau-Totalunternehmer-Auftrags“, „Semmering Basis-tunnel – Die komplexen Baumaßnahmen des Bauloses SBT 2.1 Tunnel Fröschnitzgraben“ und das „Follo-Line-Projekt – Norwegens längster Eisenbahntunnel“, das den bislang größten in Norwegen gebohrten Durchmesser aufweist und zurzeit mit vier Doppelschild-TBM gebohrt wird. Großes Interesse beim Publikum, so zeigte es die anschließende Diskussionsrunde deutlich, erregte auch die eindrückliche Aufarbeitung über die Ursachen des Einsturzes des Stadtarchivs beim Bau der Stadtbahn Köln im Jahr 2009 aus Sicht der Kölner Verkehrs-Betriebe AG (KVB). Die Inbetriebnahme der Nord-Süd-Stadtbahn prognostizierte Jörn Schwarze (**Bild 6**), Vorstandsmitglied der KVB, für „irgendwann zwischen 2022 und 2024“. Die juristische Aufarbeitung des Einsturzes werde bis dahin aber wohl noch nicht beendet sein. ☑

BIM may be well established in the building construction sector, but in tunnelling this is still uncharted territory – “a young method with sparse empirical values,” as Hallfeldt put it. “Thus it appears to be a feasible approach by the client to gather experiences only in a subsection at first,” Fentzloff added. This is an opportunity to simulate the construction process including scheduling and cost budgeting and to comprehend the effects of changes beforehand. From the view of the presenters one integral part of a successful BIM application is tailor-made personnel training within this learning process.

Tunnelling Projects in Switzerland and abroad

This year’s congress once again featured a number of selected, excellent reports from Switzerland as well as from international projects, amongst others about the Albulatunnel II (see also the report on page 18 in this tunnel issue), the “Third Tunnel for Gubrist – The Core Part of the Extension of the Zurich Northern Ring Road”, “Schlossberg Thun Carpark – Underground Construction: Opportunities and Risks of a Design-Build Contract”, “Semmering Base Tunnel – the complex Construction Measures for the SBT 2.1 Tunnel Fröschnitzgraben” and the “Follo Line Project – Norway’s longest Railway Tunnel”, which is currently being excavated by four double shield TBMs with the largest diameter ever bored in Norway.

The subsequent panel discussion revealed the great interest of the audience in the latest findings from the Kölner Verkehrs-Betriebe AG (KVB) on the collapse of the Historical Archive of the City of Cologne during the construction of the north-south Stadtbahn light rail system in 2009. Jörn Schwarze (**Fig. 6**), member of the KVB-board, predicted the commissioning of the light rail system to take place “somewhere between 2022 and 2024”. The legal proceedings concerning the collapse, he added, may still be in progress by that time. ☑

Schweiz

Komplexe Steuerungstechnik von Siemens im Tunnel San Fedele

Durch Roveredo, einen kleinen Ort im Misox-Tal in der Schweiz, führt die vielbefahrene A13. Als Ortsumfahrung beauftragte das Schweizer Bundesamt für Straßen (ASTRA) den 2,5 km langen, zweispurigen Tunnel San Fedele, der im November 2016 eröffnet wurde. Die eingesetzte Steuerungstechnik von Siemens setzt dabei neue Standards im Bereich der Anbindung an das kantonale Verkehrsleitsystem.

Die Herausforderung für die Firma Rigamonti, Spezialist für Steuerung von Beleuchtungsanlagen und Automatisierungen von Tunnelsystemen, und das IT-Unternehmen Sopra Steria war dabei, die Anlagen und Hardware ganz unterschiedlicher Lieferanten, wie zum Beispiel der Ventilatoren oder Brandmelder, in ein System zu integrieren. Ein wichtiger Aspekt in der Umsetzung des Projektes war darüber hinaus die Kommunikation – zum einen innerhalb des Leitsystems selbst, zum anderen mit den übergeordneten kantonalen Leitsystemen Tessin und Graubünden.

Simatic-Steuerungstechnik

Als Leitsystem für die Steuerungstechnik der gesamten Tunnelanlage kommt das Simatic-Portfolio von Siemens zum Einsatz. Zur Automatisierungsumgebung gehören zudem Stromversorgungen aus dem Sitop-Portfolio und der Ethernet-Standard Profinet. Insgesamt werden die Beleuchtung, die Signalanlagen (beispielsweise der Fluchtwege), die Belüftung und einige Zusatzeinrichtungen mit dem Simatic S7-1500 Controller automatisiert. Für die einzelnen Tunnelabschnitte werden die lokalen Central Processing Units (CPU) S7-1511 und S7-1515 eingesetzt, denen der zentrale Controller S7-1516 als Anlagensteuerung übergeordnet ist.

Mit den Simatic-Steuerungen ist es möglich, die hohen Sicherheitsanforderungen der Tunnelanlage zu erfüllen. So verarbeitet beispielsweise eine Simatic S7-1500-Steuerung die Signale der Rauchmelder und Wärmemeldesystems FibroLaser von Siemens. Das ermöglicht eine schnelle, fehlerfreie Erkennung von Brandherden. Im Brandfall werden automatisch Lüftungsklappen geöffnet und Ventilatoren für den Rauchabzug eingeschaltet. 

Switzerland

Siemens Control Technology in the San Fedele Road Tunnel



Als Ortsumgehung trägt der neue Tunnel San Fedele dazu bei, die Lebensqualität in der Schweizer Stadt Roveredo deutlich zu steigern

The new San Fedele tunnel bypasses the Swiss town of Roveredo, significantly improving life for its inhabitants

The heavily used main A13 road runs through Roveredo, a small town in the Misox Valley in Switzerland. To bypass the town, the Swiss Road Traffic Authority (ASTRA) decided to build the 2.5 km long dual-lane San Fedele road tunnel, which was opened in November 2016. Control technology for the tunnel was supplied by Siemens. These solutions set whole new standards in the field of linking traffic control technology to an existing traffic control system operated by the local Canton.

The challenge for the companies Rigamonti, a specialist in the

control of lighting systems and tunnel system automation, and IT Professional Sopra Steria was to integrate systems and hardware such as fans or fire sensors sourced from completely different suppliers into a single system. Communication was another key aspect – firstly within the control system itself, and secondly with the higher-level control system operated by the control centers of the cantons Ticino and Grisons.

Simatic Control System

The control system for the entire tunnel system is based on the Simatic portfolio from Siemens. Also forming part of the automation environment are the power supply from the Sitop portfolio and the Ethernet standard Profinet. The lighting, signaling systems (for instance for the escape routes), ventilation and several additional facilities are all automated by the Simatic S7-1500 Controller. For the individual tunnel sections, the local Central Processing Units (CPU) S7-1511 and S7-1515 are used, which in turn are governed by the central Controller S7-1516 as the higherlevel control system. The Simatic controllers enable compliance with the stringent safety regulations of the tunnel system. A Simatic S7-1500 controller is used, for instance, to process signals from the smoke detectors and the Siemens FibroLaser linear heat detection system. This enables the rapid, reliable detection of fire sources. In the event of fire, ventilation dampers are automatically opened and fans switched on to extract smoke. 

Silikal

Portalbeschichtung für den Tunnel de Choindex an der Schweizer A16

Silikal

Portal Coating for the Tunnel de Choindex on the Swiss autobahn A16



Quelle/credit: Silikal Suisse

Grundiert und beschichtet mit Abdichtungs-Systemen von Silikal wurden die Betonkonstruktionen am Nord- und am Süd-Portal des „Tunnel von Choindex“, dem letzten großen Tunnelbau-Projekt für die Schweizer Autobahn 16 „Transjurane“. Damit sind die Brüstungsflächen künftig vor eindringender Nässe und Witterungseinflüssen geschützt

The concrete construction at the north and south portals of the Tunnel de Choindex, the last major tunnel project on the Swiss Autobahn 16 “Transjurane”, were primed and coated with waterproofing systems from Silikal. This will protect the lower part of the walls against penetrating damp and weather effects

Mit der „Transjurane“ realisierte die Schweiz eines ihrer anspruchsvollsten Straßenbauprojekte. Auf 84 km durchquert die neue Nationalstraße A16 den Jura und führt dabei durch zahlreiche kleinere und größere Tunnel. Nach 30 Jahren Bauzeit und Kosten in Höhe von 6.5 Milliarden Schweizer Franken wurde das letzte Teilstück am 3. April 2017 dem Verkehr übergeben. Beteiligt an den Baumaßnahmen war auch die Silikal Suisse AG. Sie übernahm für den 3,2 km langen Tunnel de Choindex – den letzten großen Tunnelbau, der im Dezember 2016 eröffnet wurde – die Abdichtung der Betonkonstruktionen an den Portalen.

Schutz gegen Nässe und Frost

Zum Schutz gegen Nässe und Witterungseinflüsse wie Eis und Frost erhielten die Brüstungsflächen der Tunnelportale dafür zunächst eine Grundierung mit dem System „Silikal R 54“. Im Anschluss wurde auf die horizontalen Flächen eine MMA-Beschichtung „Silikal RU 321“ aufgebracht, eine im ausgehärteten Zustand dauerhafte und flexible Membran-Abdichtung. Die vertikalen Flächen erhielten mit „Silikal RU 320 thix“ eine urethanmodifizierte

The “Transjurane” is one of the most challenging road projects in Switzerland. With a length of 84 km, the new national autobahn A16 crosses the Jura mountains, running through numerous smaller and larger tunnels. After 30 years of construction time and costs amounting to 6.5 billion Swiss francs, the last section was opened to traffic on 3 April 2017. The company Silikal Suisse AG was one of the contractors, responsible for the coating of the concrete construction at the portals for the last major tunnel section, the 3.2 km long Tunnel de Choindex, which was opened in December 2016.

Protection against Damp and Frost

In order to provide protection against water and the effects of ice and frost, the tunnel portals to waist height were first coated with a primer coat of the system “Silikal R 54”. Then the horizontal surfaces were coated with an MMA coating “Silikal RU 321”, which forms a durable and flexible membrane waterproofing layer after hardening. The vertical surfaces were coated with “Silikal RU 320 thix”, a urethane-modified membrane. This formed a permanently waterproof area of 250 m² to protect the new structure against environmental effects.

Membran-Schicht. Auf 250 m² entstanden so dauerhaft dichte Flächen, die das neue Bauwerk vor Umwelteinflüssen schützen. Zudem konnte die Flüssigkunststoff-Beschichtung fugenlos über die Bauwerkskanten ausgeführt werden.

Schnelle Aushärtung, nahtlose Beschichtung

Die besonderen Vorteile der Silikal-Abdichtungen auf Basis von Methylmethacrylat-Harzen liegen in ihrer Zuverlässigkeit und in ihrer äußerst schnellen Aushärtung – selbst bei niedrigen Temperaturen bis unter 0 °C hinaus. Darüber hinaus lassen sich auch schwierige Ausformungen des Untergrundes mit dem Flüssigkunststoff einfach, undurchlässig und nahtlos beschichten. 

The synthetic resin coating could also be continued seamlessly over the edges of the structure.

Rapid Hardening, seamless Coating

The particular advantages of the Silikal coating based on methylmethacrylate resins are their reliability and extremely rapid hardening – even at temperatures below 0 °C. In addition, the difficult forms of the substrate can be simply, impermeably and seamlessly coated with the synthetic resin. 

Projekt Transjurane

Die neue Schweizer Nationalstraße A16 führt durch die Kantone Bern und Jura und bildet eine wichtige neue Verkehrsachse für das Alpenland. Seit April 2017 sorgt sie zum einen für eine schnellere Verbindung zwischen dem Schweizer Mittelland und dem Kanton Jura und zum anderen für den Anschluss des Schweizer Autobahnnetzes an das französische. Fast 30 Tunnel mussten für die „Transjurane“ gebaut werden – davon alleine elf mit Längen zwischen 1027 und 4068 m. Der Tunnel de Choindez ist 3200 m lang und ermöglicht die Umfahrung der Schlucht von Choindez.

Transjurane Project

The new national autobahn A16 in Switzerland runs through the cantons of Bern and Jura and is an important new road axis for the Alpine country. Since April 2017, it has provided a quicker link between the central part of Switzerland and the canton of Jura and also links the Swiss autobahn network to France. Almost 30 Tunnel tunnels had to be built for the „Transjurane“, including eleven with lengths of between 1027 and 4068 m. The Tunnel de Choindez is 3200 m long and passes under the Choindez ravine.

Bohrloch instabil? Kein Problem! IQ – Quickset Roofbolt



- Schnell aushärtendes Harz füllt Klüfte und Hohlräume
- Ideale Alternative zu Klebepatronen und Reibbohrankern
- Arbeiten aus dem gesicherten Bereich: sicher und effizient
- Einfache Kopplung der Stahltragglieder
- Sofortiges Aushärten = Anker kann sofort belastet werden

Weitere Infos: www.ischebeck.de

FRIEDR. ISCHEBECK GMBH

Loher Str. 31-79 | DE-58256 Ennepetal

ISCHEBECK
TITAN



Innovativer – Kompetenter – Zuverlässiger

Gemeinsam stärker im Tunnelbau

Schläuche · Armaturen · Zubehör für:

hoses · fittings · equipment for:

- | | | |
|---|-----------|----------------|
|  | Pressluft | compressed air |
|  | Wasser | water |
|  | Beton | concrete |



Salweidenbecke 21
44894 Bochum, Germany
Tel. +49 (0)234/58873-73
Fax +49 (0)234/58873-10
info@techno-bochum.de
www.techno-bochum.de

 **TechnoBochum**

Deutscher Mobilitätspreis 2017

InREACT als Leuchtturmprojekt für intelligente Mobilität ausgezeichnet

2017 German Mobility Prize

InREACT recognised as Beacon Project for intelligent Mobility



Quelle/credit: Deutschland - Land der Ideen/Bernd Brundert

1 Im Bundesverkehrsministerium in Berlin überreichte Staatssekretärin Dorothee Bär (rechts) am 28. Juni den Deutschen Mobilitätspreis 2017 an das von der STUVA koordinierte Projekt InREACT

In the Federal Ministry of Transport in Berlin, under-secretary Dorothee Bär (on the right) handed over the 2017 German Mobility Prize on June 28 for the InREACT project coordinated by the STUVA

Die Initiative „Deutschland – Land der Ideen“ und das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur haben am 28. Juni 2017 das von der STUVA koordinierte Projekt „InREACT – Integrierte Hilfe-Reaktionsketten zur Erhöhung der Sicherheit des ÖPNV“ als herausragende digitale Innovation für eine sichere Mobilität mit dem Deutschen Mobilitätspreis ausgezeichnet. Staatssekretärin Dorothee Bär überreichte den Preis in einer Feierstunde im Bundesverkehrsministerium in Berlin (**Bild 1**). Mit InREACT wird eine innovative digitale Lösung bereitgestellt, um Mobilität sicherer und zuverlässiger zu machen. Dabei handelt es sich um ein interdisziplinär entwickeltes und IT-gestütztes System, welches das Notfall-Management im öffentlichen Verkehr in Zukunft verbessern wird.

Über das Projekt InREACT

Stellen Sie sich vor, Sie benötigen an einer Haltestelle oder in Bus oder Bahn dringend Hilfe – und keiner merkt es! Gewalt, Sachbeschädigungen und Vandalismus können dazu

The initiative “Germany – Land of Ideas” and the Federal Ministry for Transport and Digital Infrastructure acknowledged the “InREACT – Integrated Help Reaction Chains to enhance Safety in Public Commuter Transportation” coordinated by the STUVA as an outstanding digital innovation for safe mobility when awarding the German Mobility Prize on June 28, 2017.

Under Secretary of State Dorothee Bär handed over the prize during a ceremony held at the Federal Ministry of Transport in Berlin (**Fig. 1**). InREACT provides an innovative digital solution, which makes mobility safer and more reliable. It involves an interdisciplinary developed and IT-supported system, which is aimed at improving emergency management in public transportation in future.

About InREACT

Imagine that you need help urgently at a stop or in a bus or train – and nobody notices. Violence, damage to property and vandalism can lead to passengers feeling uncomfortable when using public means of transport – especially at night – or even to avoiding them

führen, dass sich Fahrgäste bei der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel – besonders nachts – unwohl fühlen oder diese ganz meiden. Und auch Mitarbeiter von Verkehrsunternehmen können in sicherheitskritische Situationen oder medizinische Notfälle geraten. Einem effektiven Notfall-Management kommt deshalb eine große Bedeutung zu, um das Vertrauen in den ÖPNV zu stärken. Dieses Ziel verfolgt das System InREAKT, das in einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt entwickelt wurde.

Kernidee ist der IT-gestützte Ablauf einer integrierten Hilfe-Reaktionskette, die aus folgenden Elementen besteht: Erkennen eines hilfebedürftigen Menschen, Melden einer erkannten Situation, Verständigen von Reaktionskräften und Intervenieren am Ereignisort. Das Projekt baut dabei voll auf digitale Technik: Zum Einsatz kommen beispielsweise eine optische Sensorik zur Erkennung der Situation (**Bild 2**), ein softwarebasiertes Ereignis-Management-System mit Handlungsempfehlungen, das die Leitstelle des Verkehrsunternehmens unterstützt, und eine speziell programmierte Mitarbeiter-App (**Bild 3**). Alle technischen Arbeiten wurden durch interdisziplinäre gesellschaftswissenschaftliche Begleitforschung unterstützt, um die Akzeptanz bei Fahrgästen zu gewährleisten.

Gesucht: Partner aus der Praxis

InREAKT sorgt durch den Aufbau von integrierten Hilfe-Reaktionsketten für ein verbessertes Notfall-Management im ÖPNV sowie ein gesteigertes Sicherheitsempfinden. Die Lösung schafft Vertrauen bei Fahrgästen und Mitarbeitern und stärkt so den öffentlichen Verkehr. Nun werden weitere Partner aus der Praxis benötigt, um eine Pilotanwendung zu realisieren und das System weiterzuentwickeln. Interessierte Verkehrsunternehmen werden gebeten, sich über das Kontaktformular auf www.inreakt.de zu melden.

Über den Deutschen Mobilitätspreis

Mit dem Deutschen Mobilitätspreis prämierten die Initiative „Deutschland – Land der Ideen“ und das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur im Wettbewerbsjahr 2017 wegweisende Best-Practice-Projekte zum Schwerpunktthema

altogether. Members of staff belonging to transport companies can also find themselves in critical situations involving safety or medical emergencies. Consequently, effective emergency management is of great significance so that confidence in public transport is consolidated. The InREAKT system pursues this goal. It was devised in a project sponsored by the Federal Ministry for Education and Research. The fundamental idea is the IT-supported operation of an integrated help reaction chain, consisting of the following elements: identifying a person in need of assistance, reporting an incident of this kind, alerting response services and intervention at the site of the incident. Towards this end, the project is entirely based on digital technology: for instance, optical sensing is employed to identify the incident (**Fig. 2**), a software-based incident management system with recommendations on how to act, which supports the transport company's control centre, and a specially programmed employee app (**Fig. 3**). All technical activities were supported by interdisciplinary social scientific research accompanying research in order to ensure its acceptance by passengers.

Sought: Partners from Practice

InREAKT caters for improved emergency management in public transportation by establishing integrated reaction chains as well as an enhanced feeling of safety. This solution creates confidence among passengers and members of staff thus strengthening faith in public transportation. Now further partners from practice are needed to accomplish a pilot application and advance the development of the system. Interested transport companies are requested to get in touch via the contact form on www.inreakt.de (in German).

The German Mobility Prize

In the competition year 2017, the initiative “Germany – Land of Ideas” and the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure acknowledged trail-blazing best-practice projects revolving around safety by awarding the German Mobility Prize. According to the jury, InREAKT had shown how the digital transformation of mobility can be advanced to enable people and goods to travel more intelligently and safely in future.



2 Optische Sensorik zur Erkennung sicherheitskritischer Situationen
Optical sensor system for identifying safety-critical situations

Sicherheit. InREAKT hat laut Jury gezeigt, wie der digitale Wandel der Mobilität so vorangebracht werden kann, dass Menschen und Güter in Zukunft noch intelligenter und sicherer unterwegs sein können. Eine 16-köpfige Expertenjury unter dem Vorsitz von Dorothee Bär, MdB, Parlamentarische Staatssekretärin beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur, wählte die zehn Preisträgerprojekte des Wettbewerbs aus. Deutschlandweit bewarben sich rund 170 Start-ups, Unternehmen, Verbände und Forschungsinstitutionen mit ihren Projekten um die bundesweite Auszeichnung. „Deutschland ist das Mobilitätsland Nr. 1! Mit dem Deutschen Mobilitätspreis fördern wir bewegende Innovationen ‚Made in Germany‘. Denn mit den besten Ideen werden wir zum Vorreiter für die Mobilität 4.0!“, so Alexander Dobrindt, Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur.

„Die Preisträger zeigen, wie digitale Innovationen Mobilität

noch sicherer machen können. Die Menschen hinter den Projekten leisten mit ihrer Kreativität und ihrem Engagement einen wichtigen Beitrag zur Zukunftsfähigkeit unseres Landes“, so Dieter Kempf, Präsident des Bundesverbandes der Deutschen Industrie e. V. (BDI) und Präsident des Deutschland – Land der Ideen e. V. Mit dem Deutschen Mobilitätspreis machen die Initiative „Deutschland – Land der Ideen“ und das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur intelligente Mobilitätslösungen und digitale Innovationen öffentlich sichtbar. Folgende Mitglieder der Plattform „Digitale Netze und Mobilität“ des Digital-Gipfels unterstützen den Deutschen Mobilitätspreis: Continental Automotive GmbH, Deutsche Bahn AG, Deutsche Telekom AG, Ericsson GmbH, Esri Deutschland GmbH, Huawei Technologies Deutschland GmbH und der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V. 



3 InREAKT baut auf digitale Technik: Zum Einsatz kommt unter anderem eine speziell programmierte Smartphone-App für Mitarbeiter von Verkehrsunternehmen

InREAKT is based on digital technology: among other things a specially programmed smart phone app for transport company staff is employed

Quelle/credit: xxx

A 16-strong jury of experts chaired by Dorothee Bär, MP, parliamentary under Secretary at the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, selected the ten prize-winning projects in the competition. Around 170 start-ups, companies, organisations and research institutes from all over Germany participated with their projects for national distinction.

According to Alexander Dobrindt, the federal minister for Transport and Digital Infrastructure “Germany is mobility country No. 1! With the German Mobility Prize we encourage determining innovations ‚Made in Germany‘. For we become the pioneers for Mobility 4.0 with the best ideas”.

“The award winners show how digital innovations can make mobility even safer. The people behind the projects provide an important contribution towards our country’s sustainability through their creativity and involvement”, was how Dieter Kempf put it; he is president of the Federation of German Industries

Inc. (BDI) and also chairs the initiative “Germany – Land of Ideas”. By means of the German Mobility Prize the initiative “Germany – Land of Ideas” and the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure publicize intelligent mobility solutions and digital innovations. The following members of the “Digital Networks and Mobility” platform of the Digital Summit support the German Mobility Prize: Continental Automotive GmbH, Deutsche Bahn AG, Deutsche Telekom AG, Ericsson GmbH, Esri Deutschland GmbH, Huawei Technologies Deutschland GmbH and the Association of German Transport Companies Inc. 

STUVAtec

Daniel Hahne ist zertifizierter Sachverständiger und Fachplaner für vorbeugenden baulichen Brandschutz

Seit mehreren Jahren ist die STUVAtec GmbH durch den TÜV Nord als Ersteller von Brandschutzkonzepten für die Deutsche Bahn AG zertifiziert und hat für zahlreiche Großprojekte wie z. B. die Wehrhahn-Linie in Düsseldorf, die 2. S-Bahn-Stammstrecke in München oder die Nord-Süd Stadtbahn in Köln Brandschutzkonzepte entwickelt. Um die eigene Expertise im Bereich Brandschutz künftig nicht nur unterirdisch sondern auch bei Hochbauprojekten nutzen zu können, hat sich Dipl.-Ing. Daniel Hahne (**Bild 1**), Bereichsleiter Brandschutz & Sicherheit bei der STUVAtec, in den letzten Monaten am Bildungszentrum für das Baugewerbe in Krefeld zum zertifizierten Sachverständigen und Fachplaner für den vorbeugenden baulichen Brandschutz ausbilden lassen und die Abschlussprüfungen mit Bravour bestanden. Für die immer komplexer werdenden Herausforderungen im Brandschutz ist die STUVAtec damit noch besser aufgestellt. Das STUVA-Team gratuliert dem frischgebackenen Sachverständigen zu der Ernennung ganz herzlich. 



Quelle/Credit: STUVA

- 1 Dipl.-Ing. Daniel Hahne, Bereichsleiter Brandschutz & Sicherheit bei der STUVAtec

Dipl.-Ing. Daniel Hahne, departmental manager for fire protection and safety at STUVAtec

STUVAtec

Daniel Hahne: certified Expert and Specialist Designer for preventive constructional Fire Protection

For many years, the STUVAtec GmbH has been certified by the TÜV Nord as a producer of fire protection plans for the Deutsche Bahn AG and has developed fire protection plans for numerous major projects such as for example the Wehrhahn Line in Düsseldorf, the second S-Bahn main line in Munich or the north-south urban transit in Cologne. In order to be able to not only use his expertise in fire protection underground but also for building projects, Dipl.-Ing. Daniel Hahne (**Fig. 1**), departmental manager for fire protection and safety at STUVAtec, has in recent months attended a training course at the construction industry training centre in Krefeld to become a certified expert and specialist designer for preventive building fire protection and passed the final exam with flying colours. This means that STUVAtec is still better equipped for the ever more complex challenges of fire protection. The STUVA team congratulates the newly confirmed expert on his appointment. 

Stellenangebot:**STUVA sucht Ingenieur für Brandschutz & Sicherheit (m/w)**

Um der wachsenden Nachfrage in diesem Bereich nachkommen zu können, suchen wir zur langfristigen Erweiterung unseres Teams einen Ingenieur oder eine Ingenieurin, vorrangig für Brandschutz & Sicherheit, für die Bearbeitung oder Leitung von Forschungsprojekten und Beratungsaufträgen. Weitere Informationen dazu finden Sie auf www.stuva.de, **Service, Stellenangebote**.

STUVA Job Offer:**Engineer for Fire Protection and Safety (m/f)**

In order to be able to handle the growing demand in this field, we are looking to appoint to our team an engineer, predominantly for fire protection and safety, for the processing or management of research projects and consulting duties. You can find further information under www.stuva.de, **Service, Job offers** (in German).



Sign up
for the
newsletter!



tunnel

The international trade magazine
for underground construction

www.tunnel-online.info/newsletter

Veranstaltung

STUVA-Tagung 2017

Die nächste STUVA-Tagung findet vom 6. bis 8. Dezember 2017 in Stuttgart statt. Bei diesem „Familientreffen der Tunnelbranche“ kommen mehr als 1800 hochkarätige Fachleute zusammen, und insgesamt 65 Vorträge geben die Gelegenheit, sich zielgenau über neueste Entwicklungen zu informieren.

Nach dem großen Erfolg bei der STUVA-Tagung 2015 wird auch in diesem Jahr neben dem Tunnelbau wieder der Tunnelbetrieb großgeschrieben. Parallel zu den Vorträgen werden rund 180 Aussteller auf einer Fläche von 7000 m² mit der STUVA-Expo eine spannende und vielseitige Messlandschaft entstehen lassen, die einen beeindruckenden Einblick in die Innovationskraft der Tunnelbranche und interessante neue Geschäftskontakte bietet. Der dritte Tag der STUVA-Tagung steht dann wie immer im Zeichen ausgesuchter Fachexkursionen.

Ein Highlight der STUVA-Tagung ist der Festabend: Denn ein gut gepflegtes Netzwerk gehört zu den wichtigsten Erfolgsfaktoren im Beruf und lebt vom zwanglosen Gedanken- und Erfahrungsaustausch unter Kollegen. In angenehmer Atmosphäre lassen sich bestehende Kontakte vertiefen und neue aufbauen.

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und der Deutsche Ausschuss für unterirdisches Bauen (DAUB) haben der STUVA-Tagung dieses Jahr erneut durch ihre ideelle Mitträgerschaft das Vertrauen ausgesprochen. Diese starke Unterstützung kennzeichnet die STUVA-Tagung als herausragende Veranstaltung. Seien Sie dabei, wenn sich am 6. Dezember die Türen öffnen für das „Internationale Forum für Tunnel und Infrastruktur“, dem größten Branchentreff weltweit. Die STUVA-Tagung wird auch für Sie eine Bereicherung sein und Ihnen viele positive neue Impulse geben. Auf den folgenden Seiten finden Sie das Vortragsprogramm.

Neues STUVA Forum für Jungingenieure

Auf der diesjährigen STUVA-Tagung trifft sich erstmals das neu gegründete „STUVA Forum for Young Engineering Professionals“. Das Forum richtet sich an alle Jungingenieure bis 35 Jahre, mit dem Ziel, den Einstieg in die Arbeitswelt und die Integration in die Ingenieurgesellschaft zu unterstützen. Dies soll durch bessere Vernetzung miteinander und durch Erfahrungsaustausch untereinander erfolgen. In regelmäßig stattfindenden Workshops sollen aktuelle Entwicklungen der Branche diskutiert und interessante Projekte besucht werden. Die Teilnahme ist kostenlos. Das Treffen findet am ersten Veranstaltungstag in der Mittagspause statt. Details dazu und aktuelle Informationen werden unter www.stuva-tagung.de/STUVA-YEP veröffentlicht. 

Event

STUVA Conference 2017

The next STUVA conference will take place from 6 to 8 December 2017 in Stuttgart. At this “family meeting of the tunnelling industry”, more than 1800 high-ranking experts will attend and altogether 65 lectures will provide them with the opportunity to find out about the latest developments.

After the great success of the STUVA Conference 2015, this year’s event once again will cover not only tunnelling but also tunnel operation. In parallel to the lectures, the STUVA Expo will provide an exciting and versatile exhibition with more than 180 exhibitors on an area of 7000 m² giving an impressive insight into the innovation power of the tunnelling industry and offering interesting new business contacts. The third day of the STUVA Conference will then as always be devoted to selected specialist excursions.

One highlight of the STUVA Conference is the festive evening, since a well cared-for network is one of the most important factors for success in the profession and lives from a relaxed exchange of thoughts and experience among colleagues. In a pleasant atmosphere, existing contacts can be deepened and new contacts made.

The German Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI), the Federal Highway Research Institute (BASt) and the German Tunnelling Committee (DAUB) have this year once again expressed their confidence in the STUVA Conference by providing their ideal collaboration with the organisers. This strong support identifies the STUVA Conference as an excellent event.

Be there when the doors open on 6 December for the „International Forum for Tunnel and Infrastructure“, the largest meeting of the tunnelling industry in the world. The STUVA Conference will be of benefit for you and provide you with many positive new impulses. You can find the conference programme on the following pages.

New STUVA Forum for young Engineers

At this year’s STUVA Conference, the newly founded “STUVA Forum for Young Engineering Professionals” will meet for the first time. The forum is aimed at all young engineers up to 35 years old with the objective of supporting their entry into the working environment and integration into the community of engineers. This should be achieved through better networking and the exchange of experience. At regular workshops, current developments in the industry should be discussed and interesting projects visited. Participation is free. The meeting will take place on the first day of the event during the midday break. Details of this and current information can be found under www.stuva-tagung.de/STUVA-YEP. 

Internationales Forum für Tunnel und Infrastruktur · *International Forum for Tunnels and Infrastructure*

STUVA-Tagung 2017

STUVA Conference 2017

6.–8. Dezember 2017
Messe Stuttgart

6–8 December 2017
Trade Fair Stuttgart,
Germany

**Separates Segment Tunnelbetrieb!
Separate Segment Tunnel Operation!**



www.stuva-conference.com

STUVA

Kategorie	Frühbucher	Normal
	Anmeldung bis 30.09.2017 ⁽¹⁾	Anmeldung ab dem 01.10.2017 ⁽¹⁾
STUVA-Mitglieder ⁽²⁾	390 €	440 €
Nicht-Mitglieder	490 €	540 €
Studenten ⁽³⁾	50 €	50 €
Festabend*	75 €	75 €

* (inkl. Essen und Getränke; Preis inkl. 19 % Ust.)

⁽¹⁾ Eingang der Anmeldung bei der STUVA; bei Vor-Ort-Registrierung erheben wir einen Aufschlag in Höhe von 30 Euro auf den Normaltarif

⁽²⁾ Mitarbeiter von Firmen/Institutionen, die STUVA-Mitglied sind

⁽³⁾ Kopie des Studentenausweises ist vorzulegen

Der Mitglieder-Tarif wird ausschließlich Beschäftigten von STUVA-Mitgliedsfirmen gewährt. Bei ungerechtfertigter Inanspruchnahme erfolgt eine entsprechende Nachforderung. Mitgliedsfirmen, die mehr als 15 Teilnehmer registrieren, wird ab dem 16. Teilnehmer ein zusätzlicher Rabatt in Höhe von 10 % auf die Tagungsgebühr gewährt.

Vertretern der Fachpresse kann auf Anfrage und gegen Vorlage des Presseausweises kostenfreier Zutritt zu den Vortragsveranstaltungen sowie zur Fachausstellung gewährt werden (jeweils eine Person je Verlag).

Category	Early bookers	Normal
	Registered by 30.09.2017 ⁽¹⁾	Registered from 01.10.2017 ⁽¹⁾
STUVA-members ⁽²⁾	390 €	440 €
Non-members	490 €	540 €
Students ⁽³⁾	50 €	50 €
Gala evening*	75 €	75 €

* (incl. Food and drinks; price incl. 19 % VAT)

⁽¹⁾ Receipt of registration by STUVA; registration at venue entails a surcharge of 30 euros added to the regular tariff

⁽²⁾ Members of companies/institutions, which are STUVA members

⁽³⁾ Please provide copy of student ID card

The members' tariff is exclusively granted to employees of STUVA member companies. An extra charge will subsequently be levied on non-entitled participants. Member firms registering more than 15 participants are entitled to an additional discount amounting to 10 % of the conference fee as from the 16th participant.

Members of the trade press are admitted free-of-charge to the series of lectures as well as to the exhibition upon request after displaying a press card (one person per organisation).

Kontakt für Teilnehmer und Presse Contact for participants and press

Dipl.-Ing. Stefanie Posch
Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen e. V. – STUVA
Mathias-Brüggen-Str. 41
50827 Köln/Cologne, Germany
Phone: +49 (221) 5 97 95-0
E-Mail: team@stuva-conference.com
www.stuva-conference.com

Kontakt für Aussteller Contact for exhibitors

Heiko Heiden
deltacom projektmanagement GmbH
Gertigstr. 59
22303 Hamburg, Germany
Phone: +49 (40) 35 72 32-0
E-Mail: heiden@deltacom-hamburg.de
www.stuva-expo.de

ÜBERSICHT STUVA-TAGUNG 2017

Mittwoch, 06.12.2017

	Vorträge Tunnelbau Saal C 2.1	Vorträge Tunnelbetrieb Saal C 4 (1. OG)	Expo Halle 4
09:00	Eröffnung, Begrüßung, Verleihung STUVA-Preis 2017, Eröffnungsvorträge (Saal C 2.1)		STUVA-Expo
10:30	Pause		
11:15	Internationale Großprojekte	U-Bahn-/Stadtbahn-/ Haltestellenbetrieb	
13:00	Mittagspause		
14:30	BIM, Digitalisierung, Monitoring	Sicherheit in Straßentunneln	
15:45	Pause		
16:30	Neuerungen zu Regelwerken	Inbetriebsetzung und Energieeinsparung	
	Kombinierte Bauweisen	Straßentunnellüftung	
18:15			
18:30	Empfang		
19:45	Festabend		

Donnerstag, 07.12.2017

	Vorträge Tunnelbau Saal C 2.1	Vorträge Tunnelbetrieb Saal C 4 (1. OG)	Expo Halle 4
09:00	Maschinelles Tunnelvortrieb	Tunnelplanung, Sanierung Tunneltüren	STUVA-Expo
10:30	Pause		
11:15	Neuentwicklungen beim Tübbingausbau Baugrundvereisung	Rettungskonzepte	
12:45	Mittagspause		
14:15	Baugrundvereisung Tunnelbau in quellenden Böden	Verkehrstunnel und Geothermie IT-Sicherheit	
15:45	Pause		
16:30	Unterirdisches Bauen in der Region (Saal C 2.1)		
17:45	Schlusswort		
18:00	Ende der Vortragsveranstaltung		

Freitag, 08.12.2017

Technische Fachbesichtigungen

STUVA-Tagung 2017 Programm

Mittwoch, 06.12.2017

Eröffnung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, Vorsitzender des Vorstandes STUVA e. V., Köln

Grußworte der Landesregierung

Winfried Hermann, MdL, Minister für Verkehr des Landes Baden-Württemberg

2017 STUVA Conference Program

Wednesday, 06.12.2017

Opening

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, Chairman of the Board STUVA e. V., Köln

Welcoming Address of the State Government

Winfried Hermann, MdL, Minister for Transport of Baden-Wuerttemberg

OVERVIEW STUVA CONFERENCE 2017

Wednesday, 06/12/2017

	Lectures Tunnelling Hall C 2.1	Lectures Tunnel Operation Hall C 4 (2. Floor)	Expo Hall 4
09:00	Opening, Welcoming Adresses, Awarding STUVA Prize 2017, Keynote Lectures (Hall C 2.1)		STUVA Expo
10:30	Break		
11:15	International Major Projects	Metro/Urban Railway/ Station Operation	
13:00	Lunch Break		
14:30	BIM, Digitalisation, Monitoring	Safety in Road Tunnels	
15:45	Break		
16:30	Updates to Codes of Practice	Maintenance and Saving Energy	
	Combined Construction Methods	Road Tunnel Ventilation	
18:15	Reception		
18:30	Festive Evening		

Thursday, 07/12/2017

	Lectures Tunnelling Hall C 2.1	Lectures Tunnel Operation Hall C 4 (2. Floor)	Expo Hall 4
09:00	Mechanised Tunnelling	Tunnel Planning, Rehabilitation	STUVA Expo
		Tunnel Doors	
10:30	Break		
11:15	New Developments in Segment Linings	Rescue Concepts	
	Ground Freezing		
12:45	Lunch Break		
14:15	Ground Freezing	Transport Tunnels and Geothermics	
	Tunnelling in Swelling Soils	IT Security	
15:45	Break		
16:30	Underground Construction in the Region (Hall C 2.1)		
17:45	Closing Remarks		
18:00	End of Presentations		

Friday, 08/12/2017

Technical Excursions

Grußworte der Bundesregierung und Grundsatzvortrag: Effiziente Umsetzung von Großprojekten mit IT-gestützten Prozessen und Technologien

Rainer Bomba, Staatssekretär im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin (D)

Grußworte der ITA

Prof. Tarcisio Celestino, Ph. D., Präsident, International Tunneling and Underground Space Association (ITA), Geneva

Verleihung STUVA-Preis 2017

Eröffnungsvortrag

Ronald Pofalla, Mitglied des Vorstandes der Deutschen Bahn AG, Frankfurt am Main (D)

Welcoming Address of the Federal Government and Keynote Lecture: Efficient Implementation of Major Projects with IT- Supported Processes and Technologies

Rainer Bomba, Permanent Secretary in the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, Berlin (D)

Welcoming Address of the ITA

Prof. Tarcisio Celestino, President, International Tunneling and Underground Space Association (ITA), Geneva

Awarding STUVA Prize 2017

Opening Lecture

Ronald Pofalla, Mitglied des Vorstandes der Deutschen Bahn AG, Frankfurt am Main (D)

Vorträge Tunnelbau

Internationale Großprojekte

Erste Erfahrungen beim Vortrieb mit Doppelschildmaschinen im Projekt Follo Line: Tübbinge, Zweikomponenten-Zementmörtel, Sickerschächte, Vorabinjektionen

Dr.-Ing. Matteo Ortu, Deputy Project Director, Acciona Ghella JV, Oslo (N), Johannessen Steinar, M. Sc., Deputy Project Manager, Bane NOR, Oslo (N)

Metro Cityringen Kopenhagen – Branch off to Nordhavnen: Projekt, Anfahrt und Logistik TVM, konventionelle und Stahl-faser-Tübbingbewehrung, Schächte und Querschläge

Dr.-Ing. Frank Abel, Leiter Maschineller Tunnelbau, Hochtief Infrastructure GmbH, Essen (D), Dipl.-Ing. Andreas Köster, Head of Engineering, Metroselskabet I/S, Kopenhagen (DK)

Der Ceneri-Basistunnel: Schlüsselaspekte für den Erfolg bei wechselndem Baugrund, Risikomanagement, Vertragsbasis, Kostenrechnungssystem

Dipl.-Ing. ETHZ Daniele Stocker, Projektleiter, Vizepräsident Dipl.-Bauing. Davide Merlini, Leiter Tunnelbau, Pini Swiss Engineers, Lugano (CH), Dipl.-Ing. ETHZ Alberto Del Col, Abschnittsleiter Ceneri-Basistunnel, Alp Transit Gotthard AG, Bellinzona (CH), Dipl.-Bauing. Andrea Camerotto, Projektleiter, ARGE Condotto Cossi, Rom (I)

Bau der Ismalia Straßentunnel mit besonderer Berücksichtigung von Problemen mit Verklebungen und Verschleiß infolge ungünstiger Bodenverhältnisse sowie deren Lösung

Dr. Ahmed Fouda, General Manager of Suez Canal Tunnels Project, Engineering Authority/Egyptian Army, Cairo (ET) Dipl.-Ing. Hany Azer, Egyptian Government Advisor, Dortmund (D) Dipl.-Ing. Michael Löffler, Geschäftsbereichsleiter, CDM Smith Consult GmbH, Bochum (D), Eng. Ahmed Taha, Dpty. General Manager Suez Canal Tunnels Project, Engineering Authority/Egyptian Army, Cairo (ET)

Västlänken: Neue Bahnlinie unter dem Stadtzentrum von Göteborg – Felsmechanische Herausforderungen und Lösungen

Matthias Sommer, Roman Gallus, Basler & Hofmann AG, Esslingen (CH), Joakim Jonsson, Trafikverket, Göteborg (S)

Semmering-Basistunnel: Bauliche Umsetzung, tiefe Zwischenschächte, TVM- und Sprengvortrieb

Dipl.-Ing. Gerhard Gobiet, ÖBB-Infrastruktur AG, Projektleiter Semmering, Dipl.-Ing. Gernot Nipitsch, ÖBB-Infrastruktur AG, Projektleiter Semmering, Graz (A), Dipl.-Ing. Oliver Kai Wagner, ÖBB-Infrastruktur AG, Fachreferent Tunnelbau, Graz (A)

Lectures Tunnelling

International Mega Projects

First Experience with Double Shield TBM Tunnelling on the Follo Line Project: Segment Lining, Two-component Cementitious Grout, Infiltration Wells, Pre-grouting

Dr.-Ing. Matteo Ortu, Deputy Project Director, Acciona Ghella JV, Oslo (N), Johannessen Steinar, M. Sc., Deputy Project Manager, Bane NOR, Oslo (N)

Cityringen Metro in Copenhagen – Nordhavnen Branch: Project, Launching and Logistics of TBM, Conventional and Steel Fibre Segment Reinforcement, Shafts and Cross-passages

Dr.-Ing. Frank Abel, Leiter Maschineller Tunnelbau, Hochtief Infrastructure GmbH, Essen (D), Dipl.-Ing. Andreas Köster, Head of Engineering, Metroselskabet I/S, Kopenhagen (DK)

The Ceneri Base Tunnel: Key Aspects for Success in Changeable Ground, Risk Management, Contract Basis, Costing System

Dipl.-Ing. ETHZ Daniele Stocker, Projektleiter, Vizepräsident Dipl.-Bauing. Davide Merlini, Leiter Tunnelbau, Pini Swiss Engineers, Lugano (CH), Dipl.-Ing. ETHZ Alberto Del Col, Abschnittsleiter Ceneri-Basistunnel, Alp Transit Gotthard AG, Bellinzona (CH), Dipl.-Bauing. Andrea Camerotto, Projektleiter, ARGE Condotto Cossi, Rom (I)

Construction of Ismalia Road Tunnels with Special Reference to the Problems with Clogging and Wear Effects of Soil Layers and their Solutions

Dr. Ahmed Fouda, General Manager of Suez Canal Tunnels Project, Engineering Authority/Egyptian Army, Cairo (ET), Dipl.-Ing. Hany Azer, Egyptian Government Advisor, Dortmund (D), Dipl.-Ing. Michael Löffler, Geschäftsbereichsleiter, CDM Smith Consult GmbH, Bochum (D), Eng. Ahmed Taha, Deputy General Manager Suez Canal Tunnels Project, Engineering Authority/Egyptian Army, Cairo (ET)

Västlänken: New Rail Line under the City Centre of Göteborg – Rock Mechanical Challenges and Solutions

Matthias Sommer, Roman Gallus, Basler & Hofmann AG, Esslingen (CH), Joakim Jonsson, Trafikverket, Göteborg (S)

Semmering Base Tunnel: Construction, Deep Intermediate Shafts, TBM and Drill and Blast Tunnelling

Dipl.-Ing. Gerhard Gobiet, Projektleiter Semmering, Dipl.-Ing. Gernot Nipitsch, Projektleiter Semmering, Dipl.-Ing. Oliver Kai Wagner, ÖBB-Infrastruktur AG, Fachreferent Tunnelbau, Graz (A)

BIM, Digitalisierung, Monitoring

U-Bahn Sydney: Anwendung von BIM für den effizienten Bau und Betrieb des größten Infrastrukturprojektes für den öffentlichen Personennahverkehr in Australien

Dipl.-Ing. Dirk Schaper, Geschäftsführer, Hochtief ViCon GmbH, Essen (D)

Umsetzung der BIM-Methode am Projekt Straßentunnel Frankenschnellweg: Von der Variantenbetrachtung zur teilautomatisierten LV-Generierung

Dr.-Ing. Stefan Opheys, Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Nürnberg (D), Dipl.-Ing. Christian Dormeier, Servicebetrieb Öffentlicher Raum Stadt Nürnberg (D), Dipl.-Ing. (FH) Miriam Stallmann, M. Eng., Sweco GmbH, Frankfurt am Main (D), Dipl.-Ing. Michael Richter, Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH Frankfurt am Main (D)

Besondere Anforderungen an das Grundwassermanagement beim Neubau der Metro Cityringen in Kopenhagen: Brunnen, Wasseraufbereitung, Überwachung, digitale Steuerung und Prognose

Henrik Koers, M. Sc., Dipl.-Ing. (FH) Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Tim Röder, Hölscher Wasserbau GmbH, Haren (D), Spyridon Latsenere, M. Sc., Copenhagen Metro Team (CMT) I/S, Kopenhagen (DK)

Ganzheitlicher Planungsprozess bei Erstellung einer tiefen Baugrube in unmittelbarer Nachbarschaft einer bestehenden U-Bahn Haltestelle: Verformungsprognosen, Bauwerksmonitoring, Gegenmaßnahmen bei Grenzwertüberschreitungen

Dr.-Ing. Steffen Kinzler, Dr.-Ing. Karl Morgen, Geschäftsführer, WTM Engineers GmbH, Hamburg (D)

Neuerungen zu Regelwerken

Abrasivität von Lockergesteinen im Spannungsfeld von Versuchstechnik und Normung: Zur Aussagefähigkeit bei der Festlegung von Homogenbereichen

Dipl.-Ing. Martin Feinendegen, Akad. Oberrat, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, RWTH Aachen University, Geotechnik im Bauwesen, Aachen (D), Dr. jur. Markus Vogelheim, CBH Rechtsanwälte, Köln (D), Dipl.-Ing. Lars Stock, Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH, Witten (D)

Eigenschaften in situ gealterter Kunststoffdichtungsbahnen aus Abdichtungen von Straßentunneln: Materialproben, Anforderungen an Laborversuche, Änderungen am Regelwerk

Dipl.-Ing. Ingo Kaundinya, Referatsleiter Tunnel- und Grundbau, Tunnelbetrieb, zivile Sicherheit, Wilhelm Decker, Felix Wawrzyniak, Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach (D), Dipl.-Ing. Wolf-Dieter Friebel, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Bonn (D)

BIM, Digitalisation, Monitoring

Sydney Metro: BIM Use for Efficient Building and Operation of the Largest Public Transport Infrastructure Project in Australia

Dipl.-Ing. Dirk Schaper, Geschäftsführer, Hochtief ViCon GmbH, Essen (D)

Implementation of the BIM Method on the Frankenschnellweg Road Tunnel Project: from Variant Study to Partly Automated BOQ Production

Dr.-Ing. Stefan Opheys, Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Nürnberg (D), Dipl.-Ing. Christian Dormeier, Servicebetrieb Öffentlicher Raum Stadt Nürnberg (D), Dipl.-Ing. (FH) Miriam Stallmann, M. Eng., Sweco GmbH, Frankfurt am Main (D), Dipl.-Ing. Michael Richter, Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, Frankfurt am Main (D),

Particular Challenges for Groundwater Management on the New Cityringen Metro in Copenhagen: Wells, Water Treatment, Monitoring, Digital Control and Forecasting

Henrik Koers, M. Sc., Dipl.-Ing. (FH) Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Tim Röder, Hölscher Wasserbau GmbH, Haren (D), Spyridon Latsenere, M. Sc., Copenhagen Metro Team (CMT) I/S, Kopenhagen (DK)

Holistic Design Process for the Construction of a Deep Excavation in the Immediate Vicinity of an Existing Underground Station: Deformation Forecasts, Building Monitoring, Countermeasures when Thresholds are Exceeded

Dr.-Ing. Steffen Kinzler, Dr.-Ing. Karl Morgen, Geschäftsführer, WTM Engineers GmbH, Hamburg (D)

Updates to Codes of Practice

Abrasivity of Soft Ground and the Conflict of Test Technology and Standards: on Reliability in the Specification of Homogenous Zones

Dipl.-Ing. Martin Feinendegen, Akad. Oberrat, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, RWTH Aachen University, Geotechnik im Bauwesen, Aachen (D), Dr. jur. Markus Vogelheim, CBH Rechtsanwälte, Köln (D), Dipl.-Ing. Lars Stock, Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH, Witten (D)

Properties of in-situ Aged Synthetic Membranes from the Waterproofing of Road Tunnels: Material Samples, Requirements for Laboratory Tests, Revisions of Regulations

Dipl.-Ing. Ingo Kaundinya, Referatsleiter Tunnel- und Grundbau, Tunnelbetrieb, zivile Sicherheit, Wilhelm Decker, Felix Wawrzyniak, Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach (D), Dipl.-Ing. Wolf-Dieter Friebel, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Bonn (D)

Kombinierte Bauweisen

Umfahrungsspange Schwarzkopftunnel: Bergmännische Bauweise, Baustellenkoordinierung, aktives Schnittstellenmanagement, Anwohnerschutz

Rainer Kraile, B. Eng., Projektleiter, Dr.-Ing. Stephan Engelhardt, Dipl.-Ing. Manfred Kicherer, Geschäftsführer, Alfred Kunz, München (D)

Eppenbergtunnel: Umbaubare TVM für Fels- und Lockergestein, komplexe Anforderungen an die Separation, Herstellung von Vorstollen und Notausgängen

Dipl.-Ing. Manfred Börker, Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Frankfurt (D), Dipl.-Ing. FH Gabriele Pagliari, SBB AG, Infrastruktur, Olten (CH), Dipl.-Ing. Dr. sc. techn. Michael Hertweck, ILF Beratende Ingenieure AG, Zürich (CH)

Straßentunnel Oberau: Spreng- und Baggervortrieb, Hebungsinjektionen, Maßnahmen zur Entsorgung des thalliumbelasteten Ausbruchs

Prof. Dr.-Ing Manfred Keuser, Geschäftsführender Gesellschafter, BUNG Ingenieure GmbH, München (D), Prof. Dipl.-Ing. Karl Goj, Sachgebietsleiter Brücken- und Tunnelbau, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, München (D), Dipl.-Ing. Stefan Geuder, Sachgebietsleiter, Autobahndirektion Südbayern, München (D), Dipl.-Ing. Sebastian Schwaiger, Geschäftsführer, Planungsgemeinschaft Müller & Hereth/EDR, Freilassing (D)

Kavernen beim Straßentunnel Südumfahrung Visp: Ableitung allgemeiner Empfehlungen zur Risikominimierung bei großen Unsicherheiten über das prognostizierte Gebirgsverhalten

Dr. sc. techn. Dipl.-Bauing. ETHZ Alex Schneider, Geschäftsleiter, M. Sc. Bauing. ETHZ Simon Tanner, Geschäftsleiter, M. Sc. Bauing. ETHZ Nikolaos Lavdas, Rothpletz, Lienhard + Cie. AG, Olten/Zürich (CH)

Vorträge Tunnelbetrieb

U-Bahn-/Stadtbahn-/Haltestellenbetrieb

Einfluss der Stadtplanung auf den Entwurf und den Betrieb von Haltestellen und Verkehrsknotenpunkten

Han Admiraal, Chair ITACUS – ITA Committee on Underground Space, Enprodes, Rotterdam (N)

Moderne Haltestellenarchitektur und ihr Einfluss auf das Nutzerverhalten

Dipl.-Ing. Architekt Jochen Schuh, Geschäftsführer, Netzwerkarchitekten GmbH, Darmstadt (D)

Combined Construction Methods

The Schwarzkopf Tunnel Bypass Link: Mined Construction, Site Coordination, Active Interface Management, Protection of Inhabitants

Rainer Kraile, B. Eng., Projektleiter, Dr.-Ing. Stephan Engelhardt, Dipl.-Ing. Manfred Kicherer, Geschäftsführer, Alfred Kunz, München (D)

Eppenberg Tunnel: Convertible TBM for Rock and Soft Ground, Complex Requirements for the Separation, Construction of Headings and Emergency Exits

Dipl.-Ing. Manfred Börker, Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Frankfurt (D), Dipl.-Ing. FH Gabriele Pagliari, SBB AG, Infrastruktur, Olten (CH), Dipl.-Ing. Dr. sc. techn. Michael Hertweck, ILF Beratende Ingenieure AG, Zürich (CH)

Oberau Road Tunnel: Blasting and Excavator Tunnelling, Compensation Grouting, Special Measures for the Disposal of Thallium-Contaminated Excavated Material

Prof. Dr.-Ing Manfred Keuser, Geschäftsführender Gesellschafter, BUNG Ingenieure GmbH, München (D), Prof. Dipl.-Ing. Karl Goj, Sachgebietsleiter Brücken- und Tunnelbau, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, München (D), Dipl.-Ing. Stefan Geuder, Sachgebietsleiter, Autobahndirektion Südbayern, München (D), Dipl.-Ing. Sebastian Schwaiger, Geschäftsführer, Planungsgemeinschaft Müller&Hereth/EDR, Freilassing (D)

Caverns at the Visp South Bypass Road Tunnel: Derivation of General Recommendations for Risk Minimisation in the Face of great Uncertainties about the Forecast Rock Mass Behaviour

Dr. sc. techn. Dipl.-Bauing. ETHZ Alex Schneider, Geschäftsleiter, M. Sc. Bauing. ETHZ Simon Tanner, Geschäftsleiter, M. Sc. Bauing. ETHZ Nikolaos Lavdas, Rothpletz, Lienhard + Cie. AG, Olten/Zürich (CH)

Lectures Tunnel Operation

Metro/Urban Railway/Station Operation

The Impact of Urban Planning on the Design and Operation of Stations and Interchange Hubs

Han Admiraal, Chair ITACUS – ITA Committee on Underground Space, Enprodes, Rotterdam (NL)

Modern Station Architecture and its Influence on User Behaviour

Dipl.-Ing. Architekt Jochen Schuh, Geschäftsführer, Netzwerkarchitekten GmbH, Darmstadt (D)

Nachträgliche Leistungssteigerung bestehender U-Bahnlinien und -haltestellen, bedingt durch extremen Fahrgastzuwachs

Ingo Wortmann, Geschäftsführer Verkehr, Raimund Paul, Ressortleiter Schiene, Stadtwerke München GmbH, München (D)

Automatische U-Bahnen: Erkenntnisse aus dem Betrieb in Nürnberg sowie weltweite Entwicklungen

Dipl.-Ing. (FH) Andreas May, Geschäftsbereichsleiter, VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft, Nürnberg (D)

Speicherung der aus Bremsvorgängen zurückgewonnenen Energie in Netz-Randbereichen: Erfahrungen im Kölner Stadtbahnnetz

Dipl.-Ing. Jörn Schwarze, Mitglied des Vorstands, Kölner Verkehrs-Betriebe AG, Köln (D)

Neue Erkenntnisse und Maßnahmen zur Verbesserung des Umwelt- und Klimaschutzes sowie der Wirtschaftlichkeit beim Betrieb neuer und der Nachrüstung alter unterirdischer Haltestellen unter besonderer Berücksichtigung der Beleuchtungstechnik

Dipl.-Ing. Frank Steinhorst, Hamburger Hochbahn AG, Hamburg (D), Dr.-Ing. Dirk Boenke, Bereichsleiter Verkehr & Umwelt, STUVA e. V., Köln (D)

Sicherheit in Straßentunneln

Verbesserte Tunnelsicherheit durch ein resilientes Tunnelkonzept: Ereignisbewältigung, Abhängigkeiten, Redundanzen, Ausfallwahrscheinlichkeiten, Kompensationsmöglichkeiten, Unterhaltskonzept

Ing. André Stein, Sicherheitsbeauftragter, Ponts et Chaussées Luxemburg (L)

Brand eines Tankwagens im Skatestraum Unterwassertunnel – Erkenntnisse und verbesserte Sicherheitsmaßnahmen

Arild Petter Søvik, Tunnel Safety Officer, Norwegian Public Roads Administration, Statensvegvesen Vegdirektoratet, Oslo (N)

Einsatzgrenzen für Freigaben und Beschränkungen durch Verkehrstechnik in Straßentunneln: Einflüsse auf die Schadenshäufigkeit und das Schadensausmaß

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Baltzer, BUNG GmbH, Heidelberg (D), Ltd. BDir. Dipl.-Ing. Karl-Heinz Krüger, Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, Hamburg (D), M.Eng. Christiana Meyer, M. Eng. Torsten Brungsberg, BUNG Ingenieure AG, Köln (D)

Gewährleistung eines sicheren Betriebs der Stuttgarter Straßentunnel: Nachrüstungsprogramme, Bauablauf, Verkehrssicherheit im laufenden Betrieb, zukünftige Erhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen

Dipl.-Ing. Claus-Dieter Hauck, Abteilungsleiter, Dipl.-Ing. Silvester Koci, Dipl.-Ing. Matthias Braitingen, Tiefbauamt, Stuttgart (D)

Performance Upgrading of Existing Underground Lines and Stations due to Extreme Rise in Passenger Numbers

Ingo Wortmann, Geschäftsführer Verkehr, Raimund Paul, Ressortleiter Schiene, Stadtwerke München GmbH, München (D)

Automatic Underground Railways: Findings from Operation in Nuremberg and Worldwide Developments

Dipl.-Ing. (FH) Andreas May, Geschäftsbereichsleiter, VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft, Nürnberg (D)

Saving of the Energy Regained from Braking Processes in Mains Outer Areas: Experience from the Cologne Tram Network

Dipl.-Ing. Jörn Schwarze, Mitglied des Vorstands, Kölner Verkehrs-Betriebe AG, Köln (D)

New Findings and Measures to Improve Environmental and Climatic Protection as well as Cost-Effectiveness in the Operation of New and the Upgrading of Old Underground Stations with Special Attention to the Lighting Technology

Dipl.-Ing. Frank Steinhorst, Hamburger Hochbahn AG, Hamburg (D), Dr.-Ing. Dirk Boenke, Bereichsleiter Verkehr & Umwelt, STUVA e. V., Köln (D)

Safety in Road Tunnels

Improved Tunnel Safety through a Resilient Tunnel Concept: Overcoming Incidents, Dependencies, Redundancies, Breakdown Probability, Compensation Possibilities, Maintenance Concept

Ing. André Stein, Sicherheitsbeauftragter, Ponts et Chaussées Luxemburg (L)

Tank Trailer Fire in the Skatestraum Subsea Road Tunnel – Lessons Learnt and New Safety Measures

Arild Petter Søvik, Tunnel Safety Officer, Norwegian Public Roads Administration, Statensvegvesen Vegdirektoratet, Oslo (N)

Application Limits for Opening and Restrictions through Traffic Technology in Road Tunnels: Effects on the Frequency and Extent of Damage

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Baltzer, BUNG GmbH, Heidelberg (D), Ltd. BDir. Dipl.-Ing. Karl-Heinz Krüger, Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, Hamburg (D), M.Eng. Christiana Meyer, M. Eng. Torsten Brungsberg, BUNG Ingenieure AG, Köln (D)

Guaranteeing Safe Operation of the Stuttgart Road Tunnel: Upgrading Programme, Construction Sequence, Traffic Safety under Continued Operation, Future Maintenance and Renewal Measures

Dipl.-Ing. Claus-Dieter Hauck, Abteilungsleiter, Dipl.-Ing. Silvester Koci, Dipl.-Ing. Matthias Braitingen, Tiefbauamt, Stuttgart (D)

Inbetriebsetzung und Energieeinsparung

Inbetriebsetzung des Gotthard-Basistunnels: Planung, Durchführung, Erkenntnisse

Dipl.-Ing. (TH) Ralf Rüdiger, Leiter Durchführung Inbetriebsetzung, AlpTransit Gotthard AG, Luzern (CH)

Kühlung von Technischen Räumen in Eisenbahntunneln zur Erhöhung der Standzeiten und Minimierung der Wartung: Möglichkeiten der Optimierung am Beispiel Koralmtunnel

Dipl.-Ing. Dr. Helmut Steiner, ÖBB-Infrastruktur AG, Projektleitung Koralmbahn 1, Graz (A), Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter-Johann Sturm, TU Graz, Inst. für Verbrennungskraftmasch. und Thermodyn. – IVT, Graz (A), Dipl.-Ing. Dr. Michael Bacher, Dipl.-Ing. Daniel Fruhwirt, Forschungsges. für Verbrennungskraftmasch. und Thermodyn. – FVT, Graz (A)

Die Vision eines „Null-Energie-Tunnels“: Technische und vertragliche Aspekte, Prozessoptimierungen

Paul Janssen, M. Sc. BBA, Chairman of the Energy Reduction Committee, Netherlands Knowledge Center for Underground Space and Underground Construction (COB), Delft (NK), M. Sc. Carolina Lantinga, Department of Civil Engineering TU Delft (NL), Johan Naber, B. Eng., Rijkswaterstaat, Utrecht (NL), B. Sc. Karin de Haas, Netherlands Knowledge Center for Underground Space and Underground Construction (COB), Delft (NL)

Bewertung der Energieeffizienz von Straßentunneln

Dipl. El.-Ing. ETH Urs Welte, Mitglied der Geschäftsleitung, Amstein + Walthert Progress AG, Zürich (CH)

Straßentunnellüftung

Straßentunnel Central-Wan Chai Bypass, Hong Kong: Umweltschonende Lüftung mittels Luftfilteranlagen – Aufbau und Funktion der Luftfilter, Betriebssicherheit, Kosten

Dr.-Ing. Elke Deux, Geschäftsführerin, Dipl.-Ing. Gerd Johannemann, Dr. rer. pol. Karl Dickels, Geschäftsführender Gesellschafter, Filtrontec GmbH, Starnberg/Bitterfeld-Wolfen (D), N. N., Leighton Joint Venture (LJV), Hong Kong (CHN)

Tunnel Ventilation Dampers: Experiences, Durability and Corrosion Resistance, Testing Against High Temperatures

Balamugilan Balakrishnan, M. Sc. Eng., Mech. Eng. Ronny Sachse, Trox GmbH, Neukirchen-Vluyn (D)

Maintenance and saving Energy

Putting the Gotthard Basis Tunnel into Operation: Planning, Implementation, Findings

Dipl.-Ing. (TH) Ralf Rüdiger, Leiter Durchführung Inbetriebsetzung, AlpTransit Gotthard AG, Luzern (CH)

Cooling of Service Rooms in Rail Tunnels to Increase Lifetimes and Minimise Maintenance: Optimisation Possibilities through the Example of the Koralm Tunnel

Dipl.-Ing. Dr. Helmut Steiner, ÖBB-Infrastruktur AG, Projektleitung Koralmbahn 1, Graz (A), Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter-Johann Sturm, TU Graz, Inst. für Verbrennungskraftmasch. und Thermodyn. – IVT, Graz (A), Dipl.-Ing. Dr. Michael Bacher, Dipl.-Ing. Daniel Fruhwirt, Forschungsges. für Verbrennungskraftmasch. und Thermodyn. – FVT, Graz (A)

Working towards a Zero Energy Tunnel: Technical, Contractual and Process Solutions

Paul Janssen, M. Sc. BBA, Chairman of the Energy Reduction Committee, Netherlands Knowledge Center for Underground Space and Underground Construction (COB), Delft (NK), M. Sc. Carolina Lantinga, Department of Civil Engineering TU Delft (NL), Johan Naber, B. Eng., Rijkswaterstaat, Utrecht (NL), B. Sc. Karin de Haas, Netherlands Knowledge Center for Underground Space and Underground Construction (COB), Delft (NL)

Assessment of the Energy Efficiency of Road Tunnels

Dipl. El.-Ing. ETH Urs Welte, Mitglied der Geschäftsleitung, Amstein + Walthert Progress AG, Zürich (CH)

Road Tunnel Ventilation

Central-Wan Chai Bypass Road Tunnel, Hong Kong: Environmentally Gentle Ventilation with Air Filter Plant – Construction and Function of the Air Filters, Operational Safety, Costs

Dr.-Ing. Elke Deux, Geschäftsführerin, Dipl.-Ing. Gerd Johannemann, Dr. rer. pol. Karl Dickels, Geschäftsführender Gesellschafter, Filtrontec GmbH, Starnberg/Bitterfeld-Wolfen (D), N. N., Leighton Joint Venture (LJV), Hong Kong (CHN)

Tunnel Ventilation Dampers: Experiences, Durability and Corrosion Resistance, Testing Against High Temperatures

Balamugilan Balakrishnan, M. Sc. Eng., Mech. Eng. Ronny Sachse, Trox GmbH, Neukirchen-Vluyn (D)

Donnerstag, 07.12.2017

Vorträge Tunnelbau

Maschineller Tunnelvortrieb

Innovativer Hybridschild Einsatz in Rio de Janeiro: Erddruckschild mit alternativer Band-/Pumpförderung, Separieranlage auf dem Nachläufer, neuartiges Konditionierungskonzept

Dr.-Ing. Ulrich Maidl, Geschäftsführer, Maidl Tunnelconsultants GmbH & Co.KG, Duisburg (D), Alexandre Mahfuz Monteiro, TBM Manager, Consórcio Linha 4 Sul, Rio de Janeiro (BR), M. Sc. Civil Engineer Marc Comulada, Head of International Projects, Maidl Tunnelconsultants GmbH & Co.KG, München (D), John Foster, Director, Mechanised Tunnelling Services Limited, Derbyshire (UK)

Gas Pipeline Replacement Project Humber Crossing: Tunnelbau mit Slurry-TVM, Vortriebslogistik, Arbeitssicherheit, Einbau der Gaspipeline

Dipl.-Ing. Stephan Assenmacher, Projektleiter, Dipl.-Ing. Peter Jakobs, Area Manager, Porr Deutschland GmbH, Tunnelbau, Düsseldorf (D)

Vertragliche und technische Besonderheiten bei TVM-Großvortrieben in Lockergestein in Miami und Seattle

Dipl.-Ing. Rene Reichl, Babendererde Engineers LLC, Seattle (USA)

Neue Methode zur Prognose der Dispergierung von Feinstkorn in einer Stützflüssigkeit beim maschinellen Tunnelbau

Dipl.-Ing. Thorsten Weiner, Porr Deutschland GmbH Tunnelbau, Düsseldorf (D), Prof. Dr.-Ing. Markus Thewes, Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb, Ruhr-Universität Bochum (D)

Vergleich variabler Vortriebs- und Maschinenkonzepte auf der Fernbahn-Neubaustrecke Wendlingen-Ulm: Multimode-TVM und Erddruckschilde, Vortriebserfahrungen

Dr.-Ing. Gerhard Wehrmeyer, Bereichsleiter Traffic Tunnelling, Herrenknecht AG, Schwanau (D)

Neuentwicklungen beim Tübbingausbau

U-Bahn-Bau in Singapur – Thomson Line: Planung der Bohrtunnel, Tübbinge, Unterfahrungen, Umsteigebahnhöfe

Dipl.-Ing. Andreas Raedle, Tunnel Leader, Arup, Singapore, Singapore Ramesh Nair, Land Transport Authority (LTA), Thomson Line Package D, Deputy Manager Tunnels, Singapore (SGP), Carlos Acosta, Land Transport Authority (LTA), Thomson Line Package D, Project Manager Tunnels, Singapore (SGP)

Thursday, 07.12.2017

Lectures Tunnelling

Mechanised Tunnelling

Innovative Hybrid Shield Application in Rio de Janeiro: EPB Machine with Alternative Conveyor/Pump Mucking, Separation Plant on the Backup, Innovative Conditioning Concept

Dr.-Ing. Ulrich Maidl, Geschäftsführer, Maidl Tunnelconsultants GmbH & Co.KG, Duisburg (D), Alexandre Mahfuz Monteiro, TBM Manager, Consórcio Linha 4 Sul, Rio de Janeiro (BR), Civil Engineer Marc Comulada, M. Sc., Head of International Projects, Maidl Tunnelconsultants GmbH & Co.KG, München (D), John Foster, Director, Mechanised Tunnelling Services Limited, Derbyshire (UK)

Gas Pipeline Replacement Project Humber Crossing: Tunneling with Slurry TBM, Tunnelling Technology, Working Safety, Installation of the Gas Pipeline

Dipl.-Ing. Stephan Assenmacher, Projektleiter, Dipl.-Ing. Peter Jakobs, Area Manager, Porr Deutschland GmbH, Tunnelbau, Düsseldorf (D)

Special Contractual and Technical Features of Large-Scale TBM Drives in Soft Ground in Miami and Seattle

Dipl.-Ing. Rene Reichl, Babendererde Engineers LLC, Seattle (USA)

New Methods of Forecasting the Dispersion of Fines in a Support Fluid in Mechanised Tunnelling

Dipl.-Ing. Thorsten Weiner, Porr Deutschland GmbH Tunnelbau, Düsseldorf (D), Prof. Dr.-Ing. Markus Thewes, Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb, Ruhr-Universität Bochum (D)

Comparison of Variable Tunnelling and Machine Concepts on the new Long-distance Line from Wendlingen to Ulm: Multimode and EPB Machines, Tunnelling Experience

Dr.-Ing. Gerhard Wehrmeyer, Bereichsleiter Traffic Tunnelling, Herrenknecht AG, Schwanau (D)

New Developments in Segment Linings

Metro Tunnelling in Singapore – Thomson Line: Design of Bored Tunnels, Segment Design, Undercrossings, Interchange Stations

Dipl.-Ing. Andreas Raedle, Tunnel Leader, Arup, Singapore, Singapore Ramesh Nair, Land Transport Authority (LTA), Thomson Line Package D, Deputy Manager Tunnels, Singapore (SGP), Carlos Acosta, Land Transport Authority (LTA), Thomson Line Package D, Project Manager Tunnels, Singapore (SGP)

Stahlfaserbewehrte Tübbinge: Bemessung, Dauerhaftigkeit und aktuelle Projektbeispiele

Carola Edvardson, Technical Director, COWI A/S, Kongens Lyngby (DK), Dipl.-Ing. Stephan Müller, KrampeHarex GmbH & Co. KG., Hamm (D), Dipl.-Ing. Wilhelm Nell, ArcelorMittal, Bissen (L), Dipl.-Ing. Martin Eberli, Bekaert Maccaferri Underground Solutions BVBA, Aalst-Erembodegem (B)

Neuentwicklung einer einschaligen dränierenden Tübbingbauweise mittels einer wasserdurchlässig ausgeführten Ring-spaltverpressung: Baustofftechnologie, Verfahrenstechnik, konstruktive Gesichtspunkte

Dr.-Ing. Christian Thienert, Bereichsleiter Tunnelbau & Bautechnik, STUVA e. V., Köln (D), Dipl.-Ing. Dennis Edelhoff, IMM Maidl & Maidl GmbH & Co. KG, Bochum (D), Dipl.-Min. Eugen Kleen, Leiter Forschung & Entwicklung Mineralische Baustoffe und Betonzusatzmittel, MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG, Bochum (D), Ing. Norbert Hörlein, Projektleiter, Porr Bau GmbH, Wien (A)

Baugrundvereisung

Tunnel Rastatt: Vereisungsmaßnahmen in Verbindung mit TVM-Vortrieben und Querschlägen: statische und thermische Auslegung

Dr.-Ing. Heiko Neher, Ed. Züblin AG, Zentrale Technik, Tunnelbau, Stuttgart (D), Dipl.-Ing. M. Eng. Marc Kemmler, ARGE Tunnel Rastatt, Ed. Züblin AG, Direktion Tunnelbau, Stuttgart (D), Dipl.-Ing. Thomas Grundhoff, Prokurist, gbm Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH – Baugrundinstitut, Ettlingen (D), Dipl.-Ing. Jürgen Kölmel, DB Netz AG, Großprojekt Karlsruhe-Basel StA 1, Karlsruhe (D)

Abwasserkanal Emscher: Besonderheiten bei der Herstellung des Dichtblocks im Vereisungsverfahren und der Ausfahrt des Rohrvortriebs DN 1800 aus der Bestandsbaugrube

Dipl.-Ing. Peter Schäfers, Projektmanager, CDM Smith Consult GmbH, Bochum (D), Dipl.-Geol. Markus Kühnel, Gruppenleiter Geschäftsbereich Planung und Bau, EmscherGenossenschaft/Lippeverband, Essen (D), Dipl.-Ing. Klaus Lenfort, Betriebsleiter und Prokurist, Kramer Bauunternehmung GmbH + Co KG, Dortmund (D), Dipl.-Ing. Reiner Otterbein, Niederlassungsleiter, Keller Grundbau GmbH, Bochum (D)

U5 Berlin: Demontage von zwei TVM-Schilden im Bereich einer Vereisung – Herausforderungen und technische Lösungen beim Aufeinandertreffen von Wärme und Kälte

Dipl.-Ing. Jens Classen, Implenia Construction GmbH, Niederlassung Tunnelbau, München (D), Dipl.-Ing. Peter Diete, Implenia Construction GmbH, München (D), Dipl.-Ing. Peter Hoppe, Projektleiter, Implenia Construction GmbH, Berlin (D), Dipl.-Geologe Jörg Seegers, technischer Geschäftsführer, Projektrealisierungs GmbH U5, Berlin (D)

Steel Fibre Reinforced Concrete for Tunnel Lining Segments – Design, Durability Aspects and Case Studies on Contemporary Projects

Carola Edvardson, Technical Director, COWI A/S, Kongens Lyngby (DK), Dipl.-Ing. Stephan Müller, KrampeHarex GmbH & Co. KG., Hamm (D), Dipl.-Ing. Wilhelm Nell, ArcelorMittal, Bissen (L), Dipl.-Ing. Martin Eberli, Bekaert Maccaferri Underground Solutions BVBA, Aalst-Erembodegem (B)

New Development of a Single-Layer Drained Segment Construction with Waterproof Grouting of the Annular Gap: Construction Materials Technology, Constructional Aspects

Dr.-Ing. Christian Thienert, Bereichsleiter Tunnelbau & Bautechnik, STUVA e. V., Köln (D), Dipl.-Ing. Dennis Edelhoff, IMM Maidl & Maidl GmbH & Co. KG, Bochum (D), Dipl.-Min. Eugen Kleen, Leiter Forschung & Entwicklung Mineralische Baustoffe und Betonzusatzmittel, MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG, Bochum (D), Ing. Norbert Hörlein, Projektleiter, Porr Bau GmbH, Wien (A)

Ground Freezing

Rastatt Tunnel: Ground Freezing Measures in Connection with TBM Drives and Cross-passages; Structural and Thermal Design

Dr.-Ing. Heiko Neher, Ed. Züblin AG, Zentrale Technik, Tunnelbau, Stuttgart (D), Dipl.-Ing. M. Eng. Marc Kemmler, ARGE Tunnel Rastatt, Ed. Züblin AG, Direktion Tunnelbau, Stuttgart (D), Dipl.-Ing. Thomas Grundhoff, Prokurist, gbm Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH – Baugrundinstitut, Ettlingen (D), Dipl.-Ing. Jürgen Kölmel, DB Netz AG, Großprojekt Karlsruhe-Basel StA 1, Karlsruhe (D)

Emscher Sewer Tunnel: Special Features of the Construction of the Sealing Block using the Ground Freezing Process and Start of the 1800 dia. Pipe Jack from the Existing Construction Excavation

Dipl.-Ing. Peter Schäfers, Projektmanager, CDM Smith Consult GmbH, Bochum (D), Dipl.-Geol. Markus Kühnel, Gruppenleiter Geschäftsbereich Planung und Bau, EmscherGenossenschaft/Lippeverband, Essen (D), Dipl.-Ing. Klaus Lenfort, Betriebsleiter und Prokurist, Kramer Bauunternehmung GmbH + Co KG, Dortmund (D), Dipl.-Ing. Reiner Otterbein, Niederlassungsleiter, Keller Grundbau GmbH, Bochum (D)

U5 Berlin: Dismantling of the Two TBMs under the Protection of Ground Freezing – Challenges and Technical Solutions at the Junction of Heat and Cold

Dipl.-Ing. Jens Classen, Implenia Construction GmbH, Niederlassung Tunnelbau, München (D), Dipl.-Ing. Peter Diete, Implenia Construction GmbH, München (D), Dipl.-Ing. Peter Hoppe, Projektleiter, Implenia Construction GmbH, Berlin (D), Dipl.-Geologe Jörg Seegers, technischer Geschäftsführer, Projektrealisierungs GmbH U5, Berlin (D)

Neubau Albulatunnel II: Erfahrungen aus dem Bau des alten Tunnels, Variantenvergleich Sanierung vs. Neubau, Gefrierverfahren

Daniela Herzig, M. Sc. ETH Bau-Ing., Gähler und Partner AG, Ennetbaden (CH), Dipl.-Bauing. (FH) Louis Schönenberger, Mitglied der Geschäftsleitung, Amberg Engineering AG, Chur (CH), Bau.-Ing. ETH Pascal Zwicker, M. Sc., Rothpletz Lienhard + Cie AG, Zürich (CH)

Tunnelbau in quellenden Böden

Tunnel Gotschna: Instandsetzung von Quellhebungen in einem bestehenden Straßentunnel – Konzept, Maßnahmen, Materialanforderungen

Dipl.-Bauing. ETH Patrick Beeler, Lombardi AG, Luzern (CH), Dipl.-Bauing. ETH Beat Schädler, Aegerter & Bosshardt AG, Basel (CH), Bauing. ETH Zürich Reto Weishaupt, M. Sc., Lombardi AG, Luzern (CH), Dipl.-Bauing. ETH/SIA, Flavio Chiaverio, Aegerter & Bosshardt AG, Basel (CH)

Dritte Belchentunnelröhre: Neue Lösungen für Vortrieb und Konstruktion beim Tunnelbau in stark quellendem Gebirge – Modellansätze, Betonrezepturen, Beschichtungen, Sickerschlitz

Dipl.-Ing. ETH/SIA Flavio Chiaverio, A. Aegerter & Dr. O. Bosshardt AG, Basel (CH), Dipl.-Ing. ETH/SIA Ulrich Straumann, Emch + Berger AG, Bern (CH), Dipl.-Bauing. (FH) Sebastian Böheim, ILF Beratende Ingenieure AG, Zürich (CH), Dipl.-Bauing. (FH) Sergio Massignani, Marti Tunnelbau AG, Moosseedorf (CH)

Stuttgart 21 – Mehr als 15 km Tunnel im Anhydrit: Besondere Maßnahmen zur Beherrschung der Quellproblematik und Erfahrungen aus der Umsetzung

Prof. Dr.-Ing. Walter Wittke, Geschäftsführer, Dr.-Ing. Martin Wittke, Geschäftsführer, WBI GmbH, Weinheim (D), Dipl.-Ing. Günther Osthoff, Projektleiter Technik PfA 1.2/1.6, Dipl.-Ing. Christof Lienhart, Projektleiter Technik PfA 1.5, DB Stuttgart-Ulm GmbH, Stuttgart (D)

Unterirdisches Bauen in der Region

Kombilösung Karlsruhe: Bergmännischer Vortrieb in Spritzbetonbauweise mit Druckluftwasserhaltung im vorvergüteten Lockergestein

Dipl.-Ing. (TU) Frank Nenninger, Prokurist und Projektleiter Technik, Karlsruher Schieneninfrastruktur-Gesellschaft mbH (KASIG), Karlsruhe (D), Dipl.-Ing. Geol. (TU) Markus Feneberg, Feneberg Consult FenCon, Kirchseeon (D), Dipl.-Ing. Thomas Wechner, B. Sc., BeMo Tunnelling GmbH, Innsbruck (A)

New Albula Tunnel II: Experience from the Construction of the Old Tunnel; Variant Study Refurbishment vs. New Construction, Freezing Process

Daniela Herzig, M. Sc. ETH Bau-Ing., Gähler und Partner AG, Ennetbaden (CH), Dipl.-Bauing. (FH) Louis Schönenberger, Mitglied der Geschäftsleitung, Amberg Engineering AG, Chur (CH), Bau.-Ing. ETH Pascal Zwicker, M. Sc., Rothpletz Lienhard + Cie AG, Zürich (CH)

Tunnelling in Swelling Soils

Gotschna Tunnel: Remediation of Swelling Heave in an Existing Road Tunnel – Concept, Measures, Material Requirements

Dipl.-Bauing. ETH Patrick Beeler, Lombardi AG, Luzern (CH), Dipl.-Bauing. ETH Beat Schädler, Aegerter & Bosshardt AG, Basel (CH), Bauing. ETH Zürich Reto Weishaupt, M. Sc., Lombardi AG, Luzern (CH), Dipl.-Bauing. ETH/SIA, Flavio Chiaverio, Aegerter & Bosshardt AG, Basel (CH)

Third Belchen Tunnel Bore: New Solutions for Tunnelling and Construction of Tunnel in Heavily Swelling Rock mass – Model Approaches, Concrete Mixes, Coatings, Seepage Slots

Dipl.-Ing. ETH/SIA Flavio Chiaverio, A. Aegerter & Dr. O. Bosshardt AG, Basel (CH), Dipl.-Ing. ETH/SIA Ulrich Straumann, Emch + Berger AG, Bern (CH), Dipl.-Bauing. (FH) Sebastian Böheim, ILF Beratende Ingenieure AG, Zürich (CH), Dipl.-Bauing. (FH) Sergio Massignani, Marti Tunnelbau AG, Moosseedorf (CH)

Stuttgart 21 – More than 15 km of Tunnel in Anhydrite: Special Measures to Overcome the Swelling Problem and Experience of Construction

Prof. Dr.-Ing. Walter Wittke, Geschäftsführer, Dr.-Ing. Martin Wittke, Geschäftsführer, WBI GmbH, Weinheim (D), Dipl.-Ing. Günther Osthoff, Projektleiter Technik PfA 1.2/1.6, Dipl.-Ing. Christof Lienhart, Projektleiter Technik PfA 1.5, DB Stuttgart-Ulm GmbH, Stuttgart (D)

Underground Construction in the Region

Combined Solution in Karlsruhe: Mined Tunnelling by the Shotcrete Method with Waterproofing against Pressure in Pre-Improved Soft Ground

Dipl.-Ing. (TU) Frank Nenninger, Prokurist und Projektleiter Technik, Karlsruher Schieneninfrastruktur-Gesellschaft mbH (KASIG), Karlsruhe (D), Dipl.-Ing. Geol. (TU) Markus Feneberg, Feneberg Consult FenCon, Kirchseeon (D), Dipl.-Ing. Thomas Wechner, B. Sc., BeMo Tunnelling GmbH, Innsbruck (A)

Großprojekt Stuttgart–Ulm, Tunnel Albabstieg im Karstgebirge: Vortriebsbegleitende Karsterkundung, Schlussfolgerungen für Bau und Bemessung, Brandbemessung

Prof. Dr.-Ing. Frank Könemann, geoteam Ingenieurgesellschaft mbH – Geotechnik, Tunnelbau und Umwelttechnik, Dortmund (D), Dr.-Ing. Stefan Kielbassa, DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH, Stuttgart (D), Dr. Klaus-Dieter Höwing, DHB Beraten & Planen GbR, Westheim (D), Dipl.-Ing. Matthias Abele, Ed. Züblin AG, Stuttgart (D)

Besonderheiten beim Neubau der Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie in Stuttgart aus der teilweisen Lagerung oberhalb des Fernbahnhofs: Tragwerkkonstruktion, Gründungen, 3D-Planung, Setzungsbetrachtungen

Dipl.-Ing. Angelika Schmid, Prokuristin, Dipl.-Ing. Christoph Holzinger, Projektleiter, Werner Sobek Stuttgart AG, Stuttgart (D), Dipl.-Ing. Bernd Schröder, Dienststellenleiter Stadtbahnplanung, Tiefbauamt, Stuttgart (D)

Versuche an unregelmäßigen Sonderfugenbändern für Übergangsfugen zur Erlangung einer Zustimmung im Einzelfall

Dr.-Ing. Roland Leucker, Geschäftsführer, STUVA e. V., Köln (D), Dipl.-Ing. Dominik Kessler, STUVAtec GmbH, Köln (D)

Vorträge Tunnelbetrieb

Tunnelplanung, Sanierung

Methoden des Systems Engineering bei komplexen Tunnelprojekten: Erste Anwendungen und Erfahrungen an praktischen Beispielen

Katharina Kollenda, M. Sc., Sebastian Rösler, M. Eng., Rücker + Schindele Beratende Ingenieure GmbH, München (D)

Hinhaltende Instandsetzung von Verkehrstunneln vor dem Hintergrund wirtschaftlicher Mittelverwendung und knapper Personalressourcen – Sachstandsbericht 2017 des STUVA-Arbeitskreises

Dipl.-Ing. Michael Schlebusch, Geschäftsführer, gbm Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH – Baugrundinstitut, Limburg/Lahn (D), Dipl.-Ing. Manfred Eder, Geschäftsführer, Ingenieurbüro Laabmayr & Partner ZT GesmbH, Salzburg (A), Prof. Dr.-Ing. Alfred Haack, STUVAtec GmbH, Köln (D)

Erfassung und Bewertung von Sanierungsmaßnahmen und notwendige Nachrüstungen für Haltestellen und Tunnel mit den Schwerpunkten Bauwerkszustand, Barrierefreiheit und Brandschutz

Dipl.-Ing. Daniel Hahne, Bereichsleiter Brandschutz & Sicherheit, STUVAtec GmbH, Köln (D), Dr.-Ing. Dirk Boenke, Bereichsleiter Verkehr & Umwelt, STUVA e. V., Köln (D)

Major Project Stuttgart-Ulm, Albabstieg Tunnel in Karst Rock Mass: Karst Investigation during Tunnelling, Conclusions for Design and Construction, Fire Design

Prof. Dr.-Ing. Frank Könemann, geoteam Ingenieurgesellschaft mbH – Geotechnik, Tunnelbau und Umwelttechnik, Dortmund (D), Dr.-Ing. Stefan Kielbassa, DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH, Stuttgart (D), Dr. Klaus-Dieter Höwing, DHB Beraten & Planen GbR, Westheim (D), Dipl.-Ing. Matthias Abele, Ed. Züblin AG, Stuttgart (D)

Special Features of the New Building of the Staatsgalerie Urban Rail Stop in Stuttgart due to the Partial Support above the Main Station: Structure, Foundations, 3D Design, Settlement Considerations

Dipl.-Ing. Angelika Schmid, Prokuristin, Dipl.-Ing. Christoph Holzinger, Projektleiter, Werner Sobek Stuttgart AG, Stuttgart (D), Dipl.-Ing. Bernd Schröder, Dienststellenleiter Stadtbahnplanung, Tiefbauamt, Stuttgart (D)

Tests on Non-Standard Waterstops to Gain a One-Off Approval

Dr.-Ing. Roland Leucker, Geschäftsführer, STUVA e. V., Köln (D), Dipl.-Ing. Dominik Kessler, STUVAtec GmbH, Köln (D)

Lectures Tunnel Operation

Tunnel Planning, Rehabilitation

Methods of Systems Engineering on Complex Tunnel Projects: First Applications and Experience with Practical Examples

Katharina Kollenda, M. Sc., Sebastian Rösler, M. Eng., Rücker + Schindele Beratende Ingenieure GmbH, München (D)

Delayed Repair of Transport Tunnels against the Background of the Economical Use of Finance and Scarce Personnel Resources – 2017 Annual Report of the STUVA Working Group

Dipl.-Ing. Michael Schlebusch, Geschäftsführer, gbm Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH – Baugrundinstitut, Limburg/Lahn (D), Dipl.-Ing. Manfred Eder, Geschäftsführer, Ingenieurbüro Laabmayr & Partner ZT GesmbH, Salzburg (A), Prof. Dr.-Ing. Alfred Haack, STUVAtec GmbH, Köln (D)

Surveying and Assessment of Refurbishment Measures and Necessary Upgrading for Stations and Tunnels, Concentrating on Structural Condition, Accessibility and Fire Protection

Dipl.-Ing. Daniel Hahne, Bereichsleiter Brandschutz & Sicherheit, STUVAtec GmbH, Köln (D), Dr.-Ing. Dirk Boenke, Bereichsleiter Verkehr & Umwelt, STUVA e. V., Köln (D)

Tunneltüren

Türen und Tore im Tunnel: Unfälle, Gefahren, technische Lösungen, Fluchtverhalten

Dipl.-Ing. Christian Nutrice, Elkuch Bator, BERN (FL), Dr. Marco Bettelini, Amberg Engineering, Leiter Geschäftsbereich Lüftung und Sicherheit, Regensdorf-Watt (CH)

Baudynamische Analysen bei der Entwicklung von Tunneltüren für die ÖBB: Simulationsberechnungen der Druck- und Sogbelastungen, Stoßspektren, Eigenfrequenzen, Ermüdungsbemessung

Dipl.-Ing. Dr. Hannes Kari, ÖBB-Infrastruktur AG, Wien (A), Dipl.-Ing. Dr. Helmut Steiner, ÖBB-Infrastruktur AG, Projektleitung Koralmbahn 1, Graz (A), Dipl.-Ing. Dr. Michael Reiterer, Revotec ZT GmbH, Wien (A)

Rettungskonzepte

Feste Fehmarnbeltquerung: Sicherheitskonzepte und -strategien für einen kombinierten Straßen- und Bahntunnel – Rechtliche Aspekte, Lüftungskonzept, Nutzersicherheit, Zugänglichkeit für Rettungsdienste, Entfluchtungsszenarien

Kim Smedegaard Andersen, Technical Deputy Director, Femern A/S, Kopenhagen (DK), Prof. Dr.-Ing Wolfgang Baltzer, BUNG GmbH, Heidelberg (D)

Abbildung des menschlichen Verhaltens in Risikomodellen für Tunnelbrände: Validierung relevanter Eingangsparameter auf Basis von Probandenversuchen

Dipl.-Ing. Bernhard Kohl, Niederlassungsleiter ILF Linz, ILF Consulting Engineers Austria GmbH, Linz (A), Dipl.-Wirt.-Ing. Anne Lehan, Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach (D)

Brand im Heinenoord Straßentunnel, Niederlande: Sicherheitstechnik und menschliches Verhalten

Prof. Johan Bosch, M. Sc., Mark Goudzwaard, BBA, Rijkswaterstaat, Utrecht/Rotterdam (NL)

Barrierefreie Selbstrettung in Tunneln nach BOStrab: Risikoanalyse, mikroskopische 3D-Flucht- und Evakuierungssimulation, Kostenwirksamkeitsverhältnisse, Handlungsempfehlungen

Dr.-Ing. Georg Mayer, PTV Transport Consult GmbH, Stuttgart (D), Dr.-Ing. Lars Röchter, Dipl.-Ing. Franz-Hubertus Beck, Abteilungsleiter, Ing.-Büro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH, Düsseldorf (D), Dipl.-Ing. Jens Elger, Institut für Bahntechnik GmbH, Dresden (D)

Auswirkungen der Elektro-Mobilität auf Selbst- und Fremdrettung aus Tunneln

Frank Steiner, Geschäftsführer, SW Ingenieurbüro Brandschutz GmbH, Ichttershausen (D)

Tunnel Doors

Doors and Gates in Tunnels: Accidents, Dangers, Technical Solutions, Escape Behaviour

Dipl.-Ing. Christian Nutrice, Elkuch Bator, BERN (FL), Dr. Marco Bettelini, Amberg Engineering, Leiter Geschäftsbereich Lüftung und Sicherheit, Regensdorf-Watt (CH)

Construction Dynamical Analyses in the Development of Tunnel Doors for the ÖBB: Simulation Calculations of Pressure and Suction Loading, Impact Spectra, Resonance Frequencies, Fatigue Design

Dipl.-Ing. Dr. Hannes Kari, ÖBB-Infrastruktur AG, Wien (A), Dipl.-Ing. Dr. Helmut Steiner, ÖBB-Infrastruktur AG, Projektleitung Koralmbahn 1, Graz (A), Dipl.-Ing. Dr. Michael Reiterer, Revotec ZT GmbH, Wien (A)

Rescue Concepts

Fehmarnbelt Fixed Link: Safety Concepts and Strategies for a Combined Road and Railway Tunnel – Legal Aspects, Ventilation Concept, User Safety, Accessibility for Emergency Services, Evacuation Scenarios

Kim Smedegaard Andersen, Technical Deputy Director, Femern A/S, Kopenhagen (DK), Prof. Dr.-Ing Wolfgang Baltzer, BUNG GmbH, Heidelberg (D)

Representation of Human Behaviour in Risk Models for Tunnel Fires: Validation of Relevant Input Parameters Based on Tests with People

Dipl.-Ing. Bernhard Kohl, Niederlassungsleiter ILF Linz, ILF Consulting Engineers Austria GmbH, Linz (A), Dipl.-Wirt.-Ing. Anne Lehan, Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach (D)

Tunnel Fire in Heinenoord Road Tunnel, the Netherlands: Safety Installations Response and Human Behaviour

Prof. Johan Bosch, M. Sc., Mark Goudzwaard, BBA, Rijkswaterstaat, Utrecht/Rotterdam (NL)

Accessible Escape from Tunnels According to BOStrab: Risk Analysis, Microscopic 3D Escape and Evacuation Simulation, Cost-effectiveness Conditions, Recommendations for Action

Dr.-Ing. Georg Mayer, PTV Transport Consult GmbH, Stuttgart (D), Dr.-Ing. Lars Röchter, Dipl.-Ing. Franz-Hubertus Beck, Abteilungsleiter, Ing.-Büro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH, Düsseldorf (D), Dipl.-Ing. Jens Elger, Institut für Bahntechnik GmbH, Dresden (D)

The Effects of Electromobility on Escape and Rescue from Tunnels

Frank Steiner, Geschäftsführer, SW Ingenieurbüro Brandschutz GmbH, Ichttershausen (D)

Verkehrstunnel und Geothermie

Webbasierte Simulationsanwendung zur Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von thermisch aktivierten Tunneln: Berechnungsrandbedingungen, Sensitivitätsanalyse, Ergebnisse von Parameterstudien, Empfehlungen

Dipl.-Ing. Patrik Buhmann, Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Institut für Geotechnik Universität Stuttgart (D)

Rosensteinstraßentunnel: Nutzung von Verlustwärme aus der Betriebszentrale in Verbindung mit Geothermie zur Klimatisierung von Gebäuden und Wasserbecken des zoologisch-botanischen Gartens Wilhelma

Dipl.-Ing. Christian Buch, Tiefbauamt Stuttgart (D), Dr.-Ing. Claus Erichsen, Geschäftsführung, WBI Weinheim, Weinheim (D)

Auswahl eines Fernstraßentunnels für eine geothermische Bergwassernutzung

Dipl.-Ing. Jürgen Blossfeld, Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach (D), Dipl.-Ing. Patrik Buhmann, Institut für Geotechnik Universität Stuttgart (D)

IT-Sicherheit

Digitale Videotechnik zur Überwachung von Straßentunneln: Datenschutz und IT-Sicherheit, zukünftige Entwicklungen

Dipl.-Ing. Thomas Noack, Rücker + Schindele Beratende Ingenieure GmbH, Berlin (D), Walter Jäger, Autobahndirektion Nordbayern, Nürnberg (D)

Erhöhung der Cyber-Sicherheit von Tunnelleitzentralen: Potenzielle Bedrohungen, Bestandsanalyse, Penetrationsstests, Leitfaden, Analysesoftware

Dr.-Ing. Selcuk Nisancioglu, Dr.-Ing. Kalliopi Anastassiadou, Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach (D), Dipl.-Math. Kai Jacobsen, Niederlassungsleiter, Dürr Group GmbH, Kiel (D), Dr.-Ing. Christian Thienert, Bereichsleiter Tunnelbau & Bautechnik, STUVA e.V., Köln (D)

Transport Tunnels and Geothermics

Web-Based Simulation Application for the Investigation of the Cost-Effectiveness of Thermally Activated Tunnels: Calculation Constraints, Sensitivity Analyses, Results of Parameter Studies, Recommendations

Dipl.-Ing. Patrik Buhmann, Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Institut für Geotechnik Universität Stuttgart (D)

Rosenstein Road Tunnel: Exploitation of Waste Heat from the Operations Centre in Combination with Geothermal Energy for the Air-Conditioning of Buildings and Water Pools of the Wilhelma Zoological and Botanical Gardens

Dipl.-Ing. Christian Buch, Tiefbauamt Stuttgart (D), Dr.-Ing. Claus Erichsen, Geschäftsführung, WBI Weinheim, Weinheim (D)

Selection of a Main Road Tunnel for Geothermal Mountain Water Exploitation

Dipl.-Ing. Jürgen Blossfeld, Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach (D), Dipl.-Ing. Patrik Buhmann, Institut für Geotechnik Universität Stuttgart (D)

IT Security

Digital Video Technology for the Surveillance of Road Tunnels: Data Protection and IT Security, Future Developments

Dipl.-Ing. Thomas Noack, Rücker + Schindele Beratende Ingenieure GmbH, Berlin (D), Walter Jäger, Autobahndirektion Nordbayern, Nürnberg (D)

Improvement of the Cyber Security of Tunnel Control Centres: Potential Threats, Analysis of the Existing Situation, Penetration Tests, Guideline, Analysis Software

Dr.-Ing. Selcuk Nisancioglu, Dr.-Ing. Kalliopi Anastassiadou, Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Bergisch Gladbach (D), Dipl.-Math. Kai Jacobsen, Niederlassungsleiter, Dürr Group GmbH, Kiel (D), Dr.-Ing. Christian Thienert, Bereichsleiter Tunnelbau & Bautechnik, STUVA e.V., Köln (D)

Lärmschutz im Schienenverkehr

Schienenbonus ade – welche Auswirkungen hat dies auf die Lärmvorsorge?

Unter Leitung und Mitwirkung von Dr.-Ing. Friedrich Krüger von der STUVA veranstaltet die Technische Akademie Esslingen am 7. und 8. November 2017 ein Seminar zum Thema „Lärmschutz im Schienenverkehr“.

Schienenbahnen sind ein unverzichtbarer Bestandteil der Verkehrsinfrastruktur. Zum Schutz der Bevölkerung müssen in steigendem Umfang Maßnahmen zur Minderung der Luftschallimmissionen aus dem Bahnverkehr getroffen werden. Geringe Schallemissionen fördern die Verwirklichung neuer Bahntrassen und tragen somit zur Minderung der Umweltbelastung bei. Für städtische Bahnen kann eine hohe Leistungsfähigkeit und Attraktivität nur gewährleistet werden, wenn sie auf Trassen geführt werden, die von Beeinträchtigungen durch den übrigen Verkehr freigehalten werden und nicht allzu weit von den Wohn- und Arbeitsstätten entfernt liegen.

Untersuchung und Lösung von Schallproblemen

Das Seminar behandelt den Gesamtkomplex der Entstehung, Ausbreitung und Minderung sowie Messung und Bewertung von Luftschall bei Schienenbahnen. Es werden konkrete Möglichkeiten zur Untersuchung und Lösung von Schallproblemen im gesamten Schienenverkehr aufgezeigt.

Das Seminar behandelt folgende Einzelthemen: Schallquellen und Prognosemodelle, Maßnahmen des aktiven Schallschutzes bei der DB AG, Brücken, Tunnel und flächenhafte Bahnanlagen, Abnahme- und Kontrollmessungen, Schutz der Anwohner vor Schienenverkehrslärm, Kurvengeräusche. Das Seminar richtet sich an Mitarbeiter der mit Fragen des Schallschutzes bei Schienenbahnen befassten Abteilungen in Unternehmen des ÖPNV, der DB AG, in Behörden (Umweltreferate, Aufsichtsbehörden), in Beratungsunternehmen, Forschungseinrichtungen, Firmen und Kanzleien. 

Noise Prevention in Rail Traffic

Goodbye Rail Bonus – Which Effects does it exert on Noise Precaution?

On November 7 and 8, 2017, Dr.-Ing. Friedrich Krüger, STUVA Inc., will chair and also contribute to the seminar “Noise Prevention in Rail Traffic”, organized by the Esslingen Technical Academy.

Railways are an essential element of the transport infrastructure. In order to protect the population, measures devised to reduce air-borne emissions caused by rail traffic are needed to an ever growing extent. Low noise emissions contribute to the creation of new rail routes and thus to the reduction of the environmental impact. Urban transit systems can only be effective and attractive providing they run on rails, which are kept free of impediments imposed by other forms of transport and which are not located too far away from residential quarters and places of work.

Investigating and solving Noise Problems

The seminar deals with the total complex of the creation, distribution and reduction of air-borne noise caused by rail traffic as well as with measuring and evaluation. Concrete possibilities for investigating and solving noise issues on the rail transportation sector are provided.

The individual topics of the seminar comprise: noise source and forecast models, active noise abatement measures taken by the DB AG, bridges, tunnels and areal railway facilities, acceptance and control measurements, protection of affected residents against noise caused by rail traffic, curve squeal. The seminar addresses members of public transportation companies, the DB AG, authorities, consultants, research institutes, companies and legal offices, who deal with the subject area of noise protection. 

 **PROFIL**
BUCHHANDLUNG IM BAUVERLAG
fachbuchtipp

Profil –
Buchhandlung im Bauverlag

Bauverlag BV GmbH
Avenwedder Str. 55
33311 Gütersloh
Tel: +49 5241 8049161
Fax: +49 5241 806016

profil@bauverlag.de
www.profil-buchhandlung.de



Tunnelling Switzerland

Hrsg.: Georg Anagnostou, Heinz Ehrbar
Gebunden, 450 S., zahlr. Abb. u. Fotos, durchgehend farbig
30 cm, 1985 g, englisch
2013 vdf Hochschulverlag
ISBN 978-3-7281-3547-6
EUR 66,00

„Tunnelling Switzerland“ stellt die Errungenschaften der letzten 15 Jahre auf allen Gebieten des Untertagebaus anhand von mehr als 90 Projekten vor. Die einzelnen Bauwerke werden jeweils auf einer Doppelseite in Wort und Bild vorgestellt. Dazu kommen Informationen zur Geologie, zu Bauherrschaft, Projektierungsbüros und Unternehmerschaft.

Bestellen Sie online unter: www.profil-buchhandlung.de

Nachruf

Dr. Rolf Bielecki im Alter von 85 Jahren verstorben

Im April 2017 ist Dr. Rolf Bielecki im Alter von 85 Jahren verstorben. Mit ihm verliert das Deutsche Ingenieurwesen eine seiner prägnanten und international hochgeachteten Persönlichkeiten der letzten Jahrzehnte. Einer breiteren Öffentlichkeit ist Bielecki in den neunziger Jahren als Leitender Baudirektor der Hamburger Baubehörde bekannt geworden. Er war der verantwortliche Projektingenieur und Bauherrenvertreter beim Bau der 4. Röhre des Elbtunnels und setzte als früher Pionier des grabenlosen unterirdischen Leitungsbaus auf neueste Technologien wie Hydrochildvortrieb oder den Einsatz von Stahlfaserpumpbeton. Im Jahre 1997 erhielt er den seinerzeit erstmals vergebenen STUVA-Preis, mit dem er für

die zahlreichen von ihm initiierten technischen Innovationen ausgezeichnet wurde. Zu den bemerkenswerten Neuerungen zählten die Begehbarkeit der Speichen des Schneidrads bei der Vortriebsmaschine für die 4. Röhre des Elbtunnels, die Vorsondierung des Baugrunds aus der Vortriebsmaschine heraus, aber auch einige verwaltungstechnische Neuerungen, wie die Einführung von Funktionalausschreibungen bei Großprojekten.

Ein lebenslanges Anliegen war für Rolf Bielecki, die Potentiale des grabenlosen Bauens weiter voranzutreiben. So war er im Jahr 1989 die maßgebliche Kraft bei der Gründung der Deutschen Gesellschaft für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen e. V. (GSTT) und 18 Jahre lang deren Vorsitzender. 1997 wurde er schließlich zum Präsidenten der Internationalen Gesellschaft für grabenloses Bauen gewählt. Im Deutschen Ausschuss für Unterirdisches Bauen (DAUB) war er von 1990 bis 1999 Mitglied. Zahlreiche DAUB-Schriften aus dieser Zeit des technischen Umbruchs, wie die „Empfehlungen zur Planung, Ausschreibung und Vergabe von schildgestützten Tunnelvortrieben“ oder die Empfehlungen zur „Funktionalen Leistungsbeschreibung für Verkehrstunnelbauwerke“, tragen seine Handschrift.

Mit Dr. Rolf Bielecki geht ein Mensch, der sich und andere für große Ziele begeistern konnte, aber auch keiner Auseinandersetzung aus dem Weg ging, sollte einmal wieder jemand eine seiner

Obituary

Dr. Rolf Bielecki died at the Age of 85



Dr. Rolf Bielecki ist im April 2017 im Alter von 85 Jahren verstorben. Mit ihm verliert das Deutsche Ingenieurwesen eine seiner prägnanten und international hochgeachteten Persönlichkeiten der letzten Jahrzehnte

Dr. Rolf Bielecki died in April 2017 at the age of 85. German engineering has thus lost one of its most incisive and internationally regarded personalities of recent decades

In April 2017, Dr. Rolf Bielecki died at the age of 85. German engineering has thus lost one of its most incisive and internationally regarded personalities of recent decades. Bielecki became widely known in the 1990s as the managing director of the Hamburg building authority. He was the responsible project engineer and client representative for the construction of the 4th bore of the Elbe Tunnel and, as an early pioneer of trenchless installation of underground utilities, implemented the latest technologies like hydroshield tunnelling or the use of steel fibre concrete.

In 1997, he was awarded the first STUVA Prize to honour the numerous technical innovations he had initiated. These noteworthy new developments include the accessibility of the spokes of the cutting wheel of the tunnel

boring machine for the 4th bore of the Elbe Tunnel and the advance probing of the ground from the TBM, but also some administrative innovations such as the introduction of functional tendering for major projects.

One lifelong interest for Rolf Bielecki was to further the potential of trenchless construction. For example he was the essential driver behind the founding of the German Society for Trenchless Technology e. V. (GSTT) in 1989 and its chairman for 18 years. In 1997, he was selected as president of the International Society for Trenchless Technology. He was a member of the German Tunnelling Committee (DAUB) from 1990 to 1999. Numerous DAUB publications from this time of technical breakthroughs such as the “Recommendations for Planning, Tendering and Awarding shield-supported Tunnel Drivage Projects” or the recommendations for the “Functional Description for Transport Tunnels” include his writing.

With Dr. Rolf Bielecki, a man has passed away who could be enthusiastic and enthruse others for great objectives but who also did not duck arguments when someone else held his visions for the future to be too daring or expensive. His rapid comprehension and impressive professional competence helped him in the following of his intended aims just as much as his rough hanseatic charm and genuine geniality in personal contacts. Despite his extremely purposeful manner, no one could actually be really angry with him.

Zukunftsvisionen für zu gewagt oder zu kostspielig halten. Seine schnelle Auffassungsgabe und beeindruckende fachliche Kompetenz haben ihm beim Verfolgen seiner selbstgesteckten Ziele genauso weitergeholfen wie sein rauer hanseatischer Charme und die echte Herzlichkeit im persönlichen Umgang. Trotz seiner äußerst zielstrebigem Art konnte ihm daher eigentlich nie jemand wirklich böse sein. In seiner Heimatgemeinde kennt man ihn bis heute als den „Jesteburg-Rebell“, der in den 90er-Jahren mit seiner Bürgerunion auch politisch angetreten war, nach seiner Ansicht veraltete Strukturen aufzubrechen. Von 1996 bis 2006 war er Mitglied im dortigen Gemeinderat, wo er bei leidenschaftlich geführten Diskussionen um die Ortskernentlastung und bei der Ausweisung neuer Baugebiete die Bevölkerung polarisierte. Wir verlieren mit Dr. Rolf Bielecki einen außergewöhnlichen Menschen mit Weitblick und Charakter, der insbesondere dem grabenlosen Leitungsbau zahllose Impulse gegeben und generell die technische Entwicklung der letzten Jahrzehnte im unterirdischen Bauen maßgeblich beeinflusst hat. 

In his home town, he is still known until today as the “Jesteburg rebel”, who was politically active in the 1990s with his Bürgerunion to break up structures that in his view were antiquated. From 1996 to 2006, he was a member of the council, where he polarised the population with enthusiastic discussions about the relieving of the town centre and the assignment of new building zones.

We lose with Dr. Rolf Bielecki an exceptional man with vision and character, who provided in particular a great stimulus for the trenchless installation of utilities and had a significant influence on general technical developments of recent decades in underground construction. 

Mitgliedschaft

Neue Mitglieder der STUVA

Folgende Firmen sind im ersten Halbjahr 2017 Mitglied der STUVA geworden:

- K+S Ingenieur-Consult GmbH & Co. KG, Nürnberg (Deutschland)
- Verband der Stahlfaserhersteller e. V., Hamm (Deutschland)
- IHC Hytop B.V., Sliedrecht (Niederlande)
- Basler & Hofmann AG, Zürich (Schweiz)
- Rücker + Schindele Beratende Ingenieure GmbH, München (Deutschland)
- Prof Englert + Partner Rechtsanwälte PartGmbH, Schrobenhausen (Deutschland)
- Arsan Kaucuk Plastik-Makina San Ve TIC AS, İstanbul (Türkei)

Membership

New STUVA Members

The following companies joined the STUVA during the first half of 2017:

- K+S Ingenieur-Consult GmbH & Co. KG, Nuremberg (Germany)
- Verband der Stahlfaserhersteller e. V., Hamm (Germany)
- IHC Hytop B.V., Sliedrecht (Netherlands)
- Basler & Hofmann AG, Zurich (Switzerland)
- Rücker + Schindele Beratende Ingenieure GmbH, Munich (Germany)
- Prof Englert + Partner Rechtsanwälte PartGmbH, Schrobenhausen (Germany)
- Arsan Kaucuk Plastik-Makina San Ve TIC AS, İstanbul (Turkey)

öbv-Richtlinie

Schutzschichten für den erhöhten Brandschutz unterirdischer Verkehrsbauwerke

Brandereignisse in Tunneln der Verkehrsinfrastruktur haben die Österreichische Bautechnik Vereinigung (öbv) bereits früher zu entscheidenden Regelwerken zum Erhöhen der Brandbeständigkeit der Betonkonstruktionen veranlasst [1; 2]. Da viele der darin enthaltenen Verweise nicht mehr aktuell waren, wurde das letzte Merkblatt 2015/2016 überarbeitet, neu strukturiert und als Richtlinie herausgegeben. Die Erfahrungen von tausenden Quadratmetern aufgebracht Schutzschichten in österreichischen Tunneln sind in dieses Regelwerk eingeflossen.

Richtlinie ist seit Januar 2017 erhältlich

Die seit Januar 2017 vorliegende neue öbv-Richtlinie wurde hauptsächlich für die Nachrüstung von baulichem Brandschutz bestehender Betonkonstruktionen erstellt. Die Schutzschichten für erhöhten Brandschutz können durch Aufbringen von Beton- oder Mörtelschichten oder durch Befestigen von entsprechenden Platten hergestellt werden; dabei erfolgt die Beurteilung des erhöhten Brandschutzes in gleicher Weise wie für den Beton von Neubauten. Auch bei Spritzbetonschichten verhindert die Beigabe von feinen Polypropylenfasern explosionsartige Abplatzungen bei Brandeinwirkungen und bewirkt damit eine entsprechend höhere Brandbeständigkeit der Betonkonstruktion. Bei auf bestehendem Untergrund aufgebracht Schutzschichten werden besondere Anforderungen an den Verbund der Schutzschichten oder an die Befestigung fertiger Platten an den Untergrund gestellt. Schutzschichten auf Innenschalen verhindern jedoch die laufende Begutachtung der Qualität des Innenschalenbetons. In der neuen Richtlinie wird näher eingegangen auf Planungs-



Schutzschichten für den erhöhten Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke

Richtlinie, Januar 2017, 66 Seiten, DIN A 4 mit 32 Abb./Tab. und 70 Quellen, 45,- €. Österreichische Bautechnik Vereinigung (öbv), A-1040 Wien, www.bautechnik.pro

grundsätze, Anforderungen an Schutzschichten mit erhöhtem Brandschutz (Schicht-/Plattendicke) und an den Untergrund sowie an Verbund-/Befestigungsmittel. Weitere Themen sind Qualitätssicherung und Prüfung, sowie Regelwerke und Literatur zur Vertiefung; die Anhänge bringen Einzelheiten über Brandversuche, Rissöffnung, Abnahmeprotokolle und Dauerhaftigkeit. 
G.B.

Literatur/References

- [1] Baulicher Brandschutz: Unterirdische Verkehrsbauwerke aus Beton.
öbv-Richtlinie 3/2015. Tunnel 4/2015, S. 62
- [2] Erhöhter baulicher Brandschutz mit Beton für unterirdische Bauwerke.
öbv-Richtlinie 7/2013. Tunnel 1/2014, S. 7



Sign up
for the
newsletter!



tunnel

The international trade magazine
for underground construction

www.tunnel-online.info/newsletter

ICTUS17

2017 International Conference on Tunnels and Underground Spaces (as part of the 2017 World Congress on Advances in Structural Engineering and Mechanics (ASEM17))

KINTEX (Korea International Exhibition Center), Seoul (Ilsan), Korea
28.08.–01.09.2017

Contact:

ASEM17 Secretariat
Tel.: +82 42 828-7995
Fax: +82 42 828-7997
info@asem17.org
www.i-asem.org/new_conf/asem17.htm

Shotcrete for Underground Support XIII

New Developments in Rock Engineering, Tunnelling, Underground Space and Deep Excavation

An ECI Conference Series

Kloster Irsee, near Augsburg, Germany
03.–06.09.2017

Organized by:

Engineering Conferences International (ECI) and the Institute for Underground Engineering (IuB), University of Applied Sciences Münster
www.engconf.org/conferences/civil-and-environmental-engineering/

9th EFEE World Conference on Explosives and Blasting

The Brewery, Stockholm, Sweden
10.–12.09.2017

Contact:

info@efee2017.com
www.efee2017.com

ISAVFT 2017

17th International Symposium on Aerodynamics, Ventilation & Fire in Tunnels

Lyon, France
(exact venue tba)
13.–15.09.2017

Contact:

Georgia Coomes (conference organiser)
Tel.: +44 3301192110
confx1@bhrgroup.co.uk
www.bhrgroup.com >Events

Tunneling Fundamentals, Practice and Innovations

Tunnelling short course
Colorado School of Mines, Golden, Colorado, USA
18.–21.09.2017

Contact:

underground.mines.edu/
tunneling

Intergeo 2017

Messe Berlin, Hallen 1.1 bis 7.1, Berlin, Germany
26.–28.09.2017

Contact:

Hinte Messe- und Ausstellungs-GmbH
Tel.: +49 721 93133-0
Fax: +49 721 93133-110
www.intergeo.de

AfriRock 2017 – ISRM International Symposium

Rock Mechanics for Africa
Cape Town Convention Centre, Cape Town, South Africa
02.–07.10.2017

Contact:

Raymond van der Berg (Head of Conferencing)
Tel.: +27 11/834 127-3(-7)
Fax: +27 11/833 8156
raymond@saimm.co.za
www.saimm.co.za > Events

NRMS 2017

3rd Nordic Rock Mechanics Symposium
Best Western Plus Hotel Haaga, Helsinki, Finland
11.–12.10.2017

Organizing Committee:

Erik Johansson
Tel.: +358 9 530 6540
erik.johansson@sroy.fi

Symposium Secretariat:

Ville Raasakka
Finnish Association of Civil Engineers RIL
Tel.: +358 50 3668687
ville.raasakka@ril.fi
www.rock2017.fi

66. Geomechanik Kolloquium 2017

Salzburg Congress, Salzburg, Austria
12.–13.10.2017

Contact:

Österreichische Gesellschaft für Geomechanik (ÖGG)
Tel.: +43 662/87 55 19
Fax: +43 662/88 67 48
Salzburg@oegg.at
www.oegg.at

UIUA 2017

Underground Infrastructure of Urban Areas
Science and Technical University of Wrocław, Main Building, Wrocław, Poland
25.–26.10.2017

Contact:

Andrzej Kolonko (secretary of the conference)
Tel.: +48 71 320 29 14
Mobile: +48 507043537
andrzej.kolonko@pwr.edu.pl
www.uiua.pwr.edu.pl

16th Australasian Tunnelling Conference 2017

The Star, Sydney, Australia
30.10.–01.11.2017

Contact:

Engineers Australia/
Australasian Tunnelling Society
Tel.: +61 2 9410 5652
ats2017@engineersaustralia.org.au
http://ats2017.com.au/

The Value is Underground

15th International AFTES Congress

Palais des Congrès, Paris, France
13.–15.11.2017

+ ITA Tunnelling Awards 2017 (15.11.)

+ Shaping the Future (16.11.)
Underground architecture and urban development

Contact:

AFTES – L'Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain
Tel.: +33 1/44 58 2-743
Fax : +33 1/44 58 2-459
www.aftes.asso.fr

6th Annual Cutting Edge Conference

Advances in Tunneling Technology

Seattle Renaissance Hotel, Seattle, USA
13–15.11.2017

Contact:

Tel: 303.948.4200
cs@smenet.org
www.ucaofsmecuttingedge.com

ITC 2017

12th Iranian & 3rd Regional Tunnelling Conference
"Tunnelling and Climate Change"

Olympic Hotel, Teheran, Iran
27.–29.11.2017

Contact:

IRTA Office

Tel.: +98 21 88 630 495
 Fax: +98 21 88 00 87 54
 info@itc2017.ir
 www.itc2017.ir

Südbahntagung 2017

Montanuniversität Leoben,
 Österreich
 30.11.2017

Kontakt:

robert.galler@unileoben.ac.at
 robert.hermann@unileoben.ac.at
 www.suedbahntagung.at

Tunnel Turkey 2017

International Symposium
 02.–03.12.2017
 Wyndham Grand Istanbul
 Levent Hotel, Şişli, Istanbul,
 Turkey
Contact:
 Turkish Tunnelling Society
 Tel.: +90 212 438 1754
 info@tunnelturkey.org
 www.tunnelturkey.org

STUVA-Tagung 2017/ STUVA Conference 2017

ICS Internationales Congress-
 center Stuttgart, Germany
 06.–08.12.2017
Contact for participants:
 Stefanie Posch
 STUVA e. V.
 Tel.: +49 221/5 97 95-0
 team@stuva-conference.com
 www.stuva-conference.com

Contact for exhibitors:

Heiko Heiden
 deltacom projektmanage-
 ment GmbH
 Tel.: +49 40/35 72 32-0
 heiden@deltacom-hamburg.de
 www.stuva-expo.de

bui – Brünig Untertag Innovation

Brünig Park, Lungern,
 Schweiz/Switzerland
 15.–16.03.2018
Contact:
 Tel.: +41 41 679 77 99
 Fax: +41 41 679 77 75
 bui@bruenigpark.ch
 www.bui-expo.ch

World Tunnel Congress 2018

Dubai World Trade Centre,
 Dubai, United Arab Emirates
 20.–26.04.2018
Contact:
 MCI Middle East
 Tel: +971 4 311 6300
 wtc2018@mci-group.com
 www.wtc2018.ae

bau | | verlag

We give ideas room to develop

www.bauverlag.de

tunnel 36. Jahrgang / 36th Year
 www.tunnel-online.info

Internationale Fachzeitschrift für
 unterirdisches Bauen
 International Journal for Subsurface
 Construction
 ISSN 0722-6241
 Offizielles Organ der STUVA, Köln
 Official Journal of the STUVA, Cologne

Bauverlag BV GmbH
 Avenwedder Straße 55
 Postfach/P.O. Box 120, 33311 Gütersloh
 Deutschland/Germany

Chefredakteur / Editor in Chief:
 Eugen Schmitz
 E-Mail: eugen.schmitz@bauverlag.de

**Verantwortlicher Redakteur /
 Responsible Editor:**
 Marvin Klostermeier
 Phone: +49 5241 80-88730
 E-Mail: marvin.klostermeier@bauverlag.de

Redaktionsbüro / Editors Office:
 Heike Telocka
 Phone: +49 5241 80-1943
 E-Mail: heike.telocka@bauverlag.de
 Gaby Porten
 Phone: +49 5241 80-2162
 E-Mail: gaby.porten@bauverlag.de

Layout:
 Nicole Bischof
 E-Mail: nicole.bischof@bauverlag.de

Advertisement / Head of Sales:
 Ute Schönbeck
 Phone: +49 5241 80-89972
 Fax: +49 5241 80-66926
 E-Mail: Ute.Schoenbeck@bauverlag.de
 (verantwortlich für den Anzeigenteil/
 responsible for advertisement)

Head of International Sales:
 Ingo Wanders
 Phone: +49 5241 80-41973
 Fax: +49 5241 80-641973
 E-Mail: Ingo.Wanders@bauverlag.de

Head of Digital Sales
 Axel Gase-Jochens
 Phone: +49 5241 80-7938
 Fax: +49 5241 80-67938
 E-Mail: Axel.Gase-Jochens@bauverlag.de

Gültig ist die Anzeigenpreisliste Nr. 34
 vom 1.10.2015
 Advertisement Price List No. 34
 dated 1.10.2015 is currently valid

Auslandsvertretungen / Representatives:
 Frankreich/France, Belgien/Belgium,
 Luxemburg/Luxembourg:
 16, rue Saint Ambroise, F-75011 Paris
 International Media Press & Marketing,
 Marc Jouanny
 Phone: +33 (1) 43553397,
 Fax: +33 (1) 43556183,
 Mobil: +33 (6) 0897 5057,
 E-Mail: marc-jouanny@wanadoo.fr

Italien/Italy
 Ediconsult Internazionale S.r.l.
 Signora Paola Pedevilla
 Piazza Fontane Marose, 3
 16123 Genova
 Tel.: +39 010 583 684 / Fax: +39 010 566 578
 e-mail: costruzioni@ediconsult.com

USA, Kanada/Canada:
 Detlef Fox, D. A. Fox Advertising Sales, Inc.
 5 Penn Plaza, 19th Floor, New York, NY 10001
 Phone: 001-212-896-3881,
 Fax: 001-212-629-3988,
 E-Mail: detleffox@comcast.net

Geschäftsführer / Managing Director:
 Karl-Heinz Müller
 Phone: +49 5241 80-2476

Verlagsleiter / Publishing Director:
 Markus Gorisch
 Phone: +49 5241 80-2513

**Abonnentenbetreuung & Leserservice /
 Subscription Department:**
 Abonnements können direkt beim Verlag oder
 bei jeder Buchhandlung bestellt werden.
 Subscriptions can be ordered directly from the
 publisher or at any bookshop.

Bauverlag BV GmbH
 Postfach/P.O. Box 120, 33311 Gütersloh
 Deutschland/Germany
Kontakt / Contact:
 Heike Ireson
 Phone: +49 5241 80-90884

E-Mail: leserservice@bauverlag.de
 Fax: +49 5241 80-97109

**Marketing & Vertrieb /
 Subscription and Marketing Manager:**
 Michael Osterkamp

Bezugspreise und -zeit / Subscription rates and period:

Tunnel erscheint mit 8 Ausgaben pro Jahr/
 Tunnel is published with 8 issues per year.
 Jahresabonnement (inklusive Versandkosten)/
 Annual subscription (including postage):
Inland / Germany € 165,00
Studenten / Students € 97,00
Ausland / Other Countries € 175,00
Einzelheft / Single Issue € 27,20
 (inklusive Versandkosten / including postage)
eMagazine € 99,00

Mitgliedspreis STUVA / Price for STUVA members
 Inland / Germany € 121,00
 Ausland / Other Countries € 129,00

Kombinations-Abonnement Tunnel und THIS
jährlich inkl. Versandkosten:
 € 214,80 (Ausland: € 221,54)

**Combined subscription for
 Tunnel + THIS including postage:**
 € 214,80 (outside Germany: € 221,54).
 (die Lieferung per Luftpost erfolgt mit Zu-
 schlag/with surcharge for delivery by air mail)

Ein Abonnement gilt für ein Jahr und verlän-
 gert sich danach jeweils um ein weiteres Jahr,
 wenn es nicht schriftlich mit einer Frist von
 drei Monaten zum Ende des Bezugszeitraums
 gekündigt wird.

The subscription is initially valid for one year
 and will renew itself automatically if it is not
 cancelled in writing not later than three months
 before the end of the subscription period.

Veröffentlichungen:

Zum Abdruck angenommene Beiträge und
 Abbildungen gehen im Rahmen der gesetz-
 lichen Bestimmungen in das alleinige Veröffent-
 lichungs- und Verarbeitungsrecht des Verlages
 über. Überarbeitungen und Kürzungen liegen
 im Ermessen des Verlages. Für unaufgefordert
 eingereichte Beiträge übernehmen Verlag und
 Redaktion keine Gewähr. Die Rubrik „STUVA-
 Nachrichten“ liegt in der Verantwortung der

STUVA. Die inhaltliche Verantwortung mit
 Namen gekennzeichnete Beiträge übernimmt
 der Verfasser. Honorare für Veröffentlichungen
 werden nur an den Inhaber der Rechte gezahlt.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Bei-
 träge und Abbildungen sind urheberrechtlich
 geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zuge-
 lassenen Fälle ist eine Verwertung oder Ver-
 vielfältigung ohne Zustimmung des Verlages
 strafbar. Das gilt auch für das Erfassen und
 Übertragen in Form von Daten. Die allge-
 mein Geschäftsbedingungen des Bauerlages
 finden Sie vollständig unter www.bauverlag.de

Publications:

Under the provisions of the law the publis-
 hers acquire the sole publication and pro-
 cessing rights to articles and illustrations
 accepted for printing. Revisions and ab-
 ridgements are at the discretion of the
 publishers. The publishers and the editors
 accept no responsibility for unsolicited ma-
 nuscripts. The column "STUVA-News" lies in
 the responsibility of the STUVA. The author
 assumes the responsibility for the content of
 articles identified with the author's name. Honoraria
 for publications shall only be paid to the
 holder of the rights. The journal and all articles
 and illustrations contained in it are subject to
 copyright. With the exception of the cases
 permitted by law, exploitation or duplication
 without the content of the publishers is
 liable to punishment. This also applies for
 recording and transmission in the form of
 data. The general terms and conditions of
 the Bauverlag are to be found in full at
 www.bauverlag.de

Druck/Printers:

Bösmann Medien und Druck GmbH & Co. KG,
 D-32758 Detmold

Kontrolle der Auflagenhöhe erfolgt durch die
 Informationsgemeinschaft zur Feststellung der
 Verbreitung von Werbeträgern (IVW) Printed in
 Germany
H7758



tunnel

The international trade magazine
for underground construction

tunnel
eMagazine

only

€ 99

(8 issues)

image – © ÖBB/Gerhard Berger

Receive each tunnel issue as a PDF file.
Get free access to all published tunnel
editions since 2010.

tunnel – The technical and practice-orientated
magazine dealing with all information about
subsurface constructions.

Learn about

- Planning and designing
- Realization of projects
- Technical developments
- Tunneling equipment
- Maintenance and renovation
of subsurface constructions

www.tunnel-online.info/emag phone +49 52418090884 readerservice@bauverlag.de





I NEED INNOVATION UNDERGROUND

Our customers shape the future. By listening to their needs and challenges, we have developed a complete and comprehensive offering for the tunneling industry.

We continue to focus our R&D efforts on safe, sustainable, innovative solutions for tomorrow's challenges.

www.master-builders-solutions.com

 **BASF**

We create chemistry