

www.tunnel-online.info

tunnel

1

February

Offizielles Organ der STUVA · Official Journal of the STUVA

2016

Rastatt Tunnel: Challenges of the TBM Excavation | 10
Compressed Air Work with Oxygen Decompression | 20
2015 STUVA Conference: New Visitor Record | 38



bau || || **verlag**

Wir geben Ideen Raum

21 x EPB

Together for Qatar's transport infrastructure.

Qatar Rail, four joint ventures and 21 Herrenknecht EPB Shields are creating a high-quality metro system in Doha. Team spirit and TBM power for over 100km of new tunnels.

Full Support

A Herrenknecht subsidiary in Doha provides a **full range of services on site.**

Consistent

Leading the way with **highest standards of quality, technology, and delivery reliability** for TBMs, additional equipment, and services for successful projects.

Contractors:

- › Red Line North: Salini Impregilo S.p.A./SK Engineering & Construction Co. Ltd./Galfar Al Misnad Engineering & Contracting W.L.L. JV
- › Red Line South: QDVC/GS Engineering & Construction Corp./Al-Darwish Engineering W.L.L. JV
- › Green Line: PORR Bau GmbH/Saudi Binladin Group Company Ltd./Hamad Bin Khalid Contracting Co. W.L.L. JV
- › Gold Line: Aktor S.A./Larsen & Toubro Limited/Yapi Merkezi Insaat ve Sanayi Anonim Sirketi/Sezai Turkes Feyzi Akkaya Marine Construction/Al Jaber Engineering LLC JV

Pioneering Underground Technologies

› www.herrenknecht.com



tunnel 1/16

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



Nachdem bei der Ausschleusung nach Druckluftarbeiten ohne die Verwendung von Sauerstoff und aufgrund risikobehafteter Dekompressionstabellen gehäuft Drucklufkrankungen aufgetreten waren, wurden neue Ausschleustabellen unter der Verwendung von Sauerstoff eingeführt

As air only decompression had caused several cases of decompression illness (DCI) in the past, work in compressed air and the decompression procedures had to be reassessed. As a result oxygen decompression was implemented into the decompression procedure

Quelle/credit: Stephan Assenmacher

(Seite/page 20)

Title

Rund 700 m vom Nordportal in Camorino entfernt feierten am 21. Januar 2016 mehr als 1000 Projektbeteiligte, darunter Mineure, Unternehmer, Ingenieure, Planer, Geologen und Vermesser, zusammen mit den Ehrengästen die letzte Sprengung in der Weströhre des Ceneri-Basistunnels.

Some 700 m from the north portal in Camorino more than 1000 people involved in the project including tunnellers, contractors, engineers, planners, geologists and surveyors joined the guests of honour to celebrate the final round of blasting in the Ceneri Base Tunnel's western tube on 21 January 2016

Quelle/credit: AlpTransit Gotthard AG

(Seite/page 2)

Nachrichten / News

2

Hauptbeiträge / Main Articles

Tunnel Rastatt: Hohe Anforderungen an den maschinellen Tunnelbau

10

Rastatt Tunnel: Strict Demands placed on mechanized Tunnelling

Dipl.-Ing. Thomas Grundhoff; Dipl.-Ing. Dennis Edelhoff, MBA

O₂-Dekompression nach Druckluftverordnung mit angepassten Ausschleustabellen

20

Compressed Air Work: Experience with the use of German TBG O₂ Decompression Tables

Dipl.-Ing. Stephan Assenmacher; Dr.-med. Wolfgang Förster

Sanierung und Nachrüstung / Upgrading and Retrofitting

Entwässerungstechnik: Sicherheitstechnische Nachrüstung im Tunnel Pfaffenstein

35

Drainage Technology: Technical Improvements make the Pfaffenstein Tunnel safer

STUVA-Nachrichten / STUVA News

STUVA-Tagung 2015 – Branchentreffen mit Rekordbeteiligung

38

2015 STUVA Conference – Record Participation at the Industry's Meeting

STUVA-Mitgliederversammlung 2015

49

2015 STUVA General Assembly

Fachtagungen / Conferences

ITA-COSUF-Workshop Hamburg

52

ITA COSUF Workshop Hamburg

Fachbücher / Technical Books

Taschenbuch für den Tunnelbau 2016

55

Tunnelling Manual 2016

Brücken und Tunnel der Bundesfernstraßen 2015

56

Informationen / Information

Veranstaltungen / Events

54

Impressum / Imprint

56

Schweiz

Durchschläge in beiden Röhren des Ceneri-Basistunnels



Quelle/credit (2): AlpTransit Gotthard AG

Am 21. Januar 2016 wurde in der Weströhre des Ceneri-Basistunnels der Hauptdurchschlag gefeiert

The main breakthrough in the western bore of the Ceneri Base Tunnel was celebrated on January 21, 2016

Am 21. Januar 2016 fand in der Weströhre des Ceneri-Basistunnels der Hauptdurchschlag statt. Kurz nach dieser letzten Sprengung konnten sich die Mineure die Hände reichen. In den kommenden Monaten folgen nun der Innenausbau des Tunnels sowie der Einbau der Bahntechnik. Die Inbetriebnahme des 15,4 km langen Ceneri-Basistunnels erfolgt voraussichtlich Ende 2020.

Rund 700 m vom Nordportal in Camorino entfernt verfolgten mehr als 1000 Projektbeteiligte, darunter Mineure, Unternehmer, Ingenieure, Planer, Geologen und Vermesser, zusammen mit den Ehrengästen die letzte Sprengung in der Weströhre des Ceneri-Basistunnels. Der Durchschlag erfolgte mit hoher Genauigkeit: Seitlich betrug die Abweichung 2 cm, in der Höhe 1 cm. Der zweite Durchschlag in der Oströhre fand am 26. Januar statt.

Renzo Simoni, Vorsitzender der Geschäftsleitung der AlpTransit Gotthard AG, sprach allen Projektbeteiligten und ganz besonders den Mineuren seinen Dank für ihre hervorragende Arbeit aus, erinnerte aber auch an die beiden Mineure, die beim Bau des Basistunnels ihr Leben verloren haben. Peter Füglistaler, Direktor des Bundesamtes für Verkehr, betonte, dass die Bedeutung des Ceneri-Basistunnels weit über den Kanton Tessin und die Schweiz hinausstrahlt: „Die Schweiz ist mit ihrer konsequenten Verlagerung des alpenquerenden Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene ein Vorbild in Europa.“

Switzerland

Breakthroughs in both Ceneri Base Tunnel Tubes



Der Ceneri-Basistunnel wurde aufgrund der komplexen Geologie ausschließlich im Sprengvortrieb ausgebrochen

The Ceneri Base Tunnel was produced solely by drill and blast owing to the complex geology

The main breakthrough took place in the western bore of the Ceneri Base Tunnel on January 21, 2016. Shortly after this final round of blasting the tunnellers were able to exchange handshakes. The inner lining of the tunnel is due to follow in the months to come together with installation of the rail engineering work. The 15.4 km long Ceneri Base Tunnel is scheduled to become operational in late 2020. Some 700 m from the north portal in Camorino more than 1000 people involved in the project including tunnellers, contractors, engineers, planners, geologists and surveyors joined the guests of honour to witness the final round of blasting in the Ceneri Base Tunnel's western tube. The breakthrough was executed with high precision. The lateral deviation amounted to 2 cm with a 1 cm discrepancy in height. The second breakthrough was undertaken on January 26, 2016 in the eastern bore.

Renzo Simoni, the CEO of the AlpTransit Gotthard AG, expressed his thanks to all those involved in the project and especially the tunnellers for their outstanding achievement, while also recalling the two tunnellers, who lost their lives during the construction of the Base Tunnel. Peter Füglistaler, the director of the FOT (Federal Office of Transport) stressed that the Ceneri Base Tunnel's significance extended far beyond the Canton of Ticino and Switzerland: "Switzerland represents a model for Europe by consistently transferring goods crossing the Alps from road to rail".

Der Bau des Ceneri-Basistunnels

Wie der Gotthard-Basistunnel besteht der Ceneri-Basistunnel aus zwei Einspurröhren, die alle 325 m mit einem rund 40 m langen Querschlag verbunden sind. Aufgrund seiner Länge sind keine Spurwechsel oder Nothaltestellen nötig.

Der Ceneri-Basistunnel wurde aufgrund der komplexen Geologie ausschließlich im Sprengvortrieb ausgebrochen. Die maximale Felsüberlagerung beträgt bis zu 900 m, die geringste nur wenige Meter. Der größte Teil des Ausbruchs erfolgte gleichzeitig in beide Richtungen vom Zwischenangriff Sigirino aus. Von den Portalen Vigana und Vezia wurden Gegenvortriebe ausgeführt, um Zeit und Kosten zu minimieren. Insgesamt wurden beim Bau des Ceneri-Basistunnels rund acht Millionen Tonnen Material ausgebrochen.

Erste Vorarbeiten erfolgten bereits 1997 mit dem 3,1 km langen Erkundungsstollen. 2008 brach eine Tunnelbohrmaschine einen 2,3 km langen Fensterstollen aus. Am Ende dieses Stollens befinden sich zwei unterirdische Kavernen, die ab 2010 Ausgangspunkt für die Hauptvortriebe Richtung Süden und Norden waren.

Nächste Arbeitsschritte

Mit dem Hauptdurchschlag sind die Arbeiten im Ceneri-Basistunnel noch nicht abgeschlossen. In den kommenden Monaten wird der Innenausbau des Tunnels weiter vorangetrieben. Bis Ende 2016 werden alle Röhren und Stollen ausgekleidet und fertig betoniert sein. Die Spezialisten der Rohbau-Ausrüstung bestücken den Tunnel mit mechanischen und elektromechanischen Anlagen wie Türen, Toren, Lüftungs- und Haustechnikanlagen. Im Sommer 2017 erfolgt der Start des Einbaus der Bahntechnik. Die bahntechnischen Installationen umfassen die Fahrbahn, Fahrleitung, Bahnstrom- und Stromversorgung, Kabel-, Telekommunikations- und Funkanlagen, Sicherungs- und Automatisierungssysteme sowie die Leittechnik. 

Building the Ceneri Base Tunnel

Just like the Gotthard Base Tunnel, the Ceneri Base Tunnel comprises two single-track bores, which are linked at 325 m gaps by 40 m long cross-passages. On account of its length no gauge conversion or emergency halts are necessary. The Ceneri Base Tunnel was produced solely by drill and blast owing to the complex geology. The maximum rock overburden ranged up to 900 m, the minimum distance to only a few metres. The bulk of the excavation took place simultaneously from the Sigirino intermediate point-of-attack in both directions. Counter-drives were undertaken from the Vigana and Vezia portals to cut down on time and costs. Altogether, around eight million tonnes of material were excavated during the production of the Ceneri Base Tunnel.

Initial preparatory work took place back in 1997 with the building of the 3.1 km long exploratory tunnel. In 2008, a tunnel boring machine drove a 2.3 km long access tunnel. Two underground caverns are located at the end of this tunnel, which became the starting points for the main drives towards the south and north as from 2010.

Next Working Steps

The main breakthrough does not mean that work on the Ceneri Base Tunnel is completed. In the months ahead the tunnel's inner lining will be further developed. By late 2016, all tunnels and passages will be lined and concreted. The specialists for completing the rough-work furnishings will equip the tunnel with mechanical and electro-mechanical systems such as doors, gates, ventilation and technical installations. In summer 2017, work will start on installing the rail engineering including the track, overhead line, traction current and power supply, cable, telecommunications and radio systems, safety and automation facilities as well as the control technology. 

Start construction,
Paris metro line 14, France



Emergency car, Hydroelectric power plant,
Yamanli, Turkey



Maschinen
and Stahlbau



Dresden
Branch of Herrenknecht AG

Specialist for
tunnelling equipment
and handling systems

www.msd-dresden.de | info@msd-dresden.de

Finland/Schweiz

Robin Lindahl wird neuer Geschäftsführer von Normet

Robin Lindahl (51) wurde zum neuen Präsident und CEO der Normet Group ernannt. Spätestens am 1. Mai 2016 wird Lindahl sein neues Büro im schweizerischen Hünenberg beziehen. Er übernimmt die Position von Tom Melbye, der sich von seiner Funktion im operativen Geschäft zurückzieht und künftig dem CEO und Chairman der Normet Group als Senior Advisor zur Verfügung steht. Im Mittelpunkt von Melbyes Tätigkeit werden künftig Sonderaufgaben im Bereich Strategie und Unternehmensentwicklung stehen.

„Die letzten acht Jahre unter der Führung von Tom Melbye waren für Normet außerordentlich erfolgreich. Das Unternehmen ist schnell gewachsen und hat sich von einem auf den finnischen Markt fokussierten Ausrüster in einen globalen Anbieter von Know-how gewandelt,“ stellt Aaro Cantell, Chairman der Normet Group, fest. „Zu verdanken ist das dem Unternehmergeist von Tom Melbye, seinem guten Draht zu unseren Kunden und seinen zahlreichen Kontakten.“

Der Melbye-Nachfolger Robin Lindahl kommt von Outotec Oyj, wo er zurzeit als Executive Vice President den Geschäftsbereich Metalle, Energie und Wasser führt. Lindahl war seit 2011 bei Outotec Oyj beschäftigt und ebenso lange Mitglied des Vorstands. Zuvor hatte er in der Telekommunikationsbranche zahlreiche internationale Vorstandspositionen im operativen Geschäft, Vertrieb, Marketing und Finanzen inne; unter anderem war er für die Nokia Group in Finnland, Deutschland und der Schweiz tätig. Im Laufe seiner Karriere bekleidete Lindahl zahlreiche Vorstandspositionen in verschiedenen Unternehmen und Branchenforen. „Ich freue mich darauf, Normet in die nächste Wachstumsphase zu führen. Normet ist gut aufgestellt, um im Tunnelbereich und im Bergbau weiter zu wachsen“, so Lindahl.

Normet – das Unternehmen

Normet ist ein schnell wachsendes finnisches Unternehmen mit weltweiten Aktivitäten an 43 Standorten in 27 Ländern. Das Unternehmen verfügt über 50 Jahre Erfahrung bei Entwicklung, Produktion und Vertrieb von Anlagen und Fahrzeugen für Bergbau und Tunnelbau. Darüber hinaus liefert Normet Bauchemikalien für diese Branchen und bietet ein umfassendes Serviceprogramm für Wartung und Betrieb seiner Maschinen. Normet hat derzeit über 900 Mitarbeiter. Im Jahr 2014 betrug der Umsatz 190 Millionen Euro. 

Finland/Switzerland

Robin Lindahl appointed as new President and CEO of Normet



Quelle/credit: Normet

Robin Lindahl (51) wurde als Nachfolger von Tom Melbye zum neuen Präsident und CEO der Normet Group ernannt

Robin Lindahl (51) has been appointed as President and CEO of the Normet Group to continue the successful work of his predecessor Tom Melbye

Robin Lindahl (51) has been appointed as President and CEO of the Normet Group. He will be based in Hünenberg, Switzerland, and will start in his new role not later than May 1, 2016. Lindahl takes over the position from Tom Melbye, who has decided to step down from his operative role and will in future act as a Senior Advisor to the CEO and Chairman of Normet Group. Melbye will work on special assigned strategic and business development tasks.

“The past eight years under Tom’s leadership have been exceptionally successful for Normet. We have grown fast and transformed from a pure Finnish equipment company to a global underground process know how company,” says Aaro Cantell, Chairman of Normet Group. “Tom’s positive entrepreneurial spirit as well as customers’ business knowledge and contact networks made it all happen.”

Melbye’s successor Robin Lindahl is joining Normet from Outotec Oyj where he currently holds the position as Executive Vice President and President of Metals, Energy & Water business

area. He has been member of the Executive Board and employed by the company since 2011. Before that he has held many global leadership roles in Business Operations, Sales & Marketing as well as Finance in the Telecommunications Industry, working for Nokia Group in Finland, Switzerland and Germany. During his career Lindahl has held many board positions in several companies as well as industry forums.

„I am excited to join Normet and lead the company to the next growth phase. Normet is well positioned for the future growth in tunneling as well as underground mining,“ says Robin Lindahl.

About Normet

Normet is a Finnish based fast growing company that operates globally with over 43 locations in 27 countries worldwide. The company has over 50 years of experience in the development, production and sales of equipment and vehicles for underground mining and tunnel construction. In addition, Normet provides construction chemicals for these industries as well as a comprehensive range of life time care services for maintenance and operating processes of their machines. Currently over 900 employees work for Normet; net sales in 2014 added up to over 190 million euro. 

Deutschland

Hamburger Deckel: Hochtief baut A7-Tunnel in Stellingen

Die A7 im Bereich Hamburg ist eine der am stärksten befahrenen Autobahnen bundesweit. 152 000 Fahrzeuge passieren täglich allein den Abschnitt zwischen dem Autobahndreieck Hamburg-Nordwest und der Anschlussstelle Hamburg-Stellingen. Damit ist der Grenzwert der Verkehrsbelastung für eine sechsspurige Autobahn um circa 25 % überschritten. Daher kommt es gerade hier zu überdurchschnittlich vielen Unfällen und immer wieder zu langen Staus. Die Fahrbahnen der A7 werden in den Abschnitten Stellingen und Altona von sechs auf acht, im Abschnitt Schnelsen von vier auf sechs Fahrstreifen erweitert.

Im Hamburger Westen wird in diesem Zusammenhang eines der größten Lärmschutzprojekte Deutschlands realisiert: Nördlich des Elbtunnels entstehen die sogenannten Hamburger Deckel, drei Lärmschutztunnel in den Stadtteilen Schnelsen, Stellingen und Altona, auf deren Dächern Grünflächen mit Parkanlagen, Kleingärten sowie Rad- und Spazierwege geplant sind. Die Deckel sorgen für Stadtreparatur, wo die Autobahn in den 1970er Jahre die Stadtstruktur zerstört hat. Auf lärmberuhigten Flächen können mehr als 3000 neue Wohnungen errichtet werden.

Projektfortschritt der drei Lärmschutztunnel

Hochtief Infrastructure hat im Januar 2016 gemeinsam mit Franki Grundbau den Auftrag zum Bau des Tunnels Stellingen erhalten. Das Gesamtauftragsvolumen für die Arbeitsgemeinschaft beträgt zirka 154 Millionen Euro. Der Tunnel Stellingen wird 893 m lang und 51 m breit werden; die Arge unter technischer Federführung von Hochtief baut zwei Tunnelröhren in offener Bauweise mit jeweils fünf Fahrspuren und einem Standstreifen. Die Fertigstellung des Tunnels im Auftrag der DEGES ist geplant für 2020.

Im südlichen Teil der Ausbaustrecke wird mit mehr als 2 km der längste überdachte Tunnel Altona entstehen. Es wird angestrebt, Ende 2016 oder Anfang 2017 das Planfeststellungsverfahren einzuleiten. Der Bau startet voraussichtlich erst ab 2020.

Nördlich des Tunnel Stellingen befindet sich der dritte Hamburger Deckel: mit dem Bau des 560 m langen und im Mittel 34 m breiten Tunnels Schnelsen wurde bereits im Jahr 2015 begonnen. Für den Abschnitt Schnelsen hat der Bund die Finanzierung im Rahmen einer Öffentlich-Privaten-Partnerschaft (ÖPP) sichergestellt: Im Juni 2014 erhielt die Projektgesellschaft Via Solutions Nord, bestehend aus Hochtief PPP Solutions, Kemna Bau aus Pinneberg und der niederländischen Finanzierungsgesellschaft Dutch Infrastructure Fund (DIF), den Zuschlag für diesen Abschnitt. 

Germany

Noise Abatement in Hamburg: Hochtief builds Stellingen Tunnel

The A7 in the Hamburg area is one of the busiest motorways in Germany. 152 000 vehicles use the section between the Hamburg-Northwest hub and the Hamburg-Stellingen link on a daily basis. This means that the absolute capacity limit for a six-lane motorway is exceeded by around 25 %. As a result, an over-average amount of accidents and continual tailbacks occur here. The A7 carriageways are thus to be extended from six to eight lanes in the Stellingen and Altona sections and from four to six lanes in the Schnelsen section. Towards this end, one of Germany's largest noise abatement schemes is being accomplished in the west of Hamburg: to the north of the Elbe Tunnel, three noise abatement tunnels are being created in the districts of Schnelsen, Stellingen and Altona. This covered area helps rectify the urban landscape, which was destroyed when the motorway was built back in the 1970s. More than 3000 new dwellings will be built in these quietened zones.

Progress reached by the three Tunnels Project

In January 2016, Hochtief in conjunction with Franki Grundbau was commissioned to build the Stellingen Tunnel. The total value of the contract for the JV amounts to some 154 million euros. The Stellingen Tunnel will be 893 m long and 51 m wide; the JV under the technical management of Hochtief will construct two tunnel tubes by cut-and-cover, each with five lanes and a hard shoulder. The tunnel is due to be completed on behalf of the DEGES (German Unity Motorway Planning and Construction Company) by 2020. The longest covered tunnel is the Altona Tunnel. Exceeding 2 km in length, it will be produced in the southern part of the motorway section. An attempt will be made to introduce the plan approval procedure at the end of 2016 or in early 2017. Construction as such is due to commence as from 2020.

The third covered area is located to the north of Stellingen Tunnel, where the 500 m long Schnelsen Tunnel is under construction. Work on the tunnel, with an average width of 34 m, started in 2015. The federal government secured financing in the framework of a Public Private Partnership (PPP): in June 2014, the JV Via Solutions Nord comprising Hochtief PPP Solutions, Kemna Bau from Pinneberg and the Dutch financing company Dutch Infrastructure Fund (DIF), was commissioned to tackle this section. 

Mago-Tunnelbau-Dämmplatten Lastverteilungsplatten für den Tunnelbau



In folgenden Objekten erfolgreich eingesetzt:

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 KA T3, Steiermark
Bahn-Tunnel, Rastatt

Fordern Sie Prüfzertifikate und Zeugnisse an.
www.holz michael.de / info@holz michael.de
Telefon (+49) 0441 / 885 91-98 · Fax -99

Ehrung

Werner-von-Siemens-Ring für Tunnelpionier Martin Herrenknecht

Dr.-Ing. E. h. Martin Herrenknecht (73) baut die größten Bohrgeräte der Erde. Die Tunnelbohrer seiner Herrenknecht AG sind erste Wahl, wenn es um spektakuläre Projekte geht: Damit wurden unter anderem 85 km des Gotthard-Basistunnels, die vierte Röhre des Hamburger Elbtunnels und erst kürzlich der Eurasia Tunnel tief unter dem Bosphorus in Istanbul gebohrt. Noch nie zuvor ist ein so großer, leistungsfähiger Tunnel unter derart extremen Bedingungen unter Wasser gebaut worden: Am tiefsten Punkt bei 106 m unter dem Bosphorus musste der Tunnelbohrer mit 13,66 m Durchmesser einem Druck von bis zu 11 Bar sicher standhalten. Für seine herausragenden Technikentwicklungen ehrt die Stiftung Werner-von-Siemens-Ring nun Martin Herrenknecht mit dem wichtigsten deutschen Technikpreis, dem Werner-von-Siemens-Ring.

1975 fängt der heutige Mittelständler Martin Herrenknecht ganz klein an: Er macht sich mit einem Ingenieurbüro selbstständig und entwickelt die ersten Maschinentypen MH 1 bis 3 für den mechanisierten Rohrvortrieb. Im Dezember 1977 gründet er die Herrenknecht GmbH. Schritt für Schritt werden Verfahren und maschinelle Tunnelvortriebstechnik neu- und weiterentwickelt. 1998 wird das Unternehmen in eine Aktiengesellschaft umgewandelt, deren Vorstandsvorsitzender Martin Herrenknecht seither ist.

Heute ist die Herrenknecht AG weltweiter Technologie- und Marktführer und liefert modernste Tunnelbohranlagen für alle Baugründe und in allen Durchmessern – von 0,10 m bis 19 m. Herrenknecht beschäftigt rund 5000 Mitarbeiter, bildet über 150 junge Menschen aus und erwirtschaftete im Jahr 2014 eine Gesamtleistung von 1,17 Milliarden Euro.

Martin Herrenknecht engagiert sich zudem intensiv für Bildung und Nachwuchsförderung; er und sein Unternehmen fördern seit vielen Jahren auf verschiedenen Wegen natur- und technikkwissenschaftliche Bildungseinrichtungen, Initiativen zur Nachwuchsförderung sowie Programme zur technischen Allgemeinbildung. „Seine große Innovationskraft und sein enormer Erfolg als Ingenieur waren die Gründe, die uns bewogen haben, den Werner-von-Siemens-Ring an Martin Herrenknecht zu verleihen“, sagt Prof. Dr. Joachim Ullrich, Präsident der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) und Vorsitzender des Stiftungsrats der Stiftung

Award

Werner von Siemens Ring for Tunnel Pioneer Martin Herrenknecht



Quelle/Credit: Herrenknecht AG

Dr.-Ing. E. h. Martin Herrenknecht wird für seine technische und unternehmerische Innovationskraft mit dem wichtigsten deutschen Technikpreis, dem Werner-von-Siemens-Ring ausgezeichnet

Dr.-Ing. E. h. Martin Herrenknecht is to be awarded Germany's most important technology prize, the Werner von Siemens Ring

Dr.-Ing. E. h. Martin Herrenknecht (73) builds the world's biggest tunnelling machines. The tunnel boring machines produced by his Herrenknecht AG are first choice when spectacular projects are involved. They have been used for instance to drive 85 km of the Gotthard Base Tunnel, the fourth tube of the Elbe Tunnel in Hamburg and just recently, the Eurasia Tunnel deep beneath the Bosphorus in Istanbul. Never before has such a large, efficient tunnel been built underwater under such extreme conditions: at the deepest point 106 m below the Bosphorus, the tunnel boring machine with a diameter of 13.66 m had to withstand pressures of up to 11 bar. The Werner von Siemens Foundation has now honoured Martin Herrenknecht's outstanding technical achievements with the most important German prize for technology, the Werner von Siemens Ring.

In 1975, Martin Herrenknecht, who now runs a medium-sized business, began at the very bottom. He opened an independent engineering office and developed the first types of machines MH 1 to 3 for mechanized pipe jacking. In December 1977 he founded the Herrenknecht GmbH. Gradually methods

and mechanized tunnel driving technology experience advances. The business becomes a joint-stock company in 1998, of which Martin Herrenknecht is still board chairman today.

Today the Herrenknecht AG leads the world in terms of technology and marketing. It supplies ultra-modern tunnelling systems for all types of soil and in all diameters – from 0.10 to 19 m. Herrenknecht employs some 5000 staff, trains more than 150 young people and in 2014 had a turnover of 1.17 billion euros.

Martin Herrenknecht is also intensively involved in education and fostering up-and-comers: he and his company have sponsored in various ways natural and technical scientific institutions, initiatives for training new blood as well as programmes for general education in technical matters.

Prof. Joachim Ulrich, president of the PTB – the national metrology institute – and chairman of the Werner von Siemens Ring Foundation council commented "it was his great innovative energy and his enormous success as an engineer that made us decide to award the Werner von Siemens Ring to Martin Herrenknecht". Prof. Manfred Nußbaumer, member of the foundation council emphasized that "one of Herrenknecht's remarkable assets is that he always adapts his machines individually to the trickiest subsurface conditions

Werner-von-Siemens-Ring. Prof. Dr.-Ing. E. h. Manfred Nußbaumer, Mitglied des Stiftungsrats, betont: „Eine der herausragenden Stärken von Herrenknecht ist, dass er seine Maschinen immer wieder mit großer Erfindungsgabe individuell auf die schwierigsten Baugrundverhältnisse anpasst und damit auch für die vielen Erfolge der vergangenen Jahre gesorgt hat.“

Stiftung Werner-von-Siemens-Ring

Der Werner-von-Siemens-Ring und die mit dem Ring ausgezeichneten Persönlichkeiten sind seit fast 100 Jahren wichtige Orientierungspunkte und Motivation immer neuer Generationen von Forschern in den Technik- und Naturwissenschaften. Dafür engagieren sich im Stiftungsrat neben den Ringträgern die Präsidenten und Vorsitzenden der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der Fraunhofer-Gesellschaft, der Max-Planck-Gesellschaft, des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft, des Bundesverbandes der Deutschen Industrie und des Deutschen Verbands Technisch-Wissenschaftlicher Vereine. Schirmherr der Stiftung Werner-von-Siemens-Ring ist der deutsche Bundespräsident. Der Werner-von-Siemens-Ring wird am 13. Dezember 2016 im Rahmen einer Festveranstaltung in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften an Martin Herrenknecht verliehen. 

with great ingenuity thus inspiring the many successes registered in recent years“.

Werner von Siemens Ring Foundation

The Werner von Siemens Ring Foundation and the award-winning personalities have constantly provided important orientation points and motivation for new generations of researchers in technical and natural sciences. Towards this end, award winners are engaged in the foundation council together with the presidents and chairmen of the PTB, the German Research Community, the Fraunhofer Society, the Max Planck Society, the Association of Donors for the Promotion of the Sciences and Humanities, the Federation of German Industry (BDI) and the German Federation of Technical and Scientific Organizations (DVT). The federal president acts as patron for the Werner von Siemens Ring Foundation.

The Werner von Siemens Ring is to be presented to Martin Herrenknecht on December 13, 2015 during a festive ceremony in the Berlin-Brandenburg Academy of Sciences. 

DAUB

Diskussionspapier zur Erarbeitung konfliktarmer Verträge im Tunnelbau

Der Deutsche Ausschuss für unterirdisches Bauen e. V. (DAUB) hat im Dezember 2015 ein Diskussionspapier für die Gestaltung konfliktarmer Verträge im Tunnelbau herausgegeben. Das Papier gibt Anregungen und Empfehlungen für die Vertragsgestaltung, mit dem Ziel, in allen Phasen einer Projektdurchführung Konflikte und Streitfälle möglichst weitgehend zu vermeiden. Es sollte schon bei den ersten Planungen eines Projektes genutzt werden, kann aber auch hilfreiche Hinweise bei laufenden Projekten zur Verhinderung eskalierender Unstimmigkeiten geben.

Um den dabei vom DAUB und seinem Arbeitskreis „Konfliktarmer Vertrag“ eingeschlagenen Weg mitzugestalten, sind alle im Tunnelbau tätigen Akteure – Bauherren, Auftraggeber, Planer, Bauausführende

und Vertreter aus Lehre und Forschung – aufgerufen, die Hinweise aus dem Diskussionspapier in der Praxis anzuwenden und ihre Erfahrungen damit weiterzugeben. Hierfür hat der DAUB

eine E-Mail-Adresse unter **echo@daub-ita.de** eingerichtet, unter der alle Hinweise, Ergänzungen oder auch Fragen gesammelt und bearbeitet werden. Das Diskussionspapier steht zum Download auf der Homepage des DAUB unter der unten angegebenen Adresse zur Verfügung. 



Quelle/Credit: DAUB

www.daub-ita.de

Schweiz

Ausbau Lötschberg-Basistunnel: BLS vergibt Planungsarbeiten

Die Schweizer Privatbahn BLS hat im Januar 2016 die Arbeiten für die Planung des Weiterausbaus des NEAT Lötschberg-Basistunnel an die IG VALB (Ingenieurgesellschaft Vollendung Ausbau Lötschberg-Basistunnel) vergeben; diese hat sich gegen mehrere in- und ausländische Mitbewerber durchgesetzt. Die Planungsarbeiten umfassen den Doppelspurausbau Ferden–Mitholz und als Option den Vollausbau Ferden–Frutigen. Im Rahmen der FABI-Vorlage (Finanzierung und Ausbau der Bahninfrastruktur; Ausbauschnitt 2025) hat die Schweizer Bundesversammlung für diese Planungsarbeiten bereits Mittel bereitgestellt.

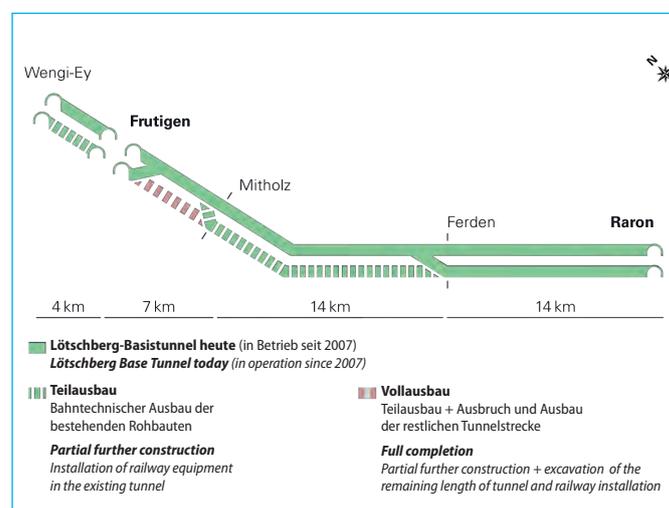
Teurer Einspurbetrieb

Der Lötschberg-Basistunnel wurde aus finanzpolitischen Überlegungen in einer ersten Etappe nur reduziert gebaut und 2007 in Betrieb genommen. Von den rund 35 Tunnelkilometern sind heute 21 km im Abschnitt Ferden–Frutigen nur einspurig befahrbar. Auf 14 km zwischen Ferden und Mitholz besteht eine zweite Tunnelröhre im Rohbau ohne bahntechnische Ausrüstung, die restlichen 7 km sind noch nicht ausgebrochen. Diese lange einspurige Strecke führt zu hohen Betriebskosten, engt den Spielraum für die Fahrplangestaltung ein und verunmöglicht eine Ausweitung der bereits heute ausgereizten Kapazität für Personen- und Güterzüge.

Auflageprojekt soll bis Ende 2018 ausgearbeitet sein

Die IG VALBT setzt sich aus sechs schweizerischen Ingenieurbüros zusammen – die Federführung liegt beim Büro SRP Ingenieur AG, Brig. Das Konsortium erhielt den Zuschlag, weil es im Rahmen der festgelegten Eignungskriterien das wirtschaftlich günstigste Angebot eingereicht hat. Die Ingenieure nehmen ihre Arbeit in den folgenden Monaten auf; das Auflageprojekt für den Teilausbau soll bis Ende 2018 ausgearbeitet werden.

Die Planungsarbeiten bilden eine wesentliche Grundlage für den Realisierungsentcheid zum Weiterausbau des Basistunnels. Dieser wird im Rahmen des Ausbauschnitts 2030 geprüft, für welchen der Bundesrat spätestens 2018 dem Parlament eine Vorlage unterbreiten wird.



Optionen für den Weiterausbau des Lötschberg-Basistunnels

Alternatives for the further improvement of the Lötschberg Base Tunnel

Switzerland

Further Construction of the Lötschberg Base Tunnel

The Swiss private railway company BLS has awarded a contract for design services for the further improvement of the NEAT Lötschberg Base Tunnel to the consortium IG VALB (Ingenieurgesellschaft Vollendung Ausbau Lötschberg-Basistunnel), who won the contract in competition with several Swiss and international competitors. The design works cover twinning the existing tunnel from Ferden to Mitholz and as an option full twinning from Ferden to Frutigen. The Swiss Federal Assembly has already made finance available for this design work as part of the FABI (Financing and improvement of rail infrastructure, improvement stage 2025) submittal.

Expensive Single-Track Operation

The first stage of the Lötschberg Base Tunnel was only built in a reduced form for financial reasons and put into operation in 2007. Of the total length of the tunnel of 35 km, a 21 km section from Ferden to Frutigen is in operation with one track. 14 km between Ferden and Mitholz already have the structure of a second bore without railway equipment, and the remaining 7 km have not been excavated. The long single-track section leads to high operating costs, restricts the scope for timetable design and prevents any improvement of the capacity for passenger and goods services, which is already exhausted.

Project should be ready for Approval by 2018

The IG VALBT is composed of six Swiss consultants with the lead consultant being SRP Ingenieur AG, Brig. The consortium gained the award because it handed in the most economically favourable bid within the specified eligibility criteria. The engineers will start work in the coming months, and the design should be ready for the approval application by the end of 2018.

This design work forms an essential precondition for the implementation decision to continue the further construction of the Base Tunnel. This will be investigated as part of the 2030 improvement stage, for which the Federal Council will place a proposal before parliament in 2018 at the latest.

9. + 10. November 2016 in Köln

Call for Papers zum Forum Injektionstechnik 2016



FORUM INJEKTIONS TECHNIK

Zur Behebung von Schäden an der Abdichtung erdberührter Bauwerke kommt immer häufiger die Injektionstechnik zur Anwendung. Die hier eingesetzten Materialien und Applikationsverfahren zur nachträglichen Abdichtung stellen technisch oft die einzige effektive und wirtschaftliche Möglichkeit zur Schadensbehebung dar.

Als Fortführung der erfolgreichen Veranstaltung 2014 bringt das zweitägige Forum Injektionstechnik 2016 als einzigartiger Treffpunkt der Branche wieder alle am Bau beteiligten zusammen:

- Planer und Architekten
- Sachverständige
- Generalunternehmer
- Ausführende Unternehmen
- Wohnungsbaugesellschaften
- Verkehrsunternehmen
- Baubehörden

Das Forum Injektionstechnik 2016 informiert über den neuesten Sachstand auf dem Gebiet nachträglicher Abdichtungsverfahren, zeigt technische Lösungen aus der Praxis auf und stellt die neuesten Regelwerke in diesem Fachgebiet vor. Der Fokus richtet sich zudem auf die wirtschaftlichen Aspekte der Injektionstechnologie und beantwortet Fragestellungen zur Umweltverträglichkeit der

Anwendungen. In diesem Jahr wird sich das Forum zusätzlich auch dem Thema der Injektionen in den Baugrund zuwenden, die abdichtende aber auch verfestigende Funktion haben können.

Bis zum 31. März: Vortragsvorschläge einreichen

Veranstaltet wird das Forum Injektionstechnik 2016 von der STUVA e. V., Bauverlag BV GmbH und dem Ingenieurbüro IBE-Ingenieure GmbH+Co.KG. Es kombiniert eine Vortragsveranstaltung mit einer Fachaustellung zum intensiven Networking. Vortragsvorschläge für das Forum Injektionstechnik können bis zum 31. März 2016 online eingereicht werden.

Werden Sie Aussteller und nutzen Sie das exklusive Umfeld im Maternushaus in Köln, um Ihren Kunden Ihre Produkte und Dienstleistungen vorzustellen. Als Aussteller profitieren Sie mit dem Premium-Partner-Paket von diversen Exklusiv-Leistungen.

Weitere Informationen zur Veranstaltung und Einreichung von Vortragsvorschlägen finden Sie unter: www.forum-injektionstechnik.de. Wir freuen uns auf Sie!

CALL FOR PAPERS
Vortragsvorschläge
für das Forum Injektions-
technik können bis zum
31. März 2016 eingereicht
werden unter:
www.forum-injektionstechnik.de



Quelle/credit: Webac

Das Forum Injektionstechnik 2016 informiert über den neuesten Sachstand auf dem Gebiet nachträglicher Abdichtungsverfahren und wendet sich zusätzlich dem Thema der Injektionen in den Baugrund zu

Tunnel Rastatt: Hohe Anforderungen an den maschinellen Tunnelbau

Der Tunnel Rastatt stellt das zentrale Ingenieurbauwerk im Planfeststellungsabschnitt 1.2 der ABS/NBS Karlsruhe–Basel dar. Die Realisierung erfolgt ab Mai 2016 mit zwei Hydroschild-Tunnelvortriebsmaschinen (TVM), deren Ausbruchdurchmesser jeweils 10,97 m beträgt. Die beiden eingleisigen, rund 4270 m langen Tunnelröhren werden mit 50 cm dicken Stahlbetontübbingen ausgebaut. Die seichte Tunnelage mit Minimalüberdeckungen von weniger als 4 m, setzungsempfindliche Infrastruktur und Bauwerke sowie die Unterfahrung des FFH-Gebiets Federbachniederung im Schutze eines Frostdachs stellen hohe Anforderungen an die Maschinen- und Verfahrenstechnik. Eine besonders anspruchsvolle Aufgabe ist die TVM-Unterquerung der hochfrequentierten und im Vorfeld mit ringförmiger Solevereisung gesicherten Rheintalbahn auf einer Länge von 205 m.

Rastatt Tunnel: Strict Demands placed on mechanized Tunnelling

The Rastatt Tunnel represents the core engineering structure in planning approval section 1.2 of the new/upgraded Karlsruhe–Basle rail route. It will be tackled from May 2016 using two hydroshield tunnel boring machines (TBMs), each with an excavation diameter of 10.97 m. The two single-track, roughly 4270 m long tunnel tubes will be lined with 50 cm thick reinforced concrete segments. The shallow location of the tunnel with minimal overburdens of less than 4 m, the subsidence-prone infrastructure and the presence of buildings, quite apart from having to undertunnel the Federbach low-lying conservation area protected by a frozen cover, place high demands on the engineering and process technology. Undertunnelling the busy Rhine Valley Railway, secured in advance by a ring-shaped brine freezing zone over a distance of 205 m, represents a particularly sophisticated task.

Dipl.-Ing. Thomas Grundhoff, DB Netz AG, Karlsruhe/Grundhoff GmbH, Neuss, Deutschland/Germany

Dipl.-Ing. Dennis Edelhoff, MBA, IMM Maidl & Maidl Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG, Bochum, Deutschland/Germany

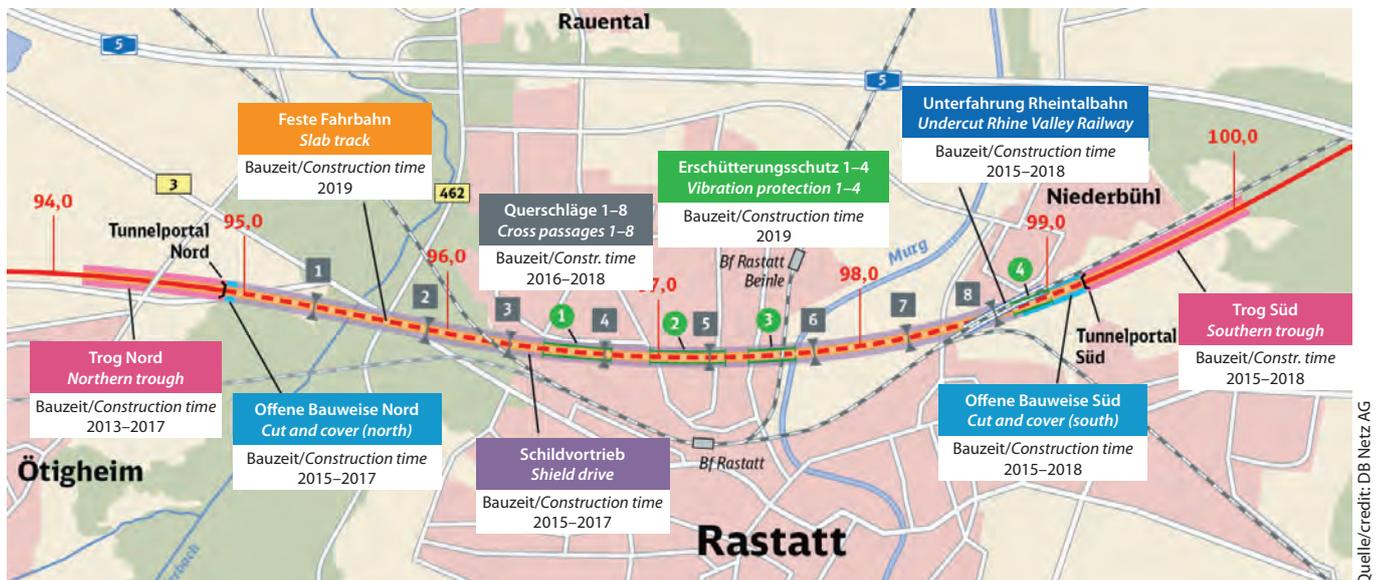
Überblick über das Gesamtprojekt und Ausbauziele

Die Ausbau- und Neubaustrecke (ABS/NBS) Karlsruhe–Basel ist Bestandteil des europäischen Güterkorridors Rotterdam–Köln–Basel–Mailand–Genoa sowie der Magistrale Paris–Budapest. Die Verkehrsachse zwischen den holländischen Häfen und dem Mittelmeer zählt zu den durch die EU-Verkehrspolitik als vorrangig eingestuften Transeuropäischen Netzen (TEN). Im weiteren Verlauf ist die Strecke der wichtigste nördliche Zulauf zur Neuen Eisenbahn-Alpentransversale (NEAT).

Die nach der Fertigstellung durchgehend viergleisige Strecke Karlsruhe–Basel ermöglicht eine Trennung der Verkehre. Die langsameren Güter- und Nahverkehrszüge können vordringlich die beiden vorhandenen Gleise befahren, die derzeit eine Verkehrslast von rund 250 Zügen täglich bewältigen. Der schnellere Fernverkehr soll vorrangig die beiden neuen, für höhere Spitzengeschwindigkeiten bis 250 km/h ausgelegten Gleise nutzen können.

Overview of the Overall Project and Targets

The new/upgraded Karlsruhe–Basle rail route is a part of the European freight corridor Rotterdam–Cologne–Basle–Milan–Genoa as well as the Paris–Budapest artery. The route between the Dutch ports and the Mediterranean is numbered among the Trans-European Networks (TEN), which have been accorded top priority by EU transport policy. In addition, the route represents the most important northern access for the new rail routes crossing the Alps (NEAT). Once completed, the continuous four-track line between Karlsruhe and Basle will allow traffic to be separated. Slower goods and commuter transport trains will primarily use the existing tracks, which currently accommodate some 250 trains per day. Faster main-line traffic will mainly utilize the two new tracks that permit top speeds of up to 250 km/h. Furthermore, greater opportunities are opened up for timetables, which will particularly benefit local trains in the State of Baden-Württemberg.



1 Trassenverlauf des Tunnels Rastatt
Route alignment of the Rastatt Tunnel

Zusätzlich eröffnen sich größere Gestaltungsmöglichkeiten bei den Fahrplänen, wovon insbesondere die Nahverkehrskonzeptionen des Bundeslandes Baden-Württemberg profitieren werden.

Daten und Fakten zum Tunnel Rastatt

Der Tunnel Rastatt beginnt östlich der baden-württembergischen Gemeinde Ötigheim, unterquert das FFH-Naturschutzgebiet Federbachniederung sowie das Stadtgebiet von Rastatt und endet, nach Unterfahrung der bestehenden zweigleisigen Rheintalbahn, im Stadtteil Niederbühl (**Bild 1**).

Die Trasse des Trog- und Tunnelbauwerks verläuft in einer leichten S-Kurve annähernd von Nordosten nach Südwesten, zunächst in einem Rechts- und dann in einem Linksbogen. Das gesamte, aus zwei eingleisigen Röhren bestehende Tunnelbauwerk mit den nördlichen und südlichen Tunnelrampen sowie den Tunnelblöcken in offener Bauweise hat eine Länge von rund 6 km. Auf einer Länge von 4270 m erfolgen die bergmännischen Vortriebe mittels TVM mit Ausbruchdurchmessern von 10,97 m und nachfolgenden Tübbingausbauten mit Dicken von 50 cm. Die Tübingelemente werden in einem Fertigteilwerk produziert und per Güterzug und LKW auf die Baustelle geliefert.

Über insgesamt acht Querschläge werden die Fluchtwegabstände von maximal 500 m untereinander und zu den Portalen sichergestellt. Die gewählte Oberbauform der Festen Fahrbahn kann im Ereignisfall durch luftbereifte Rettungs- und Einsatzfahrzeuge befahren werden. Zur Abführung der Abwässer aus dem Tunnel mittels Hebeanlage sowie zur Zuführung diverser Medien (z. B. Löschwasser) in den Tunnel, wird am Tiefpunkt des wannenförmig ausgebildeten Bauwerks ein Versorgungsschacht errichtet, der über einen weiteren Querschlag an die Tunnelröhren angeschlossen wird. Die Herstellung der Verbindungsbauteile erfolgt in Spritzbetonbauweise im Schutz von Baugrundvereisungen.

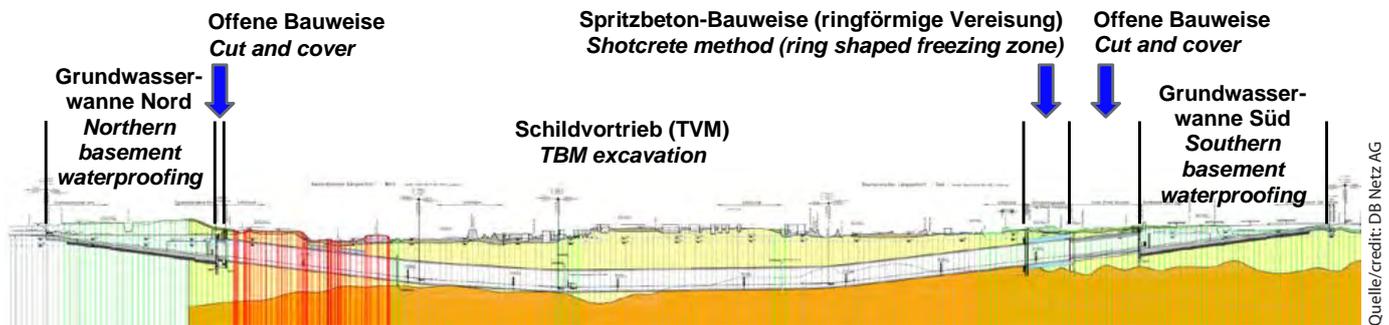
Data and Facts on the Rastatt Tunnel

The Rastatt Tunnel starts immediately to the east of the Baden-Württemberg municipality of Ötigheim, passes below the low-lying Federbach FFH nature conservation area as well as the urban area of Rastatt and ends in the suburb of Niederbühl after undercutting the existing twin-track Rhine Valley Railway (**Fig. 1**).

The route of the trough and tunnel structure runs in a slight S-curve approximately from north-east to south-west, initially in a right-hand arc and then a left-hand one. The complete tunnel structure consisting of the northern and southern ramps as well as the tunnel blocks built by cut-and-cover is around 6 km long. Over a distance of 4270 m, it is driven by mining means using TBMs with excavated diameters of 10.97 m followed by a lining with segments that are 50 cm thick. The segments are produced at a prefab plant and delivered to the site by goods train and lorry.

A total of eight cross-passages set no further than 500 m apart provides the escapeways between the tunnels and to the portals. In case of an incident the selected superstructure form of the solid slab track can be used by pneumatic tired rescue and emergency vehicles. A supply shaft is being set up at the lowest point of the trough-shaped structure in order to remove waste water from the tunnel by means of a lifting unit as well as to provide various agents (e.g. extinguishing water) to the tunnel. This shaft is linked to the tunnel tubes via a further cross-passage. The connecting structures are produced using shotcrete protected by ground freezing. Several site installation yards are foreseen for the various building operations. Altogether, around 18.3 ha are available. During the driving operations more than 710 000 m³ of excavated material will be removed and some 30 000 segment elements with a total volume of around 340 000 t installed.

The contract for the structural works for the Rastatt Tunnel was awarded in late 2014 to the Tunnel Rastatt JV (Ed. Züblin AG and Hochtief AG). It is worth a total of 312 million euros.



2 Gradiente und Geologie des Tunnels Rastatt
Gradients and geology of the Rastatt Tunnel

Für die unterschiedlichen Bautätigkeiten sind mehrere Baustelleneinrichtungsflächen vorgesehen. Insgesamt stehen circa 18,3 ha zur Verfügung. Während der Vortriebsarbeiten werden mehr als 710 000 m³ Ausbruchvolumen gefördert und rund 30 000 Tübbingelemente mit einer Gesamtmasse von rund 340 000 t eingebaut. Der Auftrag für den Rohbau des Tunnels Rastatt wurde Ende 2014 an die Arbeitsgemeinschaft Tunnel Rastatt (Ed. Züblin AG und Hochtief AG) vergeben. Das Auftragsvolumen für den Rohbau beläuft sich auf insgesamt 312 Millionen Euro.

Baugrundverhältnisse im Bereich des Tunnels Rastatt

Das Gebiet rund um Rastatt ist eingebettet in den Oberrheingraben, der im Westen durch den Pfälzerwald sowie im Osten durch den Schwarzwald und den Odenwald begrenzt ist. Im gesamten Tunnelbereich sind Lockergesteine des Tertiärs und Quartärs zu finden, die durch die Absenkung des Oberrheingrabens abgelagert wurden. Bindige Deckschichten aus sandigen Tonen und Schluffen überlagern fast überall die quartären Kiese und Sande. Die Schichten des Quartärs bestehen überwiegend aus Fein- und Grobkiesen mit unterschiedlich hohem Sandanteil. Zudem kommen lokal schluffig-tonige und sandige Zwischenlagen vor. Im Bereich des Tunnelquerschnitts werden vornehmlich mitteldicht bis dicht gelagerte Kiese und Sande erwartet (**Bild 2**).

In der Höhe der Unterquerung des Flusses Murg werden zudem die deutlich älteren Schichten des Tertiärs angeschnitten. Die Grenze zwischen tertiären und quartären Schichten ist jedoch reliefartig durch Kuppen und Senken gegliedert. Es sind somit unregelmäßige Wechsellagerungen von überwiegend bindigen Schichten aus Schluff bzw. Ton mit bis zu 10 m mächtigen, grundwasserführenden Sandlagen zu erwarten. In den feinkörnigen Lagen sind organische bis stark organische Beimengungen aus Holz und Pflanzenresten prognostiziert.

Der quartäre Grundwasserleiter besteht im Wesentlichen aus Kiesen und Sanden mit Mächtigkeiten von ca. 15 m im Süden und bis zu 40 m im Norden der Tunneltrasse. Es handelt sich um einen einheitlichen, zusammenhängenden Porengrundwasserleiter mit freier Grundwasser Oberfläche. Unter Zugrundelegung des höchsten gemessenen Grundwasserstands ist mit einem maximalen Wasserdruck in der Tunnelsohle von bis zu 2,8 bar zu rechnen. Bei

Subsurface Conditions around the Rastatt Tunnel

The area around Rastatt is embedded in the Upper Rhine Graben, which is bounded by the forest "Pfälzerwald" in the west and the Black Forest and the forest "Odenwald" in the east. Soft tertiary and quaternary rocks, deposited by the subsiding of the Upper Rhine Graben, are located throughout the entire area of the tunnel. Cohesive covering layers comprising sandy clays and silts top the quaternary gravels and silts practically everywhere. The quaternary layers largely consist of fine and coarse gravels with varying proportions of sand. Furthermore, silty-clayey and sandy intermittent layers are to be found locally. Mainly medium-dense to densely bedded gravels and sands are anticipated within the tunnel cross-section (**Fig. 2**). In addition, substantially older tertiary layers are encountered while passing below the River Murg. However, the boundary between tertiary and quaternary layers is marked by relief-like knolls. As a result, irregular intermittent beds of largely cohesive silt or clay layers with up to 10 m thick layers of sand carrying groundwater are expected. Additional substances containing wood and plant residues of an organic to strongly organic nature are forecast in the fine-grained layers.

The quaternary groundwater aquifer mainly consists of gravels and sands which are approx. 15 m thick in the south and up to 40 m in the north of the tunnel route. The aquifer in question is a porous groundwater aquifer with a free groundwater surface. Based on the highest groundwater level measured, the water pressure in the tunnel base should reach a maximum of 2.8 bar. If the highest known groundwater level is applied, the entire tunnel route will be located in groundwater.

Challenges relating to the Project

The route for driving the Rastatt Tunnel is characterized by numerous discontinuities along the route and gradients owing to topological, geotechnical and hydrogeological marginal conditions, which pose considerable demands on the proposed execution.

Along the route the two tunnel bores undercut various zones with shallow overburden such as e.g. various watercourses, roads, rail lines, subsidence-prone infrastructure and structures as well as publicly utilized areas. The overburden prevailing above the projected tunnel roof varies from 3.0 to 19.5 m.



Quelle/credit: IMM

3 Steinbrecher
Rock crusher

Ansatz des höchsten bekannten Grundwasserstands kommt das Bauwerk im gesamten Trassenbereich im Grundwasser zu liegen.

Projektspezifische Herausforderungen

Die Vortriebsstrecke des Rastatter Tunnels zeichnet sich durch zahlreiche Besonderheiten im Verlauf von Trasse und Gradienten aufgrund der topologischen und auch geotechnischen sowie hydrogeologischen Randbedingungen aus, die erhebliche Anforderungen an die geplante Ausführung stellen.

Auf der Strecke unterfahren die beiden Tunnelröhren unterschiedliche Bereiche mit nur geringer Überdeckung, wie z. B. verschiedene Wasserläufe, Straßen, Bahnlinien, setzungempfindliche Infrastruktur und Bauwerke sowie öffentlich genutzte Flächen. Die vorhandene Überdeckung über der geplanten Tunnelrinne beträgt zwischen 3,0 m und 19,5 m.

Da der Stützdruck der TVM grundsätzlich so eingestellt werden muss, dass eine lokale Stabilisierung der Ortsbrust gewährleistet ist, jedoch ein Bodenaufbruch oder Ausbläser infolge der geringen Überlagerungen vermieden werden muss, sind in einigen sensiblen Abschnitten zusätzliche Sicherungsmaßnahmen notwendig. Im Anfahrbereich wird die notwendige Überlagerungshöhe zur Aufbringung des Stützdrucks durch Aufschüttungen erreicht. In der Federbachniederung, die als FFH-Gebiet (Fauna-Flora-Habitat) eingestuft ist, soll ein möglichst minimaler Eingriff in das Habitat erfolgen. Im Rahmen von Variantenuntersuchungen wurde eine Vereisung in Form eines dachförmigen Gefrierschirms (Frostdach) zur Aufnahme der Auftriebskräfte sowie zur Stabilisierung der Ortsbrust als Maßnahme mit den voraussichtlich geringsten notwendigen Eingriffen in das FFH-Gebiet ermittelt.

Die Unterfahrung der Rheintalbahn im Schutze einer Ringvereisung ist eine besondere Herausforderung und wird separat in einem nachfolgenden Textabschnitt erläutert.

Im Zuge der Vortriebe können überdies alte Grundwasserbrunnen sowie geologisch bedingt, tertiäre Bodenschichten mit Sandlinsen und Sandbänken, eingelagerte Steine und Blöcke sowie Bäume und Holzreste angetroffen werden. Darüber hinausgehend stellen die bindigen Baugrundformationen mit ihrem hohen Anteil aus Ton und Schluff, der durchschnittlich zwei Drittel des

As the TBM supporting pressure has essentially to be adjusted to ensure local stabilization of the face while at the same time avoiding disruption to the ground or blowouts owing to the shallow overburdens, additional safety measures are necessary in some sensitive sections. Fills are required in the start-up area to obtain the essential overburden height for the supporting pressure.

In the Federbach low-lying area, which is classified as a FFH (fauna-flora habitat), any intervention there must be reduced to a minimum. Within the scope of examining the alternatives, freezing in the form of a roof-shaped frozen umbrella to sustain the lifting forces and stabilize the face was decided on as the measure most likely to cause the least possible intervention within the FFH.

Undertunnelling the Rhine Valley Railway protected by a circular freezing zone represents a particular challenge, which is dealt with separately in a following text segment.

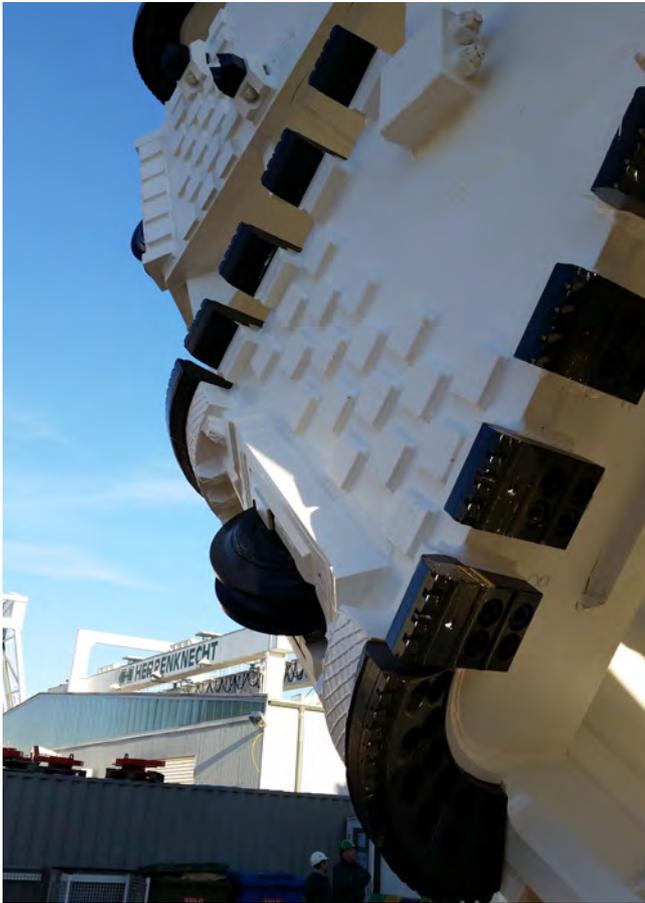
Furthermore, in the course of the excavation old groundwater wells as well as geologically related, tertiary soil layers with sand lenses and sand banks, embedded stones and boulders as well as trees and timber residues could be encountered. In addition, the cohesive subsoil formations with their high incidence of clay and silt, which on average account for two-thirds of the tertiary's excavated volume, represent a potential for clogging that affects the rate of advance. The client called for process controlling for TBM application to provide technical evidence and analysis for the entire shield passage owing to the demanding geological and constructional marginal conditions. Additionally, engineering and process consultations relating to all issues concerning the shield drive and contractual technical aspects (TBM specialist consultations) are undertaken for the duration of the project.

Tunnel Boring Machines for the Rastatt Tunnel

Two identical TBMs made by the Herrenknecht AG are applied for the Rastatt Tunnel. They are categorized as shield machines with fluid-supported face (SM-V4) in the form of a hydro-shield according to the German Tunnelling Committee (DAUB) classification. The two bores are driven separately with a three month long time gap to avoid mutual influences. The investment costs for the two tunnelling machines amount to some 36 million euros.

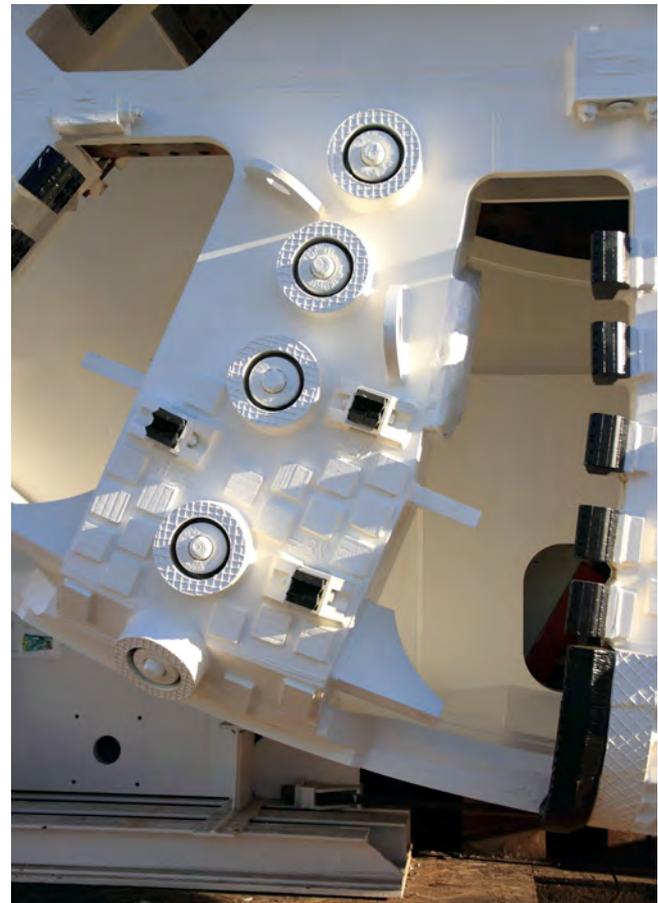
The performance rates of the TBMs are geared to the various requirements (such as for instance, penetrating retaining walls, DSV blocks, frozen zones etc.) and provided with performance reserves. Each machine possesses a total output of approx. 4500 kW, with for instance, 2000 kW intended for the drive unit and 1500 kW for the delivery circuit (for a single delivery pump). The nominal driving force amounts to 78 800 kN and the cutting wheel's break-out torque is 10 100 kNm.

The TBMs were devised according to with the specification profile stemming from the contract and the hydrogeological-geometric marginal conditions. Towards this end, especially the clogging problem complex and the shallow overburden heights as well as the objective of achieving a drive with minimal subsidence were taken into consideration.



Quelle/credit (3): IMM

4 Verschleißschutz in Form von Aufpanzerungen am Schneidrad
Wear protection in the form of reinforcements on the cutting wheel



5 Verschleißerkennungssystem am Schneidrad
Wear detection system on the cutting wheel

Ausbruchvolumens im Tertiär ausmacht, ein für die Vortriebsleistung relevantes Verklebungspotenzial dar.

Wegen der anspruchsvollen geologischen sowie bautechnischen Randbedingungen hat der Bauherr für die gesamte Schildfahrt eine maschinentechnische Beweissicherung und Analyse für den Einsatz der Tunnelvortriebsmaschine in Form eines Process-Controllings beauftragt. Des Weiteren erfolgt über die Projektdauer eine maschinen- und verfahrenstechnische Beratung im Zusammenhang mit sämtlichen Fragestellungen des Schildvortriebs und zu vertraglich-technischen Aspekten (Fachberatung TVM).

Vortriebsmaschinen für den Tunnel Rastatt

Für das Auffahren des Tunnels Rastatt werden zwei baugleiche TVM der Herrenknecht AG eingesetzt, die gemäß DAUB-Klassifizierung als Schildmaschinen mit flüssigkeitsgestützter Ortsbrust (SM-V4) in Form eines Hydroschildes ausgeführt sind. Der Vortrieb beider Röhren erfolgt, zur Vermeidung gegenseitiger Beeinflussung, mit einem zeitlichen Versatz von circa drei Monaten. Die Investitionskosten für die beiden Vortriebsmaschinen belaufen sich auf rund 36 Millionen Euro.

Die Leistungswerte der TVM sind auf die unterschiedlichen Anforderungen (wie zum Beispiel Durchfahren von Verbauwänden,

The proclivity of the subsoil to clog, both generally and as a result of the machine passage is counteracted by a coordinated flushing system and a special design of the cutting wheel as well as the extraction chamber. Essentially this involves for example, additional booster pumps with individually regulated, ascertainable volumetric flows as well as additional feeder points for flushing rates in the extraction chamber, being integrated in front of the crusher for example (**Fig. 3**). The wear potential owing to the abrasiveness of the rocks and clogging (indirect wear) is counteracted by using wear-resistant materials, applying special reinforcement (**Fig. 4**) at exposed spots as well as by means of an extensive wear detection system (**Fig. 5**).

A drive producing minimal settlements is assured among other things by reducing the gap between the cutting wheel rim and the shield edge in the form of a continuous strip at the rear of the cutting wheel (**Fig. 6**). As a result the gap is closed given a cutting wheel running position of approx. 100–150 mm (partially overlapping) so that larger grain fractions are prevented from entering.

The technical solutions/adaptations of the contractual requirements and project-specific marginal conditions presented here as examples represent only a small selection of the spectrum of demands posed on the technical conception of the TBM.

In the presence of the TBM special consultant, extensive testing of the shield machine's conformity with the contractual requirements

DSV-Blöcken, Vereisungsbereichen etc.) und darüber hinausgehend mit Leistungsreserven ausgelegt. In jeder Maschine ist eine Gesamtleistung von ca. 4500 kW installiert, wovon beispielsweise alleine für den Antrieb 2000 kW und für den Förderkreislauf 1500 kW (für nur eine Förderpumpe) vorgesehen sind. Die nominale Vortriebskraft beträgt 78 800 kN und das Losbrechmoment des Schneidrads liegt bei 10 100 kNm.

Die Konzipierung der Vortriebsanlage erfolgte gemäß dem sich aus der Ausschreibung und den hydrogeologisch-geometrischen Randbedingungen ergebenden Anforderungsprofil. Hierbei wurden insbesondere die Verklebungsproblematik und die geringen Überlagerungshöhen berücksichtigt sowie das Ziel, einen setzungsarmen Vortrieb zu gewährleisten.

Der Verklebungsneigung des Baugrunds, allgemein und infolge des Maschinenangriffs, wird durch ein abgestimmtes Spülsystem und eine entsprechende Ausbildung des Schneidrads sowie der Abbaukammer entgegengewirkt. Im Einzelnen sind unter anderem zusätzliche Booster-Pumpen mit separat regulier- und erfassbaren Volumenströmen sowie zusätzliche Zugabepunkte für Spülströme in der Abbaukammer, zum Beispiel vor dem Steinbrecher (**Bild 3**), integriert.

Dem Verschleißpotential aufgrund der Abrasivität der Gesteine sowie infolge Verklebungen (indirekter Verschleiß) wird durch den Einsatz verschleißfester Werkstoffe, den Einsatz von Aufpanzerungen (**Bild 4**) an exponierten Stellen sowie mit einem erweiterten Verschleiß-Erkennungssystem (**Bild 5**) entgegengewirkt.

Unter anderem durch Reduzierung des Spalts zwischen Schneidradfelge und Schildschneide in Form einer umlaufenden Leiste an der Rückseite des Schneidrads, wird ein setzungsarmer Vortrieb sichergestellt (**Bild 6**). Dadurch ist bei einer Fahrstellung des Schneidrads von ca. 100–150 mm der Spalt geschlossen (teilweise überlappend), so dass ein Eindringen von größeren Kornfraktionen verhindert wird.

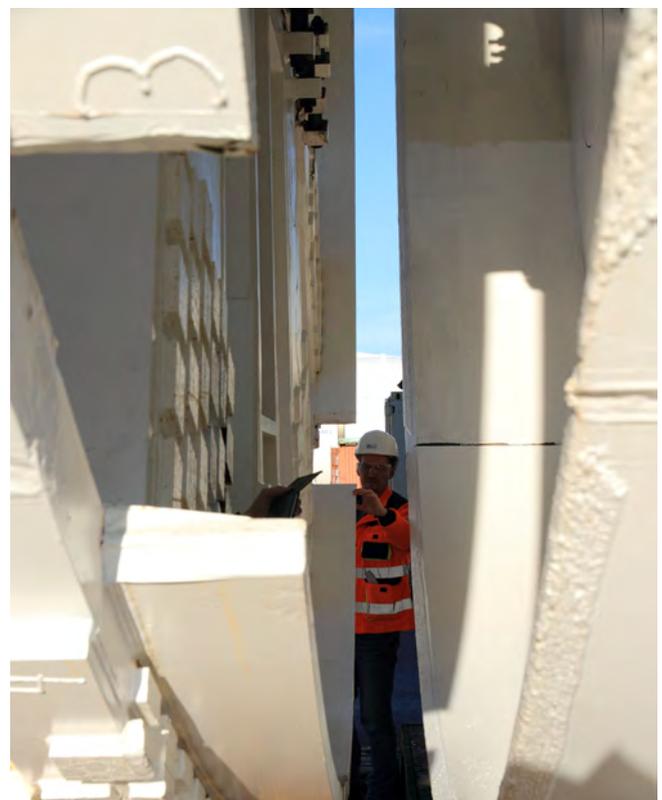
Die hier exemplarisch dargestellten technischen Lösungen/Adaptionen zu den Anforderungen der Ausschreibung und den projektspezifischen Randbedingungen stellen nur eine kleine Auswahl des Anforderungsspektrums an die technische Konzipierung der TVM dar.

Unter Beteiligung des Fachberaters TVM hat eine umfangreiche Überprüfung der Konformität der Schildmaschine mit den Ausschreibungsanforderungen in Kombination mit einer maschinen- und verfahrenstechnisch orientierten TVM-Inspektion im Dezember 2015 im Herstellerwerk stattgefunden. Dabei wurde die Tunnelvortriebsmaschine im Hinblick auf Plausibilität und Auffälligkeiten überprüft. Anhand verschiedener Funktionstests konnte die Vortriebsbereitschaft festgestellt werden. Mit Hilfe von Checklisten wurden die verschiedenen technischen Anforderungsbereiche überprüft und dokumentiert. Im Rahmen des Qualitätssicherungssystems wurden verfahrenstechnische Schlüsselaktivitäten diskutiert. Um eine qualitätsgesicherte Durchführung dieser Tätigkeiten zu garantieren wurde die Aufstellung von Arbeits- und Verfahrensanweisungen durch den AN Bau beschlossen.

took place at the manufacturing plant in December 2015, combined with a TBM inspection geared to engineering and process technical specifications. In this connection, the TBM was tested with regard to plausibility and anomalies. Its fitness for use was ascertained based on various functional tests. The different technical requirement segments were checked and documented by dint of checklists. Process technical key operations were discussed within the scope of the quality assurance system. The contractor decided on a compilation of procedural rules and working instructions for assuring the proper execution of those key operations.

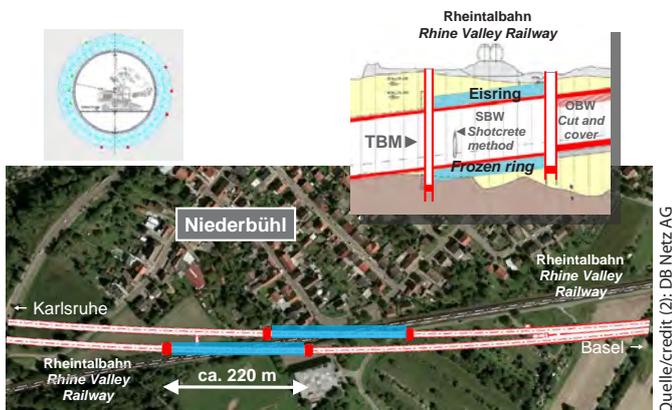
Undertunnelling the Rhine Valley Railway with TBM

The official draft for undercutting the Rhine Valley Railway at Niederbühl called for a conventional drive using an excavator protected by a circular frozen zone as only minimal settlements are permitted here and ensuring the availability of the route is accorded the utmost priority; shut-downs are not possible. On account of the glancing intersection with the Rhine Valley Railway the driving sections are offset from each other by roughly 205 m (**Fig. 7**). During the run-up, the consultant responsible for the freezing procedure undertook thorough thermal and static investigations relating to the iced zone's freezing process. The tunnelling machines originally were to be retrieved in



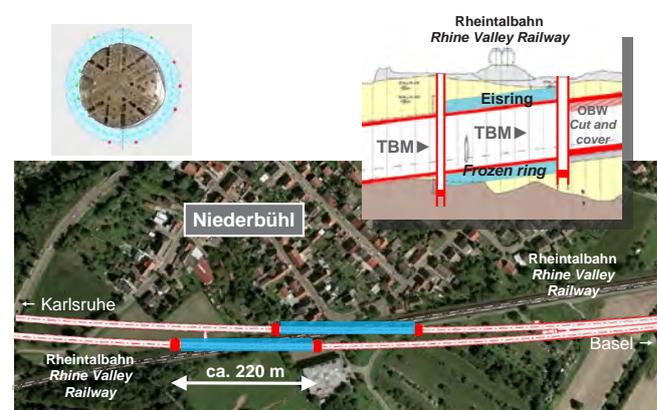
6 Die Zusatzleiste an der Schneidradrückseite (links abgebildet, vor Schließung der Arbeitsfuge) dient der Gewährleistung eines setzungsarmen Vortriebs

The strip at the rear of the cutting wheel (shown on the left, prior to closing the working joint) serves to assure an excavation with minimal settlements



7 Unterfahrung der Rheintalbahn in Spritzbetonbauweise im Schutz einer Ringvereisung (Amtsvorschlag)

Undertunnelling the Rhine Valley Railway using the shotcreting method protected by a frozen ring (official proposal)



8 Unterfahrung der Rheintalbahn mit TVM im Schutz einer Ringvereisung (Sondervorschlag)

Undertunnelling the Rhine Valley Railway using a TBM protected by a frozen ring (special proposal)

Unterfahrung der Rheintalbahn mit TVM

Der Amtsentwurf für die Unterquerung der Rheintalbahn im Bereich Niederbühl sah einen konventionellen Vortrieb mittels Bagger im Schutz einer Ringvereisung vor, da hier nur minimale Setzungen zulässig sind und die Streckenverfügbarkeit höchste Priorität hat; Sperrpausen sind nicht möglich. Infolge des schiefen Schnitts mit der Rheintalbahn sind die Vortriebsstrecken mit je ca. 205 m Länge gegeneinander versetzt (**Bild 7**). Im Vorfeld wurden vom eingeschalteten Fachgutachter Vereisung grundlegende thermische und statische Untersuchungen zum Gefrierprozess des Eiskörpers durchgeführt. Die Vortriebsmaschinen sollten ursprünglich in Zwischenschächten unmittelbar nördlich der Rheintalbahn vor der Unterquerung geborgen werden.

Mit Blick auf ein beiderseitiges, wirtschaftliches Optimierungspotenzial, wurde der Vortrieb unter der Rheintalbahn vom AN Bau in einem Sondervorschlag mittels TVM angeboten und, nach Feststellung der grundsätzlichen technischen Gleichwertigkeit und Machbarkeit, beauftragt. Ein Vortrieb über eine Streckenlänge von rund 200 m in einem vollständig aufgefrorenen Bodenkörper stellt ein Novum im maschinellen Tunnelbau dar.

Gemäß der aktuellen Planung durchfahren die TVM entsprechend ihrer planmäßigen Vortriebsrichtung die begrenzenden Bohrpfehlwände und durchhören den aufgefrorenen Baugrund. Sie werden im dann folgenden Streckenabschnitt, der in offener Bauweise erstellt wird, geborgen (**Bild 8**).

Der Vortrieb unterhalb der Rheintalbahn erfolgt aufgrund des anhaltenden Wachstums des Frostkörpers ins Tunnelinnere mit weitgehend durchgefrorener Ortsbrust. Die grundlegenden Anforderungen an den Eiskörper sind die durchgehende Wasserdichtigkeit inklusive wasserdichter Anschlüsse an die begrenzenden Verbauwände des Vereisungsschachtes sowie die statische Tragfähigkeit des Eisrings.

intermediate shafts directly to the north of the Rhine Valley Railway prior to undertunnelling.

With an eye to a mutual, economic optimization potential the drive beneath the Rhine Valley Railway was put forward by the contractor as a special proposal involving TBMs and was commissioned accordingly once the basic technical parity and feasibility had been established. A drive over a distance of around 200 m in a completely frozen body of soil represents a technical first in mechanized tunnelling.

with the current plans the TBMs are to pass through the encasing drilled pile walls and penetrate the frozen body of soil in accordance with the scheduled driving direction. They are to be recovered in the subsequent route section built by cut-and-cover (**Fig. 8**).

The excavation below the Rhine Valley Railway will be carried out with a largely frozen face owing to the continuing inward growth of the zone of ice. The basic demands on the freezing zone are thorough water tightness including watertight connections to the enclosing freezing shaft's retaining walls as well as the ice ring's static bearing capacity.

In collaboration with the special TBM consultant, various issues relating to mechanized driving in a partly to completely closed body of ice for the particular case of a drive producing minimal settlements were put forward and discussed with those involved. The essential engineering and process technical aspects are:

- The thermal energy balance of the tunnelling machine in the frozen body; including worst case considerations, on the one hand, excessive release of thermal energy by the TBM resulting in thawing effects, on the other, causing the TBM to become frozen in position during standstills as well as the consideration of closed "cold" areas of the engineering structure.
- Drawing up incident scenarios (risk definition and protective aims, detection, preventive and incident measures) with presentation of strategies designed to overcome them within the scope of procedural rules and working instructions, including "freezing up and restarting" and "overcoming obstacles".
- The suitability of the installed aggregates and applied service and lubricating materials.

und mit den Beteiligten diskutiert. Die wesentlichen maschinen- und verfahrenstechnische Gesichtspunkte sind:

- Die Wärmeenergiebilanz der Vortriebsmaschine im Eiskörper; u. a. Worst-Case-Betrachtungen, einerseits zu einem übermäßigen Wärmeenergieeintrag durch die TVM mit der Folge von Auftaueffekten, andererseits zum Festfrieren der TVM während Stillständen sowie die Berücksichtigung von abgeschlossenen, „kalten“ Bereichen der Maschinenkonstruktion.
- Das Aufstellen von Störfallszenarien (Risikodefinition und Schutzziele, Erkennen, Präventiv- und Ereignismaßnahmen) mit Darstellung von Bewältigungsstrategien im Rahmen von Verfahrens- und Arbeitsanweisungen, unter anderem bezüglich „Festfrieren und Wiederanfahrt“ und „Hindernisbewältigung“.
- Die Eignung der installierten Aggregate und eingesetzten Betriebs- und Schmierstoffe.
- Der Werkzeugbesatz des Bohrkopfs und die Abbaubarkeit des Frostkörpers inklusive der Berücksichtigung von Vibrationsemissionen infolge Mixed-Face-Konditionen.
- Der Mischungsentwurf für den Ringspaltmörtel unter Berücksichtigung der bauverfahrenstechnischen und betontechnologischen Aspekte; u.a. Vermeidung freien Überschusswassers im Steuer- und Ringspalt.

- The tools fitted to the cutterhead and the workability of the frozen zone including consideration of vibration emissions owing to mixed-face conditions.
- The mix concept for the annular gap mortar taking constructional and concrete technical aspects into account; including avoiding free surplus water in the control and annular gap.

After a series of intensive discussions on the previously listed aspects based on established thermal technical calculations, the following exemplary proposals have been put forward:

- The danger of the TBM freezing up on a large scale as well as impermissible thawing of the frozen zone can largely be excluded given the additional measures applied. These additional measures first of all include a reduction of the amount of suspension in circulation to secure only minimal thermal input and on the other, operating certain aggregates to prevent freezing up.
- The shield tail seal was identified as a critical area as only a slight thermal input occurs here so that freezing up when at a standstill cannot be precluded. The thrust cylinder forces are adequately dimensioned with an ensuing bond stress of 1 MN/m² and the restricted surface of the shield tail seal in order to enable further passage should a part of the shield jacket freeze.



- **Backfilling (one or two components)**
- **Pre-excavation grouting**
- **Post/consolidation grouting**



- High-Shear Mixers up to 2500 litres
- Grout pumps up to 200 bar
- Pressure and flow recording systems
- Compact grout plants
- Bentonite modules for microtunnelling
- Fully automated grout plants
- Backfill systems for one or two component grouts

GROUTING SYSTEMS

HÄNY



Nach mehrfachen intensiven Diskussionen der vorher aufgeführten Fragestellungen bzw. Aspekte unter Zugrundelegung dezidierter wärmetechnischer Berechnungen, kann beispielhaft Folgendes festgestellt werden:

- Unter Beachtung von Zusatzmaßnahmen kann die Gefahr eines großflächigen Anfrierens der TVM sowie eines unzulässigen Auftauens des Eiskörpers weitestgehend ausgeschlossen werden. Diese Zusatzmaßnahmen umfassen zum einen die Reduzierung der Umlaufmenge der Suspension zur Sicherstellung eines nur geringen Wärmeeintrags und zum anderen den Betrieb ausgewählter Aggregate zur Verhinderung eines Festfrierens.
- Als kritischer Bereich wurde die Schildschwanzdichtung identifiziert, da hier nur ein geringer Wärmeeintrag stattfindet und somit ein Anfrieren bei Stillstand nicht ausgeschlossen werden kann. Mit einer entstehenden Verbundspannung von 1 MN/m² und der begrenzten Oberfläche im Bereich der Schildschwanzdichtung, sind die Vortriebspressenkräfte ausreichend dimensioniert, um eine Weiterfahrt im Falle des Festfrierens eines Teils des Schildmantels sicherzustellen.
- Aufgrund der hohen Durchsatzvolumen und der Prozesswärme sind negative Auswirkungen der Temperaturen auf die Bentonitsuspension nicht zu erwarten.
- Gemäß derzeitiger Erkenntnisse führt der Einsatz von Schildschwanzdichtmasse bei Temperaturen unter 0 °C nicht zu Funktionsbeeinträchtigungen. Weitergehende Informationen werden im Rahmen eines Feldversuchs gewonnen.
- Die aktuellen Planungen zum Ringspaltverfüllmaterial sehen einen einkomponentigen Nassmörtel mit Zugabe einer Beschleunigerkomponente in Form von Calciumaluminaten vor, so dass der Ansteifprozess gesteuert und „freies“ Dränagewasser im Ringspalt verhindert bzw. reduziert werden kann.

Im Rahmen der weiteren Ausführungsplanung werden Verfahrens- und Arbeitsanweisungen zur Gewährleistung eines sicheren, qualitativ hochwertigen Vortriebs und Ausbaus aufgestellt. Dazu gehören beispielsweise die Sicherstellung von regelmäßigen Temperaturmessungen im Schild sowie die Ermittlung der

- Negative effects of temperatures on the bentonite suspension are not anticipated on account of the high throughput volume and the process heat.
- According to current belief using a shield tail sealing agent at temperatures below 0 °C does not affect functionality. Further data are being collated within the framework of a field study.
- The current plans for the annular gap filling material call for a mono-component wet mortar with the addition of an accelerator component in the form of calcium aluminates so that the setting process can be controlled and “free” drainage water can be reduced or entirely prevented in the annular gap.

Within the scope of further execution planning, procedural rules and working instructions to assure a safe, qualitatively high-standard excavation and lining have been established. These include for instance, obtaining regular temperature measurements in the shield as well as determining relationships between time, temperature development and driving rate.

The crossing below the Rhine Valley Railway can be successfully tackled using a TBM, providing the special marginal conditions relating to a drive in a frozen zone are taken into account in conjunction with the corresponding engineering and process technical adaptations.

Special Planning Features

The Building Information Model (BIM) is applied for the Rastatt Tunnel project. It is one of four engineering pilot projects designed to collate findings when applying the method in practice and evaluating it scientifically. The objectives of the BIM-based approach include improving the quality of planning, increasing its acceptance (i.e. enhancing project transparency), improving the efficiency of project control concerning adherence to schedules and cost assurance as well as better life cycle assessment and management.

Project Status

The roughwork activities for the Rastatt Tunnel were commissioned in late 2014. At present, numerous advance measures such as for example the construction of the troughs and the cut-and-cover work are being executed. The concept of the tunnel boring machines has been finalized and the first TBM approved at the factory. On-site assembly of the first TBM began in January 2016.

Summary and Outlook

Challenging marginal conditions such as undertunnelling the Federbach low-lying area (frozen roof) and the Rhine Valley Railway (frost body) have to be mastered while tackling the project. The demands posed by the contract and the project-specific marginal conditions were adapted when designing the machines and are further reflected within the scope of quality assurance e.g. in the form of procedural rules and working instructions. Process controlling accompanying the drive involving real time analysis provides a useful contribution to securing an unhampered excavation. Until the driving operations commence in May 2016 and beyond, the challenges posed will be collaboratively mastered by those involved.

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





InnoTrans 2016

20. – 23. SEPTEMBER · BERLIN

Internationale Fachmesse für Verkehrstechnik
Innovative Komponenten · Fahrzeuge · Systeme

innotrans.de

Abhängigkeiten zwischen Zeit, Temperaturentwicklung und Vortriebsgeschwindigkeit.

Durch die Berücksichtigung der genannten speziellen Randbedingungen eines Vortriebs im Eiskörper und die entsprechenden maschinen- und verfahrenstechnischen Adaptionen kann die Unterquerung der Rheintalbahn mit einer TVM sicher beherrscht werden.

Besonderheiten bei der Planung

Beim Projekt Tunnel Rastatt wird als eines von vier Ingenieurbau-Pilotprojekten das Building Information Modeling (BIM) angewendet, um Erfahrungen bei der praktischen Umsetzung der Methode zu sammeln und wissenschaftlich auszuwerten. Zielsetzungen der BIM-basierten Arbeitsweise sind unter anderem eine Verbesserung der Planungsqualität, eine Akzeptanzsteigerung (d. h. die Steigerung der Projekttransparenz), eine Effizienzsteigerung der Projektsteuerung in Bezug auf eine höhere Termin- und Kostensicherheit sowie eine bessere Lebenszyklusbetrachtung und Bewirtschaftung.

Stand der Projektrealisierung

Die Rohbauarbeiten für den Tunnel Rastatt wurden Ende 2014 vergeben. Aktuell werden bereits zahlreiche Vorlaufmaßnahmen wie etwa die Herstellung der Tröge und der Offenen Bauweisen durchgeführt. Die Tunnelvortriebsmaschinen wurden final konzipiert und die erste TVM bereits werkseitig abgenommen. Der Aufbau der ersten TVM auf der Baustelle begann im Januar 2016.

Zusammenfassung und Ausblick

Bei der Realisierung des Projekts müssen herausfordernde Randbedingungen wie zum Beispiel die Unterquerung der Federbachniederung (Frostdach) und der Rheintalbahn (Eiskörper) bewältigt werden. Die Anforderungen der Ausschreibung bzw. der projektspezifischen Randbedingungen wurden bei der Maschinenkonzipierung adaptiert und werden im Weiteren im Rahmen der Qualitätssicherung u.a. in Form von Arbeits- und Verfahrensanweisungen fortgeführt. Das vortriebsbegleitend auszuführende Process-Controlling mit Echtzeitdatenanalyse liefert einen nützlichen Beitrag zur Sicherstellung eines störungsfreien Vortriebs. Bis zur Aufnahme der Vortriebsarbeiten im Mai 2016 und darüber hinaus werden die Herausforderungen gemeinschaftlich zwischen den Beteiligten konstruktiv gelöst. 

Literatur/References

- [1] Edelhoff, D.; Torkhani, J.; Breidenstein, M.; Handke, D (2015): „Der Boßlertunnel – Längster Tunnel der Neubaustrecke Wendlingen-Ulm“, tunnel 7/2015
- [2] Grundhoff, T.; Klar, S.K. (2015): „ABS/NBS Karlsruhe-Basel – Realisierung des Streckenabschnitts 1 und Besonderheiten beim Bau des Rastatter Tunnels“, Geomechanics and Tunneling 8 (2015), No. 2
- [3] Nagel, F.; Edelhoff, D.; Suding, A.; Machentanz, C. (2015) – „Abwasserkanal Emscher: Online-Überwachung der schildvorgetriebenen Bauabschnitte“, Ernst & Sohn Special Kanal- und Rohrbau, März 2015
- [4] Handke, D. (2014) – „Anwendung der ganzheitlichen Beobachtungsmethode bei Schildvortrieben als Mittel zur präventiven Streitvermeidung und Konfliktreduzierung bei Störsituationen“, Geomechanics and Tunneling 7 (2014), No. 4



THE FUTURE OF MOBILITY

Kontakt
Messe Berlin GmbH
Messedamm 22 · 14055 Berlin
T +49 30 3038 2376
F +49 30 3038 2190
innotrans@messe-berlin.de

 Messe Berlin

O₂-Dekompression nach Druckluftverordnung mit angepassten Ausschleustabellen

Ursprünglich entwickelt für Caissonarbeiten bei Brückenfundamenten oder für Tunnel, die komplett unter Überdruck aufgefahren werden, haben sich Druckluftarbeiten in den letzten Jahrzehnten auch im TBM-Tunnelbau als Standard etabliert. Nachdem bei der Ausschleusung ohne Verwendung von Sauerstoff und aufgrund risikobehafteter Dekompressionstabellen gehäuft Drucklufterkrankungen aufgetreten waren, wurden die Verfahren untersucht und neu bewertet. Das Resultat war die Einführung neuer Ausschleustabellen unter O₂-Verwendung.

Compressed Air Work: Experience with the use of German TBG O₂ Decompression Tables

Compressed air work – initially used in caissons for bridge foundations or tunnels completely excavated under compressed air conditions – has also become standard in TBM tunnelling in the last decades. As air only decompression had caused several cases of decompression illness (DCI) in the past, work in compressed air and the decompression procedures had to be reassessed. As a result oxygen decompression was implemented into the decompression procedure.

Dipl.-Ing. Stephan Assenmacher, Oberbauleiter/General Site Manager; Hochtief Infrastructure GmbH, Essen, Deutschland/Germany
Dr.-med. Wolfgang Förster, Hyperbaric Medical Consulting, Weßling, Deutschland/Germany

Grundlagen

Durch die Anwendung von Sauerstoff in der Dekompression wird der Stickstoff im Körper des druckluftexponierten Mitarbeiters schneller aus dem Gewebe eliminiert. Dabei wird 100 % reiner (medizinischer) Sauerstoff bei Druckstufen von 1,0 und 0,5 bar Überdruck über eine Atemmaske verabreicht. Der höhere Anteil von physikalisch gelöstem Sauerstoff im Blutserum und im Körpergewebe unterstützt den Austausch des Stickstoff nach Teilsättigung, der sich bei Arbeiten in Überdruck mit der Zeit anreichert. Aufgrund der wirksamen Erhöhung des Gesundheitsschutzes wurde die Ausschleusung mit Sauerstoff im Jahr 1997 in die deutsche „Verordnung über Arbeiten in Druckluft“ (DruckLV) übernommen und damit verpflichtend.

Auch andere Staaten passten teilweise ihre Arbeitsschutzregelungen hinsichtlich einer Sauerstoffdekompression, wobei die meisten Staaten hierbei keine eigenen Gesetze haben. In Spanien beispielsweise wird die Ausschleusung nach Druckluftarbeiten durch das Ministerium für Fischfang geregelt, das auch für Taucherarbeiten zuständig ist. In Frankreich erlauben die Dekompressionstabellen Arbeiten in Überdruck bis zu 4,0 bar, wobei die Sauerstoffdekompression lediglich optional vorgesehen ist. In den Niederlanden werden projektspezifisch eigene Dekompressionstabellen entwickelt.

Introduction

Oxygen decompression is beneficial for a faster exchange of nitrogen which is dissolved in the exposed operative. 100% Oxygen is administered at the pressure levels of 1.0 bar and 0.5 bar via a breathing mask. The higher amount of physically solved oxygen in the blood serum and body tissues helps for a better outcome after nitrogen partial saturation of the exposed individual worker. Because of the beneficial effect, oxygen application in compressed air work (CAW) became legal standard in the German regulation “Verordnung über Arbeiten in Druckluft (DruckLV)” in 1997.

Other countries also implemented oxygen decompression whereas most of them do not have own regulations. In Spain for example decompression from compressed air work is controlled by the ministry for fishing, which also deals with diving works. In France the decompression tables allow decompression up to 4.0 bar whereas oxygen decompression is only used as an option. The Netherlands create individual decompression tables specific for each project. Poland used the German TBG Tables for their projects in Danzig and Warsaw. Also in Austria the Switzerland, Ireland and Malaysia decompression is done based on the German TBG tables. In the UK oxygen decompression was implemented in the previous Blackpool Tables. Evaluation of exposure tables from the most varied construction measures using compressed air under the German compressed

In Polen wurden für die Tunnelbauprojekte in Warschau und in Danzig die deutschen Dekompressionstabellen verwendet. Auch in Österreich, der Schweiz, in Irland und in Malaysia wurden Projekte mit den deutschen Dekompressionstabellen abgewickelt. In England wurde die Sauerstoffdekompression in die vorhandenen „Blackpool“-Ausschleustabellen übernommen.

Durch die Auswertung der Expositionsdaten verschiedenster Baumaßnahmen unter Anwendung von Druckluft nach der Deutschen Druckluftverordnung mit Sauerstofftabellen wird belegt, dass generell ein außerordentlich hoher Grad an Gesundheitsschutz gewährleistet wird.

Der vorliegende Bericht beinhaltet eine Zusammenfassung von Druckluftexpositionen bei verschiedenen Projekten seit Implementierung der Sauerstoffscheulung in das Regelwerk – jedes Projekt verfügte dabei über seine eigenen Besonderheiten. Mehr als 25 000 Einzelexpositionen wurden zusammengetragen, untersucht und ausgewertet. Dabei betrug der Anteil von Dekompressionen bei 1,8 bar und mehr über als 20 %. Zu den analysierten Projekten zählen sowohl Caissons als auch Tunnel komplett unter Druckluft und TBM-Tunnel mit verschiedenen Durchmesser. Im Speziellen wurden folgende Aspekte betrachtet:

- Gesamtanzahl der Druckluftexpositionen
- Zahl der Expositionen unter den verschiedenen Druckstufen
- Arbeitszeit in Druckluft
- Art der Arbeit in Druckluft
- Arbeitsschwere bei den unterschiedlichen Interventionen
- Umgebungseinflüsse (Lärm, Hitze, Kälte, Feuchtigkeit etc.)
- Geometrische Beschränkungen während der Druckluftarbeiten
- Fälle und Typ der Drucklufterkrankungen

Projekte und Projektbesonderheiten

Die Auswertung der Projektdaten fand ausschließlich für die Projekte statt, bei denen die beiden Verfasser des Artikels entweder als Fachkundiger im Sinne der DruckLV (Druckluftbefähigter) oder als Ermächtigter Arzt (Druckluftarzt) detailliert in die Druckluftarbeiten des Projektes eingebunden waren. Folgende Projekte wurden dabei ausgewertet:

- Herrentunnel Lübeck, Deutschland (2002–2003)
- Flughafen S-Bahn Hamburg, Deutschland (2004–2006)
- Nord-Süd Stadtbahn Köln, Deutschland (2006–2009)
- Tunnel Jenbach, Österreich (2007–2009)
- Tunnel XFEL Hamburg, Deutschland (2010–2011)
- Corrib Tunnel, Irland (2012–2014)
- Transportsiel Isebek, Hamburg, Deutschland (seit 2014)

Herrentunnel Lübeck, Deutschland

Der Herrentunnel ersetzt als Straßentunnel mit zwei Röhren die alte Herrenbrücke über die Trave in Lübeck. Beide Röhren haben eine Länge von jeweils rund 780 m und wurden mit einer Slurry-TBM mit einem Bohrdurchmesser von 11,68 m aufgeföhren. Die Geologie bestand hauptsächlich aus Mergel, Schluff und Sand mit Blocklagen und Findlingen.

air regulations with oxygen decompression tables shows that an extremely high standard of health protection is ensured.

The following report gives a summary of CA exposure data collected from several projects – each project with special particularities – since implementation of the oxygen decompression into the TBG Decompression Tables. The data of more than 25 000 individual exposures was compiled, reviewed and evaluated. More than 20 % of those exposures took place in a pressure range of 1.8 bar and above. All types of compressed air work as caissons, TBM tunnelling with various diameters and excavation in compressed air are included in the compilation. Especially the following aspects were considered:

- Total number of exposures
- Number of individual exposures at different pressure stages
- Working time in CA
- Type of work
- Work severity for the individual interventions
- Work surrounding (noise, heat, cold, humidity etc.)
- Geometrical restrictions during work or decompression
- Cases and types of DCI

Projects and Project Particularities

The evaluation of exposure data was done exclusively for projects where the editors had been involved or working as Person in Charge for the CA work or Appointed Medical Doctor. The following projects – using the TBG Decompression Tables – were evaluated:

- Herrentunnel Lübeck, Germany (2002–2003)
- Airport Light Rail Hamburg, Germany (2004–2006)
- Metro Cologne Lot North, Germany (2006–2009)
- Tunnel Jenbach, Austria (2007–2009)
- Tunnel XFEL, Hamburg, Germany (2010–2011)
- Tunnel Corrib, Ireland (2012–2014)
- Sewer Hamburg Isebeck (since 2014)

Herrentunnel Lübeck, Germany

The Herrentunnel Lübeck was built as a twin tube road tunnel replacing the old bridge over the River Trave in the City of Lübeck. Both tubes have a length of approximately 790 m and were excavated with a Slurry TBM with 11.68 m bore diameter. The geology was mainly consisting of marl, silt and sand, blocky material and glacial boulders.

The southbound drive was excavated from December 2002 to April 2003. The northbound drive followed from July to October 2003. Shortly after the launch of the southbound drive the TBM had to pass a layer of blocky material and glacial boulders. During excavation several boulders were ripped out of the matrix and turned within the cutter head causing massive damages on the steel structure and the cutter tools. The excavation works were suspended for three weeks for the repair of the cutter head by means of cutting and welding work in compressed air. Shortly after restart of the excavation boulders were found in the excavation chamber again. They had to be crushed by means of hydraulic blasting and removed from the chamber. Just before underpassing the River Trave a boulder was blocking the submerged wall opening. The boulder had to be



Quelle/credit: Stephan Assenmacher

Hindernisbergung unter Druckluft am Schneirad im Herrentunnel Lübeck
Obstacle removal in compressed air at the TBM cutterhead in the Herrentunnel, Lübeck

Der Südvortrieb wurde von Dezember 2002 bis April 2003 aufgeföhren. Der nördliche Tunnel folgte von Juli bis Oktober 2003. Kurz nach Beginn der Vortriebsarbeiten für den Südtunnel durchfuhr die TBM einen Abschnitt mit Blocklagen und Findlingen. Eine größere Anzahl von Findlingen wurde dabei aus der Ortsbrust herausgelöst und drehte sich im Schneirad mit, wodurch massive Schäden am Schneiradstahlbau und an den Abbaup Werkzeugen entstanden. Für eine Dauer von drei Wochen musste der Vortrieb unterbrochen werden, um das Schneirad unter Einsatz von Schweiß- und Schneidarbeiten in Druckluft zu sanieren. Kurz nach Wiederaufnahme des Vortriebs gerieten erneut Findlinge in die Abbaukammer. Diese mussten mit einem Steinspaltgerät zerkleinert und manuell aus der Kammer geborgen werden. Kurz vor der Unterquerung der Trave blockierte ein weiterer Findling die Tauchwandöffnung. Er musste von Tauchern geborgen werden, da eine Vollabsenkung in diesem Bereich nicht möglich war. Darüber hinaus war der Rechen zwischen Absaugstutzen und Steinbrecher beschädigt worden und musste ebenfalls unter Einsatz von Tauchern repariert werden. Vor und nach Unterquerung der Trave wurden zudem Schälmesser, Disken und Räumler gewechselt.

Insgesamt fanden beim Südvortrieb 785 Einzelexpositionen in einem Druckbereich zwischen 1,8 und 3,1 bar statt. 16 Fälle von leichten Drucklufterkrankungen (Decompression Illness (DCI) Typ I) mussten behandelt werden – das entspricht gut 2 % der

removed by diving in bentonite as a fully drawdown of slurry was not possible in that area. In addition to that the grill in the invert behind the stone crusher was damaged and also had to be repaired by divers. Before and after underpassing the River Trave tools as disc cutters, scrapers and buckets had to be replaced.

In total 785 individual exposures in a pressure range between 1.8 and 3.1 bar took place during the southbound drive. 16 cases of DCI (2.0 %) had to be treated. Reasons for this huge number will be explained later in the chapter "Symptoms and Findings".

From the experience of the first drive the number of inspections of the cutter head was increased on the second (northbound) drive. Shortly before underpassing of the river another boulder was found in the submerged wall opening which had to be removed by divers. In addition some tool changes took place but the number of individual interventions could be decreased to 164 in a pressure range of 2.0 to 3.6 bar with two treated DCI cases (1.2 %). Appointed medical doctor for the project Herrentunnel Lübeck was Dr. Karl-Peter Faesecke (Hamburg).

Airport Light Rail Hamburg, Germany

The Airport Light Rail Hamburg was built as a twin tube tunnel connecting the airport to the existing light railway system of the City of Hamburg. Main structures of the project were the two up to 40 m deep caissons (Lot 6 and Lot 7) and the twin tube tunnels

Gesamtzahl der Einzelexpositionen. Die Gründe für die hohe Anzahl werden später im Abschnitt „Schlussfolgerungen und Bewertungen“ erläutert.

Auf Grundlage der Erfahrungen des ersten Vortriebes wurde die Anzahl der Inspektionen des Schneidrades während des zweiten, nördlichen Vortriebes erhöht. Kurz vor der Flussunterquerung wurde erneut ein Findling in der Tauchwandöffnung gefunden. Dieser musste wieder durch Taucher geborgen werden. Zusätzlich fanden einige Werkzeugwechselerarbeiten statt, aber die Anzahl der Einzelexpositionen konnte auf 164 in einem Druckbereich zwischen 2,0 und 3,6 bar begrenzt werden. Zwei Fälle von DCI Typ I (1,2 %) wurden behandelt. Der ermächtigte Arzt für das Projekt Herrentunnel Lübeck war Dr. Karl-Peter Faesecke (Hamburg).

Flughafen-S-Bahn Hamburg, Deutschland

Die Flughafen-S-Bahn Hamburg wurde als Tunnel mit zwei Röhren gebaut, der das existierende S-Bahn System mit dem Flughafen Hamburg verbindet. Die Hauptbauwerke dieses Abschnittes waren zwei bis zu 40 m tiefe Senkkästen (Los 6 und 7) sowie die beiden Tunnelröhren (Los 5.1 und 5.2), jede etwa 1750 m lang und mit einer Slurry-TBM mit einem Durchmesser von 6,90 m aufgeföhren. Die Geologie bestand hauptsächlich aus Sand, Kies, Schluff und Mergel. Die Senkkastenarbeiten erfolgten von Mai 2004 bis April 2005 mit Beschäftigten, die regelmäßig im Rahmen eines festgelegten Schichtsystems in Druckluft arbeiteten, so dass sie an die Arbeitsbedingungen akklimatisiert waren. Der Druck stieg nach Baufortschritt langsam von 0,2 bis 3,3 bar an. Insgesamt fanden 1068 Einzelexpositionen statt. Vier Fälle von DCI Typ I (0,4 %) mussten behandelt werden.

Die TBM-Tunnelvortriebe erfolgten zwischen Januar und September 2005 (Los 5.2) mit 335 Einzelexpositionen in einem Druckbereich zwischen 2,8 und 3,4 bar und sieben behandelten Fällen von DCI (2,1 %). Von Januar bis Juli 2006 wurde Los 5.1 aufgeföhren. Hierbei zählte man 219 Einzelexpositionen zwischen 3,2 und 3,4 bar mit drei behandelten DCI Typ I (1,4 %).

Der ermächtigte Arzt für das Projekt Flughafen S-Bahn Hamburg war Dr. Karl-Peter Faesecke (Hamburg).

Nord-Süd Stadtbahn Köln, Los Nord, Deutschland

Die Nord-Süd Stadtbahn Köln Los Nord ist ein 250 m langer Streckenabschnitt im Bereich unter dem Hauptbahnhof von Köln. Ihm folgt ein etwa 100 m langer Abschnitt, der komplett als Druckluftvortrieb im Schutze bereits existierender Schlitzwände aufgeföhren wurde.

Die zwei TBM-Tunnel wurde mit einer Slurry-TBM mit einem Bohrdurchmesser von 6,81 m aufgeföhren. Die Geologie bestand hauptsächlich aus Sand, Kies und Zonen mit Bodenverbesserungen (Hochdruckinjektion und Feststoffeinpressung). Der Osttunnel wurde zwischen Juli und Oktober 2006 aufgeföhren; der Westtunnel folgte zwischen Dezember 2006 und Februar 2007. Die TBM-Vortriebe endeten in einem Dichtblock unter dem Kölner Hauptbahnhof. Dort wurden beide Maschinen entkernt und durch die gebohrten Tunnel zurücktransportiert.



Quelle/credit: Biffinger/Hochtief

Flughafen-S-Bahn Hamburg, Caisson Baulos 7
Airport Light Rail Hamburg, Caisson Lot 7

(Lot 5.1 and Lot 5.2) each approx. 1750 m long which were built using a Slurry TBM with 6.90 m bore diameter. The main geology consisted of sands, gravels, silts and marl.

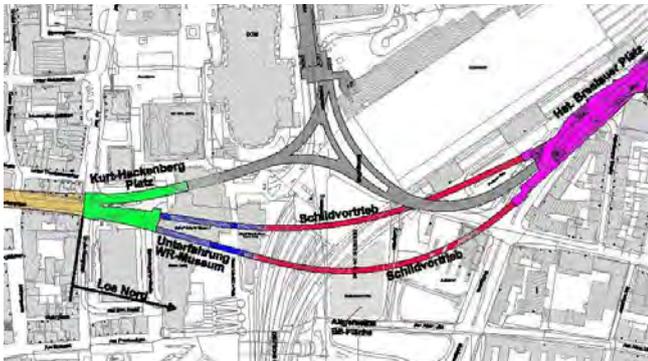
The caissons were lowered from May 2004 to April 2005 with operatives in compressed air on a regularly basis so that there was acclimatisation to that work. The pressure range slightly increased from 0.2 to 3.3 bar as the works progressed. In total 1068 exposures took place and four cases of DCI were treated (0.4 %).

The TBM tunnels were driven from January to September 2005 (Lot 5.2) with 335 individual exposures in a range from 2.8 to 3.4 bar and seven treated cases of DCI (2.1 %). From January to July 2006 Lot 5.1 was excavated with 219 individual exposures from 3.2 to 3.4 bar and three treated DCI cases (1.4 %).

Appointed medical doctor for the project Airport Railway Tunnel Hamburg was Dr. Karl-Peter Faesecke (Hamburg)

Metro Cologne Lot North, Germany

The metro Cologne Lot North was built as a 250 m short twin tube metro tunnel under the Main Railway Station of the City of Cologne. At the end of the two TBM tunnel drives a section approximately 100 m in length followed, using the excavation method in compressed air. The TBM tunnels were excavated with a Slurry TBM with 6.81 m bore diameter. The geology consisted mainly of sands, gravels and ground improvement zones (jet grouting and fissure grouting).



Quelle/credit: Kölner Verkehrsbetriebe

Nord-Süd Stadtbahn Köln, Los Nord
Metro Cologne, Lot North

Obwohl die Tunnel nur 250 m lang sind, mussten während der Vortriebsarbeiten Reparaturen am Schneidrad ausgeführt werden, die durch blockierte Werkzeuge bzw. durch ein Stahlhindernis (Spundwandprofil von vorherigen Bauaktivitäten) verursacht worden waren. Die Reparaturen fanden in Druckluft statt und erforderten teilweise Schweißarbeiten. Im Osttunnel wurden 180 Einzelexpositionen zwischen 1,0 und 2,1 bar ausgeführt, wobei kein einziger Fall von DCI zu verzeichnen war. Im Westtunnel wurden 133 Einzelexpositionen gezählt, die meisten davon (84 %) bei 2,6 bar. Auch hier waren keine DCI-Fälle zu verzeichnen.

Der Druckluftvortrieb wurde von der gegenüberliegenden Seite des Hauptbahnhofs von einem Schacht am Kurt-Hackenberg-Platz in Richtung TBM aufgeföhren. Im Zuge des Baus der Kölner Philharmonie in den 1970er Jahren waren bereits Schlitzwände sowie ein Stahlbetondeckel für einen späteren U-Bahn-Bau ausgeführt worden. Im Schutz des Deckels und der Schlitzwände wurde der Druckluftvortrieb zwischen Juni 2007 und Februar 2009 mit regelmäßig unter Druckluft beschäftigten Mitarbeitern innerhalb eines festgelegten Schichtsystems absolviert. Insgesamt wurden 16 350 Mann-Schichten verfahren; der Druck lag in einem Bereich zwischen 0,8 und 1,8 bar. Die Zahl der leichten Drucklufterkrankungen DCI Typ I lag bei drei.

Der ermächtigte Arzt für das Projekt Nord-Süd Stadtbahn Köln Los Nord war Dr. Hans-Werner Chriske (Köln).

Tunnel Jenbach, Österreich

Der Tunnel Jenbach wurde als Teil der Brenner-Zulaufstrecke der neuen Nord-Süd-Verbindung zwischen Berlin und Mailand gebaut. Der 3467 m lange einröhriige Tunnel im Unterinntal wurde mit einer Slurry-TBM mit einem Bohrdurchmesser von 13,00 m bei geringer Überdeckung unterhalb der existierenden Zugverbindung und der Inntalautobahn aufgeföhren. Die Geologie bestand hauptsächlich aus Sand, Kies, Schluff, Zonen mit Bodenverbesserung (Hochdruckinjektion) und Mixed Face-Bedingungen (Lockerboden/Fels) am Ende des Tunnelvortriebs. Zusätzliche Rettungsausstiege im Tunnel waren alle 500 m vorgesehen. Diese wurden im Rohrvortrieb mit einer TBM mit 4,00 m Durchmesser aufgeföhren. Nachdem die Vortriebe der Rettungsstollen bis an

The eastbound Tunnel was excavated from July to October 2006. The westbound Tunnel was excavated from December 2006 to February 2007. The TBM tunnel drives ended in a ground improvement block underneath the Cologne Main Railway Station. Both TBMs were cored out and retracted through the excavated tunnels.

Although only 250 m long, repair works had to be executed on the TBM tunnel drives due to damages on the cutterhead caused in one tunnel by blocked disc cutters and in the other tunnel by a steel sheetpile left in the ground from a former construction activity. The repair works in compressed air surrounding included welding operations. In the eastbound Tunnel 180 individual exposures (1.0 to 2.1 bar) were executed without any cases of DCI. The westbound Tunnel had 133 individual exposures – most of them (84 %) at 2.6 bar – also without any cases of DCI (0.0%).

The Compressed Air Tunnel Drive was excavated from the opposite site of the Main Railway Station of Cologne from a shaft structure at the Kurt-Hackenberg-Platz towards the TBM. During the 1970s a metro had already been planned. Before the new Cologne Philharmonie was built on the surface diaphragm walls and a concrete lid had been put in place to allow the metro tunnels to be constructed at a later stage. Within these diaphragm walls and the roof the tunnel was excavated using the compressed air method from June 2007 to February 2009 with operatives in compressed air on a regular basis. In total 16 350 individual exposures took place in a range between 0.8 and 1.8 bar with three cases of DCI type I.

Appointed medical doctor for the project Metro Cologne Lot North was Dr. Hans-Werner Chriske (Cologne)

Tunnel Jenbach, Austria

The Tunnel Jenbach was built as a part of the new north-south railway connection between Berlin and Milano. A 3467 m long single tube railway tunnel in the valley of the River Inn in Austria was excavated with a Slurry TBM with 13.00 m bore diameter and low overburden to the existing railway and motorway. The geology consisted mainly of sands, gravels, silts, ground improvement zones (jet grouting) and mixed face conditions (rock/soft soil) towards the end of the tunnel drive. Evacuation exits were foreseen approximately each 500 m to allow egress in case of emergencies. Those evacuation tunnels were excavated using the pipe jacking method with a 4.00 m diameter TBM. Once the TBM had been removed the connection from the rescue tunnels to the main tunnel was done in ground improvement zones with excavation in compressed air.

Despite the existence of Austrian regulations for compressed air working, the German decompression tables were agreed with the health and safety executive (HSE) for the decompression times of the compressed air workers.

The main tunnel was excavated from November 2007 to April 2009. Due to high wear on the cutter tools a huge number of compressed air interventions had to be executed. Most interventions took place to allow the exchange of worn cutter discs. Also repair works on tool fixings were executed which required welding. In total 1306 individual exposures from a pool of 96 compressed air operatives

den Haupttunnel herangefahren waren, wurde die Maschine rückgebaut und der Anschluss an den Haupttunnel in einer Bodenverbesserungszone unter Druckluft hergestellt.

Trotz eigener österreichischer Regelwerke für die Druckluftarbeiten wurden für das Ausschleusen des druckluftexponierten Personals mit dem Arbeitsinspektor die Deutschen Ausschleustabellen vereinbart.

Der Haupttunnel wurde zwischen November 2007 und April 2009 hergestellt. Aufgrund hohen Verschleißes an den Abbauwerkzeugen waren zahlreiche Interventionen zum Werkzeugwechsel notwendig. Ebenso fanden Reparaturarbeiten an Schälmesser-aufnahmen unter Ausführung von Schweißarbeiten in Druckluft statt. Insgesamt wurden im Haupttunnel 1306 individuelle Expositionen aus einer Mannschaft von 96 Druckluft-Mitarbeitern in einem Druckbereich zwischen 1,0 und 2,8 bar gezählt. Hierbei traten keine Fälle von Drucklufterkrankungen auf.

Der Anschluss der Rettungstunnel an den Haupttunnel fand zwischen Juli 2008 und März 2009 statt. Insgesamt wurden 2558 individuelle Expositionen aus einem Pool von 120 Druckluft-Arbeitern gezählt. Der Druck variierte zwischen 1,9 und 2,7 bar. Auch hier traten keine Fälle von Drucklufterkrankungen auf.

Der ermächtigte Arzt für das Projekt Tunnel Jenbach H8 war Prof. Dr. Egmont Baumgartner (Hall in Tirol).

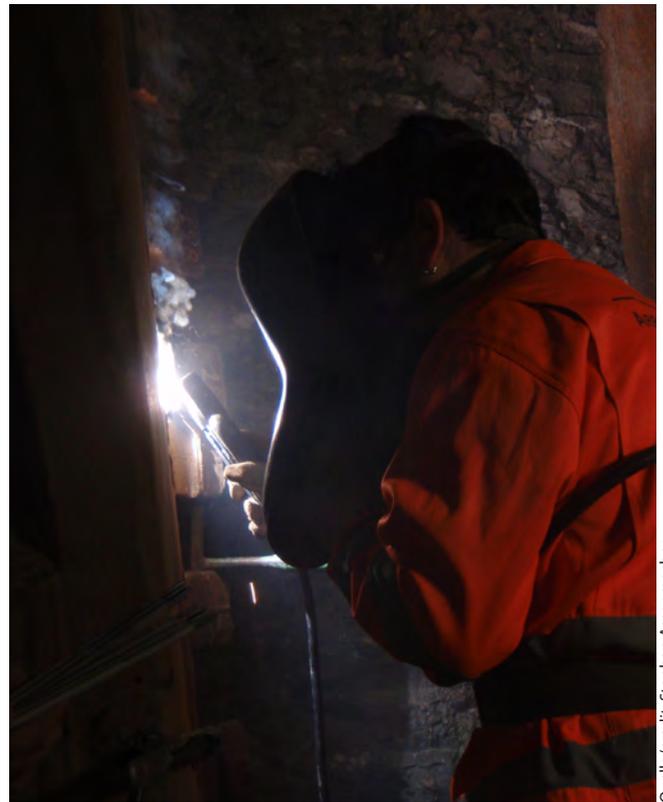
Tunnel XFEL, Hamburg, Deutschland

Die Tunnelarbeiten für das Projekt XFEL umfassten insgesamt elf Einzeltunnel mit Tunnellängen zwischen 137 m und etwa 2000 m. Die drei Tunnel des Bauloses 2 wurden mit einer Slurry-TBM mit einem Bohrdurchmesser von 6,18 m aufgefahren, die acht Tunnel des Bauloses 1 mit einer Slurry-TBM mit 5,45 m Bohrdurchmesser. Die Geologie bestand hauptsächlich aus Sand, Kies, Schluff und Mergel. Die Tunnelstrecken im Los 2 wurden zwischen Juli 2010 und Juli 2011, die Tunnel im Los 1 zwischen Februar 2011 und Juni 2012 aufgefahren.

Die Druckluftarbeiten in beiden Losen umfassten eine normale Anzahl von Werkzeuginspektionen mit einzelnen Wechseln von Abbauwerkzeugen, eine Hindernisbeseitigung und hauptsächlich die Räumung des Ausfahrtopfes nach erfolgtem Durchstich. Insgesamt fanden 225 Einzelexpositionen in einem Druckbereich zwischen 0,9 und 1,4 bar im Los 2 statt sowie 231 Einzelexpositionen in einem Druckbereich zwischen 1,2 und 2,4 bar im Los 1. In keinem der Lose kam es zu Fällen von Drucklufterkrankungen. Der ermächtigte Arzt für das Projekt XFEL Hamburg war Dr. Karl-Peter Faesecke (Hamburg).

Corrib Gastunnel, Irland

Der Corrib Tunnel ist ein einröhriger Tunnel zur Verbindung einer Offshore Gaspipeline im Atlantik mit dem Onshore-Gasterminal auf der irischen Landfläche. Der 4,9 km lange Tunnel wurde zwischen 2012 und 2014 mit einer Slurry-TBM mit einem Bohrdurchmesser von 4,20 m aufgefahren. Die Geologie bestand hauptsächlich aus hoch abrasivem Sandstein und erforderte eine Vielzahl von Druckluftarbeiten zum Werkzeugwechsel.



Quelle/Credit: Stephan Assemacher

Schweißarbeiten unter Druckluft am Schneidrad im Tunnel Jenbach

Welding work in compressed air on the TBM cutterhead in the Tunnel Jenbach

were done in the main tunnel (pressure range from 1.0 to 2.8 bar). During the main tunnel drive works no case of DCI had to be treated. The connection of the rescue tunnels to the main tunnel was done from July 2008 to March 2009. In total 2558 individual exposures from a pool of 120 compressed air operatives were necessary to complete the works in compressed air. The pressure varied between 1.9 and 2.7 bar. Again no case of DCI occurred.

Appointed medical doctor for the project Tunnel Jenbach was Prof. Dr. Egmont Baumgartner (Hall in Tyrol).

Tunnel XFEL, Hamburg, Germany

The Tunnel XFEL consists of 11 tunnel drives in total. The individual tunnel lengths vary from 137 m up to approximately 2000 m. The three tunnels of lot 2 were excavated with a Slurry-TBM with 6.18 m bore diameter; lot 1 with eight tunnels was excavated using a Slurry-TBM with 5.45 m bore diameter. The geology consisted mainly of sands, gravels, silts and marl. The tunnels from lot 2 were excavated from July 2010 to July 2011. Lot 1 was excavated from February 2011 to June 2012.

The compressed air work on both lots can be described as a normal number of cutter head and face inspections, some single tool changes, one obstacle removal and cleaning of the pressure release chamber after each breakthrough. In total 225 individual exposures were done on lot 2 (pressure range from 0.9 to 1.4 bar) and 231 exposures on lot 1 (pressure range from 1.2 to 2.4 bar). No case of DCI was observed neither in lot 2 nor in lot 1.

Der Arbeitsdruck lag zwischen 1,3 und 2,2 bar und musste aufgrund der Tide des Meeres angepasst werden. Mehr als 50 Interventionen in Druckluft mit insgesamt 767 Einzelexpositionen wurden während der Bauarbeiten verfahren.

Das Health & Safety Management System für die Durchführung der Druckluftarbeiten wurde nach der Deutschen Druckluftverordnung (DruckLV) ausgeführt. Die typischen Expositionsbedingungen waren durch schwere körperliche Arbeit unter beengten Platzverhältnissen sowie durch schwierige klimatischen Bedingungen mit hohen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit gekennzeichnet. Aus diesem Grund wurden die Aufenthalts- und Ausschleusungszeiten in Abhängigkeit der Arbeitsschwere durch den ermächtigten Arzt angepasst.

Die Ausführung von Schweiß- und Brennarbeiten machte zusätzliche gesundheits- und sicherheitstechnische Maßnahmen erforderlich, so zum Beispiel die Versorgung mit reiner Atemluft von außen durch Schlauchleitungen und Masken. Alle Maßnahmen wurden mit dem ermächtigten Arzt koordiniert.

Während der Bauphase trat ein einzelner, leichter Fall von DCI Typ I (0,1%) auf, der in der Krankenschleuse behandelt werden konnte. Der ermächtigte Arzt für das Projekt Corrib war Dr. Wolfgang Förster (München).

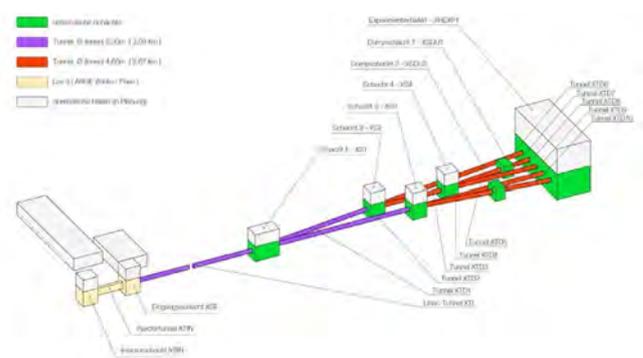
Sammler Isebek, Hamburg, Deutschland

Der Sammler Isebek in Hamburg ist ein tief liegender Tunnel im Innenstadtbereich von Hamburg. In 23 m Tiefe wird dort ein 2,4 km langer Abwassertunnel mit einer TBM mit 3,00 m Durchmesser im Rohrvortriebsverfahren hergestellt. Parallel zu den Tunnelvortriebsarbeiten werden fünf Senkkästen als Verbindungs- und Inspektionsbauwerk platziert. Die Drücke variieren zwischen 1,2 und 1,7 bar. Aufgrund des hohen Verschleißes an Werkzeugen und am Schneidrad mussten bereits zahlreiche Schweißarbeiten unter Druckluft ausgeführt werden. Die Luftversorgung erfolgte dabei von außerhalb der Arbeitskammer über Schläuche und Atemmasken. Nachdem im Herbst 2015 etwa die Hälfte des Tunnels aufgefahren war, waren bereits 812 individuelle Expositionen mit Sauerstoffdekompression aufgezeichnet worden. Hierbei traten bislang keine mit den Druckluftarbeiten verbundenen gesundheitlichen Probleme bzw. DCI auf. Der ermächtigte Arzt für das Projekt Isebek ist Dr. Wolfgang Förster (München).

Relevante Aspekte für das Auftreten einer Drucklufterkrankung

Generell beinhalten Druckluftarbeiten ein sehr hohes Gefährdungspotenzial. Aus diesem Grund müssen schon während der Design- und Planungsphase einer Druckluftbaustelle die besonderen Bedingungen geprüft werden, unter denen die Arbeiten ausgeführt werden sollen.

Verschiedene der nachfolgend aufgeführten Einflüsse wirken sich während der Arbeit in Überdruck aus. Der Effekt kann dabei für jeden Mitarbeiter einer Druckluftschicht unterschiedlich sein und kann sich auch von Schicht zu Schicht in Abhängigkeit der persönlichen Tagesform für den jeweiligen Druckluftarbeiter ändern.



Quelle/credit: XFEL GmbH

Schematische Darstellung des Tunnelprojekts XFEL, Hamburg

Schematic representation of the XFEL tunneling project in Hamburg

Appointed medical doctor for the project Tunnel XFEL Hamburg was Dr. Karl-Peter Faesecke (Hamburg)

Corrib Gas Tunnel, Ireland

The Corrib Tunnel was built as a one tube tunnel to connect an offshore gas pipeline from the Atlantic Ocean to the onshore gas terminal. The 4.9 km long tunnel drive was excavated from 2012 to 2014 using a Slurry TBM with 4.2 m bore diameter. The geology mainly consisted of highly abrasive sandstone, which caused a large number of compressed air work interventions for tool exchange. The working pressure range was between 1.3 bar and 2.2 bar and had to be adjusted to the tidal influence of the Atlantic Ocean. More than 50 compressed air work interventions had to be performed with a total of 767 individual exposures that had to pass a decompression procedure.

The health and safety management system for compressed air work was performed according to the German compressed air work regulations "Druckluftverordnung (DruckLV)". The typical exposure conditions required strenuous physical work in confined space situation, in a sultry working climate of high temperature and high humidity. The decompression tables were adapted to the working conditions by the appointed compressed air medical doctor.

The need of hot works necessitated additional health and safety procedures, e.g. by using unpolluted external breathing air via masks and hoses. All measures were coordinated with the appointed doctor. During the construction period one minor case of DCI type I (0.1%) had to be treated in the hyperbaric treatment chamber on site.

Appointed medical doctor for the project Tunnel Corrib was Dr. Wolfgang Förster (Munich).

Sewer Isebek, Hamburg, Germany

The Isebek Sewer in Hamburg is a deep tunnel drive in the inner City of Hamburg. In 23 m depth a 2.4 km long waste water tunnel will be constructed using a TBM with 3,00 m bore diameter. The tunnel is constructed using the pipe jacking technology. Parallel to tunnelling works five caissons will be sunk down to the tunnel as inspection and connection facilities. The pressure range varies between 1.2 bar and 1.7 bar.

Geometrische Restriktionen

Arbeiten in Tunneln gelten als Arbeiten unter beengten Verhältnissen. Zugang und Ausgang aus dem Tunnel sind während des Vortriebs in der Regel auf ein Portal beschränkt. Druckluftarbeiten sind daher als eine zusätzliche Einschränkung der ohnehin beengten Verhältnisse anzusehen. Der Einstieg in den Überdruckbereich und die Rückkehr in den atmosphärischen Tunnelbereich erfolgen über Personenschleusen. Platzbedingungen und Größe des Arbeitsbereichs in der Arbeitskammer sind unterschiedlich, je nachdem, ob es sich um einen TBM-Vortrieb, einen Senkkasten oder einen Tunnel, der komplett unter Druckluft aufgefahren wird, handelt.

In TBM-Vortrieben mit Flüssigkeitsstützung der Ortsbrust muss zudem berücksichtigt werden, dass es in den meisten Fällen ausreichend ist, wenn während der Druckluftarbeiten nur eine Halbabsenkung der Stützflüssigkeit durchgeführt wird. Eine Vollabsenkung wird nach Möglichkeit vermieden und nur vorgenommen, wenn es notwendig ist, im Sohlbereich der Vortriebsmaschine zu arbeiten – etwa zur Reparatur des Steinbrechers. Bei größeren Maschinendurchmessern kann auch der Fall eintreten, dass nur eine Drittelabsenkung durchführbar ist, wenn die statische Berechnung des Stützdruckes aufgrund des Druckgradienten keine weitere Absenkung zulässt.

Auf der einen Seite wird die Absenkung des Flüssigkeitsspiegels so gering wie möglich gehalten, um nur den wirklich erforderlichen Teil der Ortsbrust mit Druckluft zu stützen und damit das Risiko eines Ausblägers zu minimieren. Auf der anderen Seite bedeutet das eine weitere Einschränkung des ohnehin schon geringen Arbeitsbereichs in der Arbeits- und Abbaukammer der TBM.

Bei Senkkastenarbeiten kann der Zugang in die Arbeitskammer sehr beschwerlich sein, wenn es sich beispielsweise um einen tiefen Caisson mit einem Schachtrohr und Leiter und/oder Aufzug handelt.

Auf einer TBM spielen der Bohrdurchmesser sowie der Durchmesser des Hauptlagers eine entscheidende Rolle für die Größe der zu installierenden Personenschleuse. Bei kleineren Maschinen kann in der Regel nur eine Schleuse im Schild installiert werden. In Anlehnung an die EN12110 sollte die Höhe der Schleuse 1,80 m nicht unterschreiten. Die Schleuse besteht dabei aus einer Vorkammer und einer Hauptkammer, wobei beide Kammern hinter- oder nebeneinander liegen können. Die Platzverhältnisse in der Schleuse werden durch weitere Installationen wie z. B. Sauerstoffatemanlage, Sprinklersystem und Beleuchtung weiter eingeschränkt. Bei größeren TBM (etwa ab einem Durchmesser von mehr als 9 m) kann gegebenenfalls ein Doppelschleusensystem eingesetzt werden, bei dem jede Schleuse über eine Vor- und Hauptkammer verfügt.

Ein wesentlicher Faktor für den Gesundheitsschutz des Druckluftarbeiters ist die „Wohlfühlwahrnehmung“ während des Ausschleusvorgangs. Lange Ausschleuszeiten in Verbindung mit dem Tragen von (Sauerstoff-)Masken und nur unzureichenden Möglichkeiten, die Ellbogen- und Kniegelenke zu bewegen, können zum Auftreten von Drucklufterkrankungen führen.

A high amount of hot works have already been performed due to wear of tools and the damage of the cutter head. Following the health and safety rules, breathing air from outside the working chamber was supplied via hoses and masks. After completion of about half of the tunnel drive in autumn 2015 already 812 individual exposures with oxygen decompression have been recorded. No compressed air work related health problems like DCI have been reported so far. Appointed medical doctor for the project sewer Isebek is Dr. Wolfgang Förster (Munich).

Influencing Aspects for Decompression Illness

In general compressed air work has to be seen as high potential hazard work. Already during the design and planning phase of a project with compressed air work consideration should be given to the environment in which compressed air work has to be executed. Several aspects affect the compressed air operative whilst working in compressed air. The effect on each individual might be different within the intervention team. It also can be different from one intervention shift to the next intervention shift for the single individual depending on his well-being at that time.

Geometrical Restrictions

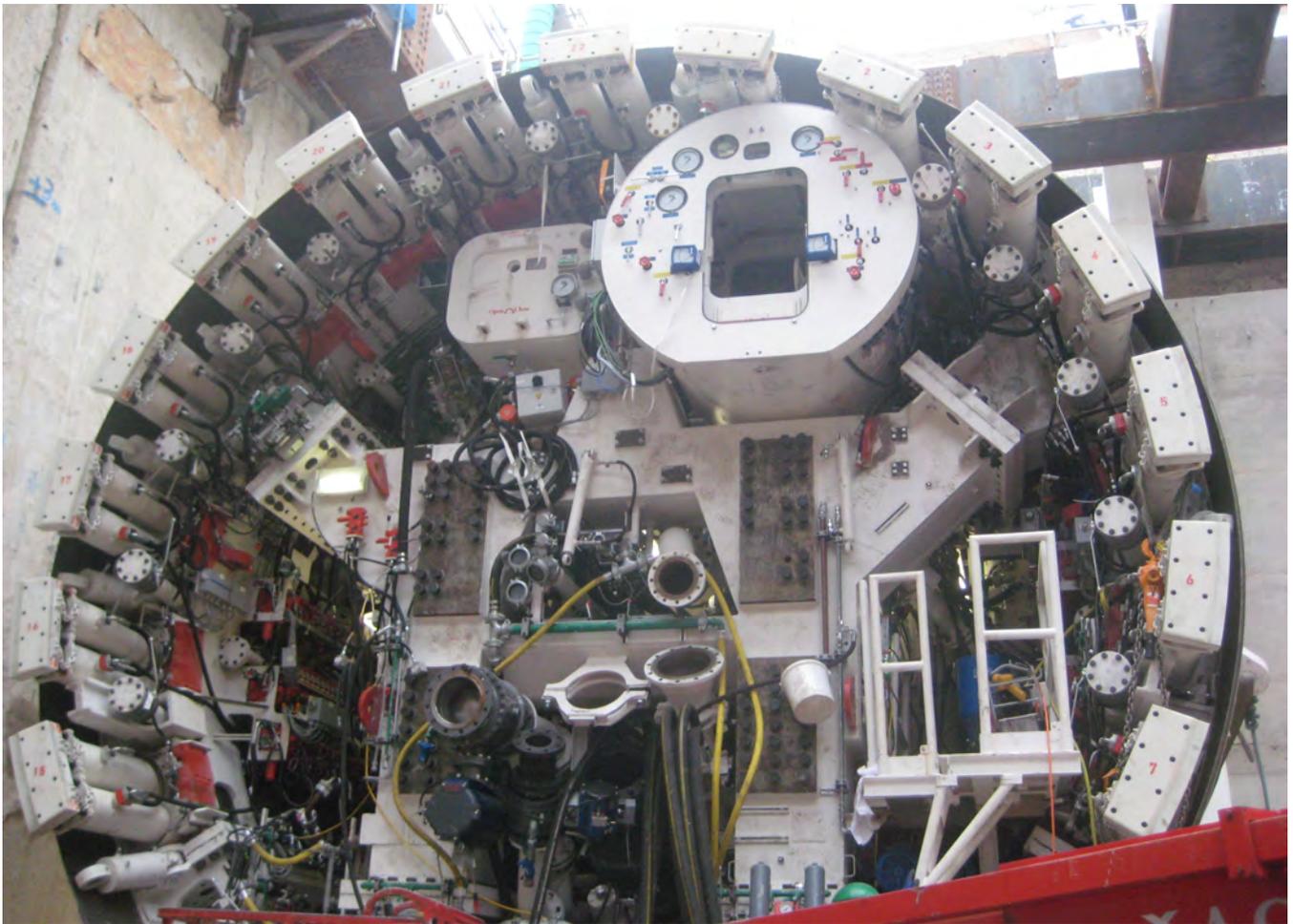
Tunnelling work is work in confined spaces. Access and egress from the tunnel are restricted during construction only to one direction. Compressed air work has to be seen as an additional confined space work within an already existing confined space. Access and egress are restricted through the man lock from the pressurised environment back to atmosphere. In addition the work area for the compressed air operative is different depending on the size of the working/excavation chamber of a TBM, of the working chamber of a caisson or a tunnel completely excavated in compressed air.

On Slurry TBMs it has to be considered that in most cases a half drawdown of the slurry is sufficient for the work which has to be executed in compressed air. A full drawdown of the slurry will be avoided as far as reasonable practicable and only be done if there is the need to work in the lower part of the TBM e.g. for repairs on the stone crusher. On bigger TBMs there might be also the need for only a one third drawdown in case the support pressure calculation does not allow for a half draw down.

On the one hand the drawdown of slurry will be done as little as possible to pressurise the face by compressed air only if necessary and to minimise the risk of a blow out. On the other hand this means further limitation of the already narrow space in the working and excavation chamber.

On caissons the access from the working chamber to the man lock might be restricted if it is a deep caisson with a shaft pipe and ladder and/or man hoist.

The bore diameter of a TBM and the diameter of the main bearing are decisive for the size of the installed man lock. On smaller TBMs in most cases only one man lock can be installed within the shield body. According to the requirements of the EN12110 the height of the man lock has to be at least 1.80 m. It consists of a pre chamber and main chamber whereas both locks are either in line or next to



Quelle/credit (2): Stephan Assenmacher

Personen- und Materialschleuse einer typischen TBM mit einem Bohrdurchmesser von weniger als 7 m

Man lock and material lock on a typical TBM with a diameter of less than 7 m

Psychologische Aspekte

Psychologische Aspekte haben ebenfalls einen großen Einfluss bei Druckluftarbeiten. Nicht jeder, der gemäß der medizinischen Untersuchung als geeignet für Druckluftarbeiten erachtet wird, bringt auch die psychologischen Grundvoraussetzungen mit, diese Art von Tätigkeit auszuüben. Einen ersten Eindruck vermittelt die Probeschleusung nach der medizinischen Untersuchung. Dabei wird der Mitarbeiter vom Druckluftarzt oder gelegentlich von einem erfahrenen Druckluftarbeiter in die Schleuse begleitet; sie führen und unterstützen ihn während der Probeschleusung. In den meisten Fällen findet die Probeschleusung bis 1,0 bar statt, um festzustellen, ob der Mitarbeiter in der Lage ist, den Druckausgleich herzustellen aber auch um Anzeichen von Klaustrophobie zu identifizieren. Diese kann später in der Arbeitskammer zu Panikattacken führen, welche die Arbeitssicherheit erheblich gefährden können. Zur Beobachtung seines Verhaltens unter höheren Drücken, bei denen Aspekte der Stickstoffnarkose mit Tiefenrauschsymptomen auftreten können, die Atemarbeit erschwert wird und die Stimmlage sich verändert, kann in Betracht gezogen werden, die Probeschleusung bis zu derjenigen Druckstufe weiterzuführen, unter der der Mitarbeiter später arbeiten würde.

each other. The space inside the locks is very limited as there are also other installations within the lock as oxygen breathing system, water sprinkler and lighting. On bigger TBMs with a diameter of more than 9.00 m there could be a chance for a double lock system whereas each system consists of a pre chamber and main chamber. Feeling comfortable inside the man lock during decompression is one essential contributory factor for the health of the compressed air operative. Long decompression time in combination with wearing (oxygen) masks and restricted possibilities to move the main joints such as elbows and knees will contribute to the occurrence of DCI.

Psychological Aspects

Psychological aspects also have a high importance in compressed air work. Not everyone deemed fit for compressed air work from the annual medical examination is also fit from a psychological point of view. A first indicator is the trial pressurisation which will be done once the operative has successfully passed his medical appointment. The operative will be accompanied by an experienced compressed air operative who observes him during the trial. In most cases the trial pressurisation is only done up to 1.0 bar to see if the new operative is able to achieve pressure equalisation and if he shows any symptoms

Eine Probeschleusung in einer Krankendruckluftkammer ist dabei nicht zu vergleichen mit der Dekompression in einer Personenschleuse nach Beenden der Druckluftarbeiten. Die persönliche Belastung durch beengte Platzverhältnisse, die man erst nach teils langwierigen Ausschleusvorgängen verlassen kann, führt gegebenenfalls zusammen mit anderen widrigen Umständen wie Lärm, hoher Luftfeuchtigkeit, Hitze, Kälte oder schlechter Luftqualität dazu, dass der Mitarbeiter Angst vor den Arbeiten in Druckluft entwickelt oder sich körperlich so unwohl fühlt, dass er als nicht geeignet für Druckluftarbeiten angesehen werden muss. Solche Anzeichen sollten von einem erfahrenen Druckluftbefähigten oder seinen Vertretern erkannt werden, auch wenn der betroffene Mitarbeiter seine Ängste oder Bedenken selbst nicht äußert. Keinesfalls sollte ein Vortriebs-Mitarbeiter zu Arbeiten in Druckluft gedrängt werden. Druckluftarbeiten sind grundsätzlich als freiwillige Arbeiten zu betrachten.

Physische Aspekte

Zusätzlich zu den geometrischen Einschränkungen und psychologischen Aspekten beeinflusst die Schwere der jeweiligen Arbeit die Gesundheit der Druckluftarbeiter. Es macht einen großen Unterschied, ob der Mitarbeiter eine Druckluftintervention unternimmt, um die Abbaugeräte einer TBM oder die Geologie der Ortsbrust nur zu kontrollieren oder ob er anstrengende körperliche Tätigkeiten wie zum Beispiel Werkzeugwechsel, Hindernisbergung, Reparaturarbeiten, Reinigungsaufgaben oder Schweiß- und Schneidarbeiten ausführt.

Der Kerneinfluss auf die Gesundheit bei Druckluftarbeiten wird durch Stickstoffaufsättigung im menschlichen Gewebe hervorgerufen. Maßgeblichen Einfluss auf die Höhe der Aufsättigung hat dabei neben Druckhöhe und Aufenthaltsdauer auch die Schwere der körperlichen Belastung. Die Dekompressionstabellen sind grundsätzlich für „mittelschwere“ Arbeiten kalkuliert.

of agoraphobia. For familiarisation reasons and also for observation of his behaviour in higher pressure stages, where nitrogen narcosis might occur, it should be assessed if the operative will be pressurised up to the stage where he later will work.

Nevertheless trial pressurisation in a medical chamber is different from work in compressed air and decompression in the man lock thereafter. The severe environment in a confined space – which you know you can only leave after a time consuming decompression procedure – together with other severities as noise, humidity, heat or cold or air quality might be reasons for an operative being fearful in that environment or feeling such discomfort that he has to be classified as unfit for compressed air work.

These symptoms should be recognised by an experienced compressed air contractor, person in charge or hyperbaric supervisor even if the affected operative does not tell his concerns. No one should be forced to work in compressed air even if he is physically fit. Compressed air work is absolutely voluntary work.

Physical Aspects

In addition to geometrical restrictions and psychological aspects the work severity affects the health of the compressed air worker. There is a huge difference if the compressed air operative is doing an intervention to inspect the cutter tools of a TBM or the geological situation at the face or if he does physical work such as tool change, obstacle removal, repair work, cleaning work or cutting and welding work.

The main effect of compressed air work on health is caused by partial nitrogen saturation in human tissue. Not only the pressure level and duration have an influence on the level of partial saturation but also the severity of the strain on the body. Decompression tables are generally calculated for work of "medium severity".

The severity of the work thus has to be taken into account in the correct application of decompression tables. According to the recognised rules of occupational medicine, at least one time stage longer



Ergonomisch unzureichende Bedingungen in einer Personenschleuse

Non ergonomic conditions in a man lock



Quelle/Credit: Stephan Assenmacher

Falsche (links) und richtige Körperhaltung (rechts) während der Dekompression
 Incorrect (left) and correct posture (right) during decompression

Die Schwere der Arbeit muss also bei der fachkundigen Anwendung der Ausschleustabellen Berücksichtigung finden. Nach den anerkannten Regeln der Arbeitsmedizin ist bei schweren körperlichen Arbeiten mindestens mit einer Zeitstufe höher auszuschleusen, als in der Ausschleustabelle angegeben. Für Druckluftarbeiten in Tunnelbohrmaschinen ist es „Code of Good Practice“, diesen Zeitzuschlag für alle Expositionen grundsätzlich anzuwenden und bei körperlichen Erschwernissen, in Abstimmung mit dem Druckluftarzt, weitere Zeitzuschläge zu berücksichtigen. Grundlage dafür sind die geometrischen und klimatischen Besonderheiten von TBM sowie die typischen Arbeiten der Werkzeugwechsel mit ihren Erschwernissen. Häufig liegt auch eine mangelnde Adaptation an die Druckluftarbeit vor, wenn die Aufenthalte als Interventionsexpositionen nach zahlreichen überdruckfreien Arbeitstagen stattfinden.

Druckluftarbeiten in einer Caissonbaustelle sind unter dem Aspekt der Adaptation an die Überdruckarbeit günstiger zu bewerten, da der Arbeitsdruck sukzessive ansteigt und die höchsten Arbeitsdrücke erst gegen Ende der Maßnahme erreicht werden. Eine Zwischenstellung nimmt hier der konventionelle Tunnelvortrieb unter Überdruck ein, der zwar schon bei der ersten Exposition den endgültigen Arbeitsdruck vorgibt, durch täglich wiederkehrende Druckluftexposition jedoch eine deutlich bessere Adaption ermöglicht.

Planung

Schon in der Planungsphase eines Projektes sollten Maßnahmen vorgesehen werden, um Druckluftarbeiten weitestgehend zu vermeiden. Hierzu gehören beispielsweise Verschleißerkennungssysteme am Schneidrad bzw. an einzelnen Werkzeugen sowie Bereiche, in denen Werkzeugwechsel und Reparaturen unter

than given in the decompression table is required after heavy physical work. For compressed air work in tunnel boring machines, it is good practice to apply this extra time for all exposures and if the work is especially hard, consider additional time supplements in discussion with the appointed medical doctor. This should be based on the particular geometrical and climatic conditions of TBMs and typical tasks for tool changing with their severity. Adaptation for compressed air working is also often insufficient if the intervention exposure follows numerous working days at atmospheric pressure.

Acclimatisation to compressed air work is another key factor. In a caisson the operatives work

regularly in that environment. They are acclimatised to compressed air work. Pressure height will increase slowly with the performance of the works. On TBMs compressed air work is normally only periodically in case of inspections or tool changes. This has to be taken into account as well as the pressure height where the works will be executed.

Planning

Measures should already be foreseen in the planning phase of a project to avoid the need for compressed air work activities as far as it is reasonable. Possible solutions could be the installation of wear detection systems on the cutter head/cutter tools or areas, where interventions at the cutter head can be done at atmospheric pressure (e.g. grout block, shafts). Where compressed air work cannot be avoided completely the design of the locks and chambers should allow for ergonomic work a decompression procedure.

Regular short inspections should be done to avoid heavy repair work after damage caused by a poor maintenance regime. Also a sufficient number of CA operatives should be foreseen to execute compressed air work.

The working time which is given in the decompression tables does not take into account all adverse factors explained in the chapters before. The working time therefore has to be seen as the maximum allowed time which has to be decreased under consideration of all adverse circumstances of the planned intervention. It has to be reduced in such a way that the health of the compressed air worker can be ensured. In addition to that extra breaks should be offered for the compressed air operative, depending on the severity of the work executed.

Individual Behaviour of the CA Operatives

The correct behaviour of the compressed air operatives is also essential to avoid any cases of DCI. There are certain rules and

atmosphärischen Bedingungen durchgeführt werden können – zum Beispiel Dichtblöcke oder Schächte. Falls Druckluftarbeiten unvermeidbar sind, sollten die Druckluftschießen und Arbeitskammern eine ergonomische Ausführung der Arbeiten erlauben. Zur Vermeidung langwieriger Reparaturen als Folge einer schlechten Wartungsplanung sollten regelmäßige kurze Inspektion durchgeführt werden. Darüber hinaus sollte für die Ausführung anstehender Druckluftarbeiten stets Druckluftpersonal in angemessener Anzahl zur Verfügung stehen.

Die Werte in der Dekompressionstabelle sind grundsätzlich aus einem Algorithmus generiert, der das Gewebeverhalten eines fiktiven Standardmenschen zugrundelegt. Aufgrund der großen interindividuellen aber auch intraindividuellen Unterschiede der Menschen sollen die Tabellen nicht bis an ihre Grenzen ausgeschöpft werden. Die Aufenthaltszeit muss daher als die maximal zulässige Zeit gesehen werden, die gemäß den oben erwähnten Besonderheiten der Belastung und Beanspruchung bei Druckluftarbeiten entsprechend reduziert werden muss, um die Gesundheit aller druckluftexponierten Mitarbeiter sicherzustellen. Zusätzlich helfen planmäßige, von der Arbeitsschwere abhängige Pausenzeiten, um Drucklufterkrankungen zu vermeiden.

Gesundheitsgerechtes individuelles Verhalten bei Druckluftarbeit

Für die sichere Vermeidung von Drucklufterkrankungen ist auch das korrekte individuelle Verhalten des Druckluftexponierten maßgeblich. Hierzu gibt es einige Verhaltensregeln und Hinweise:

a) Allgemeine Verhaltensregeln für Druckluftarbeiter

- Gesunde leichte Ernährung vor Arbeitsbeginn, keine blähenden Speisen
- Ausreichende Flüssigkeitszufuhr vor, während und nach der Druckluftarbeit (abhängig von Temperatur und Arbeitsschwere mindestens 2,8 Liter)
- Keine alkoholischen Getränke ab acht Stunden vor Aufnahme der Druckluftarbeit
- Keine Druckluftarbeit wenn man sich nicht gesund fühlt, z. B. Halsschmerzen, Erkältungssymptome, Unwohlsein etc. (Meldung an Druckluftbefähigten oder Schleusenwärter ist erforderlich)

b) Während der Druckluftarbeit

- Punktuelle Gewebeunterkühlungen vermeiden, wie sie durch Anlehnen an Metallteile (Schildmantel, Rohre etc.) hervorgerufen werden können
- Vermeidung von Zwangshaltungen während der Arbeit, keine langen Arbeiten in kniender Haltung. Bei schweren Arbeiten sollte die Tätigkeit im Wechsel mit Kollegen durchgeführt werden

c) Beim Ausschleusen

- Feuchte Arbeitskleidung gegen trockene Kleidung wechseln
- Punktuelle Unterkühlungen beim Ausschleusen vermeiden
- Einseitige Haltung oder Zwangshaltungen vermeiden.



The world speaks bauma. Join the conversation!

Experience trends, innovations and enthusiasm up close at the industry's most important international exhibition. This is where the world comes together, so you can't miss out!

Prepare your business success and look forward to:

- ▶ 3,400 exhibitors
- ▶ More than half a million visitors
- ▶ 605,000 m² of space

Get your ticket now:
www.bauma.de/tickets/en

31st Edition of the World's Leading Trade Fair for Construction Machinery, Building Material Machines, Mining Machines, Construction Vehicles and Construction Equipment

www.bauma.de

   
bauma Official

THE HEARTBEAT OF OUR INDUSTRY
bauma 2016
April 11–17, Munich

date		shifts	pressure	type of work							work severity					remarks			
from	to	no.	from	to	inspection	tool change	obstacle removal	repair	welding/cutting	cleaning	manual handling	diving in bentonite	pressure height	noise	humidity	heat	cold		
12.10.2002		1	1,00		x									x	x				inspection cutterhead before leaving grout block
13.11.2002	03.12.2002	71	1,80	2,60		x	x	x	x		x		x	x	x				repair of damaged cutterhead @ ring 46 incl. welding work
04.12.2002	08.12.2002	19	2,00				x				x		x	x	x				removal of boulders @ ring 48
10.12.2002	12.12.2002	5	2,70				x				x	x	x	x	x				boulder in submerged wall door, diving in bentonite @ ring 51
14.01.2003		1	2,10		x								x	x	x				inspection cutterhead @ ring 135
23.01.2003		1	2,60		x								x	x	x				inspection cutterhead @ ring 174
27.01.2003	03.02.2003	44	2,45	2,80		x	x				x	x	x	x	x				cutter tool change, removal boulder in submerged wall, diving in bentonite (@ ring 194)
05.02.2003	12.02.2003	39	2,70	2,95			x	x	x		x	x	x	x	x				repair grill in TBM invert behind stone crusher, diving in bentonite (@ ring 199)
07.03.2003	12.03.2003	36	2,75	3,10		x		x			x		x	x	x				cutter tool change @ ring 356
22.03.2003		1	2,25		x								x	x	x				inspection cutterhead @ ring 412
29.03.2003		2	1,85	2,20		x					x		x	x	x				cutter tool change @ ring 448
10.04.2003		2	1,00	1,10	x	x							x	x					cutter inspection in grout block @ ring 518

Herrentunnel Northbound drive

date		shifts	pressure	type of work							work severity					remarks			
from	to	no.	from	to	inspection	tool change	obstacle removal	repair	welding/cutting	cleaning	manual handling	diving in bentonite	pressure height	noise	humidity	heat	cold		
01.07.2012		1	0,75		x									x	x				inspection cutterhead before leaving grout block
16.07.2003		1	2,00		x								x	x	x				inspection cutterhead @ ring 58
29.07.2003		1	2,70		x								x	x	x				inspection cutterhead @ ring 130
11.08.2003	18.08.2003	38	2,65	3,50		x		x			x	x	x	x	x				cutter tool change @ ring 199, stone crusher repair, diving in bentonite to remove lost tools
11.09.2003		2	2,60		x								x	x	x				inspection cutterhead @ ring 391
21.09.2003	22.09.2003	5	3,00		x				x				x	x	x				inspection cutterhead @ ring 450
02.10.2003	03.10.2003	7	0,80	1,10	x						x		x	x					cutter tool change @ ring 504 in grout block

Detaillierte Aufzeichnung der Druckluftarbeiten beim Herrentunnel

Herrentunnel: Detailed data of compressed air work

Regelmäßig die großen Gelenke bewegen. Knie strecken, Fuß heben, Rücken strecken

- Auf sicheren und dichten Sitz der Sauerstoffmaske achten.
- Einschlafen (flache Atmung) während der Ausschleusung vermeiden, gleichmäßig atmen
- Auf sichere Einhaltung der Ausschleuszeit achten

d) Nach dem Ausschleusen

- Körperliche Anstrengungen vermeiden, kein Sport, ggf. Abstimmung mit dem Druckluftarzt
- Warm aber nicht heiß duschen
- Keine weitere Dekompression durch Passfahrten, Flugreisen oder Höhenaufhalte
- Vorgeschriebene Wartezeit auf der Baustelle einhalten
- Jede Gesundheitsstörung nach Druckluftarbeit, jede Form von Gelenkschmerzen, Hauterscheinungen, vor allem jedes Anzeichen einer Dekompressionserkrankung sofort entsprechend der Notfallkarte dem Verantwortlichen auf der Baustelle, bzw. dem Druckluftarzt melden.

Schlussfolgerungen und Bewertungen

Insgesamt wurden mehr als 25 000 dekompressionspflichtige Einzelexpositionen bei sieben Projekten untersucht. In 36 Fällen

guidance instructions for the compressed air operative for the correct behaviour such as follows:

a) General Rules for Compressed Air Workers

- Eat moderately before you go to shift (avoid flatulent food)
- Drink a sufficient amount of water before, during and after work in compressed air to avoid dehydration (depending on temperature and the difficulty of work, at least 2.8 litres)
- Avoid alcoholic beverages the day before intervention
- Do not compress if you are unfit on the intervention day due to colds, influenza etc. (If not feeling well, report immediately to the supervisor)

b) During Work in compressed Air

- Avoid local cold spots during work, such as can be caused by leaning on metal parts (shield skin, pipes etc.)
- Avoid unilateral or cramped posture during work such as kneeling. When the work is difficult, it should be undertaken in alternation with colleagues

c) Decompression Phase

- Remove wet clothes and put on dry clothes
- Avoid local cold spots during decompression

(0,14 %) kam es zu leichten Drucklufterkrankungen (DCI Typ I). Von den 36 Fällen traten allein 32 Fälle bei Projekten vor 2006 auf, die etwa 2600 dekompressionspflichtige Einzelexpositionen umfassten (Anteil der Drucklufterkrankungen DCI Typ I: 1,24 %). Bei den späteren Projekten mit den verbleibenden 22 400 dekompressionspflichtigen Einzelexpositionen wurden nur noch vier Fälle gezählt (0,02 %).

Bei allen aufgetretenen Fällen, die auf den der Auswertung zugrundeliegenden Projekten entstanden, haben sich entsprechende Auslöser identifizieren lassen.

Zu Beginn der Einführung der neuen Schleustabellen mit Sauerstoffschleusungen wurden die Tabellen rein „statisch“ ohne Berücksichtigung individueller Faktoren oder Arbeitsschwere angewendet. Aus den Daten des Projektes Herrentunnel kann schlussgefolgert werden, dass die hohe Anzahl an Drucklufterkrankungen auf die fehlende Akklimatisierung der Druckluftarbeiter an die Druckhöhe zurückzuführen ist. Zusätzlich zu Arbeiten in Druckluft waren hier auch innerhalb der Arbeitskammer Taucherarbeiten in Bentonit durchzuführen.

Nachdem die Ausschleusungstabellen konservativer angewendet wurden und Belastungen und Arbeitsschwere Berücksichtigung in den Aufenthalts- und Ausschleusungszeiten gefunden haben, konnten die Fälle der Drucklufterkrankungen auf nahezu 0 % reduziert werden.

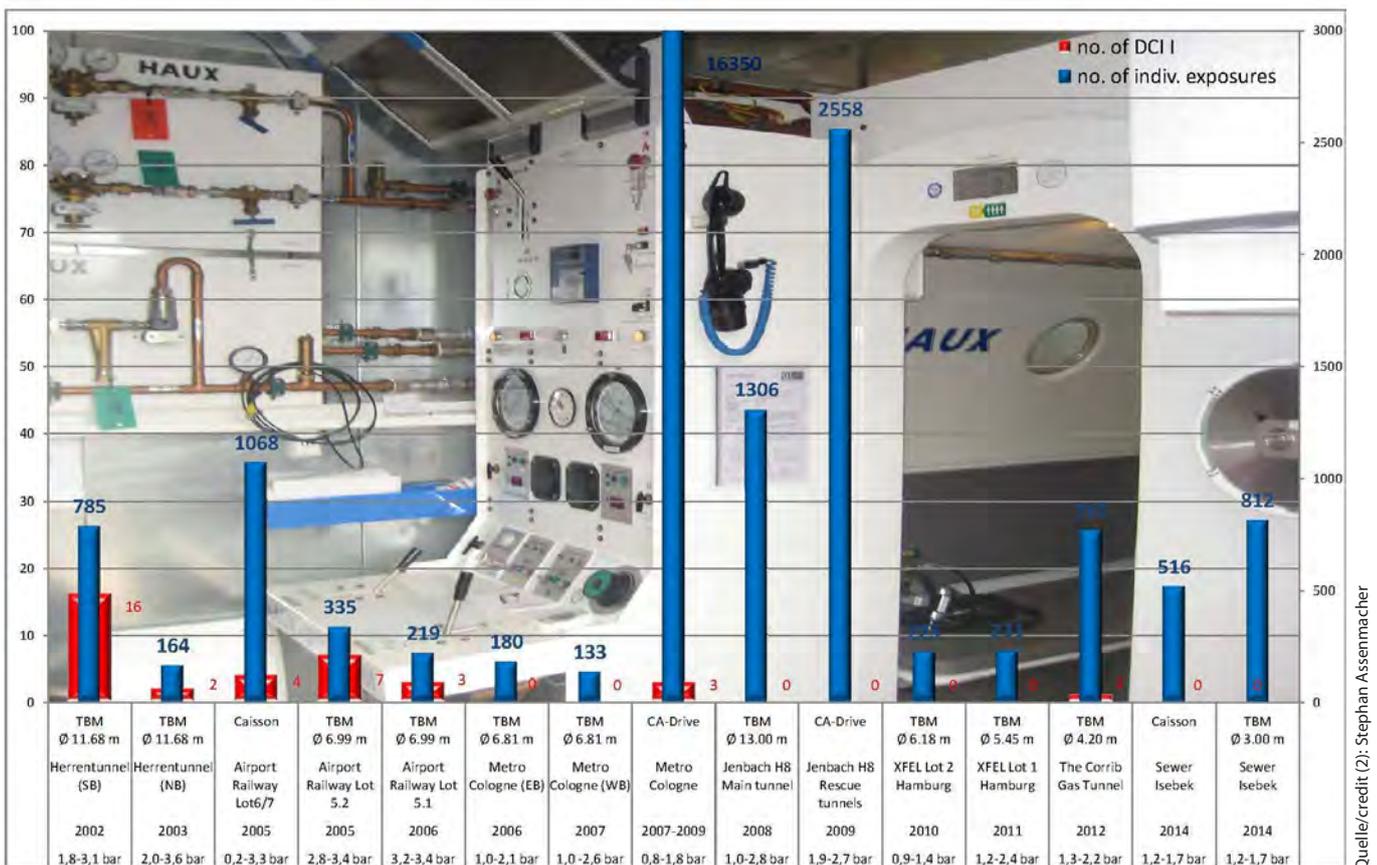
- Avoid unilateral or cramped posture during decompression (moving and stretching slightly during decompression)
- The oxygen mask must be fastened properly and tightly around mouth and nose
- Avoid falling asleep during decompression, breathe evenly
- Comply with decompression times

d) After Decompression

- Avoid physical exertion after compressed air work
- Avoid hot showers after compressed air work
- No further decompressions like journeys by airplane or cable car rides
- Comply with waiting times after decompression
- If feeling unwell and/or suffering from DCI immediately report to your worksite and arrange to see the medical lock attendant or the medical doctor

Symptoms and Findings

In total more than 25 000 individual exposures of seven projects have been evaluated. 36 cases of DCI I occurred (0.14 %). 32 cases occurred on projects earlier than 2006 which had 2600 individual exposures (1.24 % DCI I). On the projects later than 2006 with the remaining 22 400 individual exposures only four cases of DCI I



Gegenüberstellung der Anzahl der individuellen Expositionen mit Sauerstoffdekompression und der Drucklufterkrankungen in den untersuchten Projekten
 Comparison of individual exposures with oxygen decompression and cases of Decompression Illness related to the analysed projects

Quelle/credit (2): Stephan Assenmacher

Die wenigen Fälle von Drucklufterkrankungen, die dennoch auftraten, waren weitgehend durch individuelles Fehlverhalten erklärbar. Dieses erfolgte nicht zwangsweise bewusst, sondern teilweise auch unbewusst, durch entsprechende Erschöpfungszustände nach der Arbeit. So müssen die Druckluftexponierten noch eine lange Zeit in der Schleuse verbringen, um vom Arbeitsdruck wieder kontrolliert auf den atmosphärischen Druck dekomprimiert zu werden. Durch die Sauerstoffatemmasken sind sie darüber hinaus nicht in der Lage, miteinander verbal zu kommunizieren. Einschlafen mit flacher Atmung und als Resultat mangelnde Sauerstoffzufuhr kann die Folge sein. Auch kann die eingeschränkte Beweglichkeit zu Zwangshaltungen führen, die das Fließverhalten des Blutes beeinträchtigen. Desweiteren begünstigen punktuelle Unterkühlungen die Entstehung einer möglichen Dekompressionserkrankung.

Ergebnisse und Empfehlungen

Druckluftarbeiten erfordern eine gründliche Planung. Wann immer möglich, sollten alternative Lösungsmöglichkeiten den Vorzug erhalten. Falls Druckluftarbeiten unumgänglich sind, müssen Maßnahmen ergriffen werden, um ihren Umfang so weit wie möglich zu minimieren.

Das Design der Schleusen und Arbeitskammern muss ein ergonomisches Arbeiten erlauben. Zudem ist eine ausreichende Anzahl von Druckluftarbeitern für die Durchführung der voraussichtlichen Aufgaben einzuplanen. Auch für nur temporär geplante Druckluftarbeiten wie beim TBM-Vortrieb muss eine angemessene Mitarbeiterzahl zur Verfügung stehen.

Druckluftarbeiten sind absolut freiwillig. Kein Vortriebsarbeiter kann gedrängt werden, in Druckluft zu arbeiten.

In enger Zusammenarbeit zwischen dem Fachkundigen und dem ermächtigten Arzt müssen Belastung und Schwere der Arbeit in Bezug auf den Arbeitsdruck und andere Faktoren evaluiert werden. Bezogen auf die maximal zulässige Aufenthaltszeit müssen durch den ermächtigten Arzt Abschlüsse festgelegt werden, die den Aufenthalt begrenzen bzw. die Ausschleusungszeit erhöhen. Es hat sich als „Good Practice“ bei Druckluftarbeiten erwiesen, einen Zeitzuschlag einzuführen (Ausschleusung nach der nächst höheren Zeitstufe und/oder Druckstufe in Abhängigkeit der Arbeitsschwere).

Falls während der Sauerstoffdekompression Pausen bei der Sauerstoffatmung (kurzzeitiges Absetzen der Masken, um zu essen oder zu trinken) vorgesehen sind, muss diese Zeit, in der kein Sauerstoff geatmet wird, auf die Grundzeit aufgeschlagen werden, damit die korrekte Ausschleusungsdauer mit Sauerstoffatmung gewährleistet wird.

Die Arbeitssicherheit bei Druckluftarbeiten ist in hohem Maße von der Kompetenz des Baustellenmanagements und der druckluftärztlichen Betreuung abhängig. Darüber hinaus ist das korrekte Verhalten des druckluftexponierten Mitarbeiters entscheidend bei der Vermeidung von Drucklufterkrankungen. Konsequente und regelmäßige Unterweisungen durch den Druckluftbefähigten sowie den ermächtigten Arzt helfen, dies zu unterstützen. 

occurred (0.02 %). From all cases two types of reasons for the occurrence of DCI can be identified:

At the beginning of the decompression with the “new” decompression tables those tables have been used absolutely static without any consideration of individual factors or work severity.

From the data of the Herrentunnel it can be concluded that the high number of DCI occurred because there was no chance for acclimatisation to the pressure height and the work severity for the divers, who had to dive in bentonite in a compressed air surrounding. Once the tables were used more flexible the number of DCI could be decreased to nearly 0 % on the actual projects.

The cases of DCI that still occurred on the introduced projects were caused by incorrect behaviour of the operatives. This incorrect behaviour was not intentionally but just human nature. After severe physical work such as tool change the operatives are tired and have to sit for a long time in the man lock. They cannot communicate due to the masks they are wearing and fall asleep so that they do not breathe in sufficient oxygen. They also do not move their joints slightly during decompression and in some cases they even lean on cold surfaces. All this favours DCI after decompression.

Conclusions

Compressed Air work has to be planned properly. Whenever possible it should be avoided and replaced by other techniques. Where compressed air work has to take place measures should be planned to minimise its extent as far as it is practicable. The design of the locks and chambers should allow for ergonomic work and decompression conditions.

Furthermore a sufficient number of compressed air operatives has to be available at any time. Even for compressed air working, which is only temporary such as on a TBM drive, a reasonable number of employees must be available.

Compressed air work is strictly voluntary. No one can be forced to work in compressed air.

The appointed doctor has to help determining the value of stress and strain caused by the type of work, pressure height and other influencing factors. The working time in compressed air has to be adapted and decreased from the maximum allowed working time according to the tables. The tables itself have to be adapted by the doctor according to the stress and strain values.

It has become good practice to implement a time surcharge (decompression considering the next higher time line or/and pressure stage) depending on the work severity

If during oxygen decompression breaks in oxygen breathing via masks will be foreseen, the additional time without oxygen breathing during decompression has to be added to the working time to allow for the correct decompression time with oxygen breathing. Guaranteeing safety in compressed air work is dependent on the competency of the site management and the appointed doctor team. In addition to that correct behaviour of the compressed air operatives is the decisive factor to avoid any case of DCI. Thorough and regular instruction by the person in charge and the appointed doctor help to support this. 

Entwässerungstechnik**Sicherheitstechnische Nachrüstung im Tunnel Pfaffenstein****Drainage Technology****Technical Improvements make the Pfaffenstein Tunnel safer**

Quelle/credit: ACO Tiefbau Vertrieb GmbH

2015 wurde am bayrischen Tunnel Pfaffenstein eine sicherheitstechnische Nachrüstung für rund acht Millionen Euro durchgeführt

In 2015, technical safety was improved in the Pfaffenstein Tunnel in Bavaria at a cost of around eight million euros

Auf ihrer gesamten Länge von rund 270 km durchquert die Bundesautobahn A 93 Bayern, von Hof im Norden bis Kiefersfelden an der deutsch-österreichischen Grenze. Einer der stauanfälligsten Bereiche auf dieser Strecke ist der rund 840 m lange Tunnel Pfaffenstein in Regensburg. Um den erhöhten sicherheitstechnischen Anforderungen an Tunnelbauwerke zu genügen, wurde ab April 2015 eine Nachrüstung am Tunnel Pfaffenstein durchgeführt. Bei der Sanierung von Tunnelbauwerken sind in Bezug auf Infrastruktur und Ausrüstung besondere Auflagen zu beachten. Durch Konstruktion und Ausstattung des Tunnels müssen kritische Ereignisse möglichst verhindert werden, zur Sicherheit für die Verkehrsteilnehmer aber auch zum Schutz der Umwelt. Bei der Sanierung des Tunnels Pfaffenstein, der täglich von bis zu 80 000 Fahrzeugen durchquert wird, finden die Umsetzung der europäischen Tunnelrichtlinie 2004/54/EG und die für Deutschland geltenden ZTV-ING (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten), Teil 5 Tunnelbau, in neuester Fassung ebenso wie die Vorschriften der RABT 2006 (Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln) besondere Beachtung.

The A 93 federal motorway is 270 km long and passes through Bavaria from Hof in the north to Kiefersfelden on the border with Austria. The roughly 840 m long Pfaffenstein Tunnel in Regensburg is one of the points along the route most prone to tailbacks. The Pfaffenstein Tunnel was retrofitted as from April 2015 to ensure it complies with safety technical requirements for tunnels. Special requirements concerning the infrastructure and installations have to be taken into consideration at the planning stage of a tunnel upgrade. Avoiding critical incidents as far as possible is an essential objective, to ensure the safety of the tunnel users and to protect the environment.

During the redevelopment of the Pfaffenstein Tunnel, which is used by up to 80 000 vehicles per day, particular attention was paid to observing the European tunnel directive 2004/54/EC and the latest version of ZTV-ING (Additional Technical Contractual Conditions and Guidelines for Engineering Structures), Part 5 – Tunnelling, applicable for Germany, as well as the RABT 2006 regulations (Guidelines for Furnishing and Operating Road Tunnels).

The tunnel which began operating in 1977 consists of two tubes each with two lanes without a hard shoulder. The constant increase

Der 1977 in Betrieb genommene Tunnel besteht aus zwei Röhren mit je zwei Fahrspuren ohne Standspur. Die zunehmende Verkehrsbelastung und die modifizierten Sicherheitsrichtlinien für Tunnelbauwerke machten eine in zwei Phasen durchgeführte sicherheitstechnische Nachrüstung notwendig, deren Kosten sich auf rund acht Millionen Euro belaufen. So wurden im Rahmen der notwendigen Sanierung zunächst die Entwässerungseinrichtungen, Hydranten, Notgehwege und Brandschutztüren erneuert. In der zweiten Phase wurden bis Ende November 2015 Tunnelbeleuchtung und -belüftung, die Videoüberwachung, die Lautsprecheranlage sowie die Fluchtwegkennzeichnung auf den Stand der Technik gebracht.

Entwässerung im Havariefall

Bei der Entwässerung in Tunneln gemäß RABT, ZTV-ING und DIN EN 1433 ist die Beschaffenheit und Auslegung des Entwässerungssystems für den Havariefall von besonderer Bedeutung. Bei einem Unfall im Tunnel müssen gegebenenfalls auch brennbare und gefährliche Flüssigkeiten aufgefangen und gezielt in ein geschlossenes System geleitet werden, um sie von der Sauerstoffzufuhr zu trennen. Die Tunnelentwässerungssysteme sind darauf ausgelegt, die Ausbreitung von Havarieflüssigkeit örtlich zu begrenzen, um einfallende Rettungskräfte zu schützen.

Die Entwässerung im Tunnel Pfaffenstein erfolgte bisher punktuell über seitliche Gussabläufe mit direktem Zugang zur Tunnelentwässerungsleitung. Um die wesentlichen Vorschriften der RABT und ZTV-Ing erfüllen zu können, kam der alleinige Austausch der stark angegriffenen Gussabläufe nicht in Betracht, da die neue Entwässerungseinrichtung ein Brandschott, zum Beispiel in Form eines Siphons, beinhalten musste. Als Lösung wurde von

in traffic and modified safety guidelines for tunnels made retrofitting for improving safety essential. The scheme was undertaken in two stages. Costs are estimated to be at around eight million euros. Within the scope of the required upgrading scheme, first of all the drainage facilities, hydrants, emergency pathways and fire protection doors were replaced. During the second phase, the tunnel lighting and ventilation, the video monitoring system, the loudspeakers and escapeway markings were brought up-to-date by the end of November 2015.

Drainage in the Event of an Accident

In conjunction with tunnel drainage in keeping with RABT, ZTV-ING and DIN EN 1433 the nature and layout of the drainage system is of particular significance in the event of an accident. Should an accident occur in the tunnel it is possible that combustible and hazardous liquids have to be collected and transferred to a closed system to deprive them of oxygen. Tunnel drainage systems are devised in such a way that they prevent the liquid discharge caused by the accident from spreading locally so that incoming emergency services are protected.

The drainage in the Pfaffenstein Tunnel had so far functioned selectively via lateral moulded drains with direct access to the tunnel's longitudinal drainage line. In order to comply with the essential regulations laid down in the RABT and ZTV-ING, simply replacing the extremely worn existing drains could not be contemplated as the new drainage facility had to possess a firewall, e.g. in the form of a siphon. As a solution, a system was proposed by the ACO Tiefbau Vertrieb GmbH consisting of a baffle shaft as a barrier and the KerbDrain KD 200. This system was also used for upgrading the Rendsburg Canal Tunnel.



Quelle/credit (2): ACO Tiefbau Vertrieb GmbH

Das neue Entwässerungssystem im Tunnel Pfaffenstein besteht aus Entwässerungsrinnen und Tauchwandschächten der Firma ACO. Bei einem Unfall im Tunnel können damit auch austretende brennbare und gefährliche Flüssigkeiten aufgefangen und gezielt in ein geschlossenes System abgeleitet

The new drainage system in the Pfaffenstein Tunnel consists of drainage channels and baffle shafts made by ACO. Should an accident occur in the tunnel that involves the discharge of combustible and hazardous liquids, these can be collected and transferred to a closed system

der ACO Tiefbau Vertrieb GmbH ein System vorgeschlagen, das aus einem Tauchwandschacht zur Schottung und der Entwässerungsrinne KerbDrain KD 200 besteht. Dieses System war bereits bei der Grundinstandsetzung des Kanaltunnels Rendsburg zum Einsatz gekommen.

Entwässerungsrinne und Tauchwandschacht

Die KerbDrain 200 ist ein monolithisch gefertigter Randstein aus nicht brennbarem Polymerbeton und zugleich Entwässerungsrinne mit seitlichen Zulauföffnungen. Die frost- und tausalzbeständigen Polymerbetonrinnen besitzen auch ohne zusätzliche Beschichtungen eine sehr hohe Chemikalienbeständigkeit. Die ohne Klebefuge hergestellte Rinne ist mit einer integrierten Dichtung ausgestattet, die für flüssigkeitsdichte Stoßverbindungen sorgt. Basierend auf einem gemeinsamen Aufmaß mit der bauausführenden Firma Ferdinand Tausendpfund GmbH aus Regensburg und der Zuteilung des Rinnensystems wurden zwei Tunnelrinnelemente und ein Tauchwandschacht angepasst an die örtlichen Gegebenheiten am Tunnel Pfaffenstein vorgesehen. Die neue Entwässerungseinrichtung wurde innerhalb des für die bautechnische Sanierung vorgegebenen Zeitraumes von sieben Wochen (als Nachtbaustelle) eingebaut.

Als zweite Komponente der neuen Systems im Tunnel Pfaffenstein kam der ACO Tauchwandschacht zum Einsatz. Um auch brennbare Flüssigkeiten sicher ableiten zu können, wurde ein erstes, von der Oberfläche her frei zugängliches Leitungssystem über einen Siphon mit einem abgeschlossenen Rohrleitungssystem verbunden. Der Siphon-Verschluß sperrt dabei brennbare Gase und Flüssigkeiten aus dem Rohrleitungssystem gegenüber dem Tunnelraum ab.

Der Entwässerungsschacht besteht aus einem Polymerbeton-Grundkörper, an den die Entwässerungsrinnelemente angeschlossen werden. Der Schacht ist mit einer herausnehmbaren Edelstahl-Tauchwand ausgestattet, die im eingesetzten Zustand eine Zuströmkammer und eine dichte Ausströmkammer bildet. Diese Tauchwand verhindert im Havariefall ein Überschlagen des Feuers in das geschlossene Tunnelentwässerungssystem. Die Entnahme der Tauchwand ermöglicht den freien Zugang zur Ausströmseite und zum Rohranschluss.

Über die technischen Vorteile der neuen Entwässerungseinrichtung im Tunnel Pfaffenstein bei Einpassung und Installation hinaus, waren die simple Handhabung des Tauchwandschachtes im Revisionsfall, die einfache Reinigung sowie die Zugänglichkeit ausschlaggebende Faktoren für die Autobahndirektion Regensburg bei der Wahl des Entwässerungssystems. 

MBA, Dipl.-Ing. Torsten Klehm, Key Account Tunnelentwässerung/
Tunnel Drainage, ACO Tiefbau Vertrieb GmbH
Dipl.-Ing. Olaf Wiechers, Büro für Architektur + Mediendienstleistungen



Quelle/Credit: ACO Tiefbau Vertrieb GmbH

Die herausnehmbare Tauchwand verhindert im Havariefall ein Überschlagen des Feuers in das geschlossene Tunnelentwässerungssystem

The removable baffle prevents fire from spreading to the closed tunnel drainage system in the event of an accident

Drainage Channel and Baffle Shaft

The KerbDrain 200 is a monolithically produced kerb made of non-flammable polymer concrete, which also acts a drain with lateral inlet openings. These polymer concrete drains, which resist frost and thawing salt, are extremely resistant to chemicals even without additional coatings. The drain produced in a single pour without an adhesive joint is fitted with an integrated seal, which provides liquid-tight butt joints. Based on common measurements evolved in conjunction with the responsible contractor Ferdinand Tausendpfund GmbH from Regensburg and the lay-out of the drain system, two tunnel drain elements and a baffle shaft were adapted to local conditions existing at the Pfaffenstein Tunnel. The new drainage facility was installed within the period of seven weeks (as a night building site) foreseen for undertaking the technical upgrading scheme.

The second element used for the new system in the Pfaffenstein Tunnel was the ACO baffle shaft. A primary line system was set up that was freely accessible from the surface, and connected to a closed pipeline system via a siphon so that combustible liquids could be safely removed as well. Towards this end, the siphon separates combustible gases and liquids from the primary pipeline system.

The drainage shaft comprises a polymer concrete body, to which the drain elements are attached. The shaft is fitted with a removable stainless steel baffle, which forms an inflow chamber and a tight outflow chamber when operational. This baffle prevents fire from spreading to the closed tunnel drainage system in the event on an accident occurring. Removal of the baffle enables free access to the outflow side and the pipe connection.

Apart from the technical advantages of the new drainage facility for the Pfaffenstein Tunnel regarding positioning and installation, the straightforward handling of the baffle shaft during inspections, the simple method of cleaning as well as its accessibility were determining factors for the Regensburg Motorway Authority in choosing this drainage system. 

STUVA-Tagung 2015 – Branchentreffen mit Rekordbeteiligung

Vom 1. bis 3. Dezember 2015 fand das Internationale Forum für Tunnel und Infrastruktur der STUVA in den traditionsreichen Dortmunder Westfalenhallen statt. Die Bilanz dieser drei Tage kann sich sehen lassen, denn alleine schon die nackten Zahlen sind beeindruckend und stellen für die STUVA-Tagung gleich mehrere neue Rekorde auf: Mehr als 1800 Tagungsteilnehmer und 165 ausstellende Fachfirmen aus der Tunnelbranche auf rund 6000 m² Expo-Fläche. Doch nicht nur Rekorde, sondern auch eine echte Neuerung war zu verzeichnen – von den Neuigkeiten der ausstellenden Firmen ganz abgesehen: So wurde neben dem Tunnelbau erstmals der „Tunnelbetrieb“ als neues Segment mit einer eigenen zweitägigen, parallelen Vortragsreihe in die STUVA-Tagung integriert. Aber eines ist glücklicherweise so geblieben wie es immer war: Das ganz besondere STUVA-Tagungsgefühl!

Pünktlich um 8.00 Uhr morgens öffneten sich am 1. Dezember 2015 die Tore der Westfalenhallen, um der Rekordteilnehmerzahl von 1850 Tunnelbaufachleuten ein Programm zu bieten, das in dieser Konzentration und Vielfältigkeit seinesgleichen sucht. Das alle zwei Jahre stattfindende Internationale Forum für Tunnel und Infrastruktur der STUVA hat sich nach und nach zu einer der wichtigsten Tagungen rund um unterirdisches Bauen und Mobilität entwickelt.

Bereits bei den Eröffnungsvorträgen war der große Vortragssaal nahezu voll besetzt (**Bild 1**); die Teilnehmer waren in diesem Jahr aus 26 Ländern zur STUVA-Tagung angereist (**Bild 2**). Zunächst begrüßte STUVA-Vorstandsvorsitzender Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler die Tagungsteilnehmer und skizzierte die derzeitige Situation des Tunnelbaus und die sich abzeichnenden Perspektiven für die Zukunft. „Die moderne Gesellschaft lebt von Mobilität und einer funktionierenden Infrastruktur. Und beides kommt ohne unterirdisches Bauen nicht aus“, stellte Ziegler heraus. Neben neuen Projekten, komme in den nächsten Jahren der Sanierung

2015 STUVA Conference: Record Participation at the Industry's Meeting

STUVA's International Forum for Tunnels and Infrastructure was held in the tradition-steeped Dortmund Westfalenhallen from December 1 to 3, 2015. The outcome was highly impressive – the figures alone speak for themselves, establishing various new records for the STUVA Conference: more than 1800 conference participants and 165 exhibiting companies from the tunnel industry spread over around 6000 m² of display area. However, there was more to it than just records for a genuine innovation was introduced – quite apart from the novelties shown by the exhibiting firms: in addition to the subject area “Tunnelling”, “Tunnel Operation” was integrated in the STUVA Conference for the first time as a new segment with its own two-day long parallel series of lectures. At the same time, something was still preserved as it always was: that really special STUVA Conference feeling!

On December 1, 2015 at 8.00 am on the dot the doors of the Westfalenhallen opened to offer the record number of 1850 tunnelling experts a programme, unparalleled in terms of concentration and diversity. STUVA's International Forum for Tunnels and Infrastructure, which is held every two years, has gradually developed into one of the most significant gatherings for underground construction and mobility.

The grand lecture hall was practically chock-a-block for the opening papers (**Fig. 1**); this year participants from 26 countries attended the STUVA Conference (**Fig. 2**). First of all, STUVA board chairman Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler welcomed the conference participants and laid out the current status of tunnelling and the likely perspectives for the future. “Modern society lives from mobility and a functioning infrastructure. And both depend on underground construction,” Ziegler concluded. Apart from new projects, the years ahead will witness more attention than ever being paid to upgrading and redeveloping existing tunnels. “In some cases, we're travelling through tunnels that are well over 100 years old,” Ziegler emphasized.



Quelle/credit (2): STUVA

- 1 Volles Haus bei der STUVA-Tagung 2015 mit über 1800 Tagungsteilnehmern: Schon bei den Eröffnungsreden am Dienstagmorgen blieb kaum ein Stuhl frei
Packed house for the 2015 STUVA Conference in Dortmund with more than 1800 conference participants: there were few empty seats for the opening addresses on early Tuesday morning

STUVA-Preis 2015 geht an das Team der Wehrhahn-Linie Düsseldorf

Anlässlich der STUVA-Tagung wird alle zwei Jahre der STUVA-Preis für herausragende Leistungen und Innovationen auf dem Gebiet des unterirdischen Bauens verliehen, um die Idee der Nutzung des unterirdischen Raumes in der Fachwelt und in der Öffentlichkeit zu fördern.

Der STUVA-Preis 2015 geht an das Projekt „Wehrhahn-Linie“ in Düsseldorf. Gewürdigt werden damit die zahlreichen herausragenden ingenieurtechnischen Leistungen und die reibungslose Durchführung der komplexen unterirdischen Bauarbeiten in Verbindung mit einer ausgezeichneten Bürgerbeteiligung und medialen Begleitung. Das Projekt „Wehrhahn-Linie“ steht nicht nur für zahlreiche technische Neuerungen, von der Bautechnik bis zur Sicherheits- und Überwachungstechnik, sondern auch für eine hochkomplexe innerstädtische U-Bahn- bzw. Stadtbahnbaumaßnahme, die trotz schwierigster Umfeldbedingungen ohne größere Unfälle umgesetzt wurde. Besonders hervorzuheben sind dabei die mit modernster Technik ausgeführten Schildtunnel sowie die hochgradig anspruchsvolle Unterquerung des denkmalgeschützten Kaufhofs, bei der das Zusammenwirken verschiedenster Bauweisen wie Baugrundvereisung, Schlitzwände, Düsenstrahl-

verfahren und gesteuerte Bohrungen gewährleistet werden musste. Die STUVA würdigt mit dieser Preisverleihung schließlich auch die zukunftsweisende Nutzung von unterirdischem Raum für den innerstädtischen Verkehr und die Ausrichtung der Stadtentwicklung auf diese Maßnahmen, wodurch der oberirdische Bereich vom Verkehr entlastet und der Geschäftswelt sowie dem menschlichen Zusammenleben neu erschlossen wird.

Ermöglicht wurde dieser Erfolg aus Sicht der STUVA aber letztendlich auch durch das von Offenheit und gegenseitigem Vertrauen geprägte Zusammenwirken zwischen Bauherren, Planern, Bauausführenden und Gutachtern sowie nicht zuletzt durch das kompetente Projektmanagement des Bauherren und der Bauausführenden. Das Projekt und dessen Durchführung können damit als Vorbild für andere Großstädte dienen.

2015 STUVA Prize awarded to Wehrhahn Line Project in Düsseldorf

On the occasion of the STUVA Conference, every two years, the STUVA Prize for outstanding achievements and innovations in the field of underground construction is awarded in order to foster the idea of utilizing underground construction among experts and the general public. The 2015 STUVA Prize was awarded to the Düsseldorf “Wehrhahn Line” project. In this way, numerous exceptional engineering achievements and the precise execution of this complex underground construction scheme were acknowledged in conjunction with proper involvement of local residents and participation of the media.

The “Wehrhahn Line” project represents a large number of technical novelties – from construction technology to safety and monitoring techniques. Furthermore, it stands for highly complex urban Metro/light rail system measures, accomplished without major accidents in spite of tricky environmental conditions. In this connection, the shield tunnels constructed by applying ultra-modern technology as well as under-tunnelling the historic Kaufhof store by sophisticated means, deserve particular mention. A feat that was tackled through the interaction of various construction methods such as ground freezing, diaphragm walls, jet grouting and directional drilling.

By awarding the prize, STUVA also acknowledges the future-oriented application of underground construction for urban transportation and the alignment of urban development towards these measures. In this way, the surface is relieved from the burden of traffic, and can be reclaimed for the business world as well as human endeavours.

As far as the STUVA is concerned, this success was also facilitated by the cooperation among clients, designers, contractors and consultants, based on openness and mutual trust as well as the competent project management displayed by the client and the contractors.

The project and the way it was tackled can thus serve as an example for other cities.



STUVA-Vorstandsvorsitzender Prof. Martin Ziegler (ganz links) und STUVA-Geschäftsführer Dr.-Ing. Roland Leucker (ganz rechts) freuen sich mit dem Gewinnerteam der Wehrhahnlinie über die Auszeichnung (von links): Dipl.-Geol. Ingo Pähler, Abteilungsleiter, Amt für Verkehrsmanagement, Düsseldorf; Dipl.-Ing. Gerd Wittkötter, Projektleiter Wehrhahn-Linie; Dipl.-Ing. Andrea Blome, Amtsleiterin, Amt für Verkehrsmanagement, Düsseldorf; Dr.-Ing. Stephan Keller, Beigeordneter der Landeshauptstadt Düsseldorf

STUVA board chairman Prof. Martin Ziegler (on far left) and STUVA CEO Dr.-Ing. Roland Leucker (far right) celebrated the award with the Wehrhahn Line winning team (from left): Dipl.-Geol. Ingo Pähler, department manager, Office for Traffic Management, Düsseldorf; Dipl.-Ing. Gerd Wittkötter, project manager Wehrhahn Line; Dipl.-Ing. Andrea Blome, office manager, Office for Traffic Management, Düsseldorf; Dr.-Ing. Stephan Keller, city councillor of the regional capital of Düsseldorf



- 2 Keine Sprachbarrieren: Bei der Tagung wurden alle deutschen Vorträge simultan ins Englische, Vorträge auf Englisch ins Deutsche übersetzt
No language barriers: all German papers are presented with a simultaneous translation in English and vice versa

und Instandhaltung bestehender Tunnelbauwerke eine immer größere Bedeutung zu. „Wir fahren zum Teil durch über 100 Jahre alte Tunnel“, machte Ziegler deutlich. Dabei gehe es keinesfalls nur um die Instandsetzung der Bausubstanz, sondern auch um betriebliche und sicherheitstechnische Anforderungen: „Wir dürfen damit nicht wie bei den Brücken warten, bis wir einzelne Tunnel aus Sicherheitsgründen sperren müssen.“ Da das Thema Tunnelbetrieb und Sicherheit einen immer größeren Stellenwert erhalte, habe sich die STUVA entschlossen, ein neues Segment „Tunnelbetrieb“ in die STUVA-Tagung zu integrieren.

Dortmund und der Emscherumbau – eine ganze Region im Strukturwandel

Die STUVA-Tagung fand 2015 nicht ohne Grund in Dortmund statt. Mit dem Emscherumbau ist Dortmund gemeinsam mit vielen anderen Städten im nördlichen Ruhrgebiet Teil des derzeit größten Infrastrukturprojekts in Europa. So verwies auch der Dortmunder Bürgermeister Manfred Sauer in seiner Grußrede auf die Bedeutung des Emscherprojekts für die Stadtentwicklung in Dortmund und alle anderen Kommunen in der Region.

Fast ein Jahrhundert lang prägten die technisch ausgebaute Emscher und ihre schnurgeraden Nebenläufe das Gesicht der Region. Da mit dem Ende des Bergbaus keine gravierenden Bergsenkungen mehr zu erwarten sind, kann das Abwasser jetzt in unterirdischen Kanälen geführt werden. Heute ist es in Ballungsräumen nur selten möglich, das Wasser in der Stadt als offenes Fließgewässer erlebbar zu machen. Das Emschertal hat sich diese Optionen, wenn auch unfreiwillig, erhalten. Das Wasser kann für Natur und Landschaft und für die Menschen in der Stadt als bereicherndes Element zurückgewonnen werden.

Im zugehörigen Eröffnungsvortrag, der in Vertretung für den Vorstandsvorsitzenden der Emschergenossenschaft, Dr. Jochen Stemplewski, von Dr. Mario Sommerhäuser gehalten wurde (Bild 3), zeichnete dieser dann ein detailliertes Bild der mittlerweile schon 20 Jahre dauernden Bauarbeiten. Mit der Fertigstellung



- 3 Dr. Mario Sommerhäuser von der Emschergenossenschaft: Emscher-Umbau bedeutet grundlegende Neuausrichtung der Wasserwirtschaft
Dr. Mario Sommerhäuser, Emschergenossenschaft: the Emscher reconstruction scheme signifies basic realignment for water resources management

In the process, not only the redevelopment of structures is at stake, operational and safety-technical demands must also be addressed. “We must on no account wait, as was the cases with bridges, until we have to close individual tunnels for safety reasons”. As the topic of tunnel operation and safety has taken on such enormous importance, the STUVA decided to introduce a new segment on “Tunnel Operation” at the STUVA Conference.

Dortmund and Upgrading the Emscher – a whole Region experiences structural Change

There was good reason why the 2015 STUVA Conference took place in Dortmund. With the restructuring of the Emscher, Dortmund along with many other towns in the northern Ruhr District is currently experiencing Europe’s largest infrastructural project. Accordingly, Dortmund’s mayor Manfred Sauer referred to the significance of the Emscher project in his welcoming address for urban development in Dortmund and all the other communities in the region.

For almost a century, the technically developed Emscher and its dead straight tributaries characterized the region. As with the end of coal mining no more mining subsidence of a serious nature is to be anticipated, waste water can now be passed through underground conduits. Nowadays, you rarely encounter such water openly flowing through built-up areas. The Emscher Valley also saw itself faced with these options albeit involuntarily. The water can be reclaimed for nature and the landscape and as an enriching element in the city.

In the related keynote speech, delivered by Dr. Mario Sommerhäuser (Fig. 3) on behalf of the Emschergenossenschaft CEO, Dr. Jochen Stemplewski, the construction activities that have now lasted all of twenty years, were presented in detail. When the project is completed in 2017, 400 km of sewers will have been reconstructed and 120 km of the river course renaturalized. The total investment volume will amount to around 4.5 billion euros.

According to Dr. Sommerhäuser many factors account for such a transformation taking place in one of Europe’s most densely populated regions. Among them the Emscher Master Plan devised in 2006,



4 Prof. Dr. Dirk Rompf, Vorstand DB Netz AG: 47 Milliarden Euro für Investitionen, Ersatz und Instandhaltung von 2016 bis 2020

Prof. Dirk Rompf of the DB Netz AG board: 47 billion euros for investments, replacements and maintenance from 2016 to 2020

des Projekts im Jahr 2017 werden 400 km Abwasserkanäle neu verbaut und 120 km Flussläufe renaturiert sein. Das gesamte Investitionsvolumen beläuft sich auf rund 4,5 Milliarden Euro. Dass ein solcher Umbau mitten in einer der am dichtesten besiedelten Regionen Europas möglich ist, liegt an vielen Faktoren, so Dr. Sommerhäuser. Einer der wichtigsten ist der 2006 beschlossene Emscher-Masterplan, der als Leitbild für die räumliche, städtebauliche und landschaftliche Entwicklung des Neuen Emschertals aufgestellt wurde und die zahllosen Teilprojekte miteinander koordiniert. Ohne moderne Ingenieurmethoden, wie dem grabenlosen Rohrvortrieb, wäre ein solches Projekt mitten im größten Ballungsgebiet Europas jedoch undurchführbar gewesen.

Großprojekte der Deutschen Bahn brauchen gesellschaftliche Akzeptanz

In einem weiteren Eröffnungsvortrag gab Prof. Dr. Dirk Rompf, Vorstand Netzplanung und Großprojekte bei der DB Netz AG, einen Ausblick auf geplante Großprojekte der Deutschen Bahn (**Bild 4**). Da in Deutschland vor allem die großen Städte überdurchschnittlich wachsen, nimmt auch der Schienenpersonenverkehr vor allem zwischen den Metropolen zu. Mit der Netzkonzeption 2030 hat die Deutsche Bahn AG sich für den Fernverkehr auf einen Anstieg der Personenkilometer um 23 % und beim Güterverkehr auf der Schiene sogar auf einen Anstieg um 42 % eingestellt. Die drei größten DB-Projekte der nächsten fünf Jahre richten sich alle an diesem Wachstumstrend aus: Das Verkehrsprojekt Deutsche Einheit zwischen Leipzig und Nürnberg genauso wie die beiden Neubau- und Ausbaustrecken Stuttgart–Ulm und Karlsruhe–Basel. Dabei habe auch die DB erkannt, dass Großprojekte nur mit einer breiten gesellschaftlichen Akzeptanz durchführbar sind. „Infrastrukturprojekte müssen nicht nur funktionale, technische, wirtschaftliche und rechtliche Kriterien erfüllen, sondern sie müssen auch von den Bürgern mitgetragen werden“, ist Rompf überzeugt. Die DB will deshalb zukünftig in eine frühere Bürgerbeteiligung und eine verbesserte Kommunikation investieren.



5 Brian Fulcher referierte über die New York Second Avenue Subway

Brian Fulcher discussed the New York Second Avenue Subway

which is regarded as the guiding principle for the spatial, urban and rural development of the new Emscher Valley, coordinates the numerous part-projects. Without modern engineering methods like trenchless pipe jacking such a project would be inconceivable in Europe's biggest built-up area.



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)234/588 73-73
Fax +49 (0)234/588 73-10
info@techno-bochum.de
www.techno-bochum.de

 **TechnoBochum**



6 Leinwand mit Format: Die riesige Doppelprojektion ermöglichte beeindruckende Präsentationen und auch von den hinteren Reihen eine gute Sicht. Im Bild zu sehen ist Dr.-Ing. Bertram Ostermeier bei seinem Vortrag zum Slowacki-Tunnel Danzig

Screen with format: the giant twin projection provided impressive presentations as well as a good view even from the seats at the rear. The photo shows Dr.-Ing. Bertram Ostermeier with his lecture on the Danzig Slowacki Tunnel

Parallele Sessions für Tunnelbau und Tunnelbetrieb

Nach den Eröffnungsvorträgen teilte sich die STUVA-Vortragsreihe dann zum ersten Mal auf zwei getrennte parallele Sessions auf. So wurden an beiden Vortragstagen insgesamt mehr als 60 Vorträge präsentiert, davon alleine 25 im neuen Segment „Tunnelbetrieb“. Im Segment Tunnelbau stand der Vormittag des ersten Tages ganz im Zeichen spannender internationaler Großprojekte. Dipl.-Ing. Rainer Rengshausen von Porr Tunnelbau berichtete über seine Erfahrungen unter schwierigsten klimatischen und geologischen Bedingungen bei der mit sechs TBM aufgefahrenen Metro Doha Green Line in Katar. Der Leiter Management Großprojekte der DB AG, Heinz Ehrbar, referierte über die geeignete Systemwahl bei langen Eisenbahntunneln. Claus Iversen, Construction Manager der Femern A/S in Kopenhagen, gab einen Überblick über die Fortschritte in der Planung des Fehmarnbelt-Absenktunnels, und Brian Fulcher als zuständiger Tunnel Division Manager gab interessante Einblicke in den Bau der New York Second Avenue U-Bahn (Bild 5).

Nach der Mittagspause eröffnete Dipl.-Ing. Tim Babenderer den Themenblock „Maschinelles Tunnelbau“ mit einem Vortrag über den Einsatz von sprühbaren Membranen und Kunstböden zur Befreiung blockierter Vortriebsmaschinen aus der Abbaukammer heraus. Danach trug Dr.-Ing. Bertram Ostermeier, Geschäftsführender Gesellschafter der PSP Consulting Engineers GmbH, über Erfahrungen beim Bau von sieben Querschlägen im Slowacki-Tunnel Danzig vor. Hierbei kamen Spezialtübings und umfangreiche Bodenvereisungen zum Einsatz (Bild 6).

Anschließend fasste Dipl.-Ing. Frank Nenninger als Prokurist der

Major Deutsche Bahn Projects need to be accepted by Society

In a further keynote address Prof. Dirk Rompf, board member responsible for network planning and major projects with the DB Netz AG, provided an overview of major projects planned by the Deutsche Bahn (Fig. 4).

As first and foremost the big cities are registering over-average growth in Germany, rail transportation between major centres is also growing at an over-average pace. With its network conception 2030, the Deutsche Bahn AG is preparing for an increase in passenger km of 23 % and as much as 42 % growth for goods traffic on rail. The three biggest DB projects for the next five years are all geared to this trend: the German Unity Transport Project between Leipzig and Nuremberg just as the two new/upgraded routes between Stuttgart and Ulm and Karlsruhe and Basle. In this connection, the DB has also recognized that major projects can only be executed providing they are largely accepted by the general public. "Infrastructure projects must not simply fulfil functional, technical, economic and legal criteria, they also must be borne by the citizens," Rompf believes. As a result, the DB intends investing in ensuring the public takes part at an earlier stage and to communicate in a better manner.

Parallel Sessions for Tunnelling and Tunnel Operation

Following the opening papers, the STUVA Conference split into two separate parallel series of lectures for the very first time. Consequently, more than 60 papers were presented, 25 of which were delivered in the new "Tunnel Operation" segment.



7 Das neue Segment Tunnelbetrieb war gut besucht. Im Bild zu sehen ist MR Dipl.-Ing. Karl Goj von der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern

The new tunnel operation segment was well attended. The photo shows Undersecretary Karl Goj from the Supreme Building Authority in the Bavarian Ministry of the Interior

KASIG die Anforderungen an Planfeststellung, Entwurf, Ausschreibung, Realisierung und messtechnische Überwachung beim Projekt Kombilösung Karlsruhe zusammen, bevor sich Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Thewes von der Ruhr-Universität Bochum mit einem Vortrag über die Bedeutung der Prozesssimulation zur Planung und Leistungsanalyse maschineller Tunnelvortriebe anschloss. Dr.-Ing. Janosch Stascheit, Maidl Tunnelconsultants, referierte über neue Erkenntnisse zur Regelgenauigkeit des Stützdrucks beim Schildvortrieb mit aktiver Ortsbruststützung an aktuellen praktischen Beispielen, bevor Dr. Karin Bäßler von der Herrenknecht AG mit ihrem Vortrag über die Verschiebung der Einsatzgrenzen von Mixschilden den ersten Vortragstag im Segment Tunnelbau abschloss.

Neues Segment Tunnelbetrieb

Zeitgleich zu den Tunnelbauern startete im zweiten Vortragssaal die erste Vortragsreihe des neuen Segments Tunnelbetrieb. Im ersten Block „Zukunftsperspektiven“ berichtete zunächst Dr.-Ing. Gero Marzahn, Referatsleiter Brücken, Tunnel und sonstige Ingenieurbauwerke beim Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), von den Erfahrungen aus dem Nachrüstungsprogramm für Straßentunnel und von den notwendigen Maßnahmen zur Sicherstellung einer möglichst ständigen Verfügbarkeit von Tunneln für die Nutzer. Im Anschluss sprach Dr. Lutz Rittershaus aus der Abteilung Kooperative Verkehrs- und Fahrerassistenzsysteme bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) über vernetzte Mobilität und zukünftige Infrastrukturen. Die Vorgehensweise bei der Inbetriebsetzung des Gotthard-Basistunnels,

The forenoon of the first day of the Tunnelling segment was devoted to exciting international major projects. Dipl.-Ing. Rainer Rengshausen from Porr Tunnelbau reported on his experiences under highly tricky climatic and geological conditions while building the Doha Green Line of the Metro in Qatar, driven by six TBMs. Heinz Ehrbar, who is in charge of managing major projects on behalf of the DB AG, discussed the suitable choice of systems for long rail tunnels. Claus Iversen, construction manager of the Femern A/S in Copenhagen provided an overview of progress made in designing the Fehmarn Belt immersed tunnel, and Brian Fulcher as responsible tunnel division manager gave interesting impressions of building the New York Second Avenue Subway (Fig. 5).

Tim Babendererde opened the “mechanized tunnelling” block of topics with a paper on the application of sprayable membranes and synthetic soils to free blocked tunnelling machines from the extraction chamber. Then, Dr.-Ing. Bertram Ostermeier, managing partner of PSP Consulting Engineers GmbH spoke of findings made during the building of seven cross-passages in the Slowacki Tunnel in Danzig. For this purpose, special segments and extensive ground freezing were applied (Fig. 6). Subsequently, Dipl.-Ing. Frank Nenninger as authorized representative of the KASIG summarized the requirements for plan approval, design, tendering, execution and measurement technical monitoring for the Karlsruhe Combined Solution project, prior to Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Thewes from the Bochum Ruhr University dealing with the significance of process simulation for planning and performance analysis of mechanized tunnel drives.

Dr.-Ing. Janosch Stascheit, Maidl Tunnelconsultants, examined new recognitions on control accuracy of support pressure for shield



8 Zahlreiche Gäste auch außerhalb der Tagungspausen: Die STUVA-Expo war während beider Tage gut besucht

Numerous visitors even outside the conference breaks: the STUVA Expo was well attended during both days

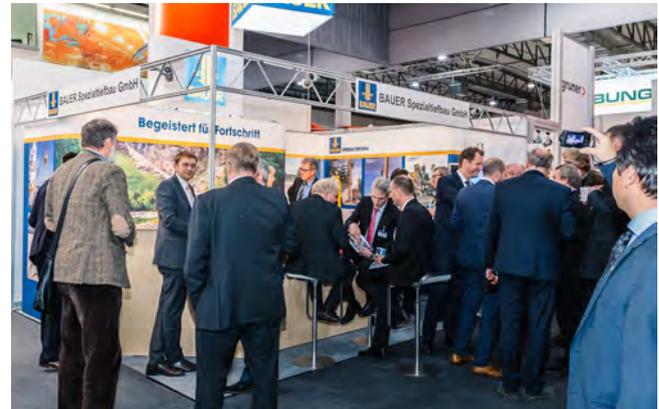
des längsten Eisenbahntunnels der Welt, wurde umfassend von Dr. Renzo Simoni, dem Geschäftsführer der AlpTransit Gotthard AG, erläutert. Danach brachte Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Baltzer, Vorsitzender des RABT-Ausschusses, einen Überblick über die zahlreichen Neuerungen der vor der Veröffentlichung stehenden überarbeiteten „Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln“ (RABT).

Der Nachmittag stand bei den „Tunnelbetreibern“ mit insgesamt sechs Vorträgen ganz im Zeichen der betrieblichen Sicherheit: Überlegungen zur Stauvermeidung auf Autobahnen durch eine temporäre Seitenstreifenfreigabe im Tunnel (**Bild 7**), die ersten Erfahrungen bei der Implementierung eines Echtzeit-Sicherheits-Management-Systems (ESIMAS) für die Tunnelüberwachung, Maßnahmen zur Beherrschung der Leittechnik in Straßentunneln, Sicherheitsfragen bei der Anwendung von offenporigem Asphalt in Einhausungen und Straßentunneln, intelligente Induktionsschleifen zur automatischen Störfallerkennung in Straßentunneln und der Validierungs- und Verifizierungsprozess von der Planung bis zur Inbetriebnahme beim Spaardammertunnel Amsterdam. Wie in der parallelen Vortragsreihe der Tunnelbauer, endete der Nachmittagsblock bereits um 16.15 Uhr, damit alle Tagungsteilnehmer gemeinsam als Zuschauer und Juroren am STUVA-Nachwuchswettbewerb im „Jungen Forum“ teilnehmen konnten.

Großer Besucherandrang auf der STUVA-Expo

Auf mehr als 2600 m² vermieteter Netto-Ausstellungsfläche hatten 165 Aussteller eine spannende und vielseitige Messelandschaft entstehen lassen. An beiden Ausstellungstagen herrschte teilweise dichtes Gedränge an den Ständen – und das nicht nur in den Vortragspausen, sondern nahezu ohne Unterbrechung. Denn neben den registrierten Tagungsteilnehmern waren auch rund 500 Messebesucher zu verzeichnen, die bei freiem Eintritt von der Fachausstellung angezogen worden waren (**Bild 8**).

Sowohl Aussteller als auch Fachbesucher sind sich daher einig: Die STUVA-Tagung kombiniert mit einer so großen begleitenden Fachmesse ist der ideale Ort, um eigene Produkte zu präsentieren,



9 Genug Zeit und Raum für Fachgespräche: Die STUVA-Ausstellung

Enough time and space for talking shop: The STUVA-Expo

driving with active face support taking topical case examples. Then Dr. Karin Böppler from the Herrenknecht AG rounded off the first day of the Tunnelling segment with her paper devoted to altering the application limits of mix-shields.

New Segment devoted to Tunnel Operation

The first series of papers of the new Tunnel Operation segment opened in the second conference hall to coincide with the tunnelers' session. In the first block "Future Perspectives" first of all, Dr.-Ing. Gero Marzahn, responsible for bridges, tunnels and other engineering structures at the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI), reported on the retrofitting programme for road tunnels and the necessary measures to assure the greatest possible availability of tunnels for users. Subsequently, Dr. Lutz Rittershaus from the department for cooperative traffic and driver assistance systems at the Federal Highway Research Institute (BAST) then addressed networked mobility and future infrastructures. Dr. Renzo Simoni, the CEO of the AlpTransit Gotthard AG explained the approach adopted in making the Gotthard Base Tunnel, the world's longest rail tunnel, operational. Subsequently, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Baltzer, who chairs the RABT Committee, provided an overview of the many new aspects contained in the revised "Guidelines for Furnishing and Operating Road Tunnels (RABT), due to be published shortly.

The afternoon for the "tunnel operators" was given over to no less than six papers dealing with operational safety: considerations for avoiding congestion by temporarily opening up emergency lanes in tunnels (**Fig. 7**), initial experiences with implementing a real-time safety management system (ESIMAS) for tunnel monitoring, measures to manage control technology in road tunnels, safety issues when applying open-pored asphalt in enclosures and road tunnels, intelligent induction loops for automatically detecting incidents in road tunnels and the validation and verification process from design to opening for the Spaardammer Tunnel, Amsterdam.

Just like the parallel series of lectures provided for tunnellers, the afternoon block wound up at 4.15 pm so that all conference participants could attend the STUVA competition for up-and-comers

Nina Wassmann – Gewinnerin des STUVA-Nachwuchspreises im „Jungen Forum“ 2015

Spannend ging es zu beim „Jungen Forum“: Drei Männer und eine Frau waren angetreten, um den begehrten STUVA-Nachwuchspreis zu gewinnen. Dipl.-Ing. Jonathan Engels von Zerna Planen und Prüfen berichtete am Beispiel der U-Bahn-Netzweiterung in Hamburg über die Herausforderungen für die Tunnelbauplanung der Zukunft im innerstädtischen Bereich; Dipl.-Ing. Thorsten Weiner von der Porr Deutschland GmbH befasste sich mit „Untersuchung und Prognose der Dispergierung feinkörniger Böden bei flüssigkeitsgestützter Ortsbrust im Schildvortrieb“. Daran schloss sich der Vortrag von Dipl.-Ing. René Hallbauer von der Firma Kunz Untertagebau über die Herstellung von Rohrschirmen unter besonderen Randbedingungen durch Kombination verschiedener Bohrverfahren an. Als Gewinnerin ging die junge Diplomingenieurin Nina Wassmann von der Amberg Engineering AG aus dem Wettbewerb hervor. Mit ihrem frei und präzise präsentierten Vortrag „BIM (Building Information Modeling) oder 3D Planung? Erfahrungen eines Tunnelplaners beim Projekt Förbifart Stockholm“ griff sie das Zukunftsthema der gewerkeübergreifenden digitalen Bauplanung anhand eines dreidimensionalen Computermodells auf und konnte sich nach Auswertung der Stimmzettel aller Tagungsteilnehmer den zum vierten Mal vergebenen Nachwuchspreis der STUVA sichern. Aus den Händen des STUVA-Vorstandsvorsitzenden Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler erhielt sie während des Festabends den verdienten Preis.



Gewinnerin des STUVA-Nachwuchspreises 2015: Dipl.-Ing. Nina Wassmann, Amberg Engineering AG

Winner of the STUVA Young Engineers Prize 2015: Dipl.-Ing. Nina Wassmann from Amberg Engineering AG

Nina Wassmann – Winner of the STUVA Prize for Young Engineers at the 2015 “Young Forum”

Excitement prevailed at the “Young Forum”: three men and a woman turned up to contest for the coveted STUVA Prize for up-and-comers. Dipl.-Ing. Jonathan Engels from Zerna Planen and Prüfen examined the challenges faced by future tunnel planning in urban areas taking the example of the expansion of Hamburg’s Metro network; Dipl.-Ing. Thorsten Weiner from Porr Deutschland GmbH looked at investigating and predicting the dispersion of fine-grained soils given fluid-supported face during shield driving. This was followed by the paper presented by Dipl.-Ing. René Hallbauer, Kunz Untertagebau, on creating pipe umbrellas under special conditions through combining various drilling methods.

The prize though was awarded to the young graduate engineer Nina Wassmann from Amberg Engineering AG. With her freely and precisely presented lecture devoted to “BIM (Building Information Modeling) or 3D Planning? Experiences of a Tunnel Designer with

the Stockholm Förbifart Project” she tackled the future topic of multi-disciplinary digital construction design based on a three-dimensional computer model, thus securing the fourth STUVA Prize for young blood, once the votes of all the conference participants had been counted. She was presented with her well-deserved prize by STUVA board chairman Univ.-Prof. Martin Ziegler during the gala evening.



10 Die STUVA bittet zu Tisch: Mehr als 1300 Gäste beim Festabend in der Westfalenhalle 1

Dinner is served: more than 1300 guests attended the gala evening in Westfalenhalle 1

alte Geschäftskontakte zu pflegen, neue zu knüpfen oder einfach mal über den eigenen Tellerrand zu schauen (Bild 9).

Großer Festabend in der Westfalenhalle

Ein Highlight jeder STUVA-Tagung ist sicherlich der Festabend, der diesmal in einem der Wahrzeichen Dortmunds, dem großen Ovalbau der Westfalenhalle 1, stattfand (Bild 10). In angenehmer Atmosphäre konnten die Teilnehmer bestehende Kontakte vertiefen und neue aufbauen. Die artistische Aufführung der beiden Künstler in luftiger Höhe gab dem Abend ein ganz besonderes Flair (Bild 11).

Wie schon in den Vorjahren war mit dem offiziellen Schluss des Festabends noch lange nicht das Ende des Tages erreicht. Die Firma Keller Grundbau hatte wieder ihre „Kellerbar“ mitgebracht und zeigte bis tief in die Nacht, was gute Bauleistungen auch am Bierfass zu leisten in der Lage sind. Bis weit nach 3.00 Uhr in der Früh gab es Freibier und für den späten Hunger diesmal sogar noch eine Mitternachts-Currywurst (Bild 12).

Fachthemen des zweiten Veranstaltungstages

Während sich die Vortragsreihe der Tunnelbauer den Vormittag des zweiten Veranstaltungstages über mit zahlreichen Vorträgen zu kombinierten Bauverfahren, Bautechnik und Rechtsfragen sowie Tunnelsicherheit beschäftigte, standen beim Tunnelbetrieb die Themengebiete „Persönliche Sicherheit“ und „Sanierung und Instandhaltung“ im Mittelpunkt (Bild 13).



11 Das „Lufttanztheater“ in Aktion
The „aerial dance theatre“ in action



12 Dicht belagert bis zum frühen Morgen: Die Kellerbar
Busy till the wee small hours: the Kellerbar

in the “Youth Forum”, either as members of the audience or jurors.

Crowds of Visitors at the STUVA Expo

165 exhibitors set up an exciting and diversified fairscape over more than 2600 m² of rented space. Both exhibition days were well attended – with the stands in some cases being swamped with visitors – not just during the conference breaks but almost without interruption. Furthermore, around 500 exhibition visitors also turned up in addition to the registered conference participants, who had been attracted by the prospect of attending the exhibition free of charge (Fig. 8).

Both the exhibitors as well as the trade visitors are unanimous: the STUVA Conference combined with such an extensive accompanying fair is the ideal location for presenting one’s own products, refreshing existing business contacts, establishing new ones or simply looking beyond the rim (Fig. 9).

Festive Evening in the Westfalenhalle

Undoubtedly the festive evening represents a highlight of every STUVA Conference. This time around it was held in the mighty oval formed by Westfalenhalle 1, a true Dortmund landmark (Fig. 10). In a delightful atmosphere, the participants were able to consolidate existing contacts and establish new ones. The artistic performance of the two artistes at a dizzying height provided the evening with a particular flair (Fig. 11).

As in previous years, the official end of the gala evening certainly did not mean at all that the day itself was over. The Keller



Quelle/Credit (4): STUVA

13 Gary English vom Seattle Fire Department (USA) bei seinem Vortrag über reale Brandereignisse im Themenblock „Persönliche Sicherheit“

Gary English from the Seattle Fire Department (USA) presenting his paper on real fire incidents in the block of topics devoted to "Personal Security"

Am Nachmittag wurde der Schwerpunkt bei den Tunnelbauern auf „Umbau und Sanierung“ gelegt, während der Tunnelbetrieb sich mit Fragen des Brandschutzes und der Lüftung auseinandersetzte. Leider reicht der hier zur Verfügung stehende Platz nicht aus, um auf all die interessanten Vorträge im Detail einzugehen. Dem interessierten Leser sei deshalb die Lektüre des Tagungsbandes [1] dringend angeraten. Mit seinen mehr als 400 Seiten ist er der umfangreichste STUVA-Tagungsband aller Zeiten.

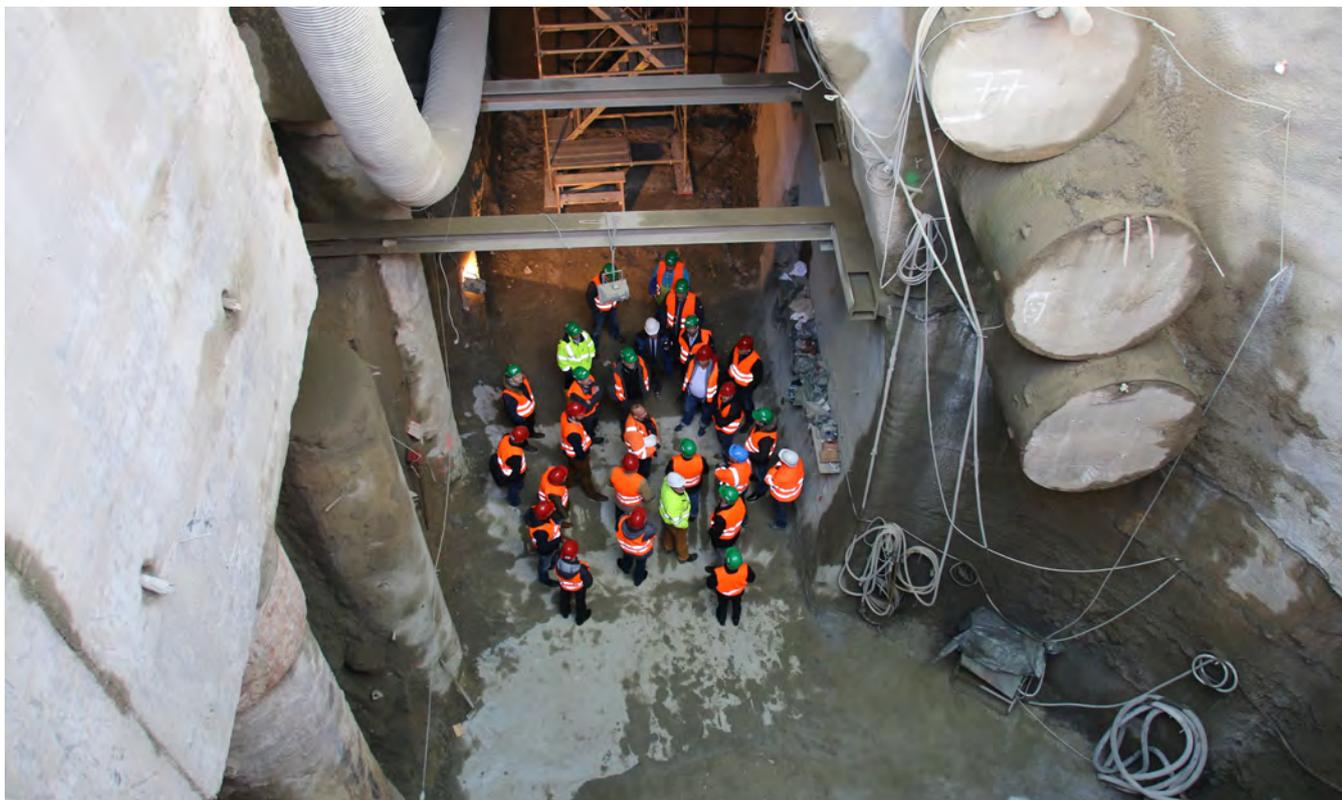
Grundbau Company once again set up their "Kellerbar" and displayed what good construction logisticians are capable of in terms of handling barrels of beer. There was free beer for all until the wee small hours and a "currywurst" sausage to still anyone's hunger around midnight (Fig. 12).

Topics dealt with on Day Two

In the early part of the second day, the tunnellers tackled a whole series of topics devoted to combined construction methods, construction technology and legal issues as well as safety in tunnels. The tunnel operation segment at the same time was preoccupied with the fields of "personal security" and "rehabilitation and maintenance" (Fig. 13).

In the afternoon, the tunnellers concentrated on "conversion and redevelopment", whereas the tunnel operation segment examined fire protection issues and ventilation. Unfortunately there's not enough space available here to do justice to all the interesting topics. As a result, whoever is interested is advised to follow up by perusing the Proceedings [1]. With more than 400 pages, it's a real record breaking read.

Both series of lectures finished at 4.00 pm so that all those taking part were in a position to turn up at the closing session "Underground Construction in Dortmund". In their papers, the four lecturers in the closing block provided a comprehensive picture of the major Emscher rehabilitation project. Dipl.-Ing. Reinhard Ketteler reported on the special aspects of technology and logistics during the parallel



14 Teilnehmergruppe bei der Exkursion zum Umbau der Stadtbahnhaltestelle unter dem Dortmunder Hauptbahnhof

Group of participants at the excursion on upgrading the light rail system station beneath Dortmund Central Station

Um 16.00 Uhr endeten beide Vortragssessions, damit alle Tagungsteilnehmer zusammen die Gelegenheit hatten, an der Schlusssession „Unterirdisches Bauen in Dortmund“ teilzunehmen. Die vier Referenten des Schlussblocks gaben in ihren Vorträgen ein umfassendes Bild des Großprojekts Emscherumbau. Dipl.-Ing. Reinhard Ketteler berichtete über die Besonderheiten der Technik und Logistik beim parallelen Auffahren von kleinen Tunneln im Schildvortrieb und Dipl.-Geol. Markus Kühnel über die Besonderheiten beim Bau der größten kreisrunden Schlitzwandbaugrube des Pumpwerks Oberhausen für den Abwasserkanal Emscher. Die Entwicklung von Qualitätsanforderungen für Stahlbeton bei Rohren, Tübbings und Ort betonbauwerken war das Thema von Dipl.-Ing. Gerd Martini. Der abschließende Vortrag der STUVA-Tagung 2015 wurde von Dipl.-Ing. Christian Strasser gehalten, der die Erfahrungen aus Planung und Bau von 50 km Rohrvortrieb für den Abwasserkanal zusammenfasste.

Außergewöhnliche Exkursionen am dritten Tag

Der dritte Tag der STUVA-Tagung stand wie immer im Zeichen der Fachexkursionen, die in kleinen Gruppen unter fachkundiger Führung durchgeführt werden. Thematisch stand natürlich der Emscher-Umbau mit seinen zahllosen Eingriffen in den Untergrund des nördlichen Ruhrgebiets im Blickpunkt. Gleich mehreren Exkursionsgruppen wurde von der Emschergenossenschaft ein tiefer Einblick in dieses Megaprojekt ermöglicht. Aber auch so unterschiedliche Exkursionen wie die zur Baustelle der Stadtbahnhaltestelle am Hauptbahnhof Dortmund (**Bild 14**), zum Neubau der Lennetalbrücke an der A45 oder eine Werksbesichtigung bei ThyssenKrupp standen auf dem Programm, genauso wie Ausflüge zur Nord-Süd Stadtbahn in Köln oder zur Baustelle der Wehrhahnlinie in Düsseldorf.

Ein ganz besonderes Exkursionshighlight war aber sicherlich die Einfahrt in eines der letzten beiden aktiven deutschen Kohlebergwerke „Prosper Haniel“. Die STUVA-Tagungsteilnehmer, denen es gelungen war, sich rechtzeitig ein Ticket für diese Exkursion zu sichern, gehören zu den letzten Menschen, die ein deutsches Kohlekraftwerk im Betrieb erleben konnten. Denn in 2018 wird auch Prosper-Haniel für immer schließen und damit die lange Tradition der Steinkohleförderung in Deutschland endgültig beenden.

Auf Wiedersehen in Stuttgart 2017

Nach der STUVA-Tagung ist ja bekanntlich vor der STUVA-Tagung. Wie schon im Jahr 2013 wird auch die kommende STUVA-Tagung vom 6. bis 8. Dezember 2017 wieder in Stuttgart stattfinden. Der bis dahin zu erwartende Baufortschritt beim derzeit größten deutschen Bahnprojekt „Stuttgart–Ulm“ wird dann erneut den spannenden Hintergrund für die wichtigste Tagung rund ums unterirdische Bauen bieten.

Es lohnt sich hin und wieder ein Blick auf www.stuva-tagung.de, um immer über die Vorbereitungen der STUVA-Tagung 2017 informiert zu sein.

Wer für 2017 daran interessiert ist, erstmals einen eigenen Messestand beim „Familientreffen der Tunnelbauer“ zu buchen, sollte das



Quelle/credit: STUVA

15 Auf Wiedersehen in 2017! Die nächste STUVA-Tagung findet in Stuttgart statt

See you again in 2017! The next STUVA Conference will be held in Stuttgart

excavation of small tunnels by shield driving and Dipl.-Geol. Markus Kühnel dealt with special features when producing the huge circular diaphragm wall excavation pit for the Oberhausen pumping station for the Emscher Interceptor. Dipl.-Ing. Gerd Martini concentrated on the development of quality demands for reinforced concrete for pipes, segments and in situ concrete structures. The 2015 STUVA Conference's final lecture was presented by Dipl.-Ing. Christian Strasser, who summarized the findings obtained from planning and executing 50 km of pipe jacking for the Interceptor project.

Outstanding Excursions on Day Three

The third day of the STUVA Conference was given over to excursions as has always been the case. These are undertaken in small groups headed by experts. The Emscher redevelopment scheme with its numerous interventions in the underground of the northern Ruhr District was of course the main topic. In fact, several excursion groups were given a thorough insight into this mega project by the Emschergenossenschaft. However, diverse excursions such as to the site for the Dortmund light rail system station at the Central Station (**Fig. 14**), to the new Lennetal Bridge on the A45 or a works visit to ThyssenKrupp were also on the programme as well as opportunities to look at the North-South light rail system in Cologne or the site for the Wehrhahn Line in Düsseldorf. Certainly, descending into one of the two last active coal mines in Germany – “Prosper-Haniel” – represented a real highlight. The STUVA Conference participants, who were fortunate enough to secure a ticket for this excursion in time, are numbered among the last people able to experience a German coal mine in operation. For Prosper-Haniel will close down completely in 2018 thus finally bringing to an end the long-standing tradition of hard coal mining in Germany.

Till we meet again in Stuttgart 2017

When there's one down, there's always another to go! As was also the case in 2013, the STUVA Conference will again be held in Stuttgart, from December 6–8, 2017. The amount of progress achieved by “Stuttgart–Ulm”, Germany's biggest rail project at present, will once again provide the exciting backdrop for the No. 1 conference dealing with underground construction.

nicht auf die lange Bank schieben. Lassen Sie sich bereits jetzt registrieren, um die Informationen zum Anmeldestart zu erhalten, der voraussichtlich im November 2016 eingeläutet wird. Heiko Heiden, Geschäftsführer der Deltacom Projektmanagement GmbH, steht gerne bereits jetzt als kompetenter Ansprechpartner für die Expo zur Verfügung (Tel. +49 40 357232-0; info@deltacom-hamburg.de). Für dieses Mal möchte sich das STUVA-Team bei allen Referenten, Teilnehmern, Ausstellern, Sponsoren und Fachbesuchern abschließend recht herzlich bedanken: Ohne Ihr Engagement wäre die STUVA-Tagung nicht das, was sie ist. In diesem Sinne: Glück auf und bis in zwei Jahren! 

It's certainly well worthwhile occasionally referring to **www.stuva-conference.com** to stay abreast of how the preparations for the 2017 STUVA Conference are advancing.

Anyone interested in being present with an exhibition booth at the "tunnellers' family gathering" should not hesitate. Make sure you register so that you receive all the necessary details for signing up. Start of registration will probably be in November 2016. Heiko Heiden, the CEO of Deltacom Projektmanagement GmbH, is now available as your competent contact partner for the STUVA-Expo (tel.: +49 40 357232-0; info@deltacom-hamburg.de).

For this time, the STUVA team would finally like to express its sincere thanks to all the lecturers, participants, exhibitors, sponsors and trade visitors. Without your involvement, the STUVA Conference would not be what it is. For the time being, all the best and see you in two years' time! 

Literatur/References

[1] Vorträge der STUVA-Tagung in Forschung + Praxis Band 46, herausgegeben durch die Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e. V., 408 Seiten, Verlag Ernst & Sohn; Dezember 2015. Bezugsquelle: STUVA, Verkaufspreis: 50 Euro

Proceedings of the STUVA Conference in Forschung + Praxis Issue 46, published by the Research Association for Underground Transportation Facilities Inc., 408 pp., Publisher Ernst & Sohn; December 2015. Available from: STUVA, priced 50 euros

Mitgliederversammlung 2015

Namensänderung: Die STUVA heißt bald „Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen“

Anlässlich der STUVA-Tagung 2015 fand am 30. November 2015 die reguläre Mitgliederversammlung der STUVA e. V. statt.

STUVA-Vorstand

Mit der Mitgliederversammlung sind Dipl.-Ing. Wolfgang Feldwisch und Bauassessor Dipl.-Ing. Otto Schließler aus dem Vorstand der STUVA ausgeschieden. Wolfgang Feldwisch stand nicht für eine Wiederwahl zur Verfügung, weil er nach dem Erreichen der Altersgrenze nicht mehr im operativen Geschäft der Deutschen Bahn AG tätig ist, sondern Sonderaufgaben für den Vorstand wahrnimmt.

Wolfgang Feldwisch gehörte dem STUVA-Vorstand und dem Beirat seit 2007 an. Er vertrat dabei die Aufgabengebiete des größten deutschen Schienenverkehrsinfrastrukturbetreibers, der Deutschen Bahn AG. Dies war für die STUVA-Arbeit deshalb besonders wertvoll, weil er bei der Bahn über viele Jahre hinweg unterschiedliche Fach- und Führungsaufgaben wahrgenommen und seit 2004 die Planung, Finanzierung und Realisierung der großen Infrastrukturprojekte der Bahn verantwortet hat. Erkenntnisse und Forschungsideen, die aus dieser Arbeit resultierten, hat er stets zeitnah in die STUVA-Arbeit eingebracht und sich tatkräftig,

2015 General Assembly

Change of Name: STUVA will soon be the "Research Association for Tunnels and Transportation Facilities"

The regular STUVA General Assembly was held on November 30, 2015, in conjunction with the 2015 STUVA Conference.

STUVA Board

Dipl.-Ing. Wolfgang Feldwisch and Bauassessor Dipl.-Ing. Otto Schließler retired from the Board on the occasion of the General Assembly. Feldwisch was no longer available for re-election as he has vacated his post with the Deutsche Bahn AG after reaching retirement age although he has accepted special assignments on behalf of the Board.

Wolfgang Feldwisch was a member of the STUVA Board and the Advisory Board since 2007. In this connection, he represented the areas of responsibility of Germany's biggest rail transport infrastructure operator, the Deutsche Bahn AG. This was of particular importance for his STUVA activities as for many years he occupied various executive functions and duties and was in charge of planning, financing and executing the DB's major infrastructure projects since 2004. He always ensured that findings and research results stemming from this work were quickly adopted for his STUVA activities. He always had STUVA's interests at heart, which he supported actively and innovatively. Feldwisch was unanimously declared an honorary member of the association by the General Assembly at the Board's request.

ideenreich und umsichtig um eine Unterstützung der STUVA gekümmert. Von der Mitgliederversammlung wurde Feldwisch auf Vorschlag des Vorstandes einstimmig zum Ehrenmitglied der Gesellschaft ernannt.

Otto Schließler stand ebenfalls nicht für eine Wiederwahl zur Verfügung, weil er – jetzt außerhalb des kommunalen Dienstes wirkend – nicht weiter als Vertreter der kommunalen Bauherren im Vorstand der STUVA tätig sein kann. Schließler gehörte dem STUVA-Vorstand und dem Beirat ebenfalls seit 2007 an und wurde 2009 von der Mitgliederversammlung zum 2. Stellvertretenden Vorsitzenden gewählt. Im STUVA-Vorstand war er vor allem für die Belange der kommunalen Bauherren zuständig. Dazu war er prädestiniert, weil er als langjähriger Amtsleiter bei der Stadt Dortmund an der Spitze des Amtes für Stadterneuerung und Bodenordnung, des Stadtbahnbauamtes und zuletzt des Tiefbauamtes wirkte und weil er darüber hinaus Vorsitzender der Fachkommission ÖPNV (zuletzt Fachkommission Verkehrsinfrastruktur) des Deutschen Städtetages sowie Mitglied der Deutschen Akademie für Städtebau und Landesplanung war. Aus diesen praxisbezogenen Tätigkeiten heraus konnte er als Vorstandsmitglied der STUVA viele Hinweise und Anregungen zum aktuellen Forschungsbedarf der Kommunen geben und mit großem persönlichen Einsatz STUVA-Projekte zu wichtigen diesbezüglichen Fragestellungen initiieren. Die Mitgliederversammlung ernannte Otto Schließler auf Vorschlag des Vorstandes ebenfalls einstimmig zum Ehrenmitglied der Gesellschaft.

Für die Dauer von vier Jahren wurden Dr. Stephan Keller, Beigeordneter der Landeshauptstadt Düsseldorf, und Prof. Dr. Dirk Rompf, Vorstand Netzplanung und Großprojekte der DB Netz AG, neu in den Vorstand gewählt. Dr.-Ing. Karl Morgen wurde auf vier Jahre wiedergewählt, und Dipl.-Ing. Edgar Schömig wurde zum 2. Stellvertretenden Vorsitzenden ernannt.

Damit besteht der STUVA-Vorstand derzeit aus folgenden Personen:

- Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, Vorsitzender (bis 2017)
- Dr.-Ing. Karl Morgen, 1. Stellvertretender Vorsitzender (bis 2019)
- Dr. Stephan Keller (bis 2019)
- Prof. Dr. Dirk Rompf (bis 2019)
- Dipl.-Ing. Edgar Schömig, 2. Stellvertretender Vorsitzender (bis 2017)
- Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Günter Girna, Ehrenmitglied des Vorstandes (ohne Wahlperiode)

STUVA-Beirat

Aus dem Beirat der STUVA sind seit der Mitgliederversammlung 2013 Dipl.-Ing. Felix Amberg, Inhaber und Präsident der Amberg Gruppe, Sargans (CH), Ministerialrat Dipl.-Ing. Karl-Heinz Collmeier, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Berlin und Dipl.-Ing. Dr. mont. Georg-Michael Vavrovsky, vormals ÖBB-Infrastruktur AG, Wien (A) ausgeschieden. Neu in den Beirat gewählt wurden Dipl.-Ing. Franz Bauer, Mitglied

Otto Schließler was also no longer available for reelection as he can no longer act as a representative of municipal principals on the STUVA Board after stepping down from public service. Schließler had also belonged to the Board and the advisory Board since 2007 and was elected as 2nd deputy chairman by the General Assembly in 2009. He primarily represented the interests of municipal authorities on the STUVA Board. He was really predestined for this task as he was with the City of Dortmund for many years where he was in charge of the office for urban renewal and land management, the urban light rail system construction office and then the office for foundation engineering. He was also chairman of the expert commission on public transport (subsequently expert commission on transport infrastructure) of the German Association of Cities as well as member of the German Academy for Urban Development and State Planning. Thanks to these practice-related activities, as STUVA Board member he was able to provide many pointers and suggestions on ongoing research needs of the municipalities and initiate STUVA projects relating to such issues – a task he fulfilled with great commitment. The General Assembly also unanimously appointed Otto Schließler an honorary member of the association at the behest of the Board.

For the duration of four years, Dr. Stephan Keller, city councillor of the regional capital of Düsseldorf and Prof. Dirk Rompf, Board member for network planning and major projects with the DB Netz AG were elected to the STUVA Board for the first time. Dr.-Ing. Karl Morgen was re-elected to the Board for a further four years and Dipl.-Ing. Edgar Schömig was appointed 2nd deputy chairman.

As a result, the STUVA Board currently consists of the following persons:

- Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, chairman (till 2017)
- Dr.-Ing. Karl Morgen, 1st deputy chairman (till 2019)
- Dr. Stephan Keller (till 2019)
- Prof. Dr. Dirk Rompf (till 2019)
- Dipl.-Ing. Edgar Schömig, 2nd deputy chairman (till 2017)
- Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Günter Girna, honorary Board member (no election term)

STUVA Advisory Board

Since the 2013 General Assembly, Dipl.-Ing. Felix Amberg, owner and president of the Amberg Group, Sargans (CH), undersecretary Dipl.-Ing. Karl-Heinz Collmeier, Federal Ministry for Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB), Berlin and Dipl.-Ing. Dr. mont. Georg-Michael Vavrovsky, formerly ÖBB-Infrastruktur AG, Vienna (A) have stepped down from the STUVA Advisory Board. Dipl.-Ing. Franz Bauer, Board member of the ÖBB-Infrastruktur AG, Vienna (A), Dipl.-Ing. Andrea Blome, head of the Office for Traffic Management of the regional capital of Düsseldorf, Dr.-Ing. Dipl. Masch.-Ing. TUSIA, Eur. Ing. Rune Brandt, CEO HBI Haerter AG (CH), CEO HBI Haerter GmbH (D). Zurich (CH) and Dipl.-Ing. Martin Schmitz, managing-director for technics with the VDV (Association of German Transport Companies) have joined the Advisory Board. As a result, the STUVA Advisory Board is now made up of the following persons:

des Vorstandes, ÖBB-Infrastruktur AG, Wien (A), Dipl.-Ing. Andrea Blome, Leiterin Amt für Verkehrsmanagement der Landeshauptstadt Düsseldorf, Dr.-Ing. Dipl. Masch.-Ing TUSIA, Eur. Ing Rune Brandt, Geschäftsleiter HBI Haerter AG (CH), Geschäftsführer HBI Haerter GmbH (D), Zürich (CH) und Dipl.-Ing. Martin Schmitz, Geschäftsführer Technik im Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), Köln. Damit besteht der STUVA-Beirat zurzeit aus folgenden Personen:

- Dipl.-Ing Bernhard Arenz, BG Bau Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Berlin
- Dipl.-Ing. Franz Bauer, ÖBB-Infrastruktur AG, Wien (A)
- Dr.-Ing. Jens Böhlke, Eisenbahn-Bundesamt, Bonn
- Dr.-Ing. Rune Brandt, HBI Haerter, Zürich (CH)
- Dipl.-Ing. Andrea Blome, Amt für Verkehrsmanagement, Landeshauptstadt Düsseldorf
- Dr.-Ing. Hans-Wilhelm Dorgarten, Hochtief Engineering GmbH, Essen
- Prof. Dr. jur. Klaus Englert, TOPJUS Rechtsanwälte Kupferschmid Englert Grauvogl & Partner, Schrobenhausen
- Dipl.-Ing. Martin Holfelder, Implenia Construction GmbH, München
- Dipl.-Ing. Stefan Jacob, Max Bögl Stiftung & Co. KG, Zentralbereich Tunnelbau, München
- Prof. Dr.-Ing. Rolf Katzenbach, Technische Universität Darmstadt, Institut und Versuchsanstalt für Geotechnik
- Prof. Dr.-Ing. Jürgen Krieger, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach
- Dr.-Ing. Christoph Müller, Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e. V., Düsseldorf
- Dipl.-Ing. Gerd Neweling, Amt für Brücken und Stadtbahnbau, Stadt Köln
- Prof. Dr.-Ing. Werner Rücker, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin
- Dipl.-Ing. Martin Schmitz, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), Köln
- Dipl.-Ing. Jörn Schwarze, Kölner Verkehrs-Betriebe AG, Köln
- Prof. RA Beate Wiemann, Bauindustrieverband Nordrhein-Westfalen e. V., Düsseldorf

Namensänderung der STUVA

Von der Mitgliederversammlung wurde beschlossen, unter Beibehaltung der bekannten und eingepägten Kurzform den Langnamen der STUVA, bei dem derzeit die „unterirdischen“ Verkehrsanlagen im Vordergrund stehen, zu verändern, um den aktuellen Forschungsschwerpunkten besser gerecht zu werden. Insbesondere ist beabsichtigt, dass die schon seit längerem in der Bearbeitung befindlichen „oberirdischen“ Verkehrsprojekte für die Zukunft durch die Namensgebung besser abgebildet werden, und auch das breitere Forschungsspektrum soll sich im Namen widerspiegeln. Zukünftig lautet der Langname der STUVA deshalb „Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen – STUVA – e. V.“ 

- Dipl.-Ing Bernhard Arenz, BG Bau (Employers' Liability Insurance Company for the Construction Industry), Berlin
- Dipl.-Ing. Franz Bauer, ÖBB-Infrastruktur AG, Vienna (A)
- Dr.-Ing. Jens Böhlke, Federal Railway Authority, Bonn
- Dr.-Ing. Rune Brandt, HBI Haerter, Zurich (CH)
- Dipl.-Ing. Andrea Blome, Office for Traffic Management, regional capital of Düsseldorf
- Dr.-Ing. Hans-Wilhelm Dorgarten, Hochtief Engineering GmbH, Essen
- Prof. Dr. jur. Klaus Englert, TOPJUS Rechtsanwälte (Lawyers) Kupferschmid Englert Grauvogl & Partner, Schrobenhausen
- Dipl.-Ing. Martin Holfelder, Implenia Construction GmbH, Munich
- Dipl.-Ing. Stefan Jacob, Max Bögl Stiftung (Foundation) & Co. KG, Tunnelling Division, München
- Prof. Dr.-Ing. Rolf Katzenbach, Technische Universität Darmstadt, Institute and Laboratory for Geotechnics
- Prof. Dr.-Ing. Jürgen Krieger, Federal Highway Research Agency, Bergisch Gladbach
- Dr.-Ing. Christoph Müller, Federal Association of the German Cement Industry Inc., Düsseldorf
- Dipl.-Ing. Gerd Neweling, Office for Bridges and Light Rail System Construction, City of Cologne
- Prof. Dr.-Ing. Werner Rücker, Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM), Berlin
- Dipl.-Ing. Martin Schmitz, Association of German Transport Companies (VDV), Köln
- Dipl.-Ing. Jörn Schwarze, Cologne Transport Services, Cologne
- Prof. RA Beate Wiemann, Association of the Building Industry in North Rhine Westphalia Inc., Düsseldorf

STUVA: Change of Name

The General Assembly decided to change the long form of the abbreviation STUVA, which currently places most emphasis on “underground” transportation facilities. The short form itself will be adhered to. The reason is to ensure that ongoing research activities are accorded greater prominence. In particular, it is intended to express “surface” transportation projects more adequately through the change of name in future and better reflect the wide range of research in the name itself. As a result, in future the long form for STUVA will be “Research Association for Tunnels and Transportation Facilities – STUVA”. 

ITA-COSUF-Workshop Hamburg

Besichtigung von Elbtunnel und Hochbahn-Betriebszentrale



1 Die Teilnehmer des ITA-COSUF-Workshops im November 2015 in Hamburg
The participants of the ITA COSUF workshop in November 2015 in Hamburg

Ende Oktober 2015 nutzten rund 30 Mitglieder des ITA COSUF (Committee on Operational Safety of Underground Facilities/ **Bild 1**) die Gelegenheit, den Hamburger Elbtunnel zu besichtigen und eine Vorführung von Belüftungssystem, eine Besichtigung der Steuerzentrale des Elbtunnels sowie der Betriebszentrale der Hochbahn zu erleben, in der unter anderem auch das über 100 km lange U-Bahnnetz Hamburgs kontrolliert wird. Der Workshop und die Treffen von Arbeitsgruppen und Lenkungsausschuss wurden vom LSBG (Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer Hamburg) und ITA COSUF gemeinsam organisiert.

Technische Vorträge

Christina Kluge, Tunnelsicherheitsbeauftragte der LSBG, stellte Tunnel und Großprojekte im Raum Hamburg kurz vor. Schwerpunkt war dabei das Thema Betriebssicherheit. Einem Vortrag von Karl-Heinz Reintjes, Abteilungsleiter für konstruktiven Ingenieurbau der DEGES, zu drei Tunnelneubauten im Zuge des Ausbaus der A7 folgte ein Bericht von Christina Kluge über Sanierung und Sicherheitskonzept des Elbtunnels, der auch die aus Unfällen und Störungen im Tunnel gewonnenen Erkenntnisse vorstellte. Zum Abschluss erläuterte Rainer Petersen, Leitender Ingenieur bei LSBG, das neue automatische System zur schnellen Unfallerkennung im Elbtunnel.

Elbtunnel mit Steuerzentrale

Einer der Höhepunkte des Workshops in Hamburg war die Besichtigung der Steuerzentrale des Elbtunnels, von wo aus alle Tunnelröhren betrieben werden (**Bild 2**). Die vier Tunnelröhren verbinden die südlichen Stadtteile des Großraums Hamburg mit dem Norden der Metropole. Der Elbtunnel ist einer der meistbefahrenen Straßentunnel Europas – fast 124 000 Fahrzeuge am

ITA COSUF Workshop Hamburg

Insightful Visits to Elbe Tunnel and Hochbahn Operating Centre

At the end of October 2015 around 30 members of ITA COSUF (Committee on Operational Safety of Underground Facilities/ **Fig. 1**) took the opportunity to visit the Elbe Tunnel including a tunnel ventilation demonstration, the Elbe Tunnel control centre and the operating centre of Hochbahn (metro and public transport operator of Hamburg) from which Hamburg's more than 100 km long underground metro system is operated. The workshop, meetings of Activity Groups and the Steering Board were organised by the LSBG

(Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer Hamburg/State Agency of Roads, Bridges and Water Hamburg) and ITA COSUF.

Technical Presentations

Christina Kluge, LSBG Tunnel Safety Officer, gave a short overview on tunnels and large scale projects in the Hamburg area with focus on operational safety. After a presentation from Karl-Heinz Reintjes, DEGES Head of Department civil engineering structures, about the three new tunnels on the motorway A7 in the course of the A7 extension Christina Kluge reported on the refurbishment programme and the safety concept of the Elbe Tunnel. She also described the lessons learned from incidents, that occurred in the tunnel. Finally Rainer Petersen, LSBG Senior Traffic Engineer, explained the new automatic system for fast incident detection at the Elbe Tunnel.

Elbe Tunnel with Control Centre

One of the highlights of the workshop in Hamburg was the visit to the Elbe Tunnel control centre from where all tunnels are operated (**Fig. 2**). The four Elbe Tunnel tubes are connecting the southern urban area of greater Hamburg with the northern part of the metropolis. The Elbe Tunnel is one of the busiest road tunnels in Europe – almost 124 000 vehicles per day are crossing under the river Elbe in these four tubes. The road authorities manage daily traffic dynamically between the tubes. According to experience, some smaller incidents and a few vehicle fires occur in the course of a year. However, due to its well-recognized safety concept the Elbe Tunnel is one of the safest road tunnels worldwide. The new ventilation concept in all four tubes ensures that 64 jet fans provide the necessary ventilation under daily operational conditions. In case of a fire eight axial fans and 196 dampers extract the smoke at both ends of the tunnel.

Tag unterqueren den Fluss durch die vier Röhren. Das Verkehrsaufkommen wird dabei dynamisch zwischen den einzelnen Tunnelröhren verteilt. Im Laufe des Jahres kommt es immer wieder zu kleineren Unfällen und Fahrzeugbränden. Der Elbtunnel ist jedoch dank seines anerkannten Sicherheitskonzeptes einer der sichersten Straßentunnel weltweit. Das neue Belüftungskonzept in allen vier Tunnelröhren sorgt dafür, dass die 64 Ventilatoren im täglichen Betrieb eine ausreichende Belüftung sicherstellen können. Bei einem Brand leiten acht Axialventilatoren und 196 Drosselklappen den Rauch an beiden Enden des Tunnels ab. Nach einer Kurzvorstellung der unterschiedlichen Funktionen der Steuerzentrale erfuhren die COSUF-Mitglieder, dass der Kontrollraum für die drei im Zuge des Ausbaus der A7 erstellten neuen Straßentunnel ertüchtigt wird. Der spannendste Teil der Elbtunnel-Besichtigung war der Besuch einer der vier Tunnelröhren mit einer spektakulären Vorführung des Entrauchungssystems. Die Experten der COSUF waren von Organisation und Leistungsfähigkeit der modernen Steuerzentrale beeindruckt. 

www.ita-cosuf.org



Quelle/credit (2): ITA COSUF

- 2 Die Steuerzentrale des Elbtunnels überwacht und lenkt ein tägliches Verkehrsaufkommen von mehr als 124 000 Fahrzeugen in vier Röhren
The Elbe Tunnel control centre observes and manages a daily traffic of 124 000 vehicles in four tunnel tubes

After a brief introduction on the different functions of the control centre the COSUF members learnt that the control room will be made fit for the three new road tunnels built in the course of the A7 motorway extension. The most adventurous part of the Elbe Tunnel visit was the walk into one of the four tunnels with a spectacular demonstration of the smoke extraction system. The COSUF specialists were impressed by the organisation and the performance of this outstanding tunnel control centre. 

 **BGL** 2015
BAUGERÄTELISTE

NEU

NEUAUFLAGE 2015

Jetzt neu

Die BGL Baugeräteleiste mit den Mittleren Neuwerten 2014
– als Buch, Online-Version und csv-Daten

BGL 2015 Online

immer auf dem neuesten Stand
EUR 299,00 p.a.

Bestellen bei Profil-Buchhandlung im Bauverlag

Bauverlag BV GmbH
Avenwedder Straße 55
33311 Gütersloh
Tel.: 05241 80 88957
profil@bauverlag.de
www.profil-buchhandlung.de/bgl

JETZT BESTELLEN!

 **PROFIL**
BUCHHANDLUNG IM BAUVERLAG

 **DIE DEUTSCHE
BAUINDUSTRIE**
BAUEN UND SERVICES

bau|||verlag
Wir geben Ideen Raum

23. Darmstädter Geotechnik-Kolloquium

mit Fachausstellung
Technische Universität
Darmstadt, Germany
10.03.2016

Kontakt:

Tel.: +49 6151/16 22 827
Fax: +49 6151/16 22 813
fischer@geotechnik.
tu-darmstadt.de
www.geotechnik.
tu-darmstadt.de

6th International Symposium of Tunnels and Underground Structures in South-East Europe

Urban Underground Structures in Karst
Radisson Blu Resort,
Split, Croatia
16.–18.03.2016

Kontakt:

Symposium Secretariat;
Ms Sanela Kovačević
Tel.: +385-1-6130-063
Mobile: +385-99-6130-063
sanela.kovacevic@hubitg.com
www.itacroatia.eu

31. Christian Veder Kolloquium

Baugrundverbesserung: Entwurf, Ausschreibung, Vertrag, Ausführung
Mit Fachausstellung
Technische Universität Graz,
Österreich
31.03.–01.04.2016

Kontakt:

Tel.: +43 316/873-6729
Tel.: +43 316/873-6231
Fax: +43 316/873-6232
cvk@tugraz.at
www.cvk.tugraz.at

Bauma 2016

31st Trade Fair for Construction, Building Material, Mining Machines, Construction Vehicles and Equipment
Messe München/Munich,
Germany
11.–17.04.2016

Contact:

Aussteller/Exhibitors
Tel.: +49 89 949-20267
Fax: +49 89 949-20269
exhibiting@bauma.de
Besucher/Visitors
Tel.: +49 89 949-11348
Fax: +49 89 949-11349
info@bauma.de
www.bauma.de

2. Felsmechanik-Tag

Felsmechanische Fragestellungen beim Bahnprojekt Stuttgart–Ulm
WBI-Center, Weinheim
(Bergstr.), Deutschland
14.04.2016

Kontakt:

Tel.: +49 6201/25990
wbi@wbionline.de
www.felsmechanik.eu

World Tunnel Congress 2016

Uniting the Industry
Moscone Center, San Francisco,
California, USA
22.–28.04.2016

Contact:

Tel.: +1 303/948-4200
meetings@smenet.org
www.wtc2016.us

Leobener Sicherheitstag

Sicherheit Untertage
Montanuniversität Leoben,
Österreich
19.05.2016

Kontakt:

robert.galler@unileoben.ac.at
robert.hermann@unileoben.ac.at

6th Annual Underground Infrastructure & Deep Foundations Qatar

InterContinental, Doha, Qatar
22.–25.05.2016

Two-Day Conference:

23.–24.05.

Technical Workshops

22. & 25.05.

Contact & Registration:

Tel: +971 4 364 2975
enquiry@iqpc.ae
www.undergroundfoundations.com

13th International Conference Underground Construction Prague 2016

(+ 3rd Eastern European Tunnelling Conference, EETC)
Clarion Congress Hotel, Prague,
Czech Republic
23.–25.05.2016

Contact:

Guarant International spol. s r. o.
Tel.: +420/284 001 444
Fax: +420/284 001 448
ps2016@guarant.cz,
www.ucprague.com
www.ita-aites.cz

Eurock 2016

ISRM International Symposium Rock Mechanics & Rock Engineering: From the Past to the Future
Perissia Hotel & Convention
Center, Ürgüp, Cappadocia,
Turkey
29.–31.08.2016

Contact:

Asterya Events Management
Tel.: +90 312/2101545
Fax: +90 312/4409525
info@eurock2016.org
www.eurock2016.org

8th Annual Tunneling Short Course

Breakthroughs in Tunneling
University of Colorado,
Boulder, CO, USA
12.–14.09.2016

Contact:

Vicki Miner, Benjamin Media, Inc.
Tel.: +1 330/467 7588
Fax: +1 330/468 2289
vminer@benjaminmedia.com
www.tunnelingshortcourse.com

InnoTrans 2016

International Trade Fair for
Transport Technology
(+ International Tunnel Forum, STUVA)
Messe Berlin, Germany
20.–23.09.2016

Contact:

Tel.: +49 30/3038-2376
Fax: +49 30/3038-2190
innotrans@messe-berlin.de
www.innotrans.com

65. Geomechanik Kolloquium 2016

Salzburg Congress, Salzburg,
Austria
13.–14.10.2016

(+ 10. Österreichischer Tunneltag 2016)

12.10.2016

Contact:

Österreichische Gesellschaft
für Geomechanik (ÖGG)
Tel.: +43 662 875519
Fax: +43 662 886748
Salzburg@oegg.at
www.oegg.at

Expotunnel 2016

Bologna, Italy
18.–20.10.2016

Contact:

Conference Service srl
Tel.: +39 051/42983-11
info@expotunnel.it
www.expotunnel.it

Kompodium

Taschenbuch für den Tunnelbau 2016

Dieses Taschenbuch für den Tunnelbau ist seit vier Jahrzehnten eine praxisorientierte Hilfe für Auftraggeber, Planer und Bauausführende. Es greift aktuelle Entwicklungen und Problemlösungen auf, präsentiert innovative Ergebnisse und dokumentiert dabei den jeweiligen Stand der Technik, vermittelt also praktische Erfahrungen. Die aktuelle Ausgabe 2016 enthält zahlreiche Projektbeiträge, unterteilt nach verschiedenen Bereichen:

- Baugruben und Tunnel in offener Bauweise: Eurocodebasierter Leitfaden für rechnerische Brandschutznachweise für Tunnel in offener Bauweise
- Maschineller Tunnelbau: Schaumkonditionierung bei Erddruckschilden; Suspensionen mit erhöhter Dichte anstelle von Ballastierungen beim Hydroschildvortrieb der U-Bahnlinie U5 in Berlin
- Baustoffe und Bauteile: Bemessung und Konstruktion von Längsfugen beim Tübbingausbau
- Forschung und Entwicklung: Abbauwerkzeugverschleiß und empirische Verschleißprognose beim Vortrieb mit Hydroschild-Tunnelvortriebsmaschinen in Lockergesteinen; Tunnelvortrieb im anhydritführenden Gebirge; Innovationen bei der Anwendung des Gefrierverfahrens im Tunnelbau
- Instandsetzung und Nachrüstung: Bauliche Nachrüstung von Flucht- und Rettungswegen bei Straßentunneln
- Vertragswesen und betriebswirtschaftliche Aspekte: Bahnprojekt Stuttgart–Ulm, Alaubaufstieg – Partnerschaftliche Anpassung eines komplexen Bauvertrags nach Vertragsschluss
- Praxisbeispiele: Crossrail Baulos C310 bei der Themseuntertunnelung in London: Herausforderungen des Tunnelvortriebs im Zusammenhang mit setzungsempfindlichen Gebäuden.

Die Beiträge sind in deutscher Sprache verfasst, jeweils ergänzt durch eine englische Zusammenfassung. Abgerundet wird das Buch durch ein nach Warengruppen gegliedertes Lieferantenverzeichnis des Tunnelbaubedarfs. 

G. B.

Taschenbuch für den Tunnelbau 2016

Kompodium der Tunneltechnologie,
Planungshilfe für den Tunnelbau
Herausgeber: Deutsche Gesellschaft für
Geotechnik (DGGT), Essen
40. Jahrgang, 382 Seiten, DIN A6 mit
150 Abb./Tab. und 180 Quellen, gebunden
39,90 Euro; Verlag Ernst & Sohn, Berlin
Print ISBN 978-3-433-03133-9
eBook ISBN 978-3-433-60633-9

Kompodium

Tunnelling Manual 2016

The Tunnelling Manual has been a practical aid for clients, designers and contractors for four decades. It covers current developments and problem solutions, presents innovative results and documents the relevant state of the technology, conveying practical experience. The new 2016 issue includes numerous project reports categorised into various fields:

- Construction excavations and cut and cover tunnels: Eurocode-based guidelines for calculated fire protection verifications for cut and cover tunnels
- Mechanised tunnelling: foam conditioning for EPB-machines; suspensions with increased density instead of ballasting for the hydroschild drive of the underground line U5 in Berlin
- Construction materials and elements: design and construction of longitudinal joints in segment linings
- Research and development: wear to excavation tools and empirical wear forecasting for hydroschild tunnelling in loose rock; tunnelling through anhydrite rock mass; innovations in the use of ground freezing in tunnelling
- Repair and upgrading: constructional upgrading of escape and rescue routes for road tunnels
- Contract matters and construction management: the Stuttgart–Ulm rail project, Alb ascent – cooperative adaptation of a complex construction contract after its conclusion
- Practical examples: Crossrail contract C310 passing beneath the Thames in London – challenges of the tunnel drive in connection with buildings susceptible to settlement.

The articles are written in German, each supplemented with an English summary. The book is rounded off with an index of suppliers of tunnelling requirements categorised into groups. 

G. B.

Taschenbuch für den Tunnelbau 2016

Kompodium of tunnelling technology,
design aid for tunnels
Publisher: German Association for Geotechnics
(DGGT), Essen
40th annual issue, 382 pages, DIN A6 with 150
illustrations/tables and 180 references, hardback
39.90 Euro; Verlag Ernst & Sohn, Berlin
Print ISBN 978-3-433-03133-9
eBook ISBN 978-3-433-60633-9



BMVI-Informationsband

Brücken und Tunnel der Bundesfernstraßen 2015

Ende 2015 hat das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) den neuen Informationsband „Brücken und Tunnel der Bundesfernstraßen 2015“ herausgebracht. Im aktuellen Dokumentationsband werden zehn interessante, gut gestaltete Bauwerke bzw. schwierige Baumaßnahmen präsentiert. Neben der Dokumentation von acht Brückenprojekten werden in zwei Kapiteln auch wieder Beispiele aus dem Tunnelbau behandelt. Der Bau des 1610 m langen Tunnels Neuhoft im Zuge der A66 konnte aufgrund einer parallel verlaufenden Bahnstrecke und des benachbarten Bahnhofes Neuhoft nur als Gesamtmaßnahme mit der DB AG erfolgen. Der als offener, zweizelliger Rechteckquerschnitt gebaute Tunnel konnte nur in entsprechenden Teilabschnitten aufgeföhren werden. Dabei waren die unterschiedlichen Regelwerke der Straße und der Schiene zu beachten und zahlreiche Details eng unter den Beteiligten abzustimmen.

Die beiden Röhren des etwa 3070 m langen Jagdbergtunnels im Zuge der Autobahn A4 bei Jena wurden im Sprengvortrieb aufgeföhren. Dabei waren mehrere Störungszonen zu meistern. Die Sicherung der Vortriebe erfolgte mit Spritzbeton. Insgesamt zehn Querschläge, die teilweise von Rettungsfahrzeugen be-

fahren werden können, verbinden die beiden Tunnelröhren miteinander. Etwa in Tunnelmitte befindet sich ein Abluftschacht, der durch Aufwärtsbohren aufgeföhren wurde.

Das Heft kann per E-Mail (buergerinfo@bmvi.bund.de) kostenfrei beim Bürgerservice des BMVI angefordert werden.

Dipl.-Ing. Christoph Schmitz



Quelle/Credit: BMVI

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Brücken und Tunnel der Bundesfernstraßen 2015 – Dokumentation

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Ref. Z 32, Hausdruckerei, 2015, 158 S., A 4, kartoniert, mit vierfarbigen Abbildungen und Konstruktionszeichnungen

bau | | verlag

We give ideas room to develop

www.bauverlag.de

tunnel 35. Jahrgang / 35th 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:
Ursula Landwehr
Phone: +49 5241 80-1943
E-Mail: ursula.landwehr@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:
Jens Maurus
Phone: +49 5241 80-89278
Fax: +49 5241 80-60660
E-Mail: jens.maurus@bauverlag.de
(verantwortlich für den Anzeigenteil/
responsible for advertisement)

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:
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:
Vittorio Camillo Garofalo
ComediA di Garofalo, Piazza Matteotti, 17/5,
I-16043 Chiavari
Phone: +39-0185-590143,
Mobil: +39-335 346932,
E-Mail: vittorio@comediassrl.it

USA/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
Phone: +49 5241 80-90884
E-Mail: leserservice@bauverlag.de
Fax: +49 5241 80-690880

Marketing & Vertrieb / Subscription and Marketing Manager:
Michael Osterkamp
Phone: +49 5241 80-2167
Fax: +49 5241 80-62167

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 € 161,00
Studenten / Students € 97,00
Ausland / Other Countries € 171,00
Einzelheft / Single Issue € 26,00
(inklusive Versandkosten / including postage)
eMagazine € 98,50

Mitgliedspreis STUVA / Price for STUVA members
Inland / Germany € 121,00
Ausland / Other Countries € 129,00

Kombinations-Abonnement Tunnel und THIS jährlich inkl. Versandkosten:
€ 212,20 (Ausland: € 218,80)

Combined subscription for Tunnel + THIS including postage:
€ 212,20 (outside Germany: € 218,80).
(die Lieferung per Luftpost erfolgt mit Zuschlag/with surcharge for delivery by air mail)
Ein Abonnement gilt für ein Jahr und verlängert 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 gesetzlichen Bestimmungen in das alleinige Veröffentlichungs- 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.

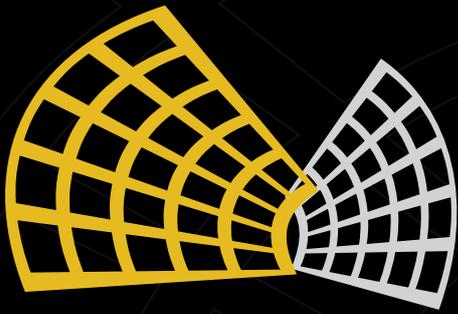
Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung oder Vervielfältigung ohne Zustimmung des Verlages strafbar. Das gilt auch für das Erfassen und Übertragen in Form von Daten. Die allgemeinen Geschäftsbedingungen des Bauerlages finden Sie vollständig unter www.bauverlag.de

Publications:
Under the provisions of the law the publishers acquire the sole publication and processing rights to articles and illustrations accepted for printing. Revisions and abridgements are at the discretion of the publishers. The publishers and the editors accept no responsibility for unsolicited manuscripts. 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 Bauerlage are to be found in full at www.bauverlag.de

Druck/Printers:
Merkur Druck, D-32758 Detmold

Kontrolle der Auflagenhöhe erfolgt durch die Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern (IVW) Printed in Germany
H7758





ITA - AITES
WTC 2016

The World Tunnel Congress

April 22-28, 2016

SAN FRANCISCO
CALIFORNIA, USA



UNITING THE INDUSTRY



Marriott Marquis,
headquarters hotel

REGISTRATION AND HOUSING NOW OPEN!

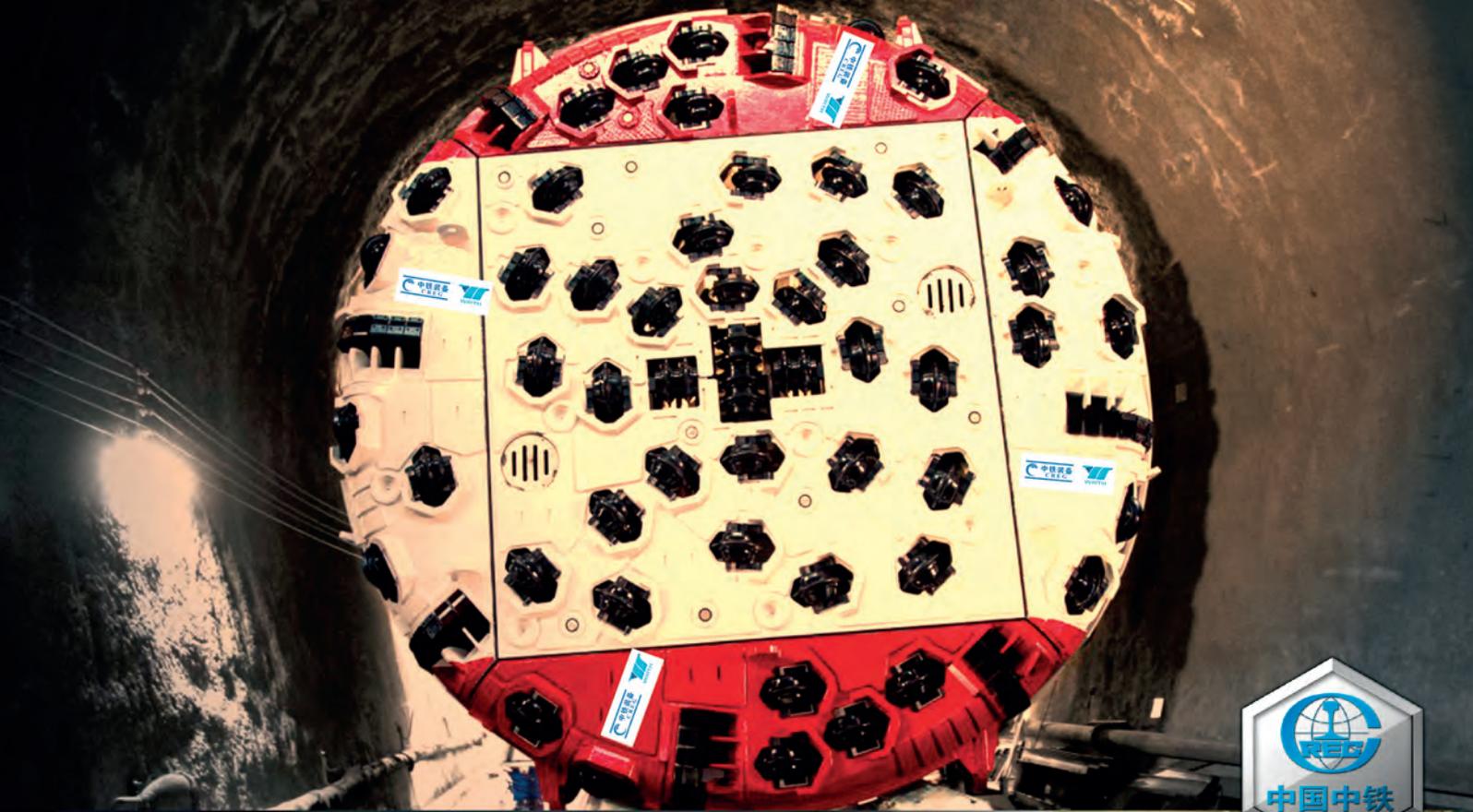
It is time to register for the 2016 World Tunneling Conference in San Francisco, CA. Don't miss your opportunity to network with over 2,500 industry professionals and access to over 600 technical sessions. If you are looking for an innovative way to engage with industry professionals, join these companies and others by reserving your sponsorship booth today!



For more information and to register
visit www.WTC2016.us

#WorldTunnelCongress





Ø 8.03m CREG Gripper TBM

— Water Transfer Tunnel —

Geology is composed of limestone, granite, siltstone and tuff with rock strength of 40–140 MPa. The cutter head, equipped with 19” cutters, is designed to suit with the large variety of different rock conditions. The state of the art designed TBM is adapted to the project conditions and has an excellent performance despite of several fault zones and large quantity water inflow.

In 15th August the TBM has reached a performance of 738m per month and in the first three months it excavated a distance of more than 2000m.



+ China:

Contact: cregoverseas@crectbm.com

Phone: +86 371 60608837

Address:

No.99,6th Avenue
National Economic & Technical Development Area
Zhengzhou 450016 ,Henan Province
People's Republic of China

+ Asia & Africa:

Contact: enquiries@cte-limited.com

Phone: +603 7954 0314

Address:

Unit 908,Block B,Phileo Damansara II
No.15,Jalan 16/11 off Jalan Damansara
Section 16, 46350 Petaling Jaya
Selangor, Malaysia

+ Europe&Latin American:

Contact: info@creg-germany.com

Phone: +49 2431 9011 533

Address:

CREG TBM Germany GmbH
Jülicherstraße 10–12
41812 Erkelenz
Germany

Website: www.crectbm.com