

www.tunnel-online.info

# tunnel

2

April

Offizielles Organ der STUVA · Official Journal of the STUVA

2014

Preview: World Tunnel Congress 2014 in Brazil 16  
Monitoring: Data Management and Risk Analysis 18  
Russia: Moscow's massive Metro-Expansion 40



**bau || || verlag**

Wir geben Ideen Raum



## full range

Abu Dhabi is modernizing its wastewater network in the **Strategic Tunnel Enhancement Programme – STEP**. We have delivered 8 AVN Machines, 6 EPB Shields, a segment production plant, additional equipment and expert personnel.

## full power

**14 Herrenknecht TBMs** (Ø 960–6,950 mm) are excavating a total of 70km of tunnel. Our EPB Shields consistently achieve 200m per week.

## full service

As in Abu Dhabi, we contribute to our customers' project success with complete **service packages worldwide**.

Pioneering Underground Technologies

› [www.herrenknecht.com](http://www.herrenknecht.com)



# tunnel 2/14

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



Der Emisor Oriente Tunnel für Mexiko Stadt ist Teil des größten Abwasserprojektes der Welt. Er soll im Juni 2015 fertig werden; Anfang 2014 war die Hälfte des Tunnelbauprojekts geschafft

Mexico City's Emisor Oriente Tunnel is a main part of the world's biggest sewage project, The final completion is estimated for June 2015. At the beginning of 2014 half the work was done (Seite/page 50)

Quelle/source: Conagua

## Title

Die automatische Misch- und Injektionsanlage IC 650/711 kam beim Bau des 25,4 km langen Pinglu Wasserversorgungstunnels in der chinesischen Shanxi-Provinz zum Einsatz

Hány's automated Mixing and Grouting Plant IC 650/711 was used for building the 25.4 km long Pinglu water transfer tunnel in the chinese province of Shanxi

Quelle/source: Hány AG, Peter Rausch

## Ein Wort zum Thema ... / On the topic of ...

Die Bürger reden mit / Citizens participate 2

## Nachrichten/News

STUVA-Nachrichten / STUVA News 4

Aktuelles/Topical News 6

## Special: World Tunnel Congress 2014

WTC 2014: Die Tunnelwelt schaut auf Brasilien 16

WTC 2014: The Tunnelling World focuses on Brazil

Datenmanagement und Risikoanalyse für Tunnelbauprojekte 18

Data management and risk analysis for tunnelling projects

Dr. Peter-Michael Mayer, MSc. Manfred Messing, MSc. Abraham S. Corriols, MSc. Nico Rosenbusch

WTC 2014: Neue Produkte und Dienstleistungen 26

WTC 2014: New products and services

## Hauptbeiträge / Main Articles

Sicher vor Feuer und Rauch – Glasfaserleichtbeton 32

Safe from fire and smoke – glass fibre reinforced concrete

Rita Jacobs M.A.

Gigantisches Ausbauprojekt erweitert das Moskauer U-Bahn-Netz 40

Massive construction movement expands Moscow's Metro

Desiree Willis

Mexiko-Stadt: Halbzeit beim Emisor-Oriente-Tunnelbau 50

Mexico City: Half the tunneling for the Emisor-Oriente project is done

Mauro Nogarin

## Fachtagungen / Conferences

Südbahntagung: Koralmtunnel und Semmering-Basistunnel 56

Südbahntagung: Koralm Tunnel and New Semmering Base Tunnel

## Neue Produkte / New Products

Digitale Datenerfassung bei Überdruckarbeiten 61

Digital Data Recording for Compressed Air Work

Scannerverlängerung für Betonüberdeckungsmessungen 62

Scanner Extension for Cover Measurements in Concrete

## Informationen / Information

Veranstaltungen / Events 63

Inserentenverzeichnis / Advertising list 64

Impressum / Imprint 64

## Öffentlichkeitsarbeit

### Die Bürger reden mit

So spannend und komplex das Thema Tunnelbau ist, so wenig wissen die meisten Leute davon. Wer nicht wie Sie, liebe Leserinnen und Leser, als Spezialisten in irgendeiner Form täglich mit diesem Thema umgeht, nimmt den Tunnel ganz anders wahr: der eine vielleicht nur als notwendige Störung der Telefonverbindung bei der Bahnfahrt, nicht wenige andere als unangenehme Beengung, wenn es mit dem Auto in die Röhre geht. Aber wenn man gar nicht erst reinkommt in die Röhre, dann weiß plötzlich jeder Bescheid: Über die Staus aufgrund der Straßenbauarbeiten am Neuen Elbtunnel stöhnen die Autofahrer – wie zu erwarten

Um öffentliche Aufmerksamkeit anderer Art bemüht man sich derzeit beim Projekt Fehmarnbelt-Tunnel – möglichst frühzeitig und dabei offen und positiv gestimmt, machten kürzlich Schleswig-Holsteins Ministerpräsident Torsten Albig und der dänische Außenhandelsminister Mogens Jensen Werbung für das zukünftige Bauvorhaben, für das die Planungsgesellschaft Femern A/S, Anfang April 17 Angebote für die ausgeschriebenen Bauaufträge erhalten hat. „In 30 Jahren werdet ihr ihn nicht mehr missen wollen“, versicherte Albig in einer Diskussionsrunde über das enge Zusammenwachsen beider Länder durch den Tunnel. Die Politiker zeigten rund 200 Schülern aus Deutschland und Dänemark Zukunftsperspektiven, die sich durch den Bau der festen Fehmarnbeltquerung bieten.

Aufklärungsarbeit über Nutzen und Begleitumstände derartiger Großprojekte ist zur wichtigen Aufgabe bereits in der Planungsphase geworden – ein Thema das die STUVA schon frühzeitig erkannt hat und zur Diskussion stellt, um einen angemessenen Umgang damit zu finden (siehe dazu auch den Bericht ab Seite 4). Die Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) haben aktuell wieder eine unangenehme Erfahrung in dieser Hinsicht machen müssen: Anrainer des zukünftigen Nordportals und Umweltschützer haben im Januar die Hauptbauarbeiten des Milliardenprojekts Semmeringbasistunnel gestoppt (siehe dazu die Berichte auf Seite 8 und ab Seite 56). Man kann die Vorbehalte der Gegner solcher Projekte zwar nicht wegdiskutieren, aber die Auseinandersetzung und der Kontakt mit den Menschen ist unverzichtbar, ansonsten ist der Ärger programmiert – ganz gleich, wie gut das Projekt geplant ist und wie hoch der Nutzen für die Allgemeinheit sein kann.

## Public Relations

### Citizens participate



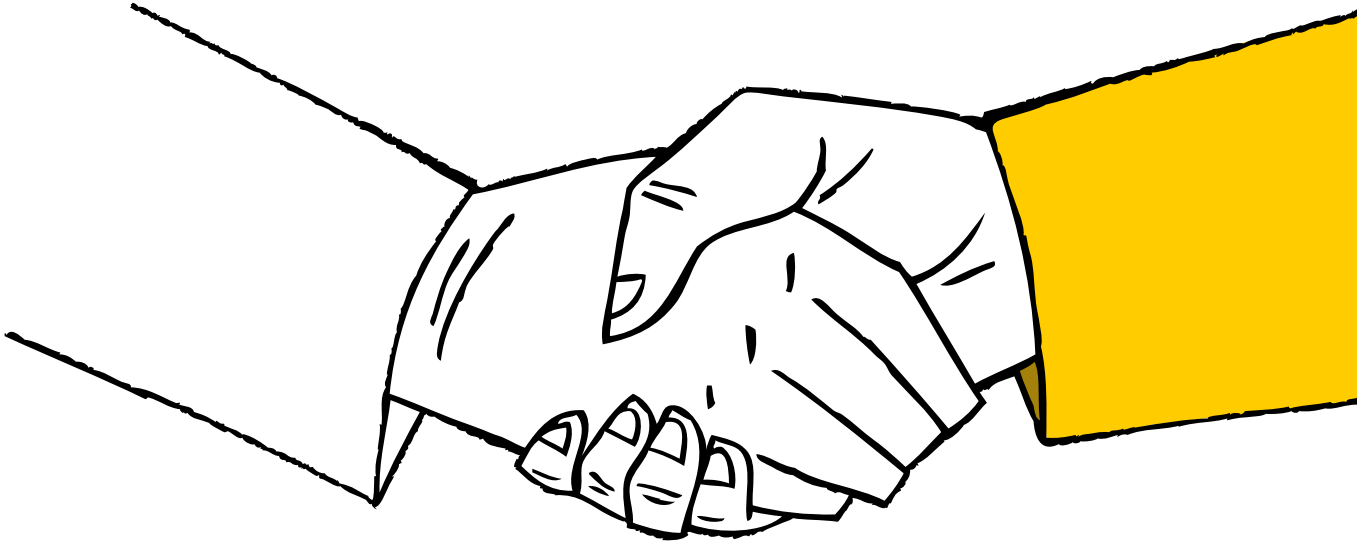
No matter how exciting and complex the topic of tunnelling may be, most people know relatively little about it. Unlike you, our dear readers, who have to do with tunnelling in some form or other on a professional daily basis, they usually have a quite different perception of tunnels: the one perhaps as creating a necessary disturbance when telephoning during a train journey, the other as an unpleasant restriction when motoring through an enclosed link. However, everyone tends to sit up and take notice when it's impossible to enter a

tunnel in the first place: Complaints about traffic jams due to the of roadworks at the New Elbe Tunnel will pop up regularly - you don't even have to ask about it.

Currently those involved in the Fehmarn Belt Tunnel project try to create attention in a different kind – as early as possible and thus adopting an open and positive approach, the regional premier of Schleswig-Holstein Torsten Albig and the Danish foreign trade minister Mogens Jensen beat the drum for the future construction project for which the Femern A/S Planning Association had received 17 offers for the pending construction project by early April. During a round of discussions, Albig assured his audience that “in 30 years you won't be able to do without it”, referring to the fact that the tunnel will bring the two countries closer together. The politicians showed some 200 students from Germany and Denmark perspectives for the future afforded by building the fixed Fehmarn Belt crossing. Pointing out the benefits and the circumstances accompanying such major projects has developed into an important task as early as the planning stage – a topic which the STUVA also has identified early on and opened up for discussion to establish an acceptable approach (please see the report as from p 4). The Austrian Federal Railways (ÖBB) recently found themselves faced with an unpleasant experience of this nature: local residents around the future north portal together with environmentalists were able to have the main construction operations for the Semmering Base Tunnel project, which is worth billions, halted (please see the report on p 8 and as from p 56). Admittedly the objections of those opposing an infrastructure project will not be dissolved only by talking about it more but discussions and communication with people are essential. Otherwise trouble is preprogrammed – regardless of how well the project may be planned and how great the advantages for the general public may be.

Ihr/Yours

Marvin Klostermeier  
Redakteur/Editor tunnel



# Sika – Innovative Solutions

The building owner expects timely completion of a project in high quality, also in consideration of local conditions. We provide you with system solutions that meet these demands and ensure you competent service and punctual delivery of high quality products.

You have clear demands regarding economical rock support and durable lining system, the concept of the waterproofing system and of the sustainability of products and solutions used. Sika provides quality products to meet your requirements, including those for unforeseen circumstances.



Sika Services AG | CH-8048 Zurich | Switzerland  
Phone: +41 58 436 40 40 | Fax: +41 58 436 41 50  
[www.sika.com](http://www.sika.com)

Innovation & Consistency | since 1910

## STUVA-News

## STUVA-Vorstandsvorsitzender Prof. Martin Ziegler 60 Jahre

Zu seinem 60. Geburtstag Ende Februar sendet das STUVA-Team Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler herzliche Glückwünsche. Wir nehmen diese Gelegenheit zum Anlass, unserem Vorstandsvorsitzenden für die großartige Unterstützung und souveräne Repräsentation der STUVA in der Öffentlichkeit zu danken. Bereits seit vielen Jahren vertritt Ziegler die Interessen der STUVA in dieser verantwortungsvollen Position mit Herz und Seele. In dieser schnelllebigen Zeit ist das nicht selbstverständlich. Aber die gleiche Beständigkeit, auf die die STUVA vertrauen darf, zeigt sich auch durchgehend in Zieglers Lebenslauf.

Schon während seines Bauingenieurstudiums an der Universität Karlsruhe widmete er sich den Bereichen Bodenmechanik, Grundbau und Felsmechanik. In seiner Zeit als Wissenschaftlicher Mitarbeiter promovierte er 1986 mit dem Thema „Berechnung des verschiebungsabhängigen Erdrucks in Sand“ und war danach für 13 Jahre der Firma Philip Holzmann verbunden. Seit 2000 ist er Inhaber des Lehrstuhls für Geotechnik im Bauwesen und Leiter des Instituts für Grundbau, Bodenmechanik, Felsmechanik und Verkehrswasserbau an der RWTH Aachen. Dort kam es auch zur ersten Begegnung mit dem Ehrenmitglied des STUVA-Vorstands Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Günter Girna, der von Professor Ziegler so nachhaltig beeindruckt war, dass er ihn im Jahr 2001 um die Mitwirkung im Vorstand bat. Bereits 2003



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler, Vorstandsvorsitzender der STUVA  
STUVA Board Chairman Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler

wurde Martin Ziegler von der Mitgliederversammlung zum Vorsitzenden gewählt.

Die Intention der STUVA entspricht seiner eigenen Zielsetzung, und eine überzeugende Präsentation dazu fand zuletzt im Rahmen der STUVA-Tagung Ende 2013 in Stuttgart statt. Die Tagung stand im Zeichen des Megaprojektes Stuttgart 21, und vor mehr als 1600 Teilnehmern zeigte Ziegler einmal mehr, dass er sich nicht scheut, seine Meinung zu sagen und kritische Themen anzusprechen. In seiner Eröffnungsrede griff der Vorstandsvorsitzende ein Thema auf, das bereits auf der Tagung vor zwei Jahren ihn selbst und die vielen teilnehmenden Fachleute beschäftigt hat und immer noch an Bedeutung gewinnt: Neben den technischen Herausforderungen eines Tunnelbauprojektes sehen sich die Bauherren zunehmend mit öffentlichem Widerstand konfrontiert. Ziegler fand in seiner Ansprache deutliche Worte und nahm die

## STUVA-News

## STUVA Board Chairman Prof. Martin Ziegler turned 60

and soul in this responsible position. In these fast-moving times, this is no mean achievement. But the same steadiness, the STUVA can rely on, becomes apparent when one takes a look at Ziegler's vita.

As far back as his days at the University of Karlsruhe during his engineering studies, he devoted his attention to soil mechanics, foundation engineering and rock mechanics. During the time he spent as a research assistant, he obtained his doctorate in 1986 with a dissertation on "Calculating Earth Pressure in Sand relating to Displacement" and then spent 13 years with the Philip Holzman Company. Since 2000 he has occupied the chair for geotechnics and heads the Institute for Foundation Engineering, Soil Mechanics, Rock Mechanics and Waterway Engineering at the RWTH Aachen. This is where he met the honorary STUVA board member Prof. E.h. Günter Girna for the first time, who was so impressed by Prof. Ziegler that he invited him to join the STUVA board in 2001. Only two years later in 2003, Martin Ziegler was elected its chairman by the general assembly.

STUVA's aims are identical with his own objectives: this was recently reflected during the STUVA Conference held in Stuttgart in late 2013. The Conference concentrated on the Stuttgart 21 mega project. Addressing the more than 1600 participants, Ziegler again showed that he is not afraid to speak his mind and also tackle critical topics. In his opening speech the STUVA board chairman dealt with a subject that experts had already

The STUVA team would like to wish Prof. Martin Ziegler all the best on the occasion of his 60<sup>th</sup> birthday at the end of February. We take avail of this opportunity to thank our board chairman for the brilliant support and sovereign representation of the STUVA in public. Ziegler has represented STUVA's interests for many years with heart



Martin Ziegler bei einem Besuch an der Ortsbrust im Katzenbergtunnel

Martin Ziegler visiting the face of the Katzenberg Tunnel

Ingenieure, vor allem aber die Politiker in die Pflicht, dafür zu sorgen, dass von Anfang an eine ernst zu nehmende Bürgerbeteiligung praktiziert wird, bei der Kosten, Einschränkungen und Risiken ehrlich kommuniziert werden. Er ließ aber keinen Zweifel daran, dass es nach Auffassung der STUVA die Verpflichtung eines jeden Einzelnen ist, den Fortschritt nicht durch partielles Eigeninteresse zu behindern.

### Genau und kritisch, aber nie ohne Witz

Martin Ziegler sei ein „sehr großes Arbeitstier, sehr genau und sehr kritisch“ – auch in seinen eigenen Angelegenheiten, heißt es in seinem direkten Umfeld. Er hat mehrere Ämter als Vorstandsmitglied sowie Vorsitzender inne und gründete zudem Ende 2013 zusammen mit dem ehemaligen Institutsmitarbeiter Dr. Benjamin Aulbach das Ingenieurbüro ZAI. Selbst im größten Stress verliere er nie den Witz. Trotz all der vielen Arbeit versuche er dennoch sportlich zu bleiben. Und wer diesem Mann schon einmal begegnet ist, vermag sich gut

vorzustellen, dass seine Energie auch dafür noch reicht.

„Beherrsche die Sache, dann folgen auch die Worte“, dieser Satz wird Marcus Porcius Cato (234-149 v. Chr.) zugeschrieben, und in Zieglers Aktivitäten findet dieser Ausspruch Bestätigung. Er ist in der Lage Fakten präzise und gut formuliert auf den Punkt zu bringen. Mehr als 150 Fachveröffentlichungen stammen mittlerweile aus seiner Feder (und der seiner Mitautoren). Dabei stehen seine Werke auf einer soliden Basis; Ziegler hat stets den Bezug zur Praxis aufrechterhalten und gepflegt. Gelungen ist ihm dies einerseits durch praxisrelevante Forschungsthemen, vor allem aber auch durch seine permanente Tätigkeit als Gutachter und Berater.

Für die nächsten Jahre, die Herr Professor Ziegler hoffentlich im Kreis der STUVA verbringen wird, wünschen wir ihm weiterhin eine glückliche Hand bei der Umsetzung all seiner Projekte und eine gute Gesundheit.



[www.stuva.de](http://www.stuva.de)

dealt with at the 2011 Conference and which is still gaining in importance: apart from the manifold technical challenges, which are posed by a tunnelling project of this magnitude, clients are increasingly being confronted by resistance on the part of the public. Ziegler was unequivocal in his address and called upon engineers but first and foremost politicians to ensure that citizens are properly involved from the very outset so that costs, restrictions and risks are put across honestly. He left no doubt, however, that it is the STUVA's view that no one should obstruct progress for selfish reasons.

### Precise, critical but always humorous

Martin Ziegler is a “really hard worker, highly precise and highly critical” – also when it comes to matters concerning himself, is what those in the know say about him. And even when placed under great stress he is always humorous. In spite of all his duties, he still finds time for sport. Anyone who has ever come across this man will be able to understand that abundant energy is still there.

Steady as a rock he may be but he's still most adventurous and involves himself in many posts within and without the technical university. He is a member of several boards and chairs some of them and at the end of 2013 founded the Ingenieurbüro ZAI together with his former associate at the Institute, Dr. Benjamin Aulbach.

“Grasp the subject – the words will follow”, is a saying attributed to Marcus Porcius Cato (234-149 BC) and the phrase is confirmed by Ziegler's activities. He is able to present facts precisely and to aptly put them across. By now he has been responsible for more than 150 publications (sometimes as co-author). His works are known for being well-founded; Ziegler has always maintained and consolidated links to practice. This has been accomplished on the one hand in the form of practice-related research topics as well as through his permanent position as an expert and consultant.

We would like to wish Prof. Ziegler all the best in furthering his projects and the best of health for the years to come, which we trust will see his association with the STUVA continued.



Crossbar for lifting concrete pipe segments



Maschinen  
und Stahlbau



Dresden  
Branch of Herrenknecht AG

Specialist for tunnelling  
equipment and logistic systems

[www.msd-dresden.de](http://www.msd-dresden.de) | [info@msd-dresden.de](mailto:info@msd-dresden.de)

Segment handling system



## InnoTrans 2014

## Schnittstelle für Bahninfrastruktur und Tunnelbau

Vom 23. bis zum 26. September findet in Berlin die Jubiläumsausgabe der Messe InnoTrans statt, die in diesem Jahr zum zehnten Mal die Bahnindustrie empfängt. Bereits seit 2006 stellen darüber hinaus die internationalen Anbieter von Tunnelbaulösungen ihre Produkte und Services auf der Weltleitmesse für Verkehrstechnik aus und werden auch 2014 mit dem Messesegment Tunnel Construction an den vier Veranstaltungstagen wieder prominent vertreten sein. Damit bringt die InnoTrans zwei für die Realisierung von unterirdischen Verkehrsanlagen wichtige Wirtschaftszweige zusammen.

„Tunnel sind in der Praxis fester Bestandteil der Schienenverkehrsinfrastruktur“, so Kerstin Schulz, Projektleiterin der InnoTrans. „Das heißt, Infrastrukturunternehmen arbeiten sowohl beim Neubau als auch bei der Modernisierung von Tunnelanlagen sehr eng mit den darauf spezialisierten Firmen zusammen. Entsprechend haben wir auf der InnoTrans auch den Tunnelbereich räumlich in das Messesegment Railway Infrastructure integriert. So kommen potentielle Partner sowie Anbieter und Nachfrager von Produkten und Consulting-Leistungen für den Tunnelbau direkt in Kontakt. Und davon profitieren beide Seiten.“

Etwa 30 Unternehmen werden sich direkt im Tunnel Construction-Segment präsentieren, insgesamt sind es aber tatsächlich rund 300 internationale Unternehmen, die Tunnelbau-Lösungen vor-



Bei der InnoTrans kommen potentielle Partner sowie Anbieter und Nachfrager von Produkten und Dienstleistungen für den Tunnelbau direkt in Kontakt

At the InnoTrans 2014 potential partners as well as providers and customers for products and consulting services for tunnelling can establish direct contact

stellen werden. Diese weiteren Firmen haben ihren Platz im Segment Railway Infrastructure. Es sich zum Beispiel um Anbieter von Beleuchtungs-, Kommunikations- und Videosystemen sowie Hersteller von Kabelzubehör und von Klima- und Brandschutztechnik.

### Mehr Platz: Die neue Messehalle CityCube

Die Ausstellungsfläche der InnoTrans 2014 übertrifft deutlich das Platzangebot der vorherigen Veranstaltung. Allein durch die Einbeziehung der neuen Messehalle CityCube kann die große Nachfrage befriedigt werden: 12 000 zusätzliche Quadratmeter stehen zur Verfügung. Die internationale Beteiligung der Fachmesse liegt bei über 50 Prozent. Damit, so versichern die Veranstalter, kann die Messe den Teilnehmern und Besuchern ein umfangreiches Bild vom „State-of-the-Art“ der Tunnelbautechnik präsentieren.



## InnoTrans 2014

## Interface for Rail Infrastructure and Tunnelling

infrastructure in terms of space at the InnoTrans. In this way, potential partners as well as providers and customers for products and consulting services for tunnelling can make direct contact“.

Around 30 companies will present themselves directly on the Tunnel Construction segment, altogether though there will be more than 300 international companies presenting tunnelling solutions. The other firms involved will be positioned in the Railway Infrastructure segment. These will include for example providers of lighting, communication and video systems. Manufacturers of cable accessories and air-conditioning and fire protection technology are also numbered among them.

The InnoTrans Fair will take place in Berlin again from September 23 to 26 and this time around there's something to celebrate: for the 10<sup>th</sup> time the event will welcome the railway branch – but since 2006 international providers of tunnelling solutions have also presented their products and solutions at the world exhibition for transportation technology. Once again they will be prominently represented in 2014 with the Tunnel Construction fair segment during the event. In this way, the InnoTrans brings together two important branches of industry responsible for accomplishing underground transportation facilities.

“Tunnels are in practice a fixed component of the railway infrastructure“, says Kerstin Schulz, InnoTrans project manager. “Infrastructural enterprises are involved very closely with specialized companies in order to build or modernize tunnel facilities. We have also integrated the tunnel sector correspondingly in the fair segment Railway In-

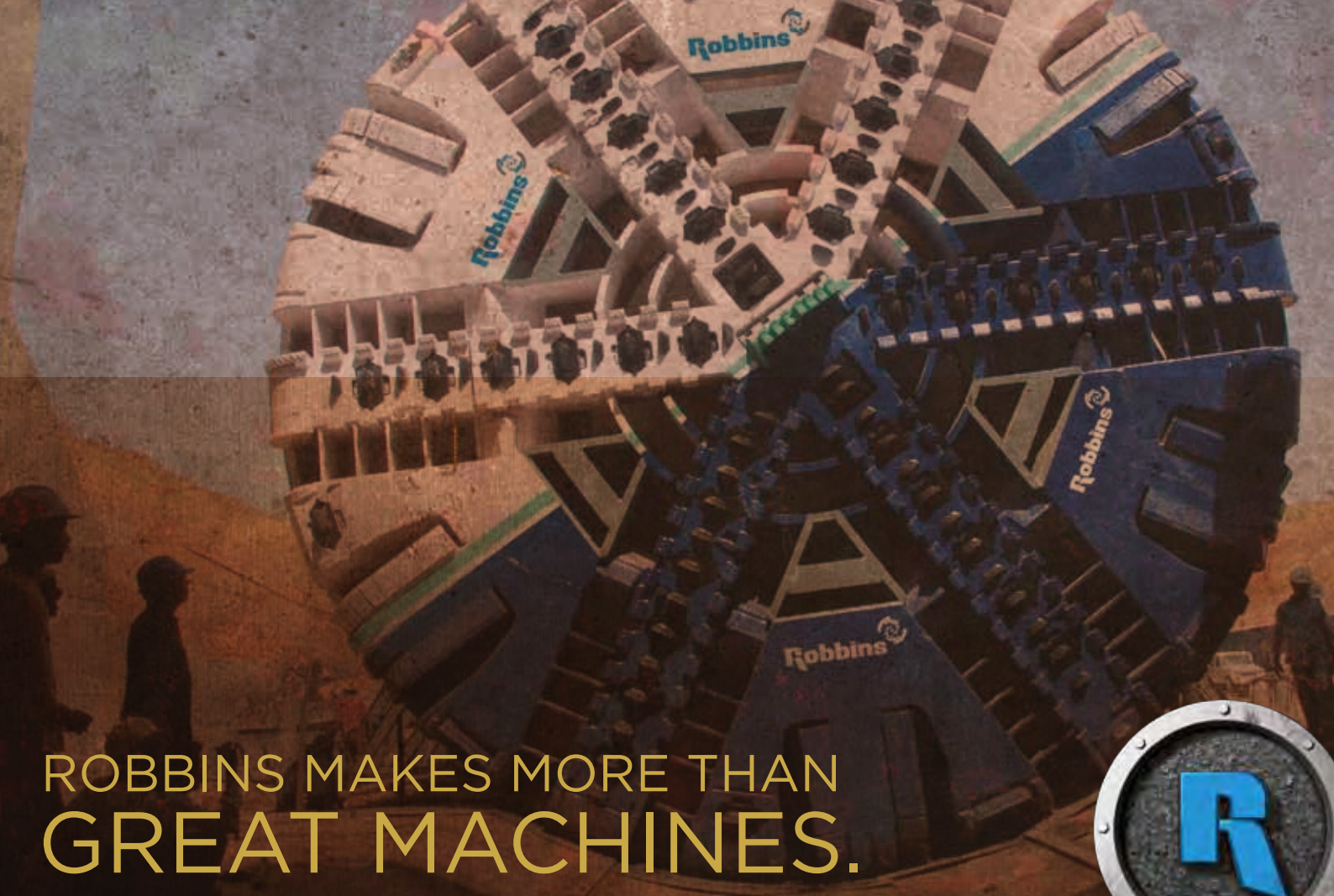


### More Space: The new CityCube Hall

The 2014 exhibition area far exceeds the space occupied by the last fair. By including the CityCube exhibition hall, additional 12 000 m<sup>2</sup> are made available. International involvement exceeds 50%. Thereby, as the organizers insist, the exhibition will be able to provide participants with a far-ranging impression of the “state of the art“ of tunnelling.







ROBBINS MAKES MORE THAN  
GREAT MACHINES.



WE MAKE GREAT  
PARTNERS.

Robbins not only provides the best machine for your project, but also unrivaled support from project onset to machine buyback, and everything in between. There are no guarantees when you're underground - except that Robbins will be with you at every turn.



THE ROBBINS COMPANY.COM

## Österreich

## Semmeringbasistunnel: Baustopp am Nordportal

Baubeginn und Baustopp im selben Monat: Kaum waren die Arbeiten am ersten Baulos des Semmering Basistunnels im Januar gestartet, entzog der österreichische Verwaltungsgerichtshof (VwGH) dem Projekt aus umweltrechtlichen Gründen auch schon wieder die Genehmigung – vorübergehend zumindest. Anrainer der Baustelle am Nordportal und eine Umweltorganisation hatten erfolgreich Beschwerde eingelegt.

Die Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) teilten dazu mit, sie hielten am Projekt Semmeringbasistunnel weiter fest. Aufgrund der Entscheidung des VwGH würden allerdings die unmittelbar bevorstehenden Hauptbauarbeiten vorübergehend ausgesetzt. Um diese weiterzuführen ist nun ist ein neuer UVP-Bescheid nötig, der die Umweltverträglichkeit bescheinigt. Nicht vom Baustopp betroffen sind die Fertigstellung des Hochwasserschutzes für die Gemeinde Gloggnitz und die Einbauten von Aufzügen in den Bahnhöfen Gloggnitz und Mürzzuschlag.

Bei derart großen und komplexen Genehmigungsverfahren müsse immer wieder mit Aufhebungen gerechnet werden, so die vergleichsweise gelassene offizielle Reaktion der Bundesbahnen – kein anderes Bauprojekt in Österreich sei in den letzten Jahren so oft und genau überprüft worden. Die ÖBB zeigten sich daher auch Ende März noch überzeugt, bald mit dem Bau des Projektes fortfahren zu können

und dabei den Kosten- und Zeitrahmen einzuhalten. Die Gesamtfertigstellung des 27,3 km langen Tunnels ist für 2024 geplant. 3,1 Milliarden Euro Kosten sind veranschlagt, um die Fahrzeit zwischen Wien und Graz um 30 Minuten zu verringern, den Personen- und Güterverkehr auf der Schiene konkurrenzfähiger zu machen und die Weltkulturerbe-Bergstrecke über den Semmering zu entlasten (Siehe auch den Bericht ab Seite 56).

M.K.



## Austria

## Construction halted at Semmering Base Tunnel's North Portal

Start of construction and construction halted in the same month: work on the first contract section of the Semmering Base Tunnel had scarcely begun in January when the Austrian administrative court withdrew its approval for the project – at least temporarily – for ecological reasons. Local residents close to the construction site at the north portal and an environmental organization had successfully lodged a protest. The Austrian Federal Railways (ÖBB) commented that they were still

committed to the Semmering Base Tunnel project. On account of the administrative court's decision however, the impending main construction activities were temporarily postponed. A new environmental approval decision assuring ecological compatibility is now required prior to them being resumed. The completion of the flood protection for the community of Gloggnitz remains unaffected by the halt to construction. The installation of lifts at Gloggnitz and Mürzzuschlag stations is also being continued. Postponements are always likely given such major and complex approval proceedings, is the rather laid-back official reaction on the part of the ÖBB – no other project has been so frequently scrutinized with such thoroughness in Austria in recent years. At the end of March the ÖBB remained convinced that it would soon be able to continue with constructing the project and thus adhere to the cost and time frame. The 27.3 km long tunnel is scheduled to be completely finished by 2024. 3.1 billion Euro are earmarked to cut travelling time between Vienna and Graz by 30 min, make passenger and goods traffic more competitive on rail and relieve the world cultural heritage site over the Semmering (please also see the report on p. 56).

M.K.



Quelle/source: ÖBB

Baustopp am Nordportal: in Gloggnitz sind die Hauptbauarbeiten am Semmeringbasistunnel seit Januar aufgrund eines Verwaltungsgerichtsbeschlusses ausgesetzt

Construction halted at the north portal: in Gloggnitz the main construction work for the Semmering Base Tunnel has been postponed since January on account of an administrative court resolution

## Türkei


## Yamanli II: Durch harten türkischen Fels



Quelle/source: Robbins


Kunden, Mannschaft und Vertreter von Robbins nach dem Durchbruch der TBM

Customers, crew and Robbins representatives gather for a group photo following the TBM's breakthrough

Voll im Zeitplan schaffte im Dezember 2013 eine Robbins Doppelschild-TBM mit einem Durchmesser von 4,3 m den Durchbruch eines 9,3 km langen Stollens für die Wasserkraftanlage Yamanli II in der türkischen Adana-Provinz. Sie ist die dritte Anlage dieser Art in der Region. Über den Stollen wird Wasser aus dem Göksun-Fluss zum Kraftwerk geleitet, das Strom für 78 000 Haushalte erzeugen wird. Die von NTF Construction Co. eingesetzte Hartgestein-TBM erreichte eine monatliche Vortriebsleistung von bis zu 782,8 m. Im Durchschnitt wurden 472,7 m monatlich realisiert. Der Boden bestand hauptsächlich aus Kalkstein mit einigen tongefüllten Klüften. Die durchschnittliche Gesteinsfestigkeit betrug 60 bis 70 MPa, teils wurden auch Maximalwerte von 120 MPa erreicht. Trotz des harten Bodens konnten die Kosten für Schneidwerkzeug extrem gering gehalten werden. Die TBM kreuzte zwei Störzonen mit Toneinlagerungen, obwohl man nur von einer Störzone ausgegangen war. Mit Untersuchungen und Vorverpresungen konnte sich die Crew im Vorfeld auf die zweite Störzone und andere schwierige Bodenverhältnisse vorbereiten. 

## Turkey

## Yamanli II: In tough Turkish Ground

In December 2013, a 4.3 m (14.1 ft) Robbins Double Shield TBM broke through according to plan after boring a 9.3 km (5.8 mi) tunnel in Turkey's Adana Province for the Yamanli II Hydroelectric Project, which is the third hydroelectric project in the area. The completed tunnel will source water from the Göksun River, to power up to 78 000 homes. The hard rock TBM, operated by contractor NTF Construction Co., reached high monthly advance up to 782.8 m (2568 ft), with an average monthly rate of 472.7 m (1551 ft) over the course of the 14-month project. Rates were achieved in ground conditions of mainly limestone with some clay-filled fissures. Average rock strength was 60 to 70 MPa, with a maximum strength of 120 MPa. Despite the hard ground, cutter expenses were kept extremely low as a result of few replacements, proper cutter maintenance and a well-trained crew. The machine also passed through two fault zones with clay inflows; at machine launch, only one fault zone had been anticipated. Probing and pre-grouting allowed crews to prepare in advance for the additional fault zone and other difficult ground conditions encountered along the way. 

EAB

## A broken crusher is not only a flaw



### Our Metal Detectors save expensive repairs



## No Detection of iron oxides

EAB

**ELEKTROANLAGENBAU  
REINHAUSEN GMBH  
KETZHAGEN 8  
37130 KLEIN LENGDEN  
TEL. +49 (0)55 08 / 86 66  
FAX +49 (0)55 08 / 15 70  
www.eabreinhausen.de  
sales@eabreinhausen.de**

USA

## Port of Miami Tunnel: Eröffnung im Mai geplant



Der Port of Miami Verkehrstunnel misst 1,2 km und besteht aus zwei Röhren  
The Port of Miami traffic tunnel is 1.2 km long and consists of two bores

Als Verbindung zu den Schnellstraßen Interstate 195 und 95 unterquert der 1,2 km lange „Port of Miami Tunnel“ mit zwei Röhren zu je zwei Spuren an der Küste Floridas die Fahrrinne des weltweit größten Kreuzfahrthafens. Er wurde mit dem EPB-Schild „Harriet“ (S-600, Herrenknecht AG) mit 12,85 m Durchmesser, 6300 kW Antriebsleistung und 37 211 kNm Nennmoment aufgeföhren. Nach dem Baustart im November 2011 benötigte die TVM neun Monate für den Bau der ersten Tunnelröhre. Ende Juli 2012 wurde die 2900 t schwere Maschine auf Dodge Island gewendet. Von Oktober 2012 bis zum 9. Mai 2013 dauerte die Fertigstellung der zweiten, westlichen Röhre. Die Vortriebsleistungen erreich-

USA

## Port of Miami Tunnel is set to be opened in May



Watson Island: Anfahren des „Port of Miami Tunnels“ 2011  
Watson Island: starting-up the Port of Miami Tunnel in 2011

As link to the Interstate 195 and 95 freeways the 1.2 km long Port of Miami Tunnel with two bores, each with two lanes, underpasses the channel for the world's biggest cruise ship harbour on the coast of Florida. It was produced by the 12.84 m diameter EPB shield "Harriet" (S-600, Herrenknecht AG) with 6300 kW drive capacity and 37 211 kNm nominal torque.

After work started in November 2011, the TBM required 9 months to produce the first bore. At the end of July 2012, the 2900 t heavy machine was turned on Dodge Island. From October 2012 until May 9, 2013 work progressed on the second, western bore. Rates of advance reached up to 18.7 m per day and as much as 100 m



Durchschlag der zweiten Tunnelröhre am 6. Mai 2013 mit dem EPB-Schild „Harriet“  
Breakthrough of the 2<sup>nd</sup> tunnel bore on May 6, 2013 with the EPB shield "Harriet"

Quelle/source: Florida Department of Transportation

Quelle/source: Herrenknecht, Daniel Azoulay

ten täglich bis zu 18,7 m und in der Woche bis zu 100 m. Bei diesem Projekt kam ein neues Maschinenkonzept zum Einsatz, das Herrenknecht gemeinsam mit dem bauausführenden Unternehmen Bouygues Civil Works Florida Inc. entwickelt hatte, um die Einsatzmöglichkeiten des EPB-Schildes zu erweitern und an die einmaligen geologischen Gegebenheiten des Projektes anzupassen. Ziel war es, den weichen aber stabilen Baugrund an den Tunneleingängen sowie den porösen, korallenhaltigen Kalkstein und einen in der Mitte unter der Fahrinne erwarteten hohen Wasserdruck sicher zu beherrschen.

Mittels Water Control Process (WCP) wurden ein stabiler Wasserdruck und der Abtransport des Baugrunds sichergestellt; die Wasser-Boden-Mischung konnte über die Förderschnecke mit angeschlossener Slurryfier Box und integriertem Steinbrecher über den geschlossenen Slurrykreislauf abgefördert werden und nicht über das offene Förderband. Die WCP-Technik wurde auf dem mittleren Abschnitt (etwa ein Drittel der Strecke) genutzt, wo Drücke über 3 bar herrschten. Die weitere Planung sah die Fertigstellung aller Ausbauten inklusive Bodenbelägen, Notausgängen und Installationen Anfang 2014 vor. Schließlich dauerte es aber bis März, um die Straßenbauarbeiten zu beenden. Der Tunnel soll im Mai 2014 eröffnet werden. Die Gesamtkosten werden auf rund 481 Millionen Euro geschätzt.

G. B./M. K.



per week. A new machine concept was applied here, which Herrenknecht had devised together with the responsible contractor Bouygues Civil Works Florida Inc. in order to expand the scope of application for the EPB shield and adapt to the unique geological conditions of this project. The target was to safely master the soft but stable soil at the tunnel entrances as well as the porous limestone containing coral and the anticipated high water pressure at the centre of the tunnel.

By means of the Water Control Process (WCP) a stable water pressure was created while at the same time the soil was removed. The water-soil mix was carried away by the conveyor screw with connected slurryfier box and integrated rock crusher via the integrated slurry circuit – and not via the open belt conveyor as is usually the case with EPB shields. WCP mode was applied for the central section (roughly 1/3rd of the route), where pressures in excess of 3 bar prevail.

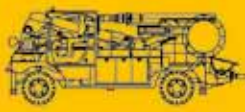
According to schedule the inside structures – pavement, emergency exits, mechanical and electrical installations – were planned to be finished in early 2014. Eventually it took until March to finish the roadworks. After the testing phase, the tunnel is still set to be opened for traffic in May 2014. The total cost of design and construction of the tunnel is set at 663 million US-Dollar.

G. B./M. K.



## THE PERFECT COMBINATION

FOR CONCRETE SPRAYING IN TUNNELLING



### SPM 500 WETKRET

The SPM 500 WETKRET series has proven its efficiency and reliability in a large number of tunnelling projects worldwide. The equipment features a robust spraying arm with a vertical spraying reach of 17, guaranteeing the perfect synchronization of concrete output and additive flow. Thanks to its heavy-duty chassis, the SPM 500 WETKRET series is ideal for the rough working conditions in tunnelling.



### CUSTOMER SERVICE

Counting on our 24/7 technical helpline and worldwide spare parts and after sales service network, you can always be sure to have the required parts and technical assistance at your disposal. Besides, our qualified technicians provide your operators and maintenance personnel with the necessary training, on site or at our premises, to increase the efficiency and working life of your shotcrete equipment.

BEST  
SUPPORT  
UNDERGROUND



For over 30 years, Putzmeister has been designing, developing and producing concrete spraying equipment for mines and tunnels. The expertise acquired over the years, together with ongoing investment in research and development, have made Putzmeister a leading company in this field of application. It is this expertise and the search for added value for our customers that makes us different.

**Putzmeister**  
UNDERGROUND ●



VISIT US AT:

Latin America Infrastructure Hall, stand 67  
Iguassu Falls - Brazil, May 9-15, 2014  
[www.wtc2014.com.br](http://www.wtc2014.com.br)

[putzmeisterunderground.com](http://putzmeisterunderground.com)  
[info@putzmeisterunderground.com](mailto:info@putzmeisterunderground.com)  
+34 91 4288100



## Deutschland

## City-Tunnel Leipzig in Betrieb

## Germany

## Leipzig City Tunnel operational



Quelle/source: Freistaat Sachsen

Zwei eingleisige Tunnel durchqueren das Zentrum von Leipzig zwischen den Stationen Hauptbahnhof und Bayerischer Bahnhof  
Two single-track tunnels cross through the city-centre between Leipzig Main Station and the station „Bayerischer Bahnhof“

Mit der Inbetriebnahme des 1,5 km langen City-Tunnels Leipzig im Dezember 2013 ist zehn Jahre nach Baubeginn eines der größten innerstädtischen europäischen Infrastrukturprojekte vollendet worden. Kernstück der 5279 m langen, zweigleisigen Neubaustrecke zwischen Hauptbahnhof und Bayerischer Bahnhof sind die beiden eingleisigen Tunnelröhren, die das Zentrum in Nord-Süd-Richtung durchqueren. Der Tunnel wurde durchgängig unterhalb des Grundwasserspiegels in heterogenem glazialen Baugrund mit einem Mixschild mit 9 m Durchmesser (S-326) der Herrenknecht AG aufgeföhren und mit Tübbing ausgebaut. Um in der dicht bebauten Leipziger Innenstadt einen sicheren Vortrieb zu gewährleisten, war der Mixschild mit dem seismischen Vorauserkundungssystem SSP (Sonic Softground Probing) ausgestattet, mit dem Findlinge und andere Hindernisse rechtzeitig ausgemacht werden konnten. Um den neuen Durchgangstunnel auch unterhalb des Hauptbahnhofs sicher vorantreiben zu können, musste die geschlossene Baugrube durch einen Vereisungsschirm (Rohrschirm) vor größeren Setzungen geschützt

werden; dazu bohrte eine AVN-Maschine zwei 100 und 150 m lange Vorstollen zum Einbau der Vereisungsröhre in den Untergrund. So wurde durch 35 m hohe Eiswände der Vortrieb des Mixschildes abgesichert. Am 31. Oktober 2008 erreichte der Mixschild den Zielschacht – nach insgesamt 21 Monaten Arbeitsdauer, fünf Zwischendurchbrüchen und zusammengekommen 2489 m Vortrieb. Anschließend wurde die Feste Fahrbahn als Oberbau und die übrige Ausrüstung eingebaut. Die Kosten betragen 960 Millionen Euro – ursprünglich veranschlagt waren 575 Millionen Euro.

G. B.  


One of the biggest urban European infrastructure projects was completed in 2013, ten years after work started on building the 1.5 km long Leipzig City Tunnel. The core of the new 5279 m long, twin-track route between Leipzig Main Station and Leipzig-Bayerischer Bahnhof is represented by the two single-track bores, which cross through the city from north to south. The tunnel was produced below groundwater level in heterogeneous glacial soil with a 9 m diameter Mixshield (S-326) from Herrenknecht AG and lined with segments. In order to assure that the drive could take place safely in the densely built-up

centre of Leipzig, the Mixshield was equipped with a seismic investigatory system SSP (Sonic Softground Probing), by means of which boulders and other obstacles could be identified in time. In order to facilitate the excavation of the new running tunnel beneath the Main Station, the closed construction pit had to be protected from major settlements by a frozen zone (pipe umbrella). Towards this end, an AVN machine created two 100 and 150 m long preliminary headings for installing the freezing pipes in the ground. As a result, the Mixshield drive was secured by 35 m high walls of ice. The Mixshield arrived at the target shaft on October 21, 2008 – after 21 months, 5 intermediate breakthroughs and driving 2489 m altogether. Subsequently a solid slab track and the other installations were completed. A total of 960 million Euro was invested. Originally 575 million Euro had been estimated. G. B.






Quelle/source: Deutsche Bahn AG/Martin Jehnrichens

Fertiger Tunnelabschnitt am Leipziger Hauptbahnhof  
Finished tunnel segment leading to Leipzig Main-Station

## Deutschland

## Scheibengipfeltunnel – Durchschlag am Südportal


Der Durchschlag des Scheibengipfeltunnels der Ortsumgehung Reutlingen ist geschafft: Am 27. Januar 2014 durchstieß ein Max-Bögl-Bagger die letzte trennende Wand am Südportal der Baustelle. In rund 15 Monaten war die 1620-Meter-Strecke im Spreng- und Baggervortrieb aufgefahren worden, nachdem am 11. Oktober 2012 die bergmännischen Arbeiten am Nordportal begonnen hatten.

Die Geologie stellte die Beteiligten vor einige Herausforderungen, allen voran aufgrund des Antreffens von geogen bedingtem Methangas und härteren Felsschichten. Die Arbeiten konnten aber bis dato erfolgreich voran gebracht werden. Insgesamt wurden bis jetzt im Haupttunnel 123 000 m<sup>3</sup> Gestein herausgebrochen und abtransportiert, während es im parallelen Rettungsstollen 38 000 m<sup>3</sup> waren. Derzeit laufen die Vorbereitungen für den Strossen-Sohl-Ausbruch und die Innenschalung. Mit der Fertigstellung aller Vortriebsarbeiten rechnen die Verantwortlichen im Sommer 2014. 

## Germany

## Scheibengipfel Tunnel – Breakthrough at the South Portal

The breakthrough of the Scheibengipfel Tunnel for the Reutlingen bypass has been accomplished. On January 27, 2014 a Max Bögl excavator broke through the last partition wall at the south portal with its ripper bucket. The 1620 m long section was driven by drill+blast in some 15 months, after trenchless operations commenced at the north portal on October 11, 2012.

The geology saw those involved presented by a number of challenges, first and foremost on account of the presence of methane gas and harder rock layers. However, work has up till now forged ahead successfully and safely. Altogether so far 123 000 m<sup>3</sup> of rock has been excavated and removed from the main tunnel – with 38 000 m<sup>3</sup> being tackled in the evacuation tunnel. At present preparations are ongoing for the bench-invert excavation and the interior formwork. Those responsible are reckoning with all driving operations being completed by summer 2014. 



## Schneller, sicherer und wirtschaftlicher bauen



**Rowa vereint hohe Kompetenz im Anlagenbau und langjährige Erfahrung im Untertagebau.**

**Intelligente Gesamtlösungen vom Vortrieb bis zur Deponie sind unser Markenzeichen: Sie garantieren eine überdurchschnittliche Betriebssicherheit und eine hohe Wirtschaftlichkeit.**

**Wir sind weltweit für Sie im Einsatz.**

Rowa Tunnelling Logistics AG, Leuholz 15, CH-8855 Wangen SZ  
Telefon +41 (0)55 450 20 30, Fax +41 (0)55 450 20 35  
rowa@rowa-ag.ch, www.rowa-ag.ch

## Großbritannien

## Crossrail: 70 % der Tunnel sind bereits aufgefahen

Mit einer neuen 118 km langen Eisenbahnverbindung durch London und 14,8 Milliarden Pfund Sterling (rund 18 Milliarden Euro) Investitionskosten ist Crossrail derzeit Europas größtes Infrastrukturvorhaben – von Maidenhead und Heathrow im Westen, bis Shenfield und Abbey Wood im Osten der englischen Hauptstadt. Nach geplanter Inbetriebnahme im Jahr 2018 werden stündlich bis zu 24 Züge je Richtung den Schienenstrang befahren mit jährlich bis zu 200 Millionen Fahrgästen.

Auf einer Länge von 21 km verläuft die in mehrere Bauabschnitte aufgeteilte Neubaustrecke zwischen Royal Oak im Westen und Plumstead im Osten im zweiröhren Tunnel unter der Londoner Innenstadt, wobei im Osten die Themse unterquert wird. Zum Bau des Tunnels werden 42 240 m eingleisige Röhren mit 6,20 m Innendurchmesser mit sechs EPB-Schilden bis 19 200 kW Antriebsleistung) und zwei Mix-Schilden (1120 kW Antriebsleistung) von 7,08 m Durchmesser der Herrenknecht AG aufgefahen.

Im Mai 2012 nahm der erste EPB-Schild im Startschacht Royal Oak den Vortrieb auf. Unterwegs in Richtung Farringdon wurde schon im Dezember bei Unterquerung des Hyde Park der tausendste Tübbingring verbaut. Im Januar 2013 nahm der erste der beiden Mix-Schilde Fahrt auf ab – Plumstead in Richtung North Woolwich. Der Bau des ersten Crossrail-Tunnels ist im Rohbau abgeschlossen: 17 Monate nach dem Start wurde der Vortrieb des 6,8 km langen Tunnels für den Abschnitt zwischen Royal Oak in West-London und Farringdon Anfang Oktober 2013 beendet und am 24. Januar 2014 auch für die parallele Röhre. Im Südosten Londons konnte außerdem am 29. Januar der Durchbruch am North Woolwich-Portal gefeiert werden; der Mix-Schild unterquerte ab August letzten Jahres die Themse. Weitere TVM erreichten Ende Januar ihre Ziele (Station Whitechapel und Kaverne Stepney Green). Nachdem die beiden Mix-Schilde ihre Ziele erreicht haben, werden sie den restlichen Abschnitt im Südosten auffahren. Im Februar 2014 waren mit 30 km Tunnel 70% des neuen Eisenbahntunnels aufgefahen. Im selben Monat feierte Crossrail erfolgreiche zwei Wochen, in denen drei Durchbrüche erreicht wurden.

G. B.



## Great Britain

## Crossrail: 70 % of the Tunnels have been driven



Die derzeitigen Crossrail-Tunnelbaustrecken, in grün hervorgehoben

The current Crossrail tunnelling projects, highlighted in green

Crossrail is currently Europe's largest infrastructure project – from Maidenhead and Heathrow in the west to Shenfield and Abbey Wood in the east of the English capital – involving a new 118 km long rail link through London and investment costs of some £ 14.8 billion (approx. 18 billion Euro). After being opened as planned in 2018, up to 24 trains per direction per hour will use the link with up to 200 million passengers annually.

The new construction route is

divided up into a number of sections and runs in twin-bore tunnels over 21 km between Royal Oak in the west and Plumstead in the east beneath the centre, passing under the Thames in the east. 42 240 m of single-track bores with an internal diameter of 6.20 m are required for producing the tunnel involving six EPB shields with up to 19 200 kW drive capacity and two Mixshields (1120 kW drive capacity) with 7.08 m diameter, all of them built by the Herrenknecht AG.

The first EPB shield commenced driving in the Royal Oak starting shaft in May 2012. The 1000th segmental ring was installed in December while underpassing Hyde Park en route for Farringdon. The first of the two Mixshields began working in January 2013 from Plumstead towards North Woolwich.

The first Crossrail tunnel has been completed in its rough state: 17 months after start-up the 6.8 km long tunnel for the section between Royal Oak in West London and Farringdon was finished in October 2013 with the parallel bore being accomplished on January 24, 2014. In the south-east of London the breakthrough at the Royal Woolwich portal could be celebrated on January 29; from August last year the Mixshield undertunnelled the Thames. Further TBMs reached their targets at the end of January (Whitechapel Station and Stepney Green cavern). Once the two Mixshields have reached their destinations, they will produce the remaining section in the south-east. In February 2014, 30 km of tunnel had been completed – accounting for 70% of the total for the new route. In the same month, Crossrail celebrated two successful weeks during which three more breakthroughs were achieved.

G. B.

### Literatur/References

- [1] Crossrail – Neue Eisenbahn-Tunnelstrecke in London beschlossen. Tunnel 8/2008, pp. 10 – 11
- [2] Die beiden ersten Crossrail-TBM beim Vortrieb. Tunnel 3/2012, p. 2





# „Manche sagen: Wirtschaftlich muss es sein. Wir sagen: Auch sicher muss es sein.“

Christian Braun, Projektmanager Tunnel  
bei JORDAHL



## JORDAHL® Ankerschienen für den Tunnelbau

Ob Hochgeschwindigkeitsstrecken der Bahn, Tunnel, U-Bahn-Stationen oder Versorgungskanäle: Mit den JORDAHL® Ankerschienen können Sie Oberleitungsstrukturen, Signale und Betriebssysteme sicher und zuverlässig fixieren. Denn wir wissen: Gerade bei Infrastrukturprojekten kommt es darauf an, die hohen Anforderungen an den Personen-, Brand- und Korrosionsschutz sowie an die technische Ausrüstung zu erfüllen. Und das auch noch Jahrzehnte nach der Entstehung.

Die JORDAHL® Ankerschienen JTA W haben sich weltweit bewährt und besitzen die Europäische Technische Zulassung (ETA-09/0338) sowie die nationale bauaufsichtliche Zulassung (Z-21.4-151). Und neben ausgezeichneten Produkten bekommen Sie bei uns auch ausgezeichnete Beratung – von unseren JORDAHL Experten. Mehr Infos unter [www.jordahl.de](http://www.jordahl.de) oder [experten@jordahl.de](mailto:experten@jordahl.de).



JORDAHL GmbH  
Nobelstr. 51 · 12057 Berlin  
Telefon: + 49 30 68283-02 · Fax: + 49 30 68283-497  
E-Mail: [info@jordahl.de](mailto:info@jordahl.de) · [www.jordahl.de](http://www.jordahl.de)

 **JORDAHL®**  
anchored in quality

## Die Tunnelwelt schaut auf Brasilien

Vom 9. bis 15. Mai 2014 ist Brasilien der Mittelpunkt der Tunnelbau-Welt. Dieses Land sowie Lateinamerika insgesamt machen mittlerweile auf sich aufmerksam, weil die Infrastruktur der Region enorm ausgebaut wird und dabei zahlreiche Tunnelbauprojekte auf dem Plan stehen.

[www.wtc2014.com.br](http://www.wtc2014.com.br)



Während des World Tunnel Congress 2014 (WTC 2014) ist die Stadt Foz do Iguaçu der Ort, an dem Erfahrungen und Wissen ausgetauscht, neue Produkte und Dienstleistungen vorgestellt und begutachtet sowie die Beziehungen zwischen den Teilnehmern und innerhalb der gesamten Tunnelbaubranche gefestigt werden können.

### Mehr als 100 Unternehmen auf der Teilnehmerliste

Die Organisatoren gehen davon aus, dass der WTC 2014 über 1000 Teilnehmer aus der ganzen Welt anziehen wird. Rund 400 Beiträge wurden eingereicht und vom technischen Ausschuss geprüft. Die Stände der Technikausstellung sind restlos ausverkauft, und es gibt eine Warteliste für Firmen, die an diesem größten Tunnelbau-Event teilnehmen möchten. Über 100 Unternehmen haben ihre Teilnahme am Kongress zugesagt.



Der WTC 2014 wird in Foz do Iguaçu stattfinden, einer Stadt, die aufgrund der Schönheit ihrer Wasserfälle und der beeindruckenden Tier- und Pflanzenvielfalt Jahr für Jahr viele internationale Veranstaltungen ausrichtet

Venue of the 2014 WTC, Iguazu Falls with its beautiful falls and the astonishing fauna and flora has, year after year, attracted more and more events

## The Tunnelling World focuses on Brazil

From May 9<sup>th</sup> to May 15<sup>th</sup> 2014, Brazil will be the focus of the international tunnelling community. The country and the whole Latin American region have already called the world's attention due to the expansion in infrastructure and the number of ongoing projects involving tunnels.

For the time of the World Tunnel Congress 2014 (WTC 2014), Iguazu Falls will become the place to exchange experiences and information, to present and examine new products and services and to strengthen relationships among the participants and the whole tunnelling community.

### More than 100 Companies will participate

The organizers expect the WTC 2014 to attract more than 1000 participants from all over the world. About 400 papers have been submitted and evaluated by the Technical Committee. The technical exhibition is sold out and there is a waiting list of companies wanting to take part in the largest tunnelling event. More than 100 companies have confirmed their participation in the congress.

### ITA Training Course

The ITA Training Course traditionally precedes the Congress. In 2014, considering the increasing demand for underground works for the



Der Welttunnelkongress 2014 und die 40. Generalversammlung der ITA-AITES findet vom 9. bis 15. Mai 2014 im Bourbon Cataratas Convention & Spa Resort statt

The World Tunnel Congress 2014 and 40<sup>th</sup> ITA-AITES General Assembly will be held from May 9<sup>th</sup>-15<sup>th</sup> 2014 at the Bourbon Cataratas Convention & Spa Resort

### ITA-Trainingskurs

Traditionell findet vor dem Kongress ein ITA-Trainingskurs statt. Aufgrund des weltweit steigenden Bedarfs an Untertagebauarbeiten für die Erzeugung, die Speicherung und den Transport von Energie steht der Kurs in diesem Jahr unter dem Motto „Tunnels for Energy“ – Tunnelbauwerke für die Energiegewinnung. Die große Anzahl unterirdischer Wasserkraftanlagen, die derzeit in Brasilien in Betrieb und im Bau sind, und der vorhergesagte deutliche Anstieg der Erdölförderung aufgrund neu entdeckter Lagerstätten im Land waren weitere Gründe, sich für dieses Thema zu entscheiden.

Der ITA-Trainingskurs wird am 9. und 10. Mai stattfinden. Darin werden interessante Fallbeispiele erörtert und ein Überblick über Felsstollen, Tunnel und Kavernen für Wasserkraftprojekte gegeben. Des Weiteren werden im Kurs unterirdische Baumaßnahmen für den Transport und die Lagerung von Kohlenwasserstoffen behandelt.

### Foz do Iguazu

Der Welttunnelkongress 2014 wird in Foz do Iguazu stattfinden. Die Stadt ist berühmt für ihre beeindruckende Natur und zieht jedes Jahr hunderttausende Urlauber, Geschäftsreisende und Kongressteilnehmer an.

Foz do Iguazu gehört zum Iguazu-Nationalpark und befindet sich an der Grenze zwischen Brasilien, Argentinien und Paraguay. Die Iguazu-Wasserfälle und die artenreiche Tier- und Pflanzenwelt zählen zu ihren größten Attraktionen. Sie sind auch der Grund, warum der Iguazu-Nationalpark 1986 als erstes Naturschutzgebiet Brasiliens von der UNESCO zum Weltkulturerbe erklärt wurde.

„Besuchen Sie uns und lassen Sie sich von der überwältigenden Schönheit der Natur, in der der WTC 2014 stattfinden wird, beeindrucken. Kommen Sie in den Genuss unserer brasilianischen Herzlichkeit. Wir würden uns freuen, Sie und Ihre Familie bei uns begrüßen zu dürfen“, sagt Tarcisio B. Celestino, Vorsitzender des Organisationskomitees. Die Anmeldung zum WTC 2014 ist ab sofort möglich.



production, storage and transportation of energy worldwide, the theme will be “Tunnels for Energy”. The large number of underground hydroelectric schemes, that are in operation or being constructed in Brazil, and the significant increase of oil production – forecast due to recent reserves found in the country – were further reasons for the selection of the topic.

The ITA Training Course will take place on May 9<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup>. The course will explore important case histories and give an overview of rock tunnels and tunnels and caverns for hydroelectric projects. Underground works for transportation and storage of hydrocarbons will also be covered during the course.

### Iguassu Falls

Iguassu Falls will be the venue for the World Tunnel Congress 2014. Famous for its astonishing natural beauty, the city attracts hundreds of thousands of tourists every year for leisure, business or conferences.

Iguassu Falls is part of Iguassu National Park, located at the frontier of Brazil, Argentina and Paraguay. The falls and the huge diversity of fauna and flora are some of its most important attractions. So much so that Iguassu National Park was Brazil's first Conservation Unit to be designated a World Natural Heritage by UNESCO in 1986. “Come and visit this scenario of dazzling natural beauty in which WTC 2014 will take place. We will be glad to welcome you and your family with the traditional Brazilian warmth”, says Tarcisio B. Celestino, chairman of WTC 2014 Organising Committee. The registration for WTC 2014 is opened.



**HYDROWORK GmbH**  
TUNNELLING - DIVING WORK - OFFSHORE WIND

[www.hydrowork.de](http://www.hydrowork.de)

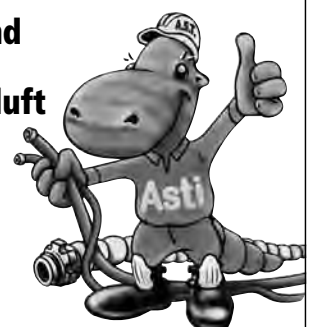
**A.S.T. Bochum**

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](mailto:info@astbochum.de)



## Datenmanagement und Risikoanalyse für Tunnelbauprojekte

Die Überwachung von Gebäudesetzungen bei Bodenveränderungen und der Einsatz eines geeigneten TBM-Leitsystems verringern Risiken und verbessern die Qualität. IRIS.tunnel ist eine hilfreiche Software für Überwachung und Datenmanagement, die Auftraggebern und Fachkräften beim unterirdischen Bauen nützlich ist, speziell im urbanen Umfeld. Die Echtzeit-Datenanalyse über die webgestützte IRIS-Plattform ermöglicht schnelle Entscheidungen, die Gefährdungen des Bauprojekts verhindern können.

## Data management and risk analysis for tunnelling projects

Control of settlements in buildings due to variations in ground conditions and the use of an appropriate TBM guidance system minimize risks and optimize construction quality. IRIS.tunnel is a helpful software for monitoring data management that offers an added value to the client and the jobsite in underground works, especially in urban areas. Real time data analysis through IRIS web-based platform enables short time decision-making to avoid any dangerous scenario during construction.

**Dr. Peter-Michael Mayer**, ITC Engineering GmbH & Co. KG, Stuttgart, Deutschland

**MSc. Manfred Messing**, VMT GmbH, Bruchsal, Deutschland

**MSc. Abraham S. Corriols**, ITC Engineering GmbH & Co. KG, Stuttgart, Deutschland

**MSc. Nico Rosenbusch**, ITC Advanced Engineering Asia Pte. Ltd., Singapur

Bei unterirdischen Baumaßnahmen ist es dringend erforderlich, während der Planungsphase sämtliche Risiken zu ermitteln und deren Kontrolle während des Baus zu gewährleisten, um ein vertretbares Sicherheitsniveau zu erreichen. Dies geschieht durch ein Sensornetz, das neben den wichtigsten Parametern von TBM und anderen Baumaschinen auch geotechnische Messwerte erfasst und Gebäude, die von den Arbeiten beeinträchtigt werden könnten, überwacht.

Die gesammelten Daten müssen anschließend analysiert und interpretiert werden, um jederzeit das Risikoniveau beurteilen und die richtigen Entscheidungen treffen zu können. Beide Arbeitsschritte sind wichtige Bestandteile des Monitorings, da die Erfassung großer Datenmengen nur dann sinnvoll ist, wenn diese auch weiterverarbeitet werden. Das integrierte Datenmanagement- und Überwachungssystem IRIS.tunnel vereint die Datenerfassung und -verarbeitung in einem Tool und optimiert die fundierte Entschei-

The execution of underground works requires an assessment of all risks during the planning phase and its comprehensive control during construction to establish acceptable levels of security. This is achieved by placing a sensor network to register a series of values of the most significant parameters of the machines – TBMs and auxiliary tools – geotechnical measurements and existing structures that may be affected during progression of works.

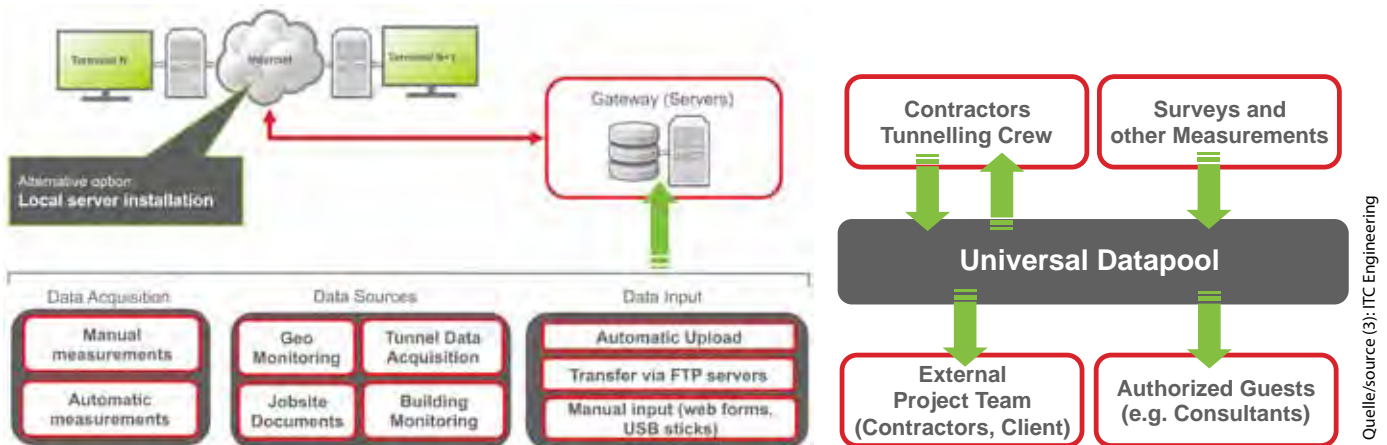
This data collection must be analysed and interpreted subsequently

to assess the level of risk at all times and to make the appropriate decisions. Both processes are essential parts of the monitoring, since the acquisition of a large volume of data makes no sense without further processing. The integrated data management monitoring system IRIS.tunnel combines data collection and processing to generally improve informed decision making during tunnelling works and to enable engineers to deal with suddenly arising problems without unnecessary delay. Among the main features of this monitoring system are:



1 Die Hauptmodule von IRIS.tunnel

The main modules of IRIS.tunnel



## 2 Grundschemata für den Datenupload in das Monitoringsystem

Basic scheme of the data upload into the monitoring system

dungsfindung während des Tunnelvortriebs. Zudem bietet es den Ingenieuren die Möglichkeit, auf plötzlich auftretende Probleme umgehend zu reagieren. Zu den wichtigsten Funktionen dieses Systems zählen:

- Vollständige Integration allgemeiner Projektinformationen, laufender Prozessdaten, Bauablaufpläne, geologischer Informationen und geotechnischer/umwelttechnischer Messwerte in eine einzige Datenbank
- Fortlaufende Datenauswertung während der Ausführung
- Transparenz durch die Darstellung komplexer Daten in standardisierten Berichten und Diagrammen
- Integrierte Alarmsysteme für alle Messwerte
- Weltweiter Zugriff auf die Daten laufender oder abgeschlossener Projekte, die in einem webbasierten Datenbanksystem gespeichert sind

Bild 1 zeigt die Hauptmodule der Software, während Bild 2 das Grundschemata für den Datenupload in das Überwachungssystem darstellt. Die Datenerfassung erfolgt entweder durch manuelle oder auch automatisierte Messungen von diversen Datenquellen auf der Tunnel-Baustelle. Die annähernde Echtzeitspeicherung in der Datenbank ermöglicht den Benutzern die permanente Analyse der Daten, erfordert aber auch eine ständige Kommunikation zwischen den Sensoren und der Datenbank über eine Netzwerkinfrastruktur mit Datenloggern, Servern, kabelgebundener oder kabelloser Übertragung, bei der die Daten auf sicherem Wege übermittelt werden. Bei den meisten Bauarbeiten, insbesondere in Stadtgebieten, ist der Anschluss an das Internet problemlos möglich. Doch in einigen Fällen kann es auch erforderlich sein, zusätzliche Kommunikationssysteme vorzuhalten, die den schnellen und ständigen Datenaustausch erleichtern (GPS und Funkfrequenz).

## Wer kann auf die Datenbank zugreifen?

In Bild 3 werden die Datenerfassung und der Datenabruf grafisch dargestellt. Die Daten werden von Vermessern und dem TBM-Team in einem gemeinsamen Datenpool gespeichert, der auch herangezogen werden kann, um die sichere Arbeitswei-

## 3 Datenerfassung und Datenabruf

Data acquisition and data requirement

- Full integration of general project information, ongoing process data, construction schedule, geological information and geotechnical/environmental measurements into a single database system.
- Ongoing data evaluation during the construction.
- Transparency by presenting complex data in standardized reports and charts.
- Integrated alarm systems for all measurements.
- Worldwide access to data of ongoing or completed projects, stored on a web-based database system.

Figure 1 shows the main modules of the software, Figure 2 displays a basic scheme of the data upload into the monitoring system. Data acquisition is performed through manual or automatic measurement from various data sources in the jobsite. The near real-time storage in the database allows for constant analysis but requires constant communication between the sensors and the database through a network infrastructure with data loggers, servers and auxiliary cable or wireless transmission to send the information via secure connections. In most works, especially in urban areas, it is usually not a problem to access the Internet. However, in some cases it is necessary to have additional communication systems that allow for the transmission of data quickly and continuously (GPS and radio frequency).

## Who can access the database?

Figure 3 shows the relationship between parties for data acquisition and data requirement. The data are stored in a universal data pool by surveyors and the TBM team, who also have access. An external project engineering team of contractors and the client, as well as authorized guests (e.g. quality management team) analyse and interpret data from monitoring to ensure everything fits the project requirements.

## Monitoring-Tools

The software includes visualization tools for instant access to navigation, geotechnical and monitoring data. The map viewer presents the TBM position in plan-view with high accuracy provided by the



Quelle/source: ITC Engineering

4 Die Software enthält Visualisierungstools für den sofortigen Zugriff auf Navigations-, Geotechnik- und Monitoringdaten

The software includes visualization tools for instant access to navigation, geotechnical and monitoring data

se der TBM zu überprüfen. Ein externes Projektteam, zu dem Auftragnehmer und Auftraggeber sowie autorisierte Gäste (z. B. Qualitätsmanagement) zählen, analysieren und interpretieren die Monitoringdaten und prüfen, dass alle Projektanforderungen erfüllt werden.

### Überwachungswerkzeuge

Die Software enthält Visualisierungstools für den sofortigen Zugriff auf Navigations-, Geotechnik- und Monitoringdaten. Der Map Viewer stellt dank des GPS-Tools die Position der TBM in der Draufsicht mit hoher Genauigkeit dar (Bild 4, unten links). Das Management und Monitoring mehrerer am selben Projekt beteiligter TBM erleichtert die Kontrolle des Gesamtprozesses. Die Messwerte der Sensoren, die im Tunnel platziert und auch an der Oberfläche verteilt sind, werden in der Datenbank (Bild 4, unten rechts) gespeichert. Außerdem kann auch der Einfluss der TBM auf die Oberflächensetzung analysiert werden. Das Visualisierungsmodul zeigt zum einen eine Draufsicht mit Sensorpositionen und Baufortschritt (Bild 4, oben rechts) und zum anderen eine Detailansicht des Gebäudemonitorings mit farbkodierten Alarmwerten (Bild 4, oben links) an.

Maschinendaten, wie Drehmoment des Schneidrads und Vortriebsgeschwindigkeit, werden angegeben. Umfangreiche Soll-Ist-Analysen gestatten es dem Nutzer, den TBM-Vortrieb an die geologischen Gegebenheiten anzupassen. Bearbeitung und Einbau der Tübbing, Stillstandzeiten und andere Teilprozesse werden im Schichtbericht (Bild 5, oben) festgehalten. Durch die

GPS tool (Figure 4, bottom left). The management and monitoring of several TBMs on the same project facilitates the control of the overall process. Measurements of sensors located in the tunnel and also distributed on the surface are stored in the database (Figure 4, bottom right). Furthermore, the influence of the TBM on the surface settlements can be analysed. A zoomed view of the visualization module shows a plain view of the surface with the sensor location and evolution of works (Figure 4, top right), and detailed view of building monitoring with colour-coded alarm levels (Figure 4, top left). Machine data like cutting wheel torque and advance rate are plotted. Comprehensive target-performance analysis allows the user to update TBM advance predictions according to the geology ahead. Ring processing and installation, stand still phases and other sub-processes are registered on the Work Shift Report (Figure 5, top). Visualization of sensors placed on the cutting head allows control over the functioning of the excavation process and the detection of any problem during operation (Figure 5, bottom) such as pressures, torque, rotation speed, volume of air, volume of grouting and bentonite, transported excavation mass or conveyor belt speed. The software automatically generates summaries and reports available for daily (Figure 6), weekly and monthly periods with a quick and detailed overview concerning advance rates, duration and causes of downtimes for instance. Alarms are activated to warn users if a sensor's measured value exceeds a predefined threshold. The software generates alarm notifications through two different channels: pop-ups (website) and e-mails.

Visualisierung der Sensoren am Schneidkopf ist es möglich, den Vortriebsprozess zu kontrollieren und mögliche Probleme zu erkennen (Bild 5, unten), die sich durch die Veränderung von Druck, Drehmoment, Drehzahl, Luftvolumen, Volumen der Verpressmenge oder des Bentonits, transportierte Aushubmasse, Förderbandgeschwindigkeit usw. abzeichnen.

Die Software erzeugt automatisch Zusammenfassungen und Berichte über Tages- (Bild 6), Wochen- oder Monatszeiträume, die einen schnellen und detaillierten Überblick über den Vortrieb, die Dauer und Ursachen von Ausfällen u. Ä. bieten. Alarmer sind aktiviert, die den Nutzer warnen, wenn der Messwert eines Sensors einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet. Die Software übermittelt solche Alarmmeldungen über Pop-up-Fenster (Webseite) und E-Mails.

### Umfassende Kontrolle

Das Monitoring- und Analysesystem bietet die vollständige Kontrolle über alle Tunnelbauarbeiten und deren Einflussbereiche. Dadurch kann ein hohes Maß an Sicherheit während des gesamten Bauprozesses sowohl beim Schildvortrieb wie auch bei herkömmlichen Tunnelbaumethoden und den erforderlichen sekundären Verfahren (Kompensationsinjektionen zur Gebäudesicherung,

### Extensive Control

The monitoring and analysis system offer complete control of all tunnelling works as well as their area of influence. A high level of safety can be achieved throughout the construction process both in TBM driving or traditional tunnelling methods and secondary processes required (compensation grouting stabilization, earth stabilization, shaft drilling). Controlling must be supported by the data analysis of measurements taken by the extensive network of sensors available. If any sensor measurement overpasses the alarm levels, a planned action protocol immediately follows to prevent any incident or inconvenience during construction works.

### Geomonitoring

Based on project-specific configuration, relations between sensors and construction elements can be created, to monitor not only the measured values but also the influencing factors. This cross-linking of elements from underground works and surface influence makes a progress-related interpretation of the monitoring data possible (Figure 4a). For example, deformation of retaining walls that is measured with inclinometers can be visualized together with the TBM driving at the location, and water levels can be shown as contour plots integrated in a representation of the current construction progress.

- Locomotives, Unloaders for Gallery, Personnel Carrier, Remixer
- Gallery Railway Equipment and Accessories
- High performance Dumpers
- Underground Ventilation, spiral and flexible Ventilation Ducts
- Mortar Injection Pumps
- Rock-Bolts, Friction Anchors, Self-drilling Injection Anchors
- Pipe Roof Systems
- Fitting Arches, TH-Profiles, Lattice Girders, Liner Plates
- Pipeline Tubes for Water and compressed Air
- Polyurethane resins and Injection Pumps



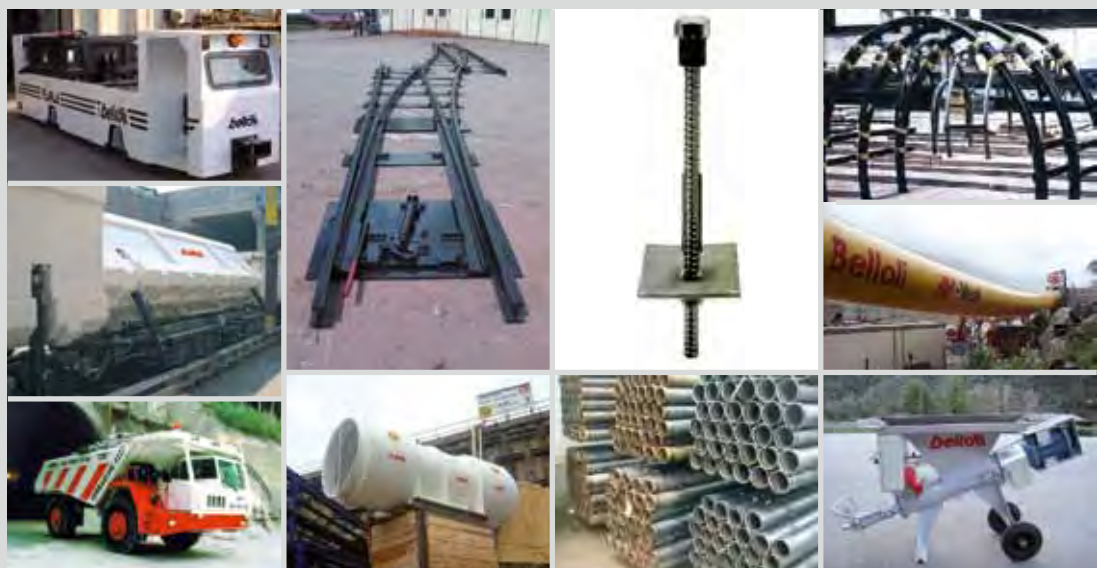
## TUNNELLING IS OUR BUSINESS

### Belloli SA

CH-6537 Grono  
(Switzerland)  
Tel. +41 91 820 38 88  
Fax +41 91 820 38 80  
info@belloli.ch  
www.belloli.ch

### Belloli Italia S.r.l.

Via XXV Aprile 59  
IT-22070 Guanzate  
(Italy)  
Tel. +39 031 9780000  
Fax +39 031 3529089  
info@belloli-italia.it  
www.belloli-italia.it



Bodenstabilisierung, Schachtbohrungen) erreicht werden. Diese Überwachung wird durch die Analyse der Messdaten, die von den umfangreichen Sensoren-Netzwerk aufgenommen wurden, unterstützt. Falls ein Sensormesswert einen Grenzwert überschreitet, wird sofort ein Maßnahmenprotokoll angestoßen, um Zwischenfälle oder Störungen während der Bauarbeiten zu verhindern.

### Geomonitoring

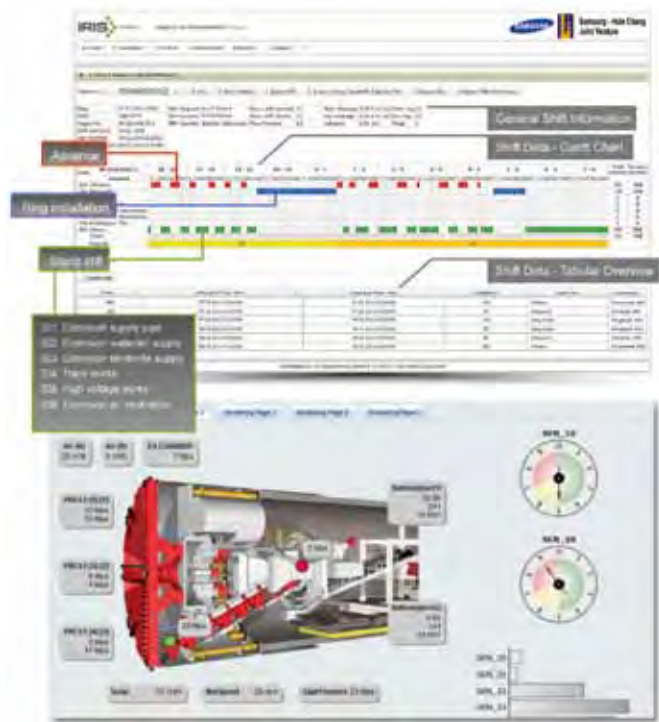
Auf Basis projektspezifischer Daten können Beziehungen zwischen Sensoren und Bauwerksteilen hergestellt werden. So kann man nicht nur die Messwerte, sondern auch die Einflussfaktoren überwachen. Diese Verknüpfung der Untertagearbeiten mit den Geschehnissen an der Oberfläche ermöglicht eine auf den Arbeitsfortschritt bezogene Interpretation der Monitoringdaten, wie in Bild 4a dargestellt. Beispielsweise wird die Verschiebung von Stützwänden, die über Inklinometer erfasst werden, bezogen auf den TBM-Vortrieb sichtbar gemacht, und auch Wasserstände können in die grafische Darstellung des Baufortschritts integriert werden.

### Kombination von IRIS.tunnel und IRIS.geomonitoring

Neben IRIS.tunnel, das eine Plattform für das Datenmanagement bei Tunnelbauarbeiten bietet, lassen sich mit IRIS.geomonitoring die Einflüsse von Tunnelbauten auf die Geländeoberfläche, die vorhandenen Gebäude und Infrastrukturbauwerke (Brücken, Wasser- und Abwassersysteme) überwachen, sodaß beim Eintritt möglicher Risiken sofort Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können.

Die zeitnahe Verfügbarkeit aktueller Prozessdaten, die an der TBM, im Tunnel, an der Oberfläche oder in benachbarten Gebäuden erfasst werden, ist eine wesentliche Voraussetzung, um den gesamten Bauablauf steuern und optimieren zu können. Beide Software-Produkte zusammen ergeben ein umfassendes Datenmanagement- und -analysetool. Damit können die Tunnelbohrarbeiten fortlaufend an die vorherrschenden geologischen Bedingungen angepasst und gleichzeitig auch die Boden- und Gebäudebewegungen an der Oberfläche überwacht werden. Durch die Kombination beider Programme werden Setzungsmessungen und TBM-Daten in einer einzigen Datenbank zusammengefasst.

Dies ermöglicht eine ständige Querauswertung der Oberflächen- und Gebäudesetzungen mit Fokus auf die Korrelation zwischen TBM-Prozessdaten und Setzung sowie auf die Visualisierung in Form von Diagrammen, Kartenansichten und Längsschnitten. Die Daten können auch mit CAD-Zeichnungen überlagert werden. Die IRIS-Software wird aktuell bei Tunnelbauprojekten in vielen Städten, wie London, Kopenhagen, San Francisco, Auckland, Sydney, Istanbul, Neu-Delhi, Hongkong und Singapur eingesetzt. Zwei dieser Projekte werden hier beispielhaft vorgestellt:



Quelle/source (2): ITC Engineering

5 Schichtbericht (oben) und Visualisierung der Sensoren am Schneidkopf (unten)

Work shift report (top) and visualization of sensors placed on the cutting head (bottom)

### Combination of IRIS.tunnel and IRIS.geomonitoring

Besides IRIS.tunnel, that offers a platform for managing data from the excavation works, the main function of IRIS.geomonitoring is to control the influence of the tunnel works on the surface, existing buildings and infrastructure (e.g. bridges, utilities) to enable rapid action in case of any risk scenario.

The timely availability of current process data monitored on the TBM and on the surface is the crucial prerequisite to control and optimize the complete operating processes. The combination of both products offers a comprehensive data management and analysis tool. This allows TBM tunnelling to be continuously adjusted to the prevailing geotechnical conditions along with simultaneous ground and building monitoring at the surface. The combination of the programs integrates settlement measurements and TBM data into a single data platform.

This allows instant cross-evaluation of the surface and building settlement with particular focus on correlation between TBM process data and settlement, as well as visualization in forms of diagrams, map views and cross sections. The data can also be overlaid with CAD-images.

The IRIS software is being used in some cities with underground projects currently running, such as London, Copenhagen, San Francisco, Auckland, Sydney, Istanbul, New Delhi, Hong-Kong and Singapore. Two projects are presented here as examples:



### Das Projekt „Nordhavnsvej-Vej-og Tunnelentreprise“ in Kopenhagen (Dänemark)

Hierbei handelt es sich um ein großes, aktuelles Infrastrukturprojekt in Dänemark. Die 1650 m lange Route soll das Kopenhagener Stadtviertel Nordhavn mit der Helsingør-Autobahn verbinden. Unter einem sehr dicht bebauten Stadtgebiet verläuft der Tunnel in bis zu 22,5 m Tiefe. Eine besondere Herausforderung stellte die Trassierung des Tunnels dar, weil die Bauarbeiten auch unterhalb einer stark befahrenen Bahnstrecke nach Norden und der vierspurigen Straße Strandvejen verlaufen müssen. Die Fertigstellung ist für Herbst 2015 geplant. Die Anbindung des Nordhafens an die Autobahn durch die dicht bebaute Innenstadt Kopenhagens ist ein sehr ehrgeiziges Infrastrukturprojekt, dessen Gesamtkosten sich auf zwei Milliarden Dänische Kronen (ca. 270 Millionen Euro) belaufen. In der Ausschreibung forderte die Stadt Kopenhagen von den potenziellen Auftragnehmern den Einsatz eines flächendeckenden Überwachungssystems. In Spitzenzeiten wurden über 2500 unterschiedliche Messpunkte aufgezeichnet. Die Messtechnologie umfasste unter anderem 325 Referenzpunkte, 260 Prismen, 48 manuelle Inclinometer, 17 automatische Inclinometer, 93 Ankerlastsensoren, 206 Drucksensoren und 960 Wasserstandssensoren. Bisher wurden über 23 Millionen Messwerte und Bauprozessdaten erfolgreich von IRIS verwaltet.

### The Nordhavnsvej-Vej-og Tunnelentreprise in Copenhagen (Denmark)

This is a current large-scale infrastructure project in Denmark. The 1650 m long route will link the district of Copenhagen Nordhavn with the Helsingør motorway. The tunnel extends to a depth of 22.5 m by a very densely built, urban area. A particular challenge for the design was the planning of the tunnel course, since the underground construction additionally crosses a busy railway line to the north and the four-lane road Strandvejen. The completion of the complex combination of road and tunnel is planned for autumn 2015. The connection of the northern port with the highway across the densely built downtown Copenhagen is a very ambitious infrastructure project with an overall cost of about two billion Danish crowns (\$370 million). The invitation to tender by the City of Copenhagen required a comprehensive monitoring system as an essential component of the construction agreement. At its peak more than 2500 different measuring points were recorded. The measurement technology includes 325 reference points, 260 prisms, 48 manual inclinometers, 17 automatic inclinometers, 93 anchor loads, 206 strain gauges and 960 water levels, among others. So far, more than 23 million measurement values and construction process data have been successfully managed by IRIS



- **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





Quelle/source: ITC Engineering

6 Zusammenfassungen und Berichte über Tages-, Wochen- oder Monatszeiträume werden automatisch erzeugt  
Summaries and reports available for daily, weekly and monthly periods are generated

### Der Central-Subway-Tunnel in San Francisco (USA)

Die Central Subway ist eine U-Bahn-Strecke, die das Muni Metro Stadtbahnssystem erweitern soll. Sie wird das Stadtzentrum kreuzen und dabei den Union Square und Chinatown, die am dichtesten besiedelten Viertel der Stadt, mit dem East District verbinden. Zum Projektumfang mit einem Gesamtbudget von 1,6 Milliarden US-Dollar (1,15 Milliarden Euro) gehört die geotechnische Instrumentierung und das Monitoring der zu errichtenden Bauwerke sowie der angrenzenden, vorhandenen Versorgungsleitungen, Gebäude und Infrastrukturanlagen. Desweiteren inbegriffen sind der Einbau der benötigten Injektionsrohre sowie die Durchführung des Kompensations-Injektionsverfahrens zum Schutz der benachbarten Gebäude und die Übergabe von vorläufigen Tunnelversorgungsleitungen und Entwässerungsanlagen, die für Folgeaufträge zum Bau der U-Bahn-Stationen, Gleisanlagen, Fahrstrom- und Steuersysteme benötigt werden. Die extrem schwierige Steuerung der TBM bei der Unterquerung des vorhandenen Tunnels unter der Market Street und die Überwachung der Gebäudefundamente sind nur zwei Aspekte, die ein präzises Überwachungssystem erforderlich machen, das sich bei ähnlichen Bauvorhaben wie in Kopenhagen bewährt hat.



### The Central Subway in San Francisco (USA)

The Central Subway is an extension of the Muni Metro light rail system, which will cross the City Downtown connecting Union Square and Chinatown – the most densely populated neighbourhood – with the East district. The scope of works, with a total budget of \$1.6 billion includes the structural and geotechnical instrumentation and monitoring of project structures and adjacent existing utilities, buildings and infrastructure, installation of compensation grout pipes and subsequent compensation grouting for protection of adjacent buildings, as well as handover of temporary tunnel utilities and dewatering to follow on contracts for construction of the subway stations, track way, traction power and control systems. The extreme difficulty of controlling the TBM underpassing the existent tunnel below Market Street and the control of the building foundations are some of the aspects that need the IRIS system backed by the experience of use in other similar construction works like in Copenhagen.



#### Präsentation auf dem WTC 2014

ITC Engineering GmbH & Co. KG und VMT GmbH werden zum World Tunnel Congress 2014 im brasilianische Foz do Iguaçu einen Vortrag halten. Inhalt dieses vom Co-Autor Abraham S. Corriols (ITC) am Montag, 12. Mai, präsentierten Vortrags ist die Software IRIS als Datenmanagement- und Risikoanalysetool für Tunnelbauarbeiten.

#### Presentation at the WTC 2014

ITC Engineering GmbH & Co. KG and VMT GmbH will take part in the lecture program at the World Tunnel Congress in Iguassu Falls, Brazil. The topic of IRIS as a tool of data management and risk analysis software in tunnelling works will be presented by Co-Author Abraham S. Corriols (ITC) on Monday, May 12<sup>th</sup>.



**WTC  
BRAZIL 2014**

**WORLD TUNNEL  
CONGRESS 2014**  
**40<sup>th</sup> ITA-AITES  
GENERAL ASSEMBLY**

**May 9<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup>, 2014**  
**Iguassu Falls - Brazil**

**TUNNELS FOR A  
BETTER LIVING**

***Come to Brazil! Meet us there!***

**[www.wtc2014.com.br](http://www.wtc2014.com.br)**


Promotion




Institutional support



**Aussteller****Neue Technik, neue Dienstleistungen**

Die Ausstellungsflächen des World Tunnel Congress 2014 in Foz do Iguaçu sind längst ausgebucht, und an mehr als 100 Firmen habe ihre Beteiligung zugesagt. Neben der Möglichkeit zum Wissensaustausch bietet die Kongresswoche auch die Möglichkeit, neue Produkte und Dienstleistungen aus der Welt des Tunnelbaus genauer kennenzulernen. Wir stellen Ihnen auf den folgenden Sonderseiten einige auf den Tunnel-Markt spezialisierte Unternehmen und Ihre Neuheiten und Angebote für den Kongress vor. Jeder Kurzartikel enthält die WTC-Standnummer sowie die Internet-Adresse der jeweiligen Firma. 


**Exhibitors****New Technology, new Services**

The stands of the technical exhibition at the World Tunnel Congress 2014 in Iguassu Falls long since have been sold out, with more than 100 companies having confirmed their participation. In addition to the exchange of knowledge and experiences the congress is the place to gather information about the latest products and services, the tunnelling-experts have to offer. On the following pages we introduce new developments and ideas of companies specialised in tunnelling, who will be present at the WTC 2014. The portraits include stand numbers for the WTC as well as the companies' web-site information. 

**Herrenknecht AG**


Herrenknecht präsentiert zum World Tunnel Congress neueste Vortriebstechnik mit Schwerpunkt auf die Region Lateinamerika. Um beim Metrobau in Rio de Janeiro die wechselhaften Baugrundverhältnisse zu bewältigen, lieferte Herrenknecht eine Multi-Mode-TBM, die vom offenen Modus in geschlossenen EPB-Modus umgebaut werden kann. Für den Bau der neuen U-Bahn in Kuala Lumpur (Malaysia) kommen sechs neuartige Variable-Density-TBM zum Einsatz. Die Variable-Density-TBM kombiniert die Vorteile des EPB-Prinzips mit denen des Mixschilds. Ohne umfangreiche mechanische Modifikationen kann zwischen vier verschiedenen Vortriebsmodi gewechselt werden. Innovation auch beim Pipelinebau: Pipe Express ist ein halboffenes, umweltschonendes Verfahren zur Verlegung von Pipelines. Mit der neuen Entwicklung können Pipelines mit einer Gesamtlänge von bis zu 2000 m in nur einem Arbeitsgang verlegt und die Trassenbreite gleichzeitig um bis zu 70 % reduziert werden. 

On the occasion of the World Tunnel Congress Herrenknecht is presenting state-of-the-art tunnelling technology with emphasis on the Latin American region. To cope with the changing ground


conditions during the construction of the metro in Rio de Janeiro, Herrenknecht supplied a Multi-mode TBM, which can be converted from open mode to closed EPB mode. Six innovative Variable Density TBMs are being used for the construction of the new metro in Kuala Lumpur (Malaysia). The Variable Density TBM combines the advantages of the EPB principle with those of Mixshields. The machine can switch between four different tunnelling modes without comprehensive mechanical modifications. Innovative pipeline construction: Pipe Express is a semi-trenchless method for installing pipelines in an environmentally friendly way. With this new development, pipelines with a total length of up to 2000 m can be installed in just one single working step and at the same time reduce the route width by up to 70%. 



## Putzmeister Underground


Basierend auf mehr als 50 Jahren Erfahrung und dem technologischen Know-how eines führenden Betonpumpenherstellers entwickelt Putzmeister unter anderem Betonspritzsysteme und Betonmischfahrzeuge für den Tunnel- und Bergbau. Die SPM 500 Wetkret Betonspritz-Serie hat ihre Effizienz und Zuverlässigkeit auf einer Vielzahl von Tunnelbaustellen weltweit bewiesen, mit einer maximalen vertikalen Spritzreichweite von 17 m und einer Betondurchflussleistung von maximal 30 m<sup>3</sup>/h. Sie ist ausgestattet mit einem automatischen System zur Synchronisierung von Betonpumpe und Zusatzmitteldosiereinheit. Eine Fernbedienung ermöglicht die volle Regulierung des Betondurchflusses, sowie die Anpassung der voreingestellten Zusatzmitteldosierung. 




Based on more than 50 years of experience and the technological know-how of a leading provider of concrete pumping and placing equipment, Putzmeister has developed a range of tunneling and mining machinery, including shotcreting equipment and low-profile concrete mixers. The SPM 500 Wetkret concrete spraying equipment series has proven its efficiency and reliability at tunneling jobsites all over the world, providing a maximal vertical spraying reach of 17 m and a concrete flow of 30 m<sup>3</sup>/h. It is equipped with an automatic system for high precision synchronization between the concrete pump and the additive dosing unit. The remote control permits full regulation of the concrete output, as well as adjustments to the predefined additive dosage. 

WTC 2014 – Technical Exhibition  
Stand No. 67, Latin America Infrastructure Hall  
[www.putzmeisterunderground.com](http://www.putzmeisterunderground.com)

## UTT MAPEI

Das „Underground Technology Team“ UTT ist eine Sparte der MAPEI Gruppe die sich auf die Erarbeitung neuer Systeme für das unterirdischen Bauen spezialisiert hat. Aufgrund der Bemühungen in Forschung und Entwicklung und der technischen Expertise konnte Mapei ein Produkt-Bandbreite erstellen, die unter anderem Trocknungsbeschleuniger für Spritzbeton, Zusatzstoffe für Transport- und Fertigteilbeton, Produkte für den mechanischen Tunnelbau, für Injektionsmaßnahmen, Bodenverdichtung und Abdichtung gegen drückendes Wasser umfasst. UTT besteht aus einem Expertenteam aus der Industrie und spezialisierten Technikern, mit weltweit gesammelten Erfahrungen, die in der Lage sind, auch mit unvorhergesehenen Bedingungen erfolgreich fertig zu werden. 



The Underground Technology Team UTT is a division of the MAPEI group that is specialized in innovative systems for underground construction. Due to the investments in Research and Development and the technical know-how, MAPEI created a product range which includes accelerators for shotcrete, admixtures for pre-cast and ready-mix concrete, products for mechanized tunnelling, injection and consolidation and waterproofing amongst other things. The Underground Technology Team UTT consists of a work group of industry experts and specialist technicians, with a world-wide experience, who are capable of managing unexpected conditions successfully. 


WTC 2014 – Technical Exhibition  
Stand No. 94  
[www.utt-mapei.com](http://www.utt-mapei.com)

## CBE Group

Die CBE Group plant und realisiert weltweit Präzisionsschalungen für Tübbinge, passgenaue Handling-Ausrüstung und Tübbing-Fertigungsanlagen. Zum Leistungsumfang gehören auch der Transport und der Aufbau der Schalung vor Ort sowie das Training des Personals und die präventive Material- und Anlagenkontrolle. CBE steht für hochwertige Schalungstechnologie und Umlaufanlagen, ebenso wie für innovative Lösungen, wie zum Beispiel die Ankerdichtungstechnologie. In 27 Jahre ist CBE an mehr als 350 internationalen Projekten beteiligt gewesen oder aktuell beteiligt. Eine Auswahl: NWRL Sydney, Bosphorus Strait Crossing, Metro Sao Paulo, Alaskan Way Plains (USA), Crossrail (UK) Metro Moskau, Delhi Metro, Singapur C933 und Hong Kong Metro. 



CBE Group designs, manufactures and assembles segment moulds for concrete tunnels, handling equipment and segment precast plants worldwide. The range of services includes pre-project engineering, design, production line and maintenance during segment production including site-staff training, spare parts, logistics and preventative maintenance. CBE Group is recommended for high quality

moulds and carousel systems as well as for innovative solutions like the anchored gasket technology. In 27 years CBE has been or is currently involved in 350 international projects, for example: NWRL Sydney, Bosphorus Strait Crossing, Metro Sao Paulo, Alaskan Way Plains (USA), Crossrail (UK) Metro Moscow, Delhi Metro, Singapore C933 and Hong Kong Metro. 

WTC 2014 – Technical Exhibition  
Stand No. 81  
[www.cbe-tunnels.com](http://www.cbe-tunnels.com)

## NFM Technologies

Seit mehr als 20 Jahren plant und baut NFM Technologies für alle Bodenverhältnisse Tunnelbohrmaschinen mit großen Abbauschilden, deren Durchmesser von 4 bis 15 m reichen können. Das französische Unternehmen produziert effiziente, zuverlässige Tunnelbohrtechnik und kann auf weltweite Referenzprojekte verweisen. Der WTC in Brasilien bietet Gelegenheit, sich einen Überblick über die neuesten Projekte zu verschaffen. Beim Caltanissetta-Fernstraßenprojekt in Sizilien soll z. B. eine EPB-Schild-TBM mit einem Schilddurchmesser von 15,08 m ab Frühling 2014 mit den Vortriebsarbeiten für einen 4 km langen Doppelröhren-Verkehrstunnel beginnen, der bis zu 150 m tief in tonigem Boden verlaufen wird. 



For more than 20 years, NFM Technologies has been designing and manufacturing large diameter tunnel boring machines ranging from 4 m to more than 15 m, suited to all types of geology. The French company produces efficient and reliable tunnelling-technology worldwide references and is known for efficient and reliable machines. The World Tunnel Congress 2014 in Brazil will be a good opportunity to highlight the company's latest projects including the 15.08 m diameter EPB TBM for

the Italian Caltanissetta Highway project in Sicily. The mega-machine will excavate the 4 km twin-tube tunnel as much as 150 m below the surface in a clayey soil. The launch of the tunnel boring machine is scheduled for spring 2014. 


WTC 2014 – Technical Exhibition  
Stand No. 98  
[www.nfm-technologies.com](http://www.nfm-technologies.com)

## Sika Aliva Equipment

Aliva Converto wird für das manuelle Beton- oder Mörtel-spritzen im Dünn- oder Dichtstromverfahren eingesetzt. Das neue Wasserring System im Dünnstromverfahren ermöglicht es, ohne den Einsatz von anderen Hilfsmitteln oder Werkzeugen, schnell von Nassspritzen zur Trockenspritzanwendung zu wechseln. Vom Basisgehäuse lassen sich vier Produkttypen zusammenstellen, die Spritzeinrichtung, das Spritzsystem, BackInlet oder Re-proFlex. Speziell bei der Converto BackInlet erzielt man durch die Vorbefeuchtung und die verbesserte Materialdurchmischung eine deutliche Staubreduktion während des Betonaufragens. 



The Aliva Converto is used for hand-operated spraying of concrete and mortar, applies with thin and dense stream process. The new water ring system can be easily assembled and allows a simple transition from dry to wet spraying applications when the thin stream process is used. The modularly based concept allows the operator to assemble four different types of spraying-tools: the Converto spraying device,

the Converto spraying system, the Converto BackInlet and the Converto Re-proFlex. Especially with Converto BackInlet, pre-dampening and better mixture of the concrete in the nozzle result in a significant dust-reduction during the concrete application. 

[www.aliva-equipment.com](http://www.aliva-equipment.com)

**hw** hölscher  
wasserbau

### Groundwater Management in Tunneling Projects

Dewatering, Groundwater Control, Water Treatment,  
Online Monitoring and Well Drilling.



#### Nord Zuid Lijn Amsterdam

80 wells for depressurisation of an aquifer in a depth of 43 m



#### Metro Bucharest Line 5

25 million m<sup>3</sup> of groundwater to be pumped



#### Cityring Copenhagen

1.100 wells for 21 metro shafts.  
Re-infiltration rate of 95%



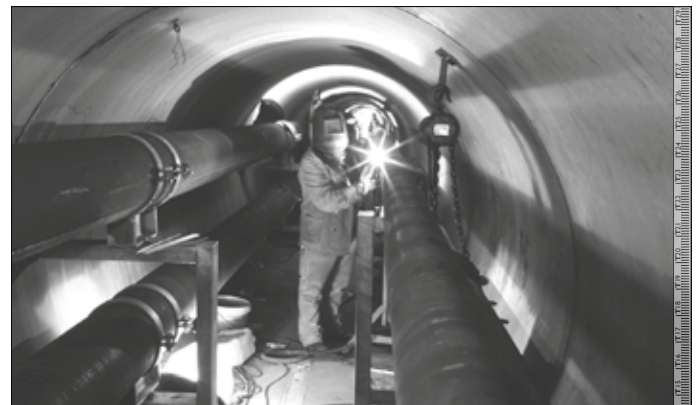
#### A2 Maastricht

600 dewatering wells. 2.300 m<sup>3</sup>/h re-infiltration via hw-DSI system

[www.hoelscher-wasserbau.de](http://www.hoelscher-wasserbau.de) · [info@hoelscher-wasserbau.de](mailto:info@hoelscher-wasserbau.de)

**Hölscher Wasserbau GmbH**  
Haren, Germany




Branch offices in:  
Austria · Denmark · Poland · Qatar · Romania  
The Netherlands · United Kingdom



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)234/5 88 73-73  
Fax +49 (0)234/5 88 73-10  
[info@techno-bochum.de](mailto:info@techno-bochum.de)  
[www.techno-bochum.de](http://www.techno-bochum.de)

 **TechnoBochum**

## Normet

Im vergangenen Jahr präsentierte Normet Simulatoren mit denen sich die maschinelle Applikation von Spritzbeton simulieren lässt. Zur Auswahl stehen Ausführungen für Laptopdisplays, für 2D- und 3D-Fernsehbildschirme und auch für großflächige Anwendungen für vier Projektoren mit Bewegungssensoren in der Kopfbedeckung des Benutzers. Mit der Simulation kann man die Grundfunktionen der Roboter-Schwenkarme erlernen. Am WTC-Stand wird Normet den Laptopsimulator präsentieren, an der Besucher den Spritzbetonauftrag in unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden simulieren können, inklusive Fortschrittsreport und Hinweisen zur Optimierung fehlerhafter Arbeitsabläufe. 



In 2013 Normet introduced concrete spraying simulators for machine-operator training. There are different versions available from just laptop display or 2D / 3D-television screens and control box to full scale versions with 4 projectors and motion sensors in the operator's hat. Simulator training allows operators to learn all the basic functions of robotic spray booms without the need to have a real spraying machine available. At the WTC Normet will present the laptop version and visitors can test their concrete spraying skills. The simulator comes with different training and test programs for different level operators and it gives a personal report for each trainee and hints where to pay attention after training sessions. 

---


**WTC 2014 – Technical Exhibition**  
**Stand No. 95**  
[www.normet.com](http://www.normet.com)

---

## DYWIDAG-Systems International (DSI)

DYWIDAG-Systems International (DSI) entwickelt, produziert und liefert ein komplettes Produktprogramm sowie Systemlösungen für den Tunnelbau. Die hochwertigen Tunnelbausysteme der DSI werden unter dem Markennamen „ALWAG Systems“ an Kunden auf der ganzen Welt geliefert. Das Produktprogramm beinhaltet eine Vielzahl an Ankern, Felsbolzen, passiven Sicherungs- und Stützmitteln sowie das erprobte AT-System. Das AT-Hüllrohrsystem, das Teil dieser Serie ist, ist besonders erwähnenswert: wird für die kosteneffiziente und praktische Herstellung von Rohrschirm-, Injektions- oder Drainagebohrungen verwendet. Experten aus dem Hause DSI werden im Vortragsprogramm des WTC zum Thema Rohrschirmsysteme referieren. 



DYWIDAG-Systems International DSI develops, manufactures and supplies entire product lines and system solutions for tunneling. DSI supplies its high quality tunneling systems under the brand name of "ALWAG Systems" to clients around the world to make the underground industry safer. The product range includes a wide variety of anchors, rock bolts, passive rock reinforcement and support, and the well-known field-approved AT-System. The AT-Casing System, which is part of this series, deserves special mention: it is used for the cost-effective and practical implementation of pipe umbrella, injection or drainage drills. As part of the World Tunnel Congress-Session, experts from DYWIDAG-Systems International will give a lecture on the topic of pipe umbrella support systems. 


---

**WTC 2014 – Technical Exhibition**  
**Stand No. 40/41, Latin America Infrastructure Hall**  
[www.dywidag-systems.at](http://www.dywidag-systems.at)


---



## The Robbins Company

Wenn die Bodenverhältnisse eine Bandbreite von weicher Erde bis hin zu verwittertem Gestein abdecken, bietet US-Spezialist Robbins seine Erddruckschild-Tunnelvortriebsmaschine (EPBM) als Lösung an. Die standfesten EPBM mit massiveren Schneidköpfen sind auf eine Lebensdauer von 10 000 Betriebsstunden ausgelegt. Für wechselnde Böden bietet Robbins Hybrid-TBM, die die Vorteile von zwei Maschinentypen vereinen. Neue Entwicklungen für größeren Schilddurchmesser von 12-15 m rationalisieren die Umstellung der Vortriebsmodi im Tunnel. 



If the tunnel-geology ranges from soft soils to weathered rock, the Robbins Company offers a solution: The Earth Pressure Balance Machine (EPBM). EPBMs are built for durability and longevity with a thicker cutterhead, an operational life of 10 000 hours, and other features that draw from the company's extensive background in hard rock. For mixed ground projects, Robbins offers Hybrid Tunnel Boring Machines that feature advantages from two different machine types. New designs for larger diameter machines of 12 to 15 m further streamline in-tunnel conversion between modes. 

WTC 2014 – Technical Exhibition  
Stand No. 75  
[www.therobbinscompany.com](http://www.therobbinscompany.com)

## Your Reliable Partner for Slurry Treatment Worldwide



Project: Metro Kuala Lumpur, Malaysia  
Separation Plant: 6x MAB 1000



**SCHAUENBURG**  
Maschinen- und Anlagen-Bau GmbH

Schauenburg MAB GmbH  
Weseler Str. 35  
45478 Mülheim a. d. Ruhr  
Germany  
website: [www.schauenburg-mab.com](http://www.schauenburg-mab.com)  
e-mail: [sales@schauenburg-mab.com](mailto:sales@schauenburg-mab.com)  
phone: +49 (0)208 - 9991 - 0  
fax: +49 (0)208 - 59 24 09

A Company of the **SCHAUENBURG** International Group

## Sicher vor Feuer und Rauch

Schwere Unglücke mit Todesfällen und hohen wirtschaftlichen Schäden haben in den vergangenen Jahren immer wieder grundsätzliche Diskussionen über die Tunnelsicherheit im Brandfall ausgelöst. Die daraus resultierenden erhöhten Standards orientieren sich vor allem am Schutz des Konstruktionsbetons vor den Folgen des schnellen Temperaturanstiegs und der großen Hitzeentwicklung, an der sicheren Gestaltung von Fluchtwegen und am Funktionserhalt der elektrischen Anlagen.

## Safe from Fire and Smoke

Serious accidents involving fatalities and high economic impact have regularly resulted in protracted discussion of tunnel safety in the event of fire in recent years. The enhanced standards resulting from this technical debates are first and foremost geared to protecting the structural concrete from the consequences of a rapid increase in temperature and an enormous heat development, to the safe design of escapeways and furthermore to retaining functioning electrical equipment.

Rita Jacobs, Fachjournalistin, Düsseldorf/D, [www.aestuver.de](http://www.aestuver.de)

Drei wichtige Faktoren schwächen bei einem Tunnelbrand die Tragfähigkeit der Konstruktion und stellen die Standfestigkeit in Frage:

- Explosionsartige Abplatzungen als Folge großer Hitzeentwicklung und der dadurch im Beton ausgelösten chemischen und physikalischen Prozesse. Besonders sensibel reagieren hier moderne hochfeste Betone, bei denen Porengehalt und Permeabilität abnimmt.
- Hitzebedingte Gefügeveränderungen in den quarzhaltigen Zuschlägen (der sogenannte „Quarzsprung“) führen durch Volumenveränderungen zur Zermürbung des Betons.
- Durch die bei Brandbelastung auftretenden Haarrisse dringen die entstehenden Rauchgase verstärkt in den Beton ein. Das beschleunigt die Karbonatisierung und greift den Betonstahl an.

Three significant factors diminish the bearing capacity of the structure and hamper stability in the event of a tunnel fire:

- Explosion-like spalling caused by immense heat development and the resultant chemical and physical processes triggered in the concrete. Modern high-strength concretes, whose pore content and permeability are reduced, react especially sensitively here.
- Changes in the structure of the aggregate filler containing quartz caused by heat (the so-called quartz leap) result in changes in volume and thereby in concrete attrition.
- Tiny cracks caused by the fire impact increasingly force the resultant smoke gases into the concrete. This speeds up carbonization and impairs the reinforced concrete.



Quelle/source (3): Feraacell Aestuver



Im Berliner Hauptbahnhof wurden die umfangreichen technischen Installationen durch Brandschutz-Kabelkanäle abgekapselt. Das Großobjekt erforderte eine Vielzahl von Sonderlösungen

Special solutions: At Berlin Main Station extensive technical installations were secured safely with fire protection cable ducts. This major scheme required a large number of special solutions



Brandschutzplatten aus Glasfaserleichtbeton für unterirdische Verkehrsanlagen kommen in Dicken zwischen 10 und 60 mm zum Einsatz und können werkseitig mit Betonfarben in der Deckschicht witterungsbeständig eingefärbt werden

Fire protection boards made of glass fibre reinforced lightweight concrete for underground transportation facilities are available in thicknesses ranging from 10 to 60 mm and can be covered with weather-resistant concrete colour

### Schutz des Konstruktionsbetons

Brandschutzplatten aus Glasfaserleichtbeton haben sich bei der Umsetzung ganzheitlicher Brandschutzkonzepte im Tunnelbau durch die Kombination einer Vielzahl von Spezialeigenschaften bewährt. Sie schützen im Brandfall den Beton vor den beschriebenen Abplatzungen und Zermürbungen. Die für unterirdische Verkehrsanlagen entwickelten Aestuver Tunnel Brandschutzplatten sind besonders für Einsätze geeignet, bei denen Anforderungen im Hochtemperaturbereich zum Beispiel nach ZTV-ING gestellt werden. Bei einer Brandbelastung nach der international anerkannten RWS-Kurve wurde für Temperaturen bis zu 1350 °C die Eignung nachgewiesen.

Die 10-60 mm dicken Glasfaserleichtbetonplatten werden im sogenannten Faserspritzverfahren gefertigt. Es gewährleistet eine dichte und gleichmäßig verteilte Faserstruktur. Der Plattenaufbau – eine Kombination von Mikro-Glashohlkugeln und

### Structural Concrete Protection

Fire protection boards made of glass fibre reinforced lightweight concrete have proved themselves in translating an holistic fire protection concept into practice in tunnelling thanks to a combination of special features. They protect the concrete in the event of fire against the described spalling and attrition. The Aestuver tunnel fire protection boards developed for underground transportation facilities are particularly suitable for applications, where demands are placed in the high temperature sector for instance in accordance with ZTV-ING. In the event of a fire load in keeping with the internationally recognized RWS curve they were proved suitable for withstanding temperatures of up to 1350 °C.

The 10-60 mm glass fibre reinforced lightweight concrete boards are produced by the so-called fibre spraying method that ensures a dense and evenly distributed fibre structure. The board set-up – a matrix combined from hollow glass microspheres and long glass



Quelle/source: Täby Brandskydds Teknik

Im Söderledstunnel in Stockholm erhielten Tunnel-Brandschutzplatten aufgrund kürzerer Verarbeitungszeiten gegenüber Brandschutzputz den Vorzug, weil dies Verkehrs-Ausfallzeiten verringerte

In Stockholm's Söderleds Tunnel, tunnel fire protection boards were preferred to fire protection plaster on account of reduced processing times which in turn resulted in shortened closure times for traffic

langen Glasfasern im Matrixaufbau – ermöglicht hohe Druck- und Biegezugfestigkeiten, die den Wind- und Sogbelastungen des Schienenverkehrs standhalten. Da das verwendete Material keine brennbaren Bestandteile aufweist, ist die Freisetzung toxischer oder sichtmindernder Gase im Brandfall ausgeschlossen.

Die Platten gehören nach DIN 4102-Teil 4 (DIN EN 13501-1) zu den nichtbrennbaren Baustoffen der Klasse A 1, und sind, dem Einsatz in Verkherstunneln entsprechend, wasser-, frost- und tauszeständig. Nach Tests vom Deutschen Institut für Bautechnik haben sie die Europäische Technische Zulassung (ETA-11/0458) erhalten und sind von der Einsatzmöglichkeit der Nutzungskategorie X zugeordnet worden – der höchsten Klasse im Bezug auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber Witterungseinflüssen nach ETAG 018-1.

### Nachträgliche und anbetonierte Bekleidung

Bei der nachträglichen Bekleidung werden die Tunnel-Platten in Durchsteckmontage mit einem mindestens 10 mm dicken Hinterlegungsstreifen in Längs- und Querrichtung oder direkt auf dem Konstruktionsbeton befestigt. Die Hinterlegungsstreifen schützen die Fugen zusätzlich vor Branddurchschlag und schaffen mit der Überbrückung von Versätzen und Unebenheiten eine gleichmäßigere Oberfläche.

Bei der anbetonierten Bekleidung werden die Platten stumpf gestoßen in der Schalung ausgelegt. Werden erhöhte Anforderungen an die Optik der Oberfläche gestellt, so kann man bei der Verwendung von leicht- beziehungsweise selbstverdichtendem Beton ein Auslaufen des Zementleims unter die Brandschutzplatten verhindern, indem die Fugen wiederum zusätzlich mit den Hinterlegungsstreifen versehen werden.

fibres – allows for high compressive and tensile strengths, which withstand the wind and suction effects of rail traffic. As the applied material possesses no combustible elements, toxic or visibility-diminishing gases cannot be released.

The boards belong to the Class A 1 non-combustible construction materials according to DIN 4102, Part 4 and are resistant to water, frost and thawing salt in keeping with application in transport tunnels. According to tests carried out by the German Institute for Construction Technology they have been accorded European Technical Approval (ETA-11/0458) and belong to the utilization category X with respect to their possible applications – the highest category with regard to their ability to resist climatic influences in accordance with ETAG 018-1.

### Subsequent and concreted Lining

In the case of subsequent lining the tunnel boards are attached directly to the structural concrete by push-through assembly with at least 10 mm thick attachment strips in a longitudinal and lateral direction or directly on the structural concrete. The strips additionally protect the joints from fire penetrating and provide a uniform surface by bridging over misalignment and unevennesses.

In the case of the concreted lining the boards are installed in the formwork with butt joints. If high demands are placed on the surface quality and lightweight or self-compacting concrete is used, the cement paste can be prevented from escaping from below the boards by once again applying the attachment strips to the joints.

### Shaft Wall Construction

For protecting safety installations such as for example distributor cabinets, switch cupboards and emergency call recesses in the



Quelle/source: Fermacell Aestuver

Einfache Erneuerung von Kabeltrogdeckeln

Easy renewal of cable duct covers

### Schachtwandkonstruktionen

Für den Schutz von Sicherheitseinrichtungen, wie zum Beispiel Verteilerkästen, Schaltschränken und Notrufrischen in den Tunnelwänden können die Glasfaserleichtbetonplatten, teilweise in Kombination mit Edelstahlbekleidung, auch als Nischenabdeckungen eingesetzt werden (Brandschutzklasse F 90-A).

### Sichere Gestaltung von Fluchtwegen

Bahntunnel erfordern ein abgestimmtes Konzept von brand-schutztechnischen Maßnahmen, um eine erfolgreiche Räumung

tunnel walls, the glass fibre reinforced lightweight boards can also be applied as recess covers, in some cases in combination with stainless steel lining and provide safety in fire protection class F 90-A.

### Safe Design of Escapeways

Rail tunnels need a determined concept of fire protection measures in order to enable evacuation to be successfully executed in the event of a fire. In this connection, cable ducts running parallel to the rails, which accommodate and conduct signalling, telecommunication and high voltage cables, play a special role. They are constructed in such a

**DESOI**<sup>®</sup>  
Injektionstechnik

## Injektions- und Abdichtungssysteme für Tunnel- und Spezialtiefbau



Bohrlochverschluss

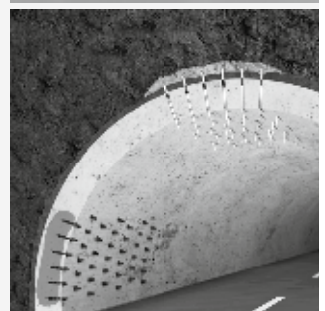


Spannpacker



Hydraulikpacker

Kolbenpumpe PN-2536-2K



DESOI GmbH  
Gewerbestraße 16  
D-36148 Kalbach/Rhön

Tel: +49 6655 9636-0  
Fax: +49 6655 9636-6666  
info@desoi.de | [www.desoi.de](http://www.desoi.de)

Anwendervideos





Quelle/source: Fermacell Aestuver

Im Brandfall können die Kabeltröge der Essener U-Bahn gleichzeitig als Fluchtweg genutzt werden

In the event of fire the cable ducts in the Essen Metro can also be used as evacuation routes

im Falle eines Brandes sicherzustellen. Eine besondere Rolle spielen in diesem Zusammenhang die in der Regel seitlich und parallel zum Schienenverlauf angeordneten Kabeltröge, die der Aufnahme und Führung von Signal-, Telekommunikations- und Starkstromkabeln dienen. Sie sind so konstruiert, dass sie im Brandfall gleichzeitig als Fluchtweg genutzt werden können. Insbesondere die Abdeckungen müssen deshalb mechanischen Krafteinwirkungen standhalten, und die Kabeltröge müssen zudem in erheblichem Maße wasser- und frostbeständig sein, weil durchfahrende Züge vor allem bei Regenwetter viel Nässe in die Tunnel hineinbringen. Ohnehin sind die Abdeckungen durch die besonderen klimatischen Bedingungen in den Tunneln und durch die vollständige oder teilweise Verlegung der Kabeltröge im Boden ständiger Feuchtigkeit und Frosteinflüssen ausgesetzt. Nur wenige Materialien sind diesen gleichzeitig wirkenden Belastungen gewachsen.

Das dynamisch belastbare Aestuver Brandschutzelement D+2 eignet sich zur Abdeckung der Kabelbetontröge neben dem Gleisbett (als Ersatz für die ursprüngliche Holzbohlenabdeckung) beziehungsweise zur Gestaltung von Flucht- und Rettungswegen im Gleisbett. Bei einer Dicke von 52,5 mm hält die Platte eine Verkehrslast von 12,5 kN/m<sup>2</sup> bei einer Trogbreite von 60 cm (entspricht 1,25 t/m<sup>2</sup>). Die nach DIN EN 13501-1 (DIN 4102, Teil 1) geprüften Elemente sind nichtbrennbar (Baustoffklasse A1 nach DIN 4102) und halten Temperaturen von mehr als 1000 °C stand.

manner that should fire occur they can also be used as escapeways. As a result, their covers in particular must be capable of withstanding mechanical effects of force. The cable ducts must also be water and frost resistant to a considerable extent because through trains carry a great deal of water into the tunnel especially during rainy weather. As it is, these covers are subject to permanent exposure to moisture and the influences of frost owing to the special climatic conditions in tunnels and the complete or partial installation of the cable ducts in the soil. Only few materials are capable of withstanding such loads when they all coincide.

The dynamically loadable Aestuver fire protection element D+2 is suitable for covering the cable concrete ducts next to the track bed (replacing the original timber board cover) and provides escape and rescue routes in the track bed. Given a thickness of 52.5 mm the board is capable of withstanding a traffic load of 12.5 kN/m<sup>2</sup> with a duct width of 60 cm (corresponding to 1.25 t/m<sup>2</sup>). The elements tested according to DIN EN 13501 (DIN 4102, Part 1) are non-combustible (construction material class A1 after DIN 4102) and withstand temperatures in excess of 1000 °C. Furthermore, they are water and frost resistant and can also be used in a freely exposed state.

### Retaining functional electric Systems

If a fire spreads to cable systems, this results in thick clouds of smoke and often highly toxic gases. In this way, escape and rescue routes can become deadly traps within a matter of minutes.

Sie sind außerdem wasser- und frostbeständig und können auch frei bewittert eingesetzt werden.

### Funktionserhalt elektrischer Anlagen

Wenn ein Feuer auf Kabelanlagen übergreift, entstehen nicht nur dichte Rauchschwaden, sondern oft auch hochgiftige Gase. Innerhalb weniger Minuten können Flucht- und Rettungswege so zu einer tödlichen Falle werden.

Brandschutz-Kabelkanäle halten durch eine Kapselung der Brandlast Rettungswege rauchfrei und stellen sicher, dass Anlagen, die für die Sicherheit in unterirdischen Verkehrsanlagen lebensnotwendig sind, weiter funktionieren. Die Kabelkanäle von Aestuver sind nach DIN 4102, Teil 11 und 12, geprüft. Die amtliche Materialprüfanstalt am IBMB der TU Braunschweig hat dazu umfangreiche Brandversuche durchgeführt.

Die Kabelkanäle gibt es in zwei unterschiedlichen Ausführungen: Feuerwiderstandsklasse I 30 bis I 120 (bei einem Kabelbrand greift das Feuer nicht auf den Rettungsweg über) und E 30 bis E 120 (bei äußerer Brandeinwirkung dringt kein Feuer in den Kanal ein und die Temperaturen bleiben niedrig). Kabelaugänge für Einzelkabel und Kabelbündel sind im System mitgeprüft. Da die Deckel der Brandschutz-Kabelkanäle lediglich lose aufliegen,

Fire protection cable ducts ensure that escapeways remain free of smoke by encapsulating the fire load and guarantee that systems, which are vital for safety in underground transportation facilities, continue to function. Aestuver cable ducts are tested according to DIN 4102, Parts 11 and 12. The official material testing agency at the IBMB of Brunswick TU has executed extensive fire tests in this connection. The cable ducts are available in 2 versions: fire resistance class I 30 to I 120 (in the event of a cable fire the fire does not spread to the evacuation route) and E 30 to E 120 (no fire penetrates the duct and temperatures remain low given external effect of fire). Cable outputs for individual cables and bundles of cables are also tested in the system. As the covers of the fire protection cable ducts merely lie loosely on top, the ducts can be added to at any time and the systems can be easily checked.

### Practical Examples

#### Söderleds Tunnel in Stockholm (Sweden)

During fire protection technical modernization of the Söderleds Tunnel in Stockholm, tunnel fire protection boards were given preference over the originally planned protective plaster. Among the reasons for the decision taken by the general contractor responsible for the redevelopment scheme, Täby Brandskudds Teknik (TBT), and the client, the Trafikverket (Swedish Transport Authority) were the

**rascor**®



## Wer richtig plant, bleibt trocken.

Als Pioniere in der Abdichtungstechnik entwickeln wir Produkte für die höchsten, trockensten Ansprüche Ihrer Tunnelprojekte – denn Trockenheit heisst auch Sicherheit! Problemorientierte und massgeschneiderte Abdichtungskonzepte sichern den Erfolg! **RASCOR - Pioniere der Bauabdichtung.**

**Rascor International AG**  
 Gewerbestrasse 4  
 CH-8162 Steinmaur  
 Telefon 044 857 11 11  
 Telefax 044 857 11 00  
 info@rascor.com

können die Kanäle jederzeit nachbelegt und die Anlagen leicht überprüft werden.

## Praxisbeispiele


### Söderledstunnel in Stockholm (Schweden)

Bei der brandschutztechnischen Modernisierung des Söderledstunnel in Stockholm erhielten Tunnel Brandschutzplatten als Alternativ-Lösung gegenüber dem ursprünglich geplanten Brandschutzputz den Vorzug. Ausschlaggebend für das mit der Sanierung beauftragte Generalunternehmen, Täby Brandskudds Teknik (TBT) und den Bauherrn, die Trafikverket (schwedische Verkehrsbehörde) waren unter anderem die kürzeren Verarbeitungszeiten (weil die Trocknungsphasen nicht berücksichtigt werden mussten) und damit kürzere Ausfallzeiten für den Verkehr. Im Unterschied zur Brandschutzputzbekleidung konnten andere Arbeiten parallel zur Ausführung der Plattenmontage erledigt werden. Insgesamt wurde eine Deckenfläche von rund 15 000 m<sup>2</sup> bekleidet. Hinzu kamen weitere 8000 m<sup>2</sup> unterirdische Deckenfläche in Ausfahrten.

### U-Bahn Essen (Deutschland)

Umfangreiche Sanierungsarbeiten im U-Bahnnetz der Stadt Essen erforderten auch eine Erneuerung der Kabeltrög-Deckel. Dafür wurden mehr als 2500 Brandschutzelemente D+2 in den erforderlichen Abmessungen von 700 x 622 mm (Standardformat ca. 625 x 1250 mm) bereitgestellt. Anpassungen konnten vor Ort problemlos mit handelsüblichen Werkzeugen ausgeführt werden. Die einzelnen Elemente wurden lediglich lose auf den Betontrögen aufgelegt. Zwei auf der Unterseite angeordnete schmale Streifen verhindern, dass sich die Platten seitlich verschieben. Im Brandfall können die Kabeltröge der Essener U-Bahn gleichzeitig als Fluchtweg genutzt werden. Um maximale Sicherheit zu gewährleisten, entschied man sich für die rutschhemmende Ausführung der Brandschutzelemente. Im Tunnel kamen Trogabdeckungen der Rutschfestigkeitsklasse R 10, im frei bewitterten Bereich Platten mit einer zusätzlichen Beschichtung aus Quarzsand der Rutschhemmungsklasse R 13 zum Einsatz.

### Berlin Hauptbahnhof (Deutschland)

Im Berliner Hauptbahnhof wurden die umfangreichen technischen Installationen durch Brandschutz-Kabelkanäle sicher abgekapselt. Das Großobjekt erforderte eine Vielzahl von Sonderlösungen, die durch den Einsatz von Aestuver Kabelkanälen flexibel ausgeführt werden konnten. Die Einbauzeit wurde wesentlich verringert, da die Kanäle montagefertig „just-in-time“ zur Baustelle geliefert wurden. Dabei war vor allem die hohe Zahl von Form- und Sonderteilen eine große Herausforderung für die Produktion. Zum Einsatz kamen vorwiegend 4-seitig montagefertige Kabelkanäle in I 30- und I 90- Qualität (Brandbeanspruchung von innen) sowie in E 30- und E 90- Qualität (Brandbeanspruchung von außen). 



Quelle/source: Fermacell/Aestuver

Die Deckel der Kabeltröge in der Essener U-Bahn sind rutschhemmend ausgeführt: Im Tunnelbereich in der Rutschfestigkeitsklasse R 10, im frei bewitterten Bereich mit einer zusätzlichen Quarzsandbeschichtung (R 13)


The cable duct covers in the Essen Metro are designed to be slip resistant: in the tunnel covers of slip-resistance class R 10 were applied, in the freely exposed area an additional quartzite sand coating was added (R 13)

shorter processing times (as drying phases had not to be considered) and in turn, shorter stoppage times for the traffic. In contrast to fire protection plaster lining, other activities were also able to be carried out parallel to assembling the boards. Altogether, an area of around 15 000 m<sup>2</sup> was covered. In addition, there was a further 8000 m<sup>2</sup> underground area accounted for in the exits.

### Essen Metro (Germany)

Extensive redevelopment work in the City of Essen's Metro network called for the cable duct covers to be renewed. Towards this end, more than 2500 fire protection elements D+2 in the required dimensions – 700 x 622 mm (standard format roughly 625 x 1250 mm) were made available. Adjustments could be undertaken on the spot using conventional tools. The individual elements were merely loosely laid on the concrete ducts. Two narrow strips arranged on the underside ensure that the boards do not slip laterally. In the event of fire the cable ducts in the Essen Metro can be used as evacuation routes at the same time. In order to guarantee maximum safety a slip-resistant version of the fire protection elements was favoured. In the tunnel, duct covers of slip-resistance class R 10 were applied and in the freely exposed area boards with an additional quartzite sand coating of slip-resistance class R 13.

### Berlin Main Station (Germany)

At Berlin Main Station the extensive technical installations were safety secured by means of fire protection cable ducts. This major project called for a large number of special solutions, which could be executed flexibly by applying Aestuver cable ducts. Installation time was substantially reduced as the ducts were supplied to the site ready for assembly just-in-time. In this regard, the large number of forms and special parts represented a major challenge for production. Mainly 4-sided ready to assemble cable ducts in I 30 and I 90 quality (internal fire resistance) as well as in E 30 and E 90 quality (external fire resistance) were installed. 





## WHEN SHOTCRETE STABILIZES SLOPES. THAT'S BUILDING TRUST

### SAFETY AND CONTROL ON A NEW LEVEL

The Aliva® Converto spraying device has been especially designed for hand-operated dry and wet shotcrete or mortar applications. The new key feature, in addition to its advanced design, is its unique new water ring system. The yellow water ring is suitable for dry spraying and the red water ring for wet spraying. By simply changing the water ring, no tools necessary, converting from dry to wet spraying is quick and easy. Consequently, the system for both spraying applications is the same.

#### SIKA SCHWEIZ AG

Aliva Equipment  
Tüffenwies 16  
CH-8048 Zürich  
Switzerland

#### Contact

Phone +41 58 436 32 22  
Fax +41 58 436 41 40  
[www.aliva-equipment.com](http://www.aliva-equipment.com)  
[aliva.equipment@ch.sika.com](mailto:aliva.equipment@ch.sika.com)

**aliva** III

**BUILDING TRUST**



## Gigantisches Ausbauprojekt erweitert das Moskauer U-Bahn-Netz

Für die Pendler in der russischen Hauptstadt mit ihren über 12 Millionen Einwohnern sind tägliche Fahrten von zwei und mehr Stunden nichts Ungewöhnliches. Um den Verkehr zu entlasten, hat die Stadtverwaltung ein Großprojekt ins Leben gerufen, das den Ausbau des U-Bahn-Netzes bis zum Jahr 2016 um mindestens 50 km und bis 2020 um weitere 100 km vorsieht. Das Tempo, mit dem Russland den Ausbau vorantreibt, wird derzeit nur in China übertroffen.

## Massive construction movement expands Moscow's Metro

In Russia's capital city of more than 12 million people, the average Muscovite has become accustomed to daily commutes of two hours or more. To ease the perpetually slow flow of traffic, the Moscow Government has initiated a major scheme that consists of at least 50 km of new metro line by 2016, and more than doubles that by 2020. At its current pace, Russia's rate of metro construction will be second only to Chinese projects.

**Desiree Willis**, Technical Writer, The Robbins Company, Kent, WA/USA; [www.therobbinscompany.com](http://www.therobbinscompany.com)

Die Erweiterung des nahezu komplett unterirdischen Moskauer Metro-Netzes erfordert den Einsatz dutzender spezieller EPB-Tunnelvortriebsmaschinen für wechselhaftes Gestein. Einen solchen massiven Einsatz von TVM, die alle zeitgleich durch die Gesteinsschichten vorgetrieben werden, hat es in Moskau noch nicht gegeben. Beengte Baustellen, komplexe Geologien und straffe Zeitpläne – dies sind die Herausforderungen, denen es sich eine wahre Armee von Fachleuten, ausgerüstet mit Spezialmaschinen und Anlagen für den Abtransport des Bohrgutes, rund um die Uhr stellen muss.

Das 2012 vorgestellte Entwicklungsprogramm für die Moskauer Metro sieht den Ausbau um 150 km neuer Linien in den kommenden Jahren vor. Zurzeit wird das Gesamtprojekt nonstop mit mehr als 35 000 Arbeitern und Spezialisten umgesetzt, und diese Zahl soll sich noch steigern. Allein 2012 wurden an 69 verschiedenen Baustellen nicht weniger als 50 Streckenkilometer vorgetrieben. Die intensive Vorbereitung jener Baustellen, wo die zukünftigen U-Bahn-Stationen entstehen sollen, erweist sich mittlerweile als eine Herkules-Aufgabe, da geeignete Stellen, die Raum für Depots, Stationen, Lüftungsschächte, Notausgänge und andere infrastrukturelle Vorgaben bieten, wegen der Einwohnerdichte nur schwer zu finden sind. Hinzu kommt, dass die bisher lokalisierten Stellen die Verlegung vieler Versorgungs- und Telekommunikationsleitungen erfordern.

### Der Master-Plan für Moskau

In einer Pressemitteilung der Moskauer Stadtverwaltung ging Marat Khusnullin, stellvertretender Bürgermeister für Stadtentwicklung, Haus- und Wohnungsbau, auf die beispiellose Dimension des Metro-Projekts ein: „Wir hoffen, in diesem Jahr

The metro system, nearly entirely underground, involves the use of dozens of mixed ground EPB TBMs: the largest simultaneous construction by TBM that has ever taken place in the city. The compact jobsites, complex ground conditions, and tight construction schedules are all challenges that are being met head on, using customized machines, conveyor muck haulage systems, and an army of skilled personnel.

Moscow's Metro Development Program, unveiled in 2012, calls for 150 km of new metro lines within the next eight years. Work thus far has been around the clock, with more than 35 000 workers and specialists engaged in the projects, and their numbers are growing. In 2012 alone, 50 km worth of new rail were built at 69 different sites. The current effort of preparing the sites where the future stations will be built is a challenging task due to the density of Moscow—it is not easy to find appropriate sites that can host train depots, stations, ventilation chambers, emergency exits, and other facilities for the metro. And in the areas that have already been designated for construction, many utility and communication lines must be relocated.

### Moscow's Master Plan

In a press release issued by the Moscow Government, Marat Khusnullin, Deputy Mayor for Urban Development and Construction, spoke about the Metro Development Plan's unprecedented scope: "We are hoping to cross the psychological barrier by commissioning 8.5 km of metro lines this year. We have never built and activated that much in a year in Moscow."

"Unfortunately, there is another complication related to the lack of existing construction projects, and therefore the first thing we had to do was to invest in planning and design activities," continued Mr. Khusnullin. According to the deputy mayor, there has been a



Quelle/source: Robbins

Ankunft eines Robbins EPB-Bohrkopfes an einer der zahlreichen Tunnelbaustellen in der dichtbebauten Moskauer Stadt  
Arrival of a Robbins EPB cutterhead at one of several small jobsites in the densely urban city of Moscow



Drei neue Erddruck-Tunnelbohrmaschinen und eine aufbereitete TBM wurden eigens für die gemischten Moskauer Bodenverhältnisse ausgerüstet, die von feinem Sand bis zu steifem Ton und Findlingen reichen

Three new Robbins EPBs and one refurbished machine were custom designed for Moscow's mixed ground ranging from fine sand to stiff clays and boulders

die psychologische Schwelle von 8,5 km zu knacken – Eine so lange U-Bahn-Strecke wurde noch nie innerhalb eines Jahres in Moskau gebaut und aktiviert“.

„Leider gibt es noch ein Problem, das sich unter anderem in der geringen Zahl aktueller Bauprojekte spiegelt. Daher mussten wir unseren Fokus zuerst auf die Planung und Projektierung legen“, so Khusnullin weiter. In Moskau herrsche ein Mangel an Planern und qualifizierten Bauarbeitern. Somit liegen die Prioritäten des Projektes zunächst auf der Entlastung der meistgenutzten Stationen und Linien, Überarbeitung der Zeitpläne, Einrichtung von Umsteigestationen und Parkmöglichkeiten nahe der Stationen sowie Förderung des Metro-Angebotes in den Vororten. Die Projektpläne sehen auch eine dritte, 42 km lange Ringtrasse mit Umsteigestationen vor, um die meistfrequentierten Linien zu entlasten.

Mit dem mit jährlichen Gesamtkosten von rund 2,5 Milliarden Euro angesetzten Projekt wird das Moskauer Metro-Netz auf 451 Streckenkilometer und 252 Stationen erweitert. „Noch nie wurde in Russland ein U-Bahn-Projekt dieses Ausmaßes geplant, noch nicht einmal zu den besten Sowjet-Zeiten“, sagt Khusnullin.

### Vortrieb in Mischböden unter beengten Verhältnissen

Der Ausbau erfolgt in unterschiedlichen Stadien an dutzenden von kompakten Baustellen. Typisch für die meisten Baustellen sind schwierige Mischböden aus Feinsand, Kies, Löss, steifem Ton sowie Findlingen. Daher muss jede EPB-Maschine so konzipiert werden, dass sie sich durch die speziellen Geologien vorarbeiten kann. Drei neue Hochleistungs-EPB-TVM von Robbins und eine generalüberholte Tunnelbohrmaschine stellen sich dieser Herausforderung: Die EPB-TVM, die an unterschiedlichen Baustellen im Moskauer Westen und Süden eingesetzt werden, sind die ersten, die in Moskau mit elektrischen Bohrkopftrieben, ausgerüstet mit Frequenzumrichter eingesetzt werden. Mit ihrer



Dieser Robbins Bohrkopf wurde auf eine aufbereitete Lovat TBM aufgesetzt, die ihre Bohrarbeiten zwischen Chodinskoje Pole und Polezhaevskaya verrichtete

The Robbins cutterhead supplied for a refurbished Lovat machine, which excavated between Khodinskoye Pole station and Polezhaevskaya station

shortage in the city of planners and skilled construction workers. Thus, the priorities under the new program are to ease the load at the busiest stations and lines, to revise construction schedules, to build interchange centers and parking lots near metro stations, and to promote underground transit in the city's outer districts. Plans also call for a third, 42 km long interchange circuit that will considerably decongest some of the metro's busiest lines.

The entire program will bring the Moscow Metro system to 451 km in length and 252 stations at a cost of approximately 100 billion roubles (2.5 billion Euro) per year. "This country has never built a metro system on this scale, even in the best Soviet years," said Mr. Khusnullin.

### Mixed Ground Tunneling in Limited Space Conditions

Tunneling is in various stages of completion at dozens of compact jobsites. Most of these jobsites are characterized by Moscow's challenging mixed ground conditions including fine sand, gravel, loam, stiff clays and boulders. As such, each EPB must be designed with customized characteristics for the geology. Three new Robbins High Performance EPBs and one refurbished machine are up to the challenge: The EPBs, operating at various sites in western and southern areas of the city, are the first in Moscow to use electric variable frequency drives (VFDs). The high thrust and torque capabilities of the machines allow for faster excavation while minimizing disturbance that can lead to surface settlement. Active articulation on the machines enables them to excavate tighter curves without the risk of segment deformation that is present when using passive articulation. Mixed ground cutterheads reinforced with abrasion-resistant wear plates give the option of changing out carbide knife-edge bits with 17-inch disc cutters depending on the conditions.

### Business Center to Park Pobedy West

Two 6.6 m diameter Robbins EPBs excavated left and right-hand tunnels, each 1.8 km in length between Business Center and Park



Einsatz auf verschiedenen Baustellen: Tunnelbauspezialisten bereiten eine Tunnelbohrmaschine für ihren erneuten Einsatz unter Tage beim Moskauer Metro-Projekt

One machine for several jobsites: Crew members work together to refurbish a tunnel boring machine for its next tunnel drive underneath Russia's capital

hohen Schubleistung und großem Drehmoment wird das Gestein schneller abgebaut, und Erschütterungen können verringert werden, die zu Erdreichabsenkungen führen können. Mit aktiven Schildgelenken sind die Maschinen in der Lage, engere Kurven vorzutreiben, ohne das Risiko von Tübbingschäden einzugehen,



Quelle/source (4): Robbins

Bei beengten Platzverhältnissen kommen Tunnelbänder zum Einsatz um den Bohrgutaustrag abzutransportieren. Diese Engeocom-Baustelle befindet sich mitten zwischen Hochhausbebauung und einer Zufahrtstraße

Continuous conveyors are being used in limited space conditions – this Engeocom site is within meters of skyscrapers and a service road

Pobedy West Stations. The machines, for contractor Engeocom, were launched using a shortened setup due to the small size of the jobsites. Each machine began excavation from a shaft 30 m deep, with a short back-up system specifically designed for launching in the small shaft with the aid of a tail tunnel.

## WORLDWIDE COMPETENCE IN PLASTICS



LINING SYSTEMS



TUNNELING





Quelle/source: Robbins

Die speziell bei gemischten Bodenverhältnissen gut geeigneten Tunnelbänder von Robbins mit abgedichteten Übergabestellen und speziell ausgerüsteten Bandreinigungskästen

The Robbins continuous conveyors are designed for mixed ground conditions, with sealed transfer points and customized belt washing and cleaning systems

die bei Verwendung passiver Schildgelenke auftreten können. Mit extrem widerstandsfähigen Verschleißplatten bewehrte Bohrköpfe für Wechselgestein erlauben den Austausch von 17"-Rollenmeißeln gegen Schneidzähne mit Hartmetalleinlagen, um sich so der jeweiligen Geologie anzupassen.

### Die neue Weststrecke: Geschäftszentrum - Pobedy Park

Zwei EPB-TVMs von Robbins mit einem Durchmesser von je 6,6 m bohrten einen links- und einen rechtsseitigen Tunnel mit einer Länge von jeweils 1,8 km zwischen den Stationen Geschäftszentrum und Pobedy Park West. Die Maschinen des Unternehmens Engeocom wurden wegen der beengten Baustellenverhältnisse in verkürzter Aufstelllänge in Betrieb genommen. Jede TVM nahm ihre Arbeit in einem 30 m tiefen Schacht auf, mit eigens konzipierten verkürzten Nachläufern, für den Einsatz in den kleinen Schächten und einer Startröhre.

Auf einer der Baustellen ging es besonders eng zu: Der Schacht wurde zwischen einer Hochautobahn und einer Zufahrtsstraße in der Nähe von Hochhäusern ausgehoben. Da er jedoch stärker als anfangs geplant abgestützt werden musste, verringerte sich sein Durchmesser von 10 m auf 8 m. So wurden die Baustelle und der Zugang dermaßen eng, dass die Nachläuferwagen nach Demontage aller Aufbauten vertikal herabgelassen werden mussten. Die erste TVM kam in wechselnden Bodenformationen einschließlich Kalkstein gut voran; der untertägige Durchschlag erfolgte im Oktober 2013. Die TVM wurde sodann in eine Demontageraum umgesetzt und zum Abtransport in ihre Einzelteile zer-

One of the jobsites was particularly tight: The narrow box-cut shaft was squeezed in between an elevated freeway and a service road near skyscrapers. The shaft required more support than was originally planned and was reduced from 10 m to 8 m (32 to 26 ft) in diameter. The site was so small and the access shaft so tight, that back-up gantries had to be lowered vertically, with deck items bolted down. That first machine achieved good advance in mixed ground including limestone rock, breaking through in October 2013 into a blind heading. The machine was then staged in a disassembly chamber and dismantled to transport the components out of the tunnel. Engeocom is planning to reuse the machine on a new 5 km tunnel running between Business Center Station and Khoroshevskaya. Assembly begins in March 2014.

The second of the two Engeocom machines has excavated about 853 m of its 2 km tunnel thus far, with a planned breakthrough in June 2014. The contractor has plans to reuse this machine on future tunnels as well.

### Khodinskoye Pole station to Polezhaevskaya Station

A third, refurbished machine for Engeocom, nicknamed "Julia" on the occasion of excavating its first section of tunnel will begin boring a second section in March 2014. The contractor-owned machine, originally built by Lovat, was rebuilt by Engeocom and fitted with a new mixed ground cutterhead designed and supplied by Robbins. In addition, Robbins provided a new back-up system, spare parts and design assistance to Engeocom for the TBM refurbishment. The TBM launched in August 2012 to excavate the right-hand section of its

legt. Engeocom plant, die TVM bei einer neuen 5 km langen U-Bahn-Strecke zwischen den Stationen Geschäftszentrum und Gorochowskaja nochmals einzusetzen und ab März 2014 wieder zusammenzubauen.

Die zweite TVM der Engeocom hat bisher 853 m des geplanten 2-km-Tunnels vorgetrieben. Der Durchschlag wird im Juni 2014 erwartet. Der Unternehmer plant, auch diese TVM bei zukünftigen Tunnelbauprojekten einzusetzen.

### Die Verbindung Chodinskoje Pole - Polezhaewskaya

Eine dritte, generalüberholte TVM der Engeocom, während ihres Bohreinsatzes in der ersten Bohrsektion auf den Namen Julia getauft, hat im März 2014 damit begonnen, einen zweiten Abschnitt aufzufahren. Engeocom hat dafür die firmeneigene Lovat-TVM überholt und mit einem neuen, von Robbins konzipierten und gelieferten Bohrkopf für Vortriebe in Mischböden ausgestattet. Robbins lieferte auch einen neuen Nachläufer sowie Ersatzteile und unterstützte die Engeocom bei der Generalüberholung. Die TVM wurde erstmals im August 2012 zum Bau des rechtsseitigen, 2 km langen Verbindungstunnels der beiden Stationen verwendet, der Ende 2012 fertiggestellt wurde. „Wir haben diese TVM in sehr dichten Tongeologien eingesetzt. Das Material war nicht pastös, und wir mussten einiges an Bodenconditionierung leisten. Weil das Konzept der Maschine Julia schon etwas älter ist, haben wir

2 km interstation tunnel, and completed tunneling in late 2013. “We operated this machine in some very hard-packed clay. The material wasn’t viscous, so we were doing quite a lot of ground conditioning. Since the Julia machine’s design is an older design, we created a system where they could inject a variety of additives, from foam to Bentonite to polymer”, said Robbins Project Manager Jeff Gioitta. The muck conditioning, says Gioitta, proceeded smoothly, with some minor buildup at the transition point between the screw conveyor and belt conveyor, but that did not hinder excavation rates.

### Russia’s New Record-Breaker: Lermontovskiy Prospect station to Vykhino Station

The Robbins machine at USK MOST’s jobsite was launched in winter 2012 from a 15 m deep shaft. The record-breaking machine excavated its drive in mostly dense clay and fine sand. “With the soil conditions, we used foam and conditioner to keep the earth balanced and for easier muck removal”, said Vadim Bocharov of USK MOST. The machine also experienced some mixed ground conditions, containing water up to three bar later in the drive. At the SK MOST jobsite, crews kept a ratio of foam to water at 3.5 to 4.5 %, consuming about 30-35 liters of foam per one ring (1.4 m length). The persistence in foam application, paired with good machine operation and maintenance paid off: the EPB machine broke through ahead of schedule on May 24, 2013. During its bore, it set a Russian record

ELA Container GmbH, Zeppelinstraße 19-21, 49733 Haren (Ems), Deutschland  
Tel +49 5932/506-0 Fax +49 5932/506-10 info@container.de www.container.de



# ela[container]



Quelle/source: Robbins

Die SK MOST Tunnelbohrmaschine schaffte im Mai 2013 den Durchbruch und stellte mit ihrer besten Vortriebsleistung von 37,8 m an einem Tag und bis zu 621 m pro Monat einen neuen russischen Rekord auf

The SK MOST machine broke through in May 2013 after achieving a Russian record for excavating 37.8 m in a single day and up to 621 m per month

eine Möglichkeit ausgearbeitet, mit der wir verschiedene Additive – Schaum, Bentonit oder Polymere – einspritzen konnten“, so Jeff Gioitta, Robbins Projekt Manager. Die Bodenkonditionierung verlief problemlos, sagt Gioitta. Es kam nur zu einigen unerheblichen Aufstauungen beim Übergang von der Förderschnecke zum Förderband, was den Vortrieb jedoch nicht beeinträchtigte.

### Russlands neuer Rekord: Die Verbindung Lermontowsky Prospekt - Wychino

Die Robbins-TVM auf der USK-MOST-Baustelle wurde im Winter 2012 in einem 15 m tiefen Schacht in Betrieb genommen. Die TVM, mit der ein neuer Rekord aufgestellt wurde, arbeitete sich zumeist durch dichten Ton und Feinsand. „In diesen Bodenformationen setzten wir Schaum und Konditionierungsmittel ein, um das Bohrgut zu behandeln und für einen gleichmäßigen Austrag aufzubereiten“, so Vadim Bocharow von der Firma USK MOST. Die Maschine durchfuhr ebenfalls wechselnde Bodenverhältnisse mit Wasserdrücken bis zu 3 bar. Auf der USK-MOST-Baustelle wurden bei einem Verhältnis Schaum zu Wasser von 3,5-4,5 Prozent ungefähr 30-35 Liter Schaum pro Ring (1,40 m) verbraucht. Der dauerhafte Schaumstoff-Einsatz kombiniert mit guter Maschinenbedienung und Wartung zahlte sich aus: Die EPB-TVM schlug vorzeitig am 24. Mai 2013 durch. Mit einem Vortrieb von 37,8 m

advance rate for metro-sized EPBs by boring 37.8 m (124 ft) in a single day, 150 m in one week, and up to 500 m per month with a best month of 621 m. “The soil condition, crew experience, rigorous schedule, continuous conveyor, and the reliability of the Robbins TBM are all factors that helped achieve the record,” said Bocharov. Robbins Field Service worked at the site to assist in training of the crew and proper operation and maintenance of the equipment. The USK MOST work is just one part of dozens of simultaneous construction operations underway in Moscow. According to Doug Harding, Robbins Vice President-Sales, mixed ground TBM excavation in Moscow is the best way to ensure the projects are completed within schedule and on budget: “High Performance type EPBs with properly specified muck haulage systems are the only cost effective solution here, due to the deep nature of the stations and tunnels required for the metro.”

After its initial excavation, the machine was disassembled in the receiving station site and subsequently readied for a March 2014 launch on an additional 3.4 km tunnel between Kosino-Uhtomskaya and Kosino stations. The work is just part of USK MOST’s construction on the Moscow Metro, which includes 8 km of tunnel and seven stations, using multiple TBMs including one Lovat and two Herrenknecht EPBs.



an einem Tag, 150 m in einer Woche und 621 m im besten Monat stellte die Maschine einen neuen russischen Rekord im U-Bahn-Tunnelbau per EPB-TVM auf. „Die Bodenbedingungen, Erfahrung der Crews, strenge Einhaltung des Zeitplans, der Einsatz eines Tunnelbandes und die Zuverlässigkeit der Robbins-Tunnelbohrmaschine haben diesen Rekord erst möglich gemacht“, sagte Bocharow. Robbins-Field Service war auf der Baustelle präsent und unterstützte die Arbeit der Crews.

Die Arbeiten auf der USK-MOST-Baustelle sind nur eines der dutzenden Projekte, die in Moskau derzeit parallel umgesetzt werden. Laut Doug Harding, Robbins' Vice President Sales, sind für den Vortrieb in Mischböden ausgelegte TVM die beste Option, um sicherzustellen, dass die Projekte in Moskau innerhalb der Zeitvorgaben und des Budgets realisiert werden können. „Hochleistungs-EPB-Maschinen mit optimal ausgelegten Bohrgutabfuhrsystemen sind hier aufgrund der tiefliegenden Stationen und Tunnels einfach die kostengünstigste Lösung“.

Nach ihrem ersten Einsatz wurde die Tunnelvortriebsmaschine an der Zielstation zerlegt und für ein neues Projekt im März 2014 vorbereitet, bei dem ein weiterer 3,4 km langer Tunnel zwischen den Stationen Saltykowskaja Uliza und Kosino gebaut werden soll. Diese Arbeiten sind nur ein Teil des USK-MOST-Gesamtprojektes zur Erweiterung der Metro Moskau, das den Bau von 8 km Tunnel und 7 Stationen umfasst. Dabei werden mehrere TVM eingesetzt, darunter auch eine EPB-Maschine von Lovat und zwei von Herrenknecht.

### Effizienterer Bohrgutaustrag

Besonderes Augenmerk wurde in Moskau auf den Bohrgutaustrag gelegt: Für höchstmögliche Effizienz beim Vortrieb in Mischböden kommen bei allen Robbins-TVM-Projekten für den Bohrgutaustrag Tunnelbänder zum Einsatz, mit denen sichergestellt wird, dass die Projektzeitpläne eingehalten werden können. Drei Tunnelbänder und ein Senkrechtförderer folgen dem Vortrieb einiger der Maschinen.

Auf zwei Baustellen ermöglichen platzsparende, doppelstöckige Bandspeicher Lagerung und Spannen des Fördergurtes auf kleinstem Raum. In einer der Anlagen wurde in Moskau erstmals ein Senkrechtförderer eingesetzt. Ein fünftes, 1,2 km langes Tunnelband wurde vom Auftraggeber Transtonelstroy gekauft und wird derzeit hinter einer Lovat EPB-TVM betrieben.

Die Tunnelbänder kamen zur Maximierung der Vortriebsgeschwindigkeit und der Effizienz zum Einsatz, bestätigt Vadim Bocharow, der in Sotschi den Bau der Versorgungs- und Bahntunnels im Komplex 3 leitete, wo Robbins-Doppelschild-TVM mit 10 m und 6 m Durchmesser verwendet wurden. „Wir haben in Sotschi Tunnelbänder eingesetzt und sehr gute Erfahrungen gemacht. Mit diesen Bändern kamen unsere TVM gut voran, zirka 500 m pro Monat. Wir haben sie auf allen TVM in Sotschi eingesetzt, auf Herrenknecht- und Robbins-Maschinen. Und im Vergleich zu den früher eingesetzten Schutterwagen bieten Tunnelbänder bei Strecken ab 2 km einen gewaltigen Vorteil“.

### Moving Muck more efficiently

A hallmark of all the Moscow Metro bores is their approach to muck handling. To maximize efficiency in mixed ground and to keep the projects on schedule, all of the Robbins TBM projects are utilizing continuous conveyors for muck removal. Three Robbins continuous conveyors and one vertical conveyor travel the length of tunnel behind some of the machines, while space-saving double-stacked belt cassettes on two of the sites allow for storage and belt tensioning within a small footprint. The system using a vertical conveyor marks the first time that this type of conveyor has been used in Moscow. A fifth, 1.2 km long continuous conveyor was also purchased by contractor Transtonelstroy for operation behind a Lovat EPB, and is currently in use.

The use of continuous conveyors was a choice of maximizing speed and efficiency, explains Bocharov, who was also in charge of the Sochi Complex 3 service and rail tunnels that used a 10 m and 6 m diameter Robbins Double Shield machine. “We had a very nice experience at Sochi where we used continuous conveyors. Use of the conveyors enabled good TBM performance, around 500 m per month. We used them on all the TBM machines in Sochi, both Herrenknecht and Robbins. Compared with muck cars that we have used in the past, there is a huge advantage to conveyors for mining over 2 km.”

### Conveyor design for mixed Ground

The use of continuous conveyors is growing in popularity over muck cars, though it was introduced relatively recently. Robbins soft ground conveyors were used at the Lower Northwest Interceptor (LNWI) project in Sacramento, California, USA as recently as 2005, and were used again on the neighboring Upper Northwest Interceptor (UNWI) in 2009. By the time of breakthrough at the UNWI project, the 5.8 km long system had averaged over 90% availability and enabled excavation at world record rates: The machine achieved a record in its 4 to 5 m diameter range for excavating 210 m per week and over 50 m per day on multiple occasions.

Robbins soft ground conveyors have seen success because they are customized for the expected muck consistency, tunnel length, grade, and other factors. While a large part of ensuring consistent muck flow lies in the proper ground conditioning to avoid muck clumping and fall-back, design elements are also crucial. Incline is kept relatively low for EPB conveyors—a maximum of about 10 degrees, compared to 18 degrees in hard rock tunnels. In addition, transfer points are entirely enclosed to keep material from spilling out. The enclosed points are equipped with additional belt skirting, a urethane material that seals the edges.

Further design modifications minimize the wear of conveyor belt and prevent stoppage due to sticky material. Primary and secondary bore scrapers clean off very heavy material, while a belt wash box installed on the surface near the main drive effectively removes fine material from the conveyor before it cycles through the belt storage cassette. The wash box consists of water spray, which is followed by ‘air knives’—pressurized jets of air that remove material from the belt without direct contact. These features keep the belt clean and muck

### Tunnelbanddesign für Mischböden

Obgleich sie erst vor relativ kurzer Zeit in Erscheinung getreten sind, gewinnen Tunnelbäder zunehmend an Popularität gegenüber dem Einsatz von Schutterwagen. Robbins Tunnelbänder für Weichgestein wurden 2005 im Projekt Lower Northwest Interceptor (LNWI) im kalifornischen Sacramento und anschließend im Jahr 2009 für das Projekt Upper Northwest Interceptor (UNWI) eingesetzt. Beim Tunneldurchschlag im Projekt UNWI hatte die 5,8 km lange Anlage eine durchschnittliche Verfügbarkeit von mehr als 90% erreicht und damit zu Vortriebsgeschwindigkeiten mit Weltrekordcharakter verholfen: Die TVM erzielte in ihrer Durchmesserklasse (4-5 m) mehrfach Vortriebswerte von 210 m pro Woche und 50 m pro Tag.

Robbins Tunnelbänder für Weichgestein sind effizient, weil sie genau auf die erwartete Bodenbeschaffenheit, Tunnellänge, den Gradienten etc. ausgelegt sind. Zwar spielt für einen kontinuierlichen Bohrgutfluss die richtige Konditionierung zur Vermeidung von Verklumpungen eine erhebliche Rolle, jedoch sind auch Konstruktionsaspekte entscheidend. Neigungen von EPB-Bändern werden mit maximal 10 Grad relativ flach gehalten – bei Hartgesteinsvortrieben können es im Vergleich dazu bis zu 18 Grad werden. Desweiteren sind Übergabestellen zur Vermeidung von Materialüberlauf komplett umschlossen und mit Dichtungen an den Randzonen versehen.

Weitere Verbesserungen in Konstruktion und Design reduzieren den Förderbandverschleiß und beugen Stillstand wegen Materialverklebung vor. Primäre und sekundäre Bandabstreifer entfernen sehr schweres Material, und mit einem Bandreinigungskasten, angebracht am Tunneleingang nahe am Hauptantrieb, werden verbleibende Feinstoffe vom Förderband entfernt, bevor es wieder durch den Bandspeicher geführt wird. Der Bandreinigungskasten ist mit einem Wassersprühsystem und nachgelagerten „Luftmessern“ ausgerüstet – letztere sind Druckluftstrahlröhren zur kontaktlosen Beseitigung von Material auf den Bändern. So werden die Bänder ständig gereinigt, Materialüberläufe auf ein Minimum reduziert und Verschleißteile wie zusätzlich angebrachte Kratzer können vermieden werden

### Mega Bauprojekte werfen ihre Schatten voraus

Angesichts der zahlreichen Bauprojekte die gegenwärtig in Moskau ausgeführt werden, wird der russische TVM-Baumarkt in nächster Zeit wohl nicht schrumpfen. Doug Harding, Robbins Vice President, kündigte bereits weitere Metro-Ausbauprojekte in Moskau und U-Bahn-Erweiterungsvorhaben in St. Petersburg an. „Die russischen Großstädte werden erhebliche Verkehrsprobleme bewältigen müssen. Es gibt schon entsprechende Vorgaben für ÖPNV-Verteiler, um Fahrgäste effizient von A nach B zu bringen. Moskau's Stadtgrenzen dehnen sich immer weiter aus. Somit gilt es, das Metro-Netz in die Randbezirke wachsen zu lassen, um die Menschen in die innerstädtischen Geschäftszentren zu bringen.“



Quelle/source: Robbins

Die abgebildete SK MOST Maschine sowie weitere für Engecom gebaute TBM kommen beim umfangreichen Moskauer Metro-Projekt gleich mehrfach zum Einsatz

The SK MOST machine pictured here and other machines for Engecom are being reused for multiple tunnels on the extensive Moscow Metro project

spillage to a minimum, while eliminating consumable components such as additional physical scrapers that would have to be replaced.

### Mega Construction on the Horizon

With the wealth of construction projects currently underway in Moscow, the Russian TBM tunneling market doesn't look to be decreasing anytime soon. Robbins Vice President Doug Harding spoke of additional expansions to the Moscow Metro, as well as planned expansions for the St. Petersburg metro. "Major traffic problems continue in Russia's major cities, and there are corresponding requirements for transportation hubs to efficiently move people around the city. Moscow itself is expanding outwards and there is need for metro extensions to the outside areas to bring people into the business center of the city."



# Alle Vorteile eines Abonnements + einen iPod als Geschenk.

**4**  
Ausgaben  
testen!



4 Ausgaben tunnel im Kennenlern-Paket:  
Sie sparen 14,50 EUR im Vergleich zum Einzelheftkauf  
und erhalten

**1 x iPod Shuffle 2 6GB kostenlos dazu!**

## Jetzt ausfüllen und Prämie sichern

Firmenanschrift

Privatanschrift

Firmenname

Branche

Vorname, Name

Straße

PLZ, Ort

Telefon

eMail

Datum/Unterschrift

2011TUA02V0

[ ] Ja, ich lese die nächsten 4 Ausgaben der Fachzeitschrift tunnel zum Vorzugspreis von nur 73,50 EUR statt 88,00 EUR im Einzelverkauf. Mein Geschenk erhalte ich direkt nach Zahlungseingang. Das Abonnement läuft nach vier Ausgaben automatisch aus.

[ ] Ja, ich bin damit einverstanden, dass mich der Bauverlag und die DOCUgroup per E-Mail über interessante Zeitschriftenangebote informieren. Diese Einwilligung kann ich jederzeit widerrufen. Ich kann der Verarbeitung und Nutzung meiner Daten für Zwecke der Werbung jederzeit beim Verlag widersprechen.

Noch mehr Infos unter: [www.tunnel-online.info](http://www.tunnel-online.info)

## Trockener Grund für Mexiko-Stadt: Halbzeit beim Tunnelbauprojekt

Das Becken von Mexiko, mit der Metropolregion um Mexikos Hauptstadt, liegt auf einer abflusslosen Hochebene mit einstmals fünf großen Seen: Texcoco, Xaltocan, Zumpango, Xochimilco und Chalco. Während der Regenzeit wurde aus ihnen eine 2000 km<sup>2</sup> große Wasserfläche. Der Gründung von Mexiko-Stadt in diesem Seengebiet zog zwei Probleme nach sich: erstens die permanente Ableitung von Regenwasser, um eine Überschwemmung zu verhindern, und zweitens das langsame Absinken der Stadt wegen der exzessiven Ausbeutung der darunter liegenden Grundwasserleiter.

## Dry Ground for Mexico's Capital: Half the Tunneling-Work is done

The metropolitan area of the Valley of Mexico lies atop a closed basin that used to form an integrated lake system made up of five great lakes. These lakes were called Texcoco, Xaltocan, Zumpango, Xochimilco and Chalco, and they fused to one large lake with a surface of approximately 2000 km<sup>2</sup> during rainy season. The later construction of Mexico City on top of this lake area has created two challenges for today's engineers: the permanent need to drain rain water to prevent flooding and the slow sinking of Mexico City due to over-exploitation of the underlying aquifers.

Mauro Nogarín, Journalist, Bolivien

Die Kapazität des Entwässerungssystems der Metropolregion reicht nicht mehr aus, um das anfallende Wasser abzuführen. Dies liegt insbesondere am Abwasserkanal Emisor Central, dessen Gefälle aufgrund des Absinkens der Stadt immer geringer wird. Die Abflussleistung des Entwässerungssystems hat sich im Vergleich zu 1975 drastisch verringert. Heute stehen der Stadt nur noch 70% der damaligen Leistung zur Verfügung. In derselben Zeit hat sich aber die Bevölkerung verdoppelt, und die Metropolregion um Mexiko-Stadt erreichte 2013 einen Stand von 20 Millionen Einwohnern.



Streckenverlauf des Emisor Oriente Tunnels  
Course of the tunnel Emisor Oriente

The drainage system of the metropolitan region is no longer sufficient to maintain an adequate water discharge, especially due to the increasingly unfavourable gradient of the Emisor Central wastewater tunnel, caused by the sinking process. In comparison to the carrying capacity of the drainage system in 1975, the condition has declined. The city has to cope with a total loss of 30% of the former efficiency. At the same time the population has doubled and reached 20 million inhabitants in the metropolitan area of Mexico City in 2013.

### Building a third Drainage Tunnel

Despite the fact that the Emisor Central tunnel is the main channel through which all waste water and rain water runoffs exit the valley, it will be necessary to shut it down for several months for repairs and maintenance. Due to this urgent problem, it became necessary to build a third drainage channel as an alternative tunnel to keep the drainage system operational year round. The construction of the Tunnel Emisor Oriente (TEO), with a length of 62 km and an average diameter of 7 m began in 2008 and required the participation of several different agencies of the federal and state government, such as Semarnat (Spanish acronym for the Secretariat of Environment and Natural Resources), Conagua (the National Commission for Water Resources), the ministry of Public Credit and Budget, the Ministry of Public Works, the government of the Federal District (DF), the state governments of Hidalgo and State of Mexico. The cost of this mega project is estimated at 20.26 billion Mexican Pesos including



Quelle/source (2): Herrenknecht

Maßarbeit: Die Montage des 8,7-Meter-EPB-Schildes S-497 von Herrenknecht erfolgte in einem nur 16 m großen Startschacht  
Precision work: Herrenknecht's 8,7 m wide S-497 EPB shield was assembled in a launch shaft of only 16 m diameter



Quelle/source: Conagua

Die Metallarmierung für eine zweite innere Tunnelschale wird angebracht  
Metal formwork for placing the secondary lining of the tunnel

### Bau eines dritten Entwässerungskanals

Obwohl der Emisor Central der Hauptkanal ist, durch den das gesamte Abwasser und Niederschlagswasser aus dem Tal geleitet wird, muss er zu Wartungs- und Reparaturzwecken dringend für einige Monate geschlossen werden. Aufgrund dessen war es erforderlich, einen dritten Entwässerungskanal zu bauen, der die Funktion des Abwassersystems ganzjährig aufrechterhält. Der Bau dieses unterirdischen Kanals Tunnel Emisor Oriente (TEO) mit einer Länge von 62 km und einem mittleren Durchmesser von 7 m startete 2008 und erforderte die Mitwirkung verschiedenster Regierungsorganisationen, darunter Semarnat (Sekretariat für Umwelt und Naturressourcen), Conagua (Nationale Kommission für Wasserressourcen), das Ministerium für Finanzen und öffentliche Kredite, das Ministerium für öffentliche Arbeiten, die Regierung des Bundesdistrikts (DF) sowie die Regierungen der Bundesstaaten Hidalgo und México. Die Kosten dieses Megaprojekts werden auf 1,1 Milliarden Euro (inklusive Umsatzsteuer) geschätzt und von folgenden Stellen getragen: den K000 Investment Projects, dem Sonderinvestitionsprogramm der Bundesregierung Mexikos, von Einnahmen aus einem Konjunkturprojekt (PEF) und vom Fond „1928 Trust“, der für das sogenannte Aufräumprojekt im Tal von Mexiko eingerichtet wurde.



Offener Tunnelabschnitt mit Blick auf den Nachläufer einer EPB-Schild-Tunnelbohrmaschine

Open stretch of tunnel with the view over the back-up system of an EPB shield machine

VAT (1.1 billion Euro) and will be covered by the following organizations: K000 Investment Projects, Special Investment Program of the Federal Government, income from the Fiscal Stimulus Project (PEF) and from the 1928 Trust established to support the Valley of Mexico Cleanup Project.

The consortium building the tunnel project is called Comissa and consists of the following companies: ICA, CICSA, COTRISA, Constructora Estrella and Lombardo Construcciones.

### Geology

In its first three kilometers, the tunnel goes through lake sediment made up of typical clay deposits found in the Valley of Mexico, with a water content varying between 100 and 300%. During the next 34 km the tunnel goes through lake bed deposits which consist of silty-sandy clay with low water content, between 50 and 100 %, with 4 km collations of basalt and ash and 7 km of compacted volcanic ash. From kilometer 34 to kilometer 39 the digging is done in very permeable alluvial sands with gravel, from kilometer 39 to kilometer 43 the machines run into alluvial fans and then the tunnel will continue through Pliocene volcanic rock until kilometer 46. Finally, the last part of tunnel runs through clay deposits of lake clay, also from the Pliocene, with tectonic

Quelle/source: Rumbos

Jahr/Year	1975	2008
Gran Canal	80 (m <sup>3</sup> /s)	15 (m <sup>3</sup> /s)
Notfall-Anlagen Emergency works	–	30 (m <sup>3</sup> /s)
Emisor Poniente Tunnel	30 (m <sup>3</sup> /s)	30 (m <sup>3</sup> /s)
Emisor Central Tunnel	170 (m <sup>3</sup> /s)	120 (m <sup>3</sup> /s)
Gesamt/Total	280 (m <sup>3</sup> /s)	195 (m <sup>3</sup> /s)
Benötigte Kapazität Capacity request		315 (m <sup>3</sup> /s)
Defizit/Deficit		120 (m <sup>3</sup> /s)
<b>Bevölkerung im Großraum Mexico City Population in the metropolitan area of Mexico City</b>		
	10 000 000	20 000 000

Quelle/source: Conagua

Wenn der Emisor Oriente Tunnel 2019 fertig ist, wird das Abwassersystem von Mexiko-Stadt die erforderliche Transportkapazität um 30 m<sup>3</sup>/s überschreiten  
When the Emisor Oriente tunnel is finished in 2019, the wastewater system of Mexico City will exceed the necessary transportation capacity by 30 m<sup>3</sup>/s

Das für den Kanalbau verantwortliche Konsortium nennt sich Comissa und setzt sich aus den Unternehmen ICA, CICSA, COTRISA, Constructora Estrella und Lombardo Construcciones zusammen.

### Geologische Gegebenheiten

Auf den ersten drei Kilometern führt der geplante Tunnel durch Seesedimente aus Lehmablagerungen, die für das Tal von Mexiko sehr typisch sind und einen Wassergehalt zwischen 100 % und 300 % aufweisen. Auf den folgenden 34 km liegen Seeablagerungen aus schluffig-sandigem Lehm an, der einen geringeren Wassergehalt zwischen 50 % und 100 % aufweist und durch Einschlüsse von Basalt und Asche auf 4 km Länge und von kompakterer Vulkanasche auf 7 km gekennzeichnet ist. Zwischen

blocks covered by alluvial fans and inter-bedded basaltic lavas near the exit portal.

### Six EPB Tunneling Machines are simultaneously drilling

The drilling of the TEO is being undertaken by six EPB (Earth Pressure Balance) tunneling machines, three are German (Herrenknecht) and the other three are North American technology (Robbins), which allow simultaneous operation on six different work areas to proceed with the tunneling work at the fastest pace possible. Of the three German machines, two have a diameter of 8.7 m and are being utilized in sections 1 and 2, while the third machine has a diameter of 8.9 m and is being utilized in section 6. The three American made machines have a diameter of 8.9 m and are operating in the middle sections 3, 4 and 5.

All the tunneling machines are equipped with the necessary tools to perform the drilling and to extract the debris, be it by pumping or through the use of transporter belts. Hydraulic jacks and tools for placement of support columns made of concrete make sure that the ceiling is sustained during the excavation stage. The tunneling machines also have equipment to maintain the alignment, hyperbaric chambers for the entry of specialized personnel to the excavation area (where there can be high water pressures) for inspection of the tracks and changing out cutting tools, as well as pumps and equipment for injecting concrete in the space between the perimeter of the excavation and the exterior perimeter of the segments.

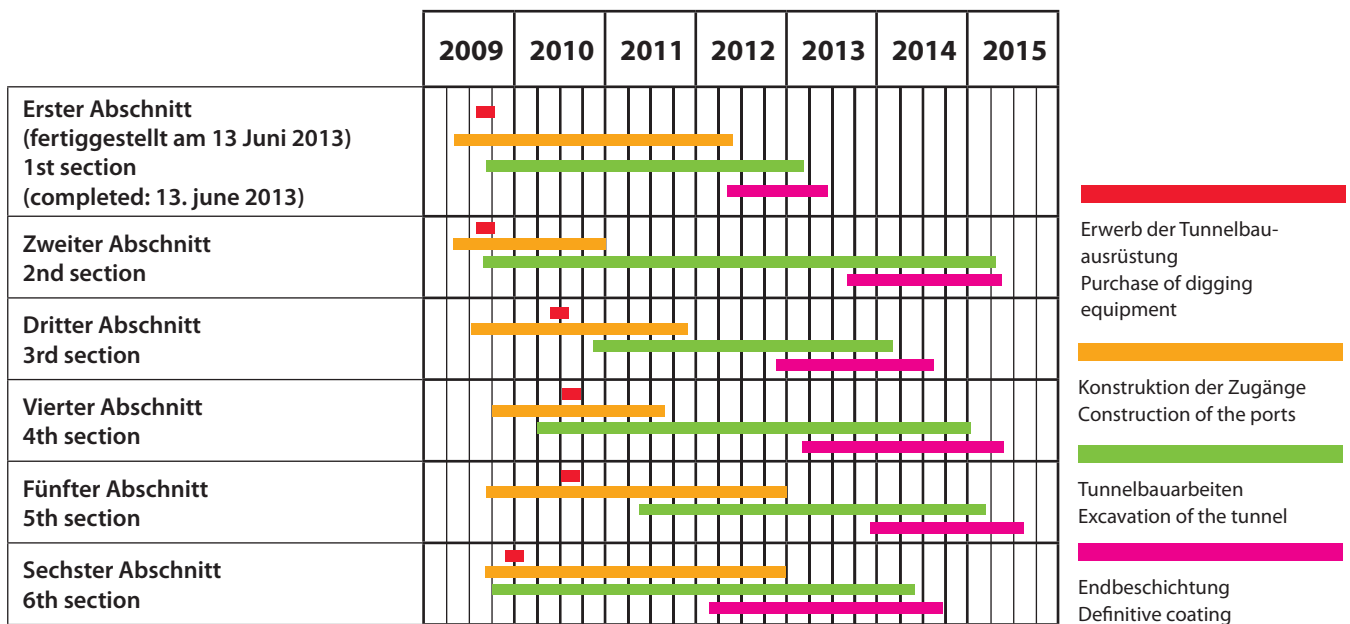
In the first two sections of the tunnel the primary coating is formed with rings of reinforced concrete segments 35 cm thick and an additional coating, again with 35 cm of thickness, applied by using a slipform process. The final four segments are coated with rings of



Quelle/source: Conagua

Per Kran werden die Tübbinge über einen Einstiegsschacht in den Tunnel herabgelassen

The dowels are lowered to the base of the tunnel by crane installed at the edge of an inflow duct



Kilometer 34 und 39 verlaufen die Bohrarbeiten durch sehr durchlässige Schwemmsande mit Kies, zwischen Kilometer 39 und 43 durchkreuzt die Maschine alluviale Schuttfächer und im Anschluss bis Kilometer 46 Vulkangestein aus dem Pliozän. Der letzte Abschnitt des Tunnels bis zu seinem Austritt führt durch Ablagerungen aus Seeton, der ebenfalls aus dem Pliozän stammt, mit tektonischen Schollen, die von Schuttfächern und eingebetteter basaltischer Lava bedeckt sind.

### Sechs EPB-Tunnelbohrmaschinen zeitgleich im Einsatz

Am TEO werden sechs EPB-Tunnelbohrmaschinen (EPB = Earth Pressure Balance) eingesetzt. Drei der Maschinen sind deutsche Fabrikate (Herrenknecht) und die anderen drei stammen aus Nordamerika (Robbins). Somit kann an sechs Abschnitten gleichzeitig gearbeitet werden, damit die Bohrarbeiten schnellstmöglich vorankommen. Von den drei deutschen Maschinen besitzen zwei einen Durchmesser von 8,7 m und werden in den Abschnitten 1 und 2 eingesetzt, während die dritte einen Durchmesser von 8,9 m aufweist und in Abschnitt 6 zum Einsatz kommt. Die drei amerikanischen Bohrmaschinen haben einen Durchmesser von 8,9 m und sind den mittleren Abschnitten 3, 4 und 5 zugewiesen. Alle Tunnelbohrmaschinen sind mit den erforderlichen Werkzeugen für das Bohren und den Abtransport des Ausbruchmaterials, mittels Pumpen oder Transportbändern, ausgestattet. Hydraulikpressen und Gerätschaften für die Platzierung von Betonstützen sorgen dafür, dass die Tunneldecke während des Bohrvorgangs nicht einstürzt. Die Tunnelbohrmaschinen verfügen zudem über ein Steuerleitsystem, das die Maschine auf dem geplanten Kurs hält, über Druckkammern, durch die Fachleute direkt hinter den Bohrkopf gelangen (wo hohe Wasserdrücke herrschen können), um dort Streckenkontrollen durchzuführen oder Meißel zu wechseln, und über Pumpen und Geräte zum Einpressen von Beton

reinforced concrete segments 40 cm thick and a secondary coating also 40 cm thick of assembled dowels. In the first two sections, where the dowels are only 35 cm thick, the dowel rings are composed of six main pieces and a lock; every ring with a length of 1.5 m and a total weight of 29 metric tons. The other segments have dowels of 40 cm thickness, with a length of 1.5 ms and a total weight of 34 metric tons. The ring of dowels that support the primary tunnel, along with the secondary covering, which is built in place once the tunneling machines are removed from each segment, make up the structure that supports the main tunnel.

### One year until Completion

The work schedule for the tunnel has a final completion date of Juni 2015. When the world's biggest sewage project is finished, the Emisor Oriente tunnel will be able to transport an average of 150 m<sup>3</sup>/s of wastewater to the sewage treatment plant in Atotonilco (PTAR) located in Hidalgo.

The TEO project is currently 51.47% completed, as of January 15, 2014. The general project (executive project, construction, supervision, machinery and engineering) has a completion rate of 59.4%, while the excavation of the six tunnel sections underway have completed 23.7 kilometers, which represents 38.2% of the total length of the tunnel.

### Literatur/References

[1] Túnel Emisor Oriente: Das weltgrößte Abwasserprojekt; tunnel 2/2012, S. 32-38







Quelle/source (3): Conagua

Arbeitsfortschritt: Die TBM hat einen Zuleitungsschacht erreicht  
Work in progress: The TBM has reached an inflow duct



Fertige Tunnelröhre im ersten Bauabschnitt  
Finished tunnel section in stretch one

zwischen Tunnelwand und Betonsegment. In den ersten beiden Abschnitten wurde der Tunnel zunächst mit 35 cm starken Stahlbetonringen ausgekleidet, bevor eine zweite Schale von ebenfalls 35 cm Dicke in Gleitbauweise eingezogen wurde. Die folgenden vier Abschnitte wurden mit Stahlbetonringen von 40 cm Stärke ausgekleidet und darauf wurde eine zweite Schale aus 40 cm dicken Tübbingring montiert. In den ersten beiden Abschnitten, wo die Tübbingring nur 35 cm stark sind, besteht ein kompletter Tübbingring aus jeweils sechs Segmenten und einer Verriegelung; jeder Ring ist 1,5 m lang und 29 Tonnen schwer. Die 40 cm starken Tübbingringe der restlichen Abschnitte haben eine Länge von 1,5 m und ein Gewicht von 34 Tonnen. Der äußere Tübbingring, der den Tunnel auskleidet, und der innere Ring, der eingezogen wird, sobald die Tunnelbohrmaschine das jeweilige Segment verlassen hat, bilden die Stützkonstruktion für den Entwässerungskanal.

### Noch ein Jahr bis zur Fertigstellung

Die Fertigstellung des Tunnels soll laut Zeitplan im Juni 2015 erfolgen. Wenn dieses größte Abwasserprojekt der Welt abgeschlossen ist und der Kanal Emisor Oriente in Betrieb geht, kann er durchschnittlich 150 m<sup>3</sup>/s Abwasser zur Kläranlage Atotonilco (PTAR) im Bundesstaat Hidalgo leiten.

Das TEO-Projekt ist mit Stand vom 15. Januar 2014 zu 51,47 % abgeschlossen. Der Fortschritt des Gesamtprojekts (Projektierung, Bau, Überwachung, Maschinenpark und Technik) beträgt 59,4 %, wobei die Bohrarbeiten an den sechs Tunnelabschnitten auf 23,7 km und damit auf 38,2 % der geplanten Gesamtlänge abgeschlossen sind.



www.hbi.ch

### Wir sind international tätige Planer für

- **Tunnellüftungen**
- **Immissionsberechnungen und -gutachten**
- **Aerodynamik und Thermodynamik von Tunnelsystemen**
- **Mechanische Ausrüstung**
- **Risiko- und Sicherheitsanalysen**

### Unsere Leistungen umfassen:

- Strassen-, Bahn-, U-Bahn, Versorgungstunnel
- Beratung, Expertisen und Studien
- Planung, Projektierung und Realisierung
- Bauleitung und Messungen
- Abnahmetests und Brandversuche

Von Vorstudien bis zur detaillierten Auslegung und von Ausschreibungen bis zur Inbetriebnahme sind wir der richtige Ansprechpartner.



erhalten erhaltene Planung  
und Beratung bei über  
400 Tunnelprojekten seit 1983

### HBI Haerter Beratende Ingenieure

HBI Haerter AG

Stockerstr. 12  
Tel. +41 44 289 3900  
Fax +41 44 289 3999  
Schweiz: Zürich und Bern / Deutschland: Heidenheim

8002 Zürich / Schweiz  
E-Mail: info.zh@hbi.ch  
Web: www.hbi.ch

## Koralmtunnel und neuer Semmering-Basistunnel: Stand der Dinge

## Koralmtunnel and New Semmering Base Tunnel: State of Development

Gunther Brux, Journalist, Frankfurt am Main/D

Die Südbahn stellt eine bedeutende innerösterreichische Eisenbahnverbindung dar und ist gleichzeitig Bestandteil des Paneuropäischen Korridors VI von den baltischen Staaten in Richtung Oberitalien, als Verbindung der Ostsee mit der Adria. Auf dieser Achse werden zwei der größten europäischen Tunnelprojekte umgesetzt: Der 32,9 km lange Koralmtunnel unterquert den Gebirgszug zwischen der Steiermark und Kärnten und der 27,3 km lange neue Semmering-Basistunnel wird Niederösterreich mit der Steiermark verbinden (zur neuerlichen Aufhebung der Baugenehmigung lesen Sie bitte unsere Nachrichten auf Seite 8). Die Gruppe Geotechnik der Montanuniversität Leoben veranstaltete gemeinsam mit der TU Graz, der Österreichischen Gesellschaft für Geotechnik (ÖGG), der ÖBB Infrastruktur AG und dem Österreichischen Nationalkomitee der international Tunnelling Association (ITA Austria) am 21. November die Südbahntagung 2013 in der Montanuniversität Leoben, an der über 270 Fachleute teilnahmen. Das Programm beinhaltete unter anderem Berichte über den Bau des Koralmtunnels und des neuen Semmering-Basistunnels, ergänzt durch Ausführungen über neue Erkenntnisse aus Forschung und Entwicklung.

### Koralmtunnel

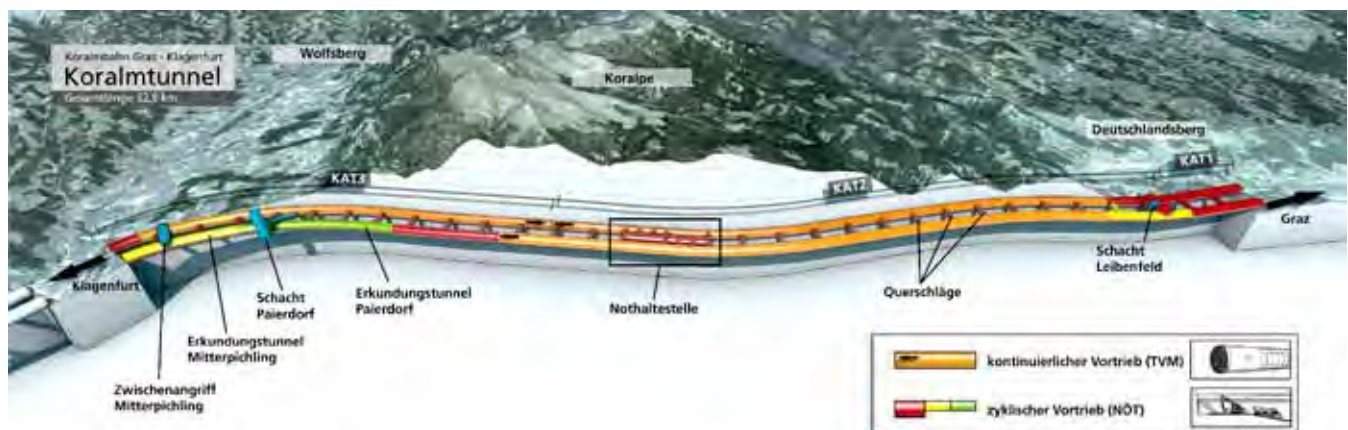
Der Koralmtunnel (KAT) mit 32,9 km Länge ist das Kernstück der 127 km langen Koralmbahn zwischen Graz und Klagenfurt, einer zweigleisigen Hochgeschwindigkeitsstrecke für 200 km/h. Die Überlagerung beträgt streckenweise bis zu 1200 m. Die bei-

The Südbahn represents a significant inner-Austrian railway link and is at the same time a part of the pan-European Corridor VI from the Baltic states to Upper Italy, connecting the Baltic Sea with the Adriatic Sea. Two of Europe's biggest tunnelling projects are being tackled on this axis: the 32.9 km long Koralmtunnel passes below the mountain range between Styria and Kärnten and the 27.3 km long New Semmering Base Tunnel will link Lower Austria with Styria (please refer to the news-section with the latest on abrogation of the construction permit on page 8).

The Geotechnics Group of Leoben University staged the congress "Südbahntagung 2013" at the University of Leoben on November 21 in conjunction with the Technical University of Graz, the Austrian Society for Geotechnics (ÖGG), the ÖBB Infrastruktur AG and the Austrian National Tunnelling Committee of the International Tunnelling Association (ITA Austria). More than 270 experts attended the event in the university town of Leoben. The programme included reports on producing the Koralmtunnel and the New Semmering Base Tunnel augmented by references relating to the latest findings from research and development.

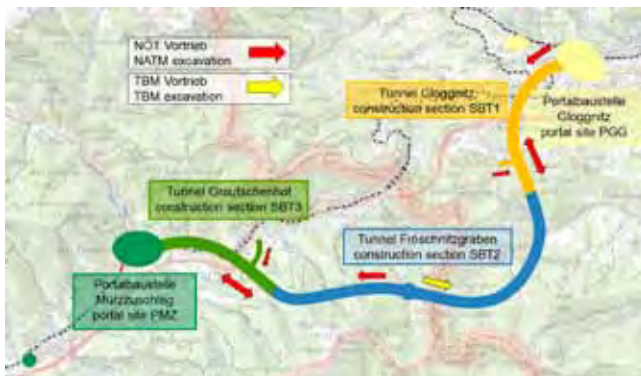
### Koralmtunnel

The Koralmtunnel (KAT) which is 32.8 km in length represents the core of the 127 km long Koralmbahn between Graz and Klagenfurt, a twin-track high-speed route designed for trains travelling up to 200 km/h. In sections the overburden extends up to 1200 m. The two tunnel bores set some 40 m apart are linked with each other



1 Bauloseinteilung und Vortriebsarten beim Bau des Koralmtunnels

Division of contract sections and types of drive for producing the Koralmtunnel



Quelle/source: ÖBB Infrastruktur AG

## 2 Übersicht der Bauloseinteilung und des Vortriebskonzepts des Neuen Semmering-Basistunnels

Overview of division of the contract sections and the driving concept for the New Semmering Base Tunnel

den Tunnelröhren mit rund 40 m Abstand sind alle 500 m durch Querschläge miteinander verbunden; etwa in Tunnelmitte ist eine Nothaltestelle vorgesehen.

### Stand der Arbeiten in den Hauptbaulosen

Ende 2008 wurden nach Abschluss der Erkundungsarbeiten die Bauarbeiten für die Hauptbaulose aufgenommen<sup>[1]</sup>. Der Tunnelrohbau, der bis 2019 abgeschlossen sein wird, geschieht in drei Hauptbaulosen (KAT 1-3), auf deren Länge, Bauweise (zyklisch oder kontinuierlich) und Arbeitsfortschritt eingegangen wurde; beim Einsatz von zwei Hartgesteins-Doppelschildvortriebsmaschinen mit 9,93 m Durchmesser im KAT 2 wurden Vortriebsleistungen bis zu 40 m/d erreicht. Die Gesamteinbetriebnahme des 5,4-Milliarden-Euro-Projekts Koralmbahn ist für 2023 vorgesehen. Am Beispiel des größten Bauloses KAT 2 mit dem Herstellen des 60 m tiefen Bauschachtes (Leibenfeld), 4,5 km zyklischen und 32,7 km kontinuierlichen Vortrieben, 42 Querschlägen, Tübbingen/Sohlteilen und der Montage der beiden TBM unter Tage innerhalb von 34 Monaten, wurden die logistischen Herausforderungen langer Tunnelvortriebe aufgezeigt.

### Tunnelausbruchmaterial für Tübbinge

Die ÖBB verwendet bei diesem Projekt den Tunnelausbruch für die Aufbereitung von Gesteinskörnungen zur Betonherstellung. Dadurch ergibt sich Schonung der Kiesrohstoffe, eine Verringerung der Transportwege und die Verkleinerung der erforderlichen Deponieflächen. Bei der Tagung wurde über die im Baulos KAT 2 ab Mitte 2013 gemachten Erfahrungen mit der Verwendung von Tunnelausbruchmaterial zum Herstellen von Tübbingen und Sohlteilen berichtet: Beim Koralmtunnel wird der Ausbruch auf der Baustelle zu Betonzuschlagstoff der Korngruppen 3/8, 8/16 und 16/32 mm aufbereitet, in den beiden Betonwerken werden etwa 120 000 Tübbinge und Sohlteile (Beton C35/45/XCA) sowie Innenschalenbeton (C25/30) hergestellt. Diese Verfahrensweise kann auch für zukünftige Tunnelbaustellen vorteilhaft sein, wenn die jeweilige geologische Prognose eine Verwertbarkeit als Betonzuschlag erwarten lässt.



Quelle/source: ÖBB-Holding AG

## 3 Semmering-Basistunnel: Visualisierung der zukünftigen Portalgestaltung im niederösterreichischen Gloggnitz

Semmering Base Tunnel: Visualization of the future portal design at Gloggnitz in Lower Austria

at 500 m gaps by cross-passages. An emergency stop is to be set up roughly at the centre of the tunnel.

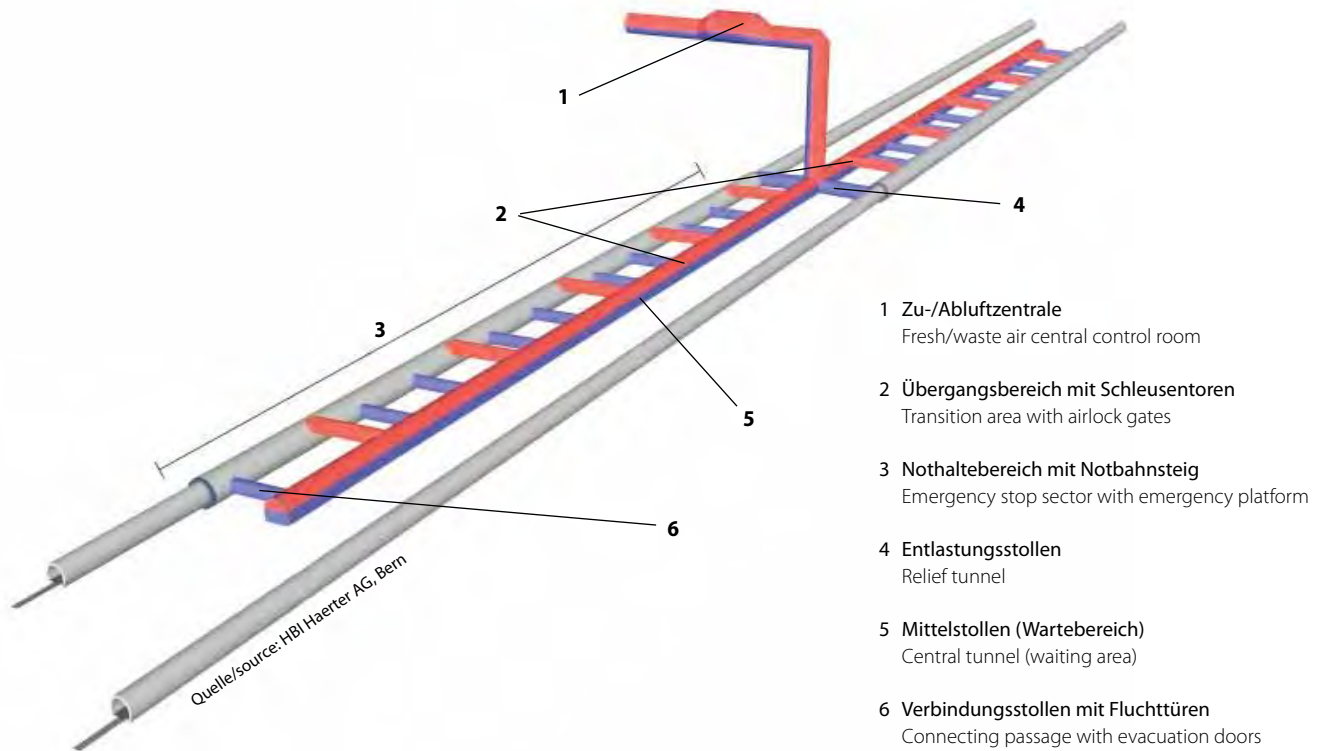
### Stage reached by Work in the main Contract Sections

At the end of 2008, construction operations on the main contract sections commenced after the exploratory work was completed<sup>[1]</sup>. The tunnel roughwork, which is due to be finished by 2019, is executed in three main contract sections (KAT 1-3), which were examined more closely with regard to length, method of construction (cyclical or continuous) as well as the stage reached by work. Two hard rock double shield tunnel boring machines with 9.93 m diameter were applied with rates of advance of up to 40 m/d attained in KAT 2. The 5.4 billion Euro Koralmbahn construction project is scheduled to open in 2023.

The logistical challenges of long tunnel drives were depicted taking the example of the largest contract section KAT 2 with the production of the 60 m deep construction shaft (Leibenfeld), 4.5 km of cyclical and 32.7 km of continuous drives, 42 cross-passages, segments/invert elements and the assembly of the two TBMs underground within 34 months.

### Tunnel Spoil for Segments

The ÖBB uses tunnel debris for preparing rock aggregates to produce concrete for this project. This results in saving on gravel material, a reduction in transport routes and a decrease in size of the required storage sites. The findings obtained in contract section KAT 2 as from mid-2013 utilizing tunnel excavated material to produce segments and invert elements were examined at the congress: at the Koralm Tunnel the excavated material is prepared as concrete aggregate involving granulations 3/8, 8/16 and 16/32; in the two concrete plants roughly 120 000 segments and invert elements (concrete C35/45/XCA) as well as inner shell concrete (C25/30) are produced. This approach can also be advantageous for future tunnelling sites as well providing the given geological forecast indicates the material is suitable for concrete aggregate.



4 Nothaltestelle im neuen Semmering Basistunnel  
Emergency stop in the New Semmering Base Tunnel

### Semmering Basistunnel Neu

Der Semmering Basistunnel Neu (SBTN) mit 27,3 km Länge soll Hauptbestandteil der neuen Südbahn werden; die Kosten für das Projekt werden sich laut ÖBB auf geschätzte 3,1 Milliarden Euro belaufen. Die beiden parallelen Tunnelröhren werden alle 500 m durch Querschläge miteinander verbunden, und in den mittleren Tunnelabschnitt wird eine Nothaltestelle mit zwei Lüftungsschächten integriert.

Nach Abschluss der Vorerkundungen <sup>[2]</sup> und Genehmigung des Vorhabens <sup>[3]</sup> wurde mit den Bauarbeiten begonnen <sup>[4]</sup>. Wegen der geologischen und hydrologischen Verhältnisse sowie der bauleistungs- und tunnelbautechnischen Anforderungen wird der Tunnel in mehreren Bauabschnitten mit unterschiedlichen Baulosen erstellt.

Neben den Vortrieben vom Portal Gloggnitz wird der Tunnel über drei Zwischenangriffe (Göstritz, Fröschnitzgraben und Grautschenhof) sowohl zyklisch (NÖT) als auch kontinuierlich (mit TVM) aufgeföhren. Die einzelnen Tunnelbaulose sollten gestaffelt in Abständen von etwa einem Jahr begonnen werden: Das erste Tunnelbaulos war zwar Anfang 2014 im Fröschnitzgraben in Angriff genommen worden, im Februar wurden die Grabungsarbeiten für zwei Tunnelschächte auf Anordnung des Verwaltungsgerichtshofes bis auf Weiteres eingestellt. 2015 sollen die Vortriebe in Gloggnitz und beim Zwischenangriff Göstritz beginnen, ab 2016 würde der Tunnelvortrieb in Grautschenhof folgen. Nach Abschluss der Vortriebsarbeiten wäre für 2021 der Tunnelausbau vorgesehen. Die Inbetriebnahme ist, trotz Baustopp, nach wie vor für 2024 geplant.

### New Semmering Base Tunnel

The New Semmering Base Tunnel (SBTN), which is 27.3 km long, is destined to be a main component of the new Südbahn. According to the ÖBB, the costs for the project are earmarked at around 3.1 billion Euro. The two parallel tunnel bores are connected at 500 m gaps by cross-passages and an emergency stop with two ventilation shafts are to be erected in the central tunnel section. After concluding the advance explorations <sup>[2]</sup> and the approval of the project <sup>[3]</sup>, construction work was started <sup>[4]</sup>. On account of the geological and hydrogeological conditions as well as the logistical and engineering requirements the tunnel is to be produced in several construction sections with different contract sections.

In addition to the drives from the Gloggnitz portal the tunnel is excavated both cyclically (NATM) as well as continuously (with TBM) from 3 intermediate points of attack (Göstritz, Fröschnitzgraben and Grautschenhof). The individual tunnel contract sections are to be produced with gaps of roughly one year in between. Admittedly the first tunnel contract section was tackled at Fröschnitzgraben in early 2014 but in February the excavation work for two tunnel shafts was discontinued for the time being after the Court of Administration ruled accordingly. The drives in Gloggnitz and at the Göstritz intermediate point of attack are scheduled to start in 2015; the Grautschenhof tunnel drive is due to follow in 2016. After the driving operations are concluded, lining the tunnel is foreseen for 2021. In spite of the hold-up in construction the opening is still planned for 2024.

### Research and Development

#### Face Monitoring and Performance Prognoses for TBM Drives

Thanks to the disc cutting force and face monitoring system developed at the University of Leoben for mechanized tunnelling, it is possible to observe the cutterhead behaviour even more precisely

## Forschung und Entwicklung

### Ortsbrustmonitoring und Leistungsprognosen bei TVM-Vortrieben

Mit dem an der Universität Leoben entwickelten Diskenkraft- und Ortsbrustmonitoringsystem für den maschinellen Tunnelvortrieb lässt sich das Verhalten des Bohrkopfes noch genauer beurteilen und so die Leistungsprognose bei TBM-Vortrieben verbessern. Diese Art der Dokumentation erleichtert die Arbeit der Geologen und Geotechniker, die die Ortsbrust bisher nur an ausgewählten Stellen einsehen konnten.

### Nothaltestellen sehr langer Eisenbahntunnel

In Eisenbahntunneln über 20 km Länge werden Nothaltestellen (NHS) für den störungsbedingten Halt eines Zuges vorgesehen. Eine sicherheits- und lüftungstechnische Gegenüberstellung der im Gotthard und Brenner Basistunnel, neuen Semmering-Basistunnel und Koralm Tunnel vorgesehenen NHS zeigen die Unterschiede hinsichtlich Lage und Anordnung der Nothaltebereiche und des Wartebereichs, der Anzahl der Verbindungsstollen im Nothaltebereich und in der Lüftungstechnischen Erschließung der NHS. Die Wahl einer geeigneten NHS muss für jedes lange Tunnelprojekt individuell geschehen, was die folgende Gegenüberstellung zeigt:

Die Nothaltestelle des 27,3 km langen SBTN (Bild 4) mit zwei Tunnelröhren im Bereich des 450 m tiefen Schachts Fröschnitzgraben mit bis zu 17 km Abstand zu den Tunnelportalen erhält

- an der Tunnelachse versetzt und an den Innenseiten der Haupttunnel angeordnete 400 m lange Nothaltebereiche mit Notbahnsteigen.
- neun Verbindungsstollen (mit rund 50 m Abstand) zwischen den Nothaltebereichen und dem anschließenden Schleusenraum,
- einen in zwei Schleusen-/Wartebereiche normal zur Tunnelachse unterteilten Mittelstollen mit Erschließung durch einen Schacht in NHS-Mitte,
- ein Stollensystem für Zu- und Abluftbetrieb und dazu einen zweiten Schacht neben dem ersten sowie

thus improving performance prognoses for TBM drives. This form of documentation facilitates the work of the geologists and geotechnicians, who so far were only able to observe the face at selected spots.

### Emergency Stops for very long Rail Tunnels

Emergency stops (NHS) are provided in rail tunnels exceeding 20 km in length, should a train be forced to make an unscheduled stop. A comparison of the safety and ventilation technical features of the NHS provided for the Gotthard and Brenner Base Tunnels, the New Semmering Base Tunnel and Koralm Tunnel show the differences with respect to location and arrangement of the emergency stop sectors and the waiting area, the number of connecting passages in the emergency stop sector and the ventilation technical development of the NHS. The choice of a suitable NHS must be taken individually for each long tunnel project as is shown by the following comparison: The emergency stop for the 27.3 km long SBTN (Fig. 4) with two tunnel bores at the 450 m deep Fröschnitzgraben shaft with up to 17 km distance from the tunnel portals is equipped with

- 400 m long emergency stop sectors with emergency platforms offset along the tunnel axis and arranged on the inner sides of the main tunnels.
- 9 connecting passages (at a gap of some 50 m) between the emergency stop sectors and the adjoining airlock chamber,
- a central tunnel divided up normally to the tunnel axis with 2 airlock/waiting areas, opened up by a shaft in the middle of the NHS,
- a tunnel system for feeding and removing air in conjunction with a second shaft next to the first one as well as
- a ventilation control centre for fresh and waste air located above. Passengers are removed by train from the opposite emergency stop sector.

The NHS of the 32.9 km long KAT with 2 tunnel bores is located roughly at the centre of the tunnel (Fig. 5) and possesses

- 400 m long emergency stop sectors with emergency platforms on the inner side of the main tunnels symmetrical to the tunnel axis,
- 9 connecting passages (at roughly 50 m gaps) between the emergency stop sectors and the central tunnel,

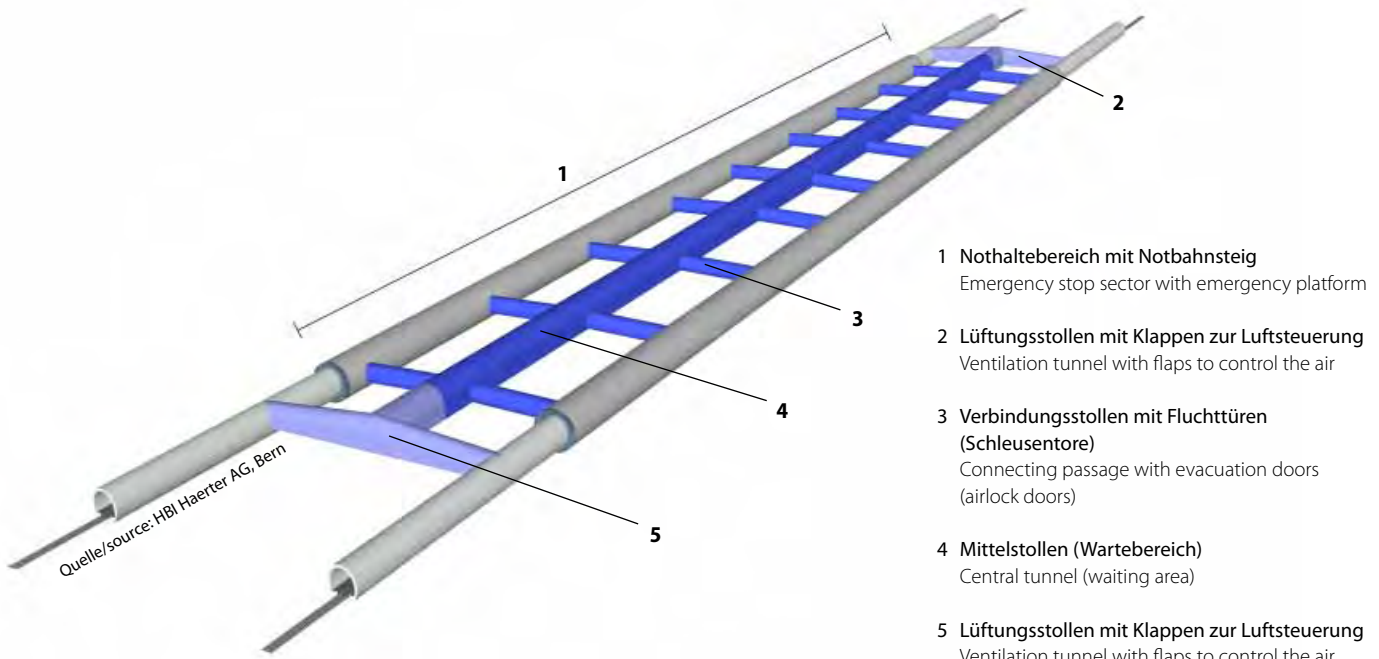
## Die individuelle Lösung



## PASCHAL Sonderschalung

PASCHAL-Werk G. Maier GmbH · Kreuzbühlstraße 5 · 77790 Steinach  
Tel.: +49 (0) 78 32 / 71-0 · Fax: +49 (0) 78 32 / 71-209 · service@paschal.de · www.paschal.de





5 Nothaltestelle im Koralmtunnel  
Emergency stop in the Koralm Tunnel

- 1 Nothaltebereich mit Notbahnsteig  
Emergency stop sector with emergency platform
- 2 Lüftungsstollen mit Klappen zur Luftsteuerung  
Ventilation tunnel with flaps to control the air
- 3 Verbindungsstollen mit Fluchttüren  
(Schleusentore)  
Connecting passage with evacuation doors  
(airlock doors)
- 4 Mittelstollen (Wartebereich)  
Central tunnel (waiting area)
- 5 Lüftungsstollen mit Klappen zur Luftsteuerung  
Ventilation tunnel with flaps to control the air

- eine Lüftungszentrale für Zu- und Abluft oberhalb.  
Die Fahrgäste werden über den gegenüberliegenden Nothaltebereich mit einem Zug abgefahren.

Die NHS des 32,9 km langen KAT (Bild 5) mit zwei Tunnelröhren etwa in Tunnelmitte hat

- 400 m lange Nothaltebereiche mit Notbahnsteigen an der Innenseite der Haupttunnel symmetrisch zur Tunnelachse,
- neun Verbindungsstollen (mit rund 50 m Abstand) zwischen den Nothaltebereichen und dem Mittelstollen,
- einen Mittelstollen als Wartebereich,
- zwei mit den Haupttunneln an beiden Enden des Mittelstollens verbundenen Lüftungsstollen,
- je einen Luftschaft in Leibensfeld und Paierdorf im Bereich der beiden Tunnelportale und
- eine Luftzentrale an diesen beiden Zuluftschächten.

Die Fahrgäste verlassen den Wartebereich über den gegenüberliegenden Nothaltebereich in einem Zug.

### Versinterung von Tunnel drainagen

Bei der Errichtung und während des Betriebs von Tunnelbauten stellt die Versinterung von Tunnel drainagen häufig ein Problem dar, das meist mit einem hohen finanziellen und zeitlichen Mehraufwand für Reinigung und Instandhaltung verbunden ist. Mit der hydrochemischen Modellierung der TU Graz lassen sich Reaktionsabläufe darstellen (eine Voraussetzung für die Entwicklung von Monitoring-Werkzeugen und Präventionsstrategien zum Vermeiden von Sinterbildungen), Versinterungsvorgänge zeitnah verfolgen und dadurch die Intervalle der Tunnelwartung bedarfsgerecht anpassen.

Weitere Einzelheiten über diese Südbahntagung lassen sich den in <sup>[5]</sup> abgedruckten Beiträgen zu entnehmen. Die nächste Südbahntagung wird 2015 im November stattfinden.

- a central tunnel as waiting area,
  - two ventilation tunnels connected to the main tunnels at both ends of the central tunnel,
  - air shafts at Leibensfeld and Paierdorf close to the tunnel portals
  - an air control centre at these two ventilation shafts.
- The passengers vacate the waiting area via the opposite emergency stop sector by train.

### Sintering of Tunnel Drainage Systems

The sintering of tunnel drainage systems frequently represents a problem during the setting up and operation of tunnels. Usually it can only be resolved through high financial and time-consuming outlay for cleaning and servicing. The TU Graz's hydrochemical modelling enables reaction sequences to be presented (a prior condition for developing monitoring tools and prevention strategies to avoid sintering occurring) and tracing sintering processes in real time thus adapting the intervals for tunnel maintenance according to requirement. Further details on the Südbahn Congress are available from the proceedings<sup>[5]</sup>. The next Südbahnkongress will be held in November 2015.

#### Literatur/References

- [1] Koralmtunnel: Baubeginn im Hauptabschnitt. Tunnel 05/2011, pp 5 – 7 und 07/2013, p 4
- [2] Neuer Semmering Basistunnel: Erkundungsphase abgeschlossen, Tunnel 03/2010, p 12
- [3] Semmering Basistunnel: Bau genehmigt. Tunnel 07/2011, p 14
- [4] Semmering Basistunnel neu: Bau begonnen. Tunnel 07/2012, p 12
- [5] Südbahntagung 2013 in Leoben. Geomechanik und Tunnelbau 06/2013, pp 635-753



**Arbeitsschutz****Digitale Datenerfassung bei Überdruckarbeiten**

Das neu entwickelte mobile Automatisierungssystem CAIS (Compress Air Intervention System) der deutschen Firma HydroWork GmbH sorgt durch digitale Datenerfassung bei Überdruckarbeiten auf Tunnelbaustellen mit TBM-Vortrieb sowie bei allen anderen Caisson-Arbeiten für Präzision und Sicherheit. In einem Schutzkoffer befinden sich alle Komponenten des mobilen Automatisierungssystems, Sauerstoff-Messgeräte, Digitalanzeigen, die alle für den Schleusenwärter notwendigen Daten und Messwerten ausgeben, Schnittstellen zur Sensorik und zu den IT-Komponenten, Handscanner und Netzeinspeisung.

Der CAIS-Koffer erfasst automatisch die exakten Zeiten und Abläufe in denen ein Druckluftarbeiter in einen Arbeitsraum mit Überdruck eingeschleust wird, seine Arbeit dort verrichtet und wieder ausgeschleust wird. Zum Schutz der Gesundheit sind derartige Arbeitseinsätze zeitlich streng reglementiert. Bislang werden jedoch weltweit die Zeiten des Ein- und Ausschleusens noch von den Schleusenwärtern selbst manuell erfasst – und zwar mit Kugelscheiber und Papier, in feuchter und verschmutzter Atmosphäre. Die oft unleserlichen und verschmierten Aufzeichnungen bedeuten nicht nur zeitaufwändige Überprüfungen in den Personalabteilungen. Sie sind auch riskant. Denn schon kleine Ungenauigkeiten bei den maximalen Aufenthaltszeiten in Druckluft in Abhängigkeit der Überdruckwerte, können zu Personenschäden führen. Dabei ist gerade die exakte Zeiterfassung des Ein- und Ausschleusens nicht nur für den Arbeitgeber und Arbeitnehmer wichtig, auch für die Bauherren und die Druckluftärzte ist eine genaue Dokumentation essenziell. Durch die genauen elektronischen Anzeigen ist es möglich, kleinsten Druckveränderungen bei den Haltestufen sofort entgegenzuwirken. Somit sinkt das Risiko einer Dekompressionskrankheit durch Druckschwankungen beim Ausschleusevorgang deutlich.

**Zeiten werden exakt dokumentiert und archiviert**

Der Druckluftarbeiter benötigt für die Dokumentation nur eine personalisierte Scheckkarte, die er beim Einschleusen scannt. Eine Live-Übertragung der Daten ermöglicht eine sofortige Analyse des Arbeiterprofils – sogar über das Smartphone. Die Daten sind über den gesetzlich vorgegebenen Zeitraum von zehn Jahren verfügbar. Erhältlich ist das Automatisierungssystem ab Juni 2014.

**Work Safety****Digital Data Recording for Compressed Air Work**

The German company HydroWork GmbH has developed the novel mobile automation system CAIS (Compress Air Intervention System). It uses digital recording technology to record precise data required in compressed air work on tunnel construction sites that employ tunnel boring machines and for all other caisson work. A protective case contains all the components needed for the mobile automation system, and secondly, it houses oxygen reading devices, digital displays that provide all the requisite data and figures for the manlock attendant, ports for sensors, the IT components, the hand-held scanner and the network supply.

The CAIS case automatically measures the exact times and sequences in which a compressed air worker is introduced into a work space with an excess pressure environment, can perform his work there and be recovered. To ensure the proper health-protection for the workers such assignments are subject to strict time limitations. However, the times of ingress and decompression worldwide have so far been manually recorded by the lock attendants – and this usually involves a ball point pen and paper, in a damp and dirty atmosphere. The frequent illegible and smudged recordings not only entail time-consuming and multiple checks by personnel departments. They are also risky, because even the slightest imprecision can damage health. However, it is precisely the exact recording of time of ingress and egress that is important, and not just for the employer and employee, but for construction developer and the compressed air doctors, too. The precise electronic displays, which are accurate to two decimal spaces, enable an immediate counter reaction to the tiniest changes in pressure during the holding stages. This greatly reduces the risk of decompression sickness caused by pressure fluctuations during the recovery process.

**Times can be exactly documented and archived**

The compressed air worker only requires a personalised cheque card, which he scans when entering the manlock. A live transmission of data enables immediate analysis of the respective worker profile – even by Smartphone. All data is stored over the statutory stipulated period of ten years. The mobile automation system will be available from June 2014.



[www.hydrowork.de](http://www.hydrowork.de)

**Concix**<sup>®</sup>

**DIE Alternative zu Stahlfasern: über 1'000 J mit unter 4 kg/m<sup>3</sup>**

Kein Rost. Keine Korrosion. Kein Kriechen. Keine Verletzungsgefahr. Hervorragendes Arbeitsvermögen. [www.bruggcontec.com](http://www.bruggcontec.com)

**BRUGG**

**CONTEC**  
Strong fibers.

## Materialprüfung


## Scannerverlängerung hilft bei Betonüberdeckungsmessungen



Die Scannerverlängerung ist bis maximal 5,50 m lichte Höhe einsetzbar  
The scanner extension is suitable for a maximum clearance height of 5.50 m

Immer mehr Auftraggeber fordern von den bauausführenden Firmen die Durchführung von Betonüberdeckungsmessungen an Stahlbetonbauteilen und Ingenieurbauwerken zur Qualitätsprüfung ihrer Bauwerke. Gleichzeitig führen auch Auftragnehmer zunehmend Betonüberdeckungsmessungen zur Eigenüberwachung aus. Aktuell werden die meisten Messungen dabei von Hand vorgenommen. Insbesondere bei größeren Höhen können derartige Messungen dann nur aufwändig mit Hilfe von Hubbühnen oder Gerüsten erfolgen.

Die Firma Bewehrungsnachweis & -analyse aus dem sächsischen Augustusburg in Deutschland hat sich in diesem Bereich insbesondere auf die Durchführung von Betonüberdeckungsmessungen an Tunnelbauwerken und Ingenieurbauwerken spezialisiert und nutzt ihre Erfahrungen für die Eigenentwicklung von sinnvollen Hilfsmitteln für die zum Einsatz kommende Messtechnik. Bei dem ersten marktreifen Produkt handelt es sich um eine sogenannte Scannerverlängerung für das Messgerät Hilti Ferrosan PS 200, welches aus einem Anbausatz zu diesem Gerät sowie einer Teleskopstange besteht. Der Anbausatz besteht vollständig aus Polyoxymethylen (POM). Da er keinerlei Metallteile enthält, sichert er die Messgenauigkeit ohne Einschränkungen ab. Die stufenlos einstellbare Teleskopstange wird aus Carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) und Aluminium gefertigt. Ihre leichte Bauweise kommt dem Anwender besonders bei längeren Messungen über Kopf zugute.

Die flexible Scannerverlängerung ist auch für den Einsatz in Tunnelbauwerken (Fluchttollen, Querschläge oder Querschnitte bis maximal 5,50 m lichte Höhe) geeignet, da sich mit ihr Kosten für zusätzliche technische Hilfsmittel wie Gerüste und Hubbühnen und der damit verbundene Organisationsaufwand erheblich mindern lassen. 

## Materials Testing

## Scanner Extension for Cover Measurements in Concrete




Quelle/Source (2): Carsten Lohse

Der Anbausatz besteht aus Polyoxymethylen und enthält keine Metallteile  
The extension set is made of polyoxymetholene and contains no metal parts

An increasing number of clients are calling on contractors to carry out cover measurements in concrete for reinforced concrete elements and engineering structures. At the same time, clients too are increasingly executing cover measurements in concrete for self-control purposes. At present, most of these measurements are performed manually. Such measures can often only be undertaken with the aid of working platforms or scaffolding particularly when great heights are concerned.

The Bewehrungsnachweis & -analyse Company from Augustusburg/Saxony in Germany has specialized particularly in this field of executing cover measurements in concrete for tunnel structures and engineering projects and makes use of its own findings for developing practical aids for the measurement technology that is applied. The first mature product to appear on the market is a so-called scanner extension for the Hilti Ferrosan PS 200 measuring unit, comprising an extension unit for this system and a telescopic rod. The extension set is completely made of polyoxymetholene (POM). As it contains no metal parts, it ensures accurate measuring without restrictions. The infinitely adjustable telescopic rod is made of carbon fibre reinforced plastic (CFRP) and aluminum. Its light mode of construction is especially advantageous when the user is engaged in lengthy measurements overhead.

The flexible scanner extension is also suitable for use in tunnels (evacuation tunnels, cross-passages or cross-sections up to a maximum clearance height of 5.50 m), as the costs for additional technical equipment such as scaffolds and working platforms and the associated organizational outlay can be neglected to a large extent. 



### 29. Christian Veder Kolloquium

*Stützmaßnahmen in der Geotechnik – Bemessung, Ausführung, Langzeitverhalten*

24.-25.04.2014

Graz, Austria

Contact:

Tel.: +43 316/873-6234

Fax: +43 316/873-6232

helmut.schweiger@tugraz.at

www.cvk.tugraz.at

### 21. Symposium für Felsmechanik und Tunnelbau

06.-07.05.2014

Stuttgart, Germany

Contact:

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik

www.dggg.de

### Tunnel Safety and Ventilation

**7<sup>th</sup> International Conference**

12.-13.05.2014

Messecenter Graz, Austria

Contact:

Sabine Minarik

Tel.: +43/316-873 30231

Fax.: +43/316-873 1030231

minarik@tugraz.at

www.tunnel-graz.at

### World Tunnel Congress 2014

**Tunnels for a better life**

09.-15.05.2014

Bourbon Cataratas Convention & Spa Resort, Foz do Iguaçu, Brazil

Contact:

Tel./Fax: +55 11 3868 0726

info@wtc2014.com.br

www.wtc2014.com.br

### AIMS 2014

*Sixth International Symposium High Performance Mining*

11.-12.06.2014

Kármán-Auditorium der RWTH Aachen, Germany

Contact:

Tel.: +49 241/80 95673

Fax: +49 241/80 92272

RWTH Aachen, Institute of Mining Engineering

www.aims.rwth-aachen.de

### Swiss Tunnel Congress 2014

11.-13.06.2014

Kultur- und Kongresszentrum, Luzern, Switzerland

Contact:

Thomi Bräm PR Beratung + Verlag

Tel.: +41 56/200 23 33

Fax: +41 56/200 23 34

fgu@thomibraem.ch

www.swisstunnel.ch

### 15<sup>th</sup> Australasian Tunnelling Conference 2014

*Underground Space – Solutions for the Future*

17.-19.09.2014

Sydney, Australia

Contact:

AusIMM – Australian Institute of Mining & Metallurgy)

Belinda Martin

Tel.: +61 3 9658 6125

www.ausimm.com.au

### InnoTrans 2014

*Railway Technology, Railway Infrastructure, Interiors, Public Transport und Tunnel Construction*

23.-26.09.2014

Messe Berlin, Germany

Contact:

Tel.: +49 30/3038-2376

Fax: +49 30/3038-2190

innotrans@messe-berlin.de

www.innotrans.de

### 63. Geomechanik Kolloquium

Salzburg Congress, Salzburg, Austria

09.-10.10.2014

+ **Österr. Tunnelbautag**

08.10.2014

Kontakt:

Österreichische Gesellschaft für Geomechanik (ÖGG)

Tel.: +43 662/87 55 19

Fax: +43 662/88 67 48

salzburg@oegg.at

www.oegg.at

### Seminar Tunnelanierung

*TAE – Technische Akademie Esslingen*

Ostfildern-Nellingen, Germany

Leitung: Dipl.-Ing Christian Spang

20.10.2014

Contact:

Tel.: +49 711/34008-23

Fax: +49 711/34008-27

anmeldung@tae.de

www.tae.de

### econstra 2014

*Fachmesse für Ingenieurbau (+ Kongress Ingenieurbautage)*

22.-23.10.2014

Messe Freiburg, Germany

Contact:

Tel.: +49 761/3881-02

Fax: +49 761/3881-3006

info@messe.freiburg.de

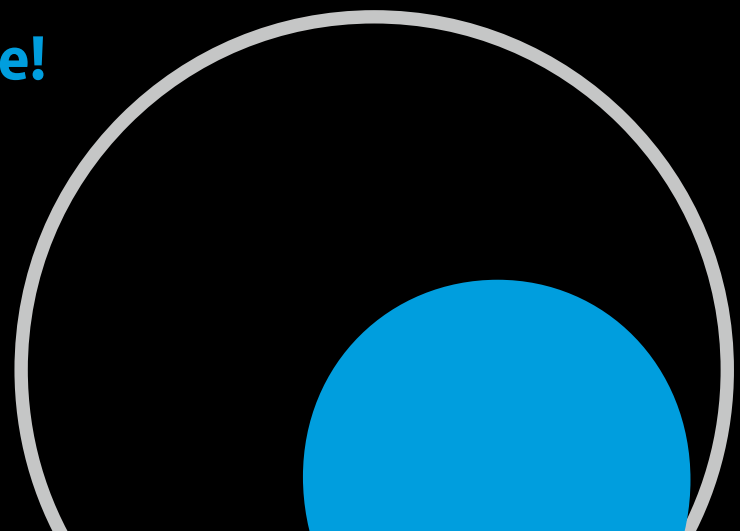
www.econstra.de

## Tunnel jetzt als eMagazine!

Sichern Sie sich jetzt das günstige eMagazine Abo von tunnel. Mit der digitalen Form können Sie tunnel vollständig und im gewohnten Layout der Print-Ausgabe jederzeit am Bildschirm nutzen.

**Jahrespreis für das tunnel eMagazine nur 98,50 €**

**customer-service@bauverlag.de**



## Inserentenverzeichnis / Advertising list

Advertisers	Internet	Page
A.S.T. Bochum GmbH, Bochum/D	www.astbochum.de	17
AGRU Kunststofftechnik GmbH, Bad Hall/A	www.agru.at	43
BASF Construction Chemical Europe AG, Zürich/CH	www.ugc.basf.com	U4
Belloli SA, Grono/CH	www.belloli.ch	27
Brugg Contec AG, St. Gallen/CH	www.bruggcontec.com	60
Desoi GmbH, Kalbach/D	www.desoi.de	35
EAB Elektroanlagenbau, Reinhausen/D	www.eabreinhausen.de	9
ELA GmbH, Haren/D	www.ela-container.de	45
Häny AG, Jona/CH	www.haeny.com	23
HBI Haerter AG, Zürich/CH	www.hbi.ch	55
Herrenknecht AG, Schwanau/D	www.herrenknecht.de	U2
Hölscher Wasserbau GmbH, Haren/D	www.hoelscher-wasserbau.de	29
HydroWork GmbH, Hallbergmoos/D	www.hydrowork.de	17
Jordahl GmbH, Berlin/D	www.jordahl.de	15
Maschinen- und Stahlbau Dresden AG, Dresden/D	www.msd-dresden.de	5

Advertisers	Internet	Page
Paschal-Werk, G. Maier GmbH, Steinach/D	www.paschal.de	59
Putzmeister Ibérica S. A., Madrid/E	www.putzmeister.es	11
Rascor International AG, Steinmaur/CH	www.rascor.com	37
Rowa Tunnelling Logistics AG, Wangen/CH	www.rowa-ag.ch	13
Schauenburg Maschinen- und Anlagenbau GmbH, Mülheim an der Ruhr/D	www.schauenburg-mab.com	31
Sika Schweiz AG, Aliva Equipment, Widen/CH	www.aliva-equipment.com	39
Sika Services AG, Zürich/CH	www.sika.com	3
Techn. Universität Graz/A	www.tunnel-graz.at	BL
TechnoBochum, Bochum/D	www.techno-bochum.de	29
The Robbins Company, Kent/USA	www.TheRobbinsCompany.com	7
Tunnel Expo Istanbul/TR	www.tunnelexporturkey.com	U3
WBI Beratende Ingenieure für Grundbau und Felsbau GmbH, Aachen/D	www.wbionline.de	BL
World Tunnel Congress, Iguassu Falls/BR	www.wtc2014.com.br	25

### bau | | verlag

We give ideas room to develop

www.bauverlag.de

**tunnel** 33. Jahrgang / 33<sup>rd</sup> 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

**Anzeigenleiter / Advertisement Manager:**  
Erdal Top  
Phone: +49 5241 80-2179  
E-Mail: erdal.top@bauverlag.de  
(verantwortlich für den Anzeigenteil/  
responsible for advertisement)  
Rita Srowig  
Phone: +49 5241 80-2401  
E-Mail: rita.srowig@bauverlag.de  
Fax: +49 5241 80-62401  
Maria Schröder  
Phone: +49 5241 80-2386  
E-Mail: maria.schroeder@bauverlag.de  
Fax: +49 5241 80-62386

Gültig ist die Anzeigenpreisliste Nr. 32 vom 1.10.2013  
Advertisement Price List No. 32 dated 1.10.2013 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@comediasrl.it  
USA/Canada:  
Detlef Fox, D. A. Fox Advertising Sales, Inc.  
5 Penn Plaza, 19<sup>th</sup> 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 Anzeigen und Vertrieb / Director Advertisement Sales:**  
Dipl.-Kfm. Reinhard Brummel  
Phone: +49 5241 80-2513

**Herstellungsleiter / Production Director**  
Olaf Wendenburg  
Phone: +49 5241 80-2186

**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 Bauverlages finden Sie vollständig unter www.bauverlag.de

### Publications:

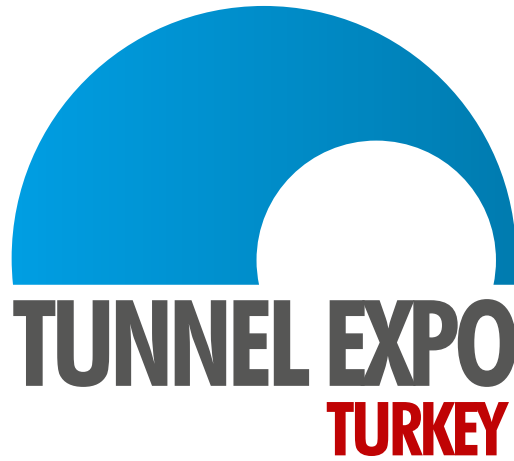
Under the provisions of the law the publishers acquire the sole publication and processing rights to articles and illustrations accepted for printing. Revisions and abridgements are at the discretion of the publishers. The publishers and the editors accept no responsibility for unsolicited manuscripts. 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 Bauverlag 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**



**35 Billion Euros will be spent on TUNNELLING related projects in Turkey ...  
Get your share from it !**



**TUNNEL EXPO  
TURKEY**

**TUNNEL CONSTRUCTION TECHNOLOGIES  
AND EQUIPMENTS FAIR**

**28-31 AUGUST 2014**

**Istanbul Expo Center Yeşilköy - TURKEY**



**Demos Exhibition and Organization**  
Tel: +90 212 288 02 06 \* Fax: +90 212 288 02 10  
info@demosfuar.com.tr \* www.demosfuar.com.tr

THIS FAIR IS ORGANIZED ACCORDING TO LAW 5174 AND WITH THE PERMISSION OF TOBB. 

Supported By



[www.tunnelexpoturkey.com](http://www.tunnelexpoturkey.com)

SAFE, EFFICIENT, RELIABLE, DURABLE, PERFORMING  
SUSTAINABLE, ECONOMICAL, GROUND SUPPORTING  
GROUND CONSOLIDATING, WATERPROOFING, DESIGN  
OPTIMIZING, FLEXIBLE, STRONG, WORKABLE, LOW  
REBOUND, WATER STOPPING, GROUND SUPPORTING  
SAFE, PERFORMING, EFFICIENT, STRONG, WORKABLE  
RELIABLE, FLEXIBLE, DESIGN OPTIMIZING, DURABLE  
ECONOMICAL, WATER STOPPING, WATERPROOFING  
SUSTAINABLE, GROUND CONSOLIDATING, WATERPROOFING  
RELIABLE, FLEXIBLE, DESIGN OPTIMIZING, LOW REBOUND  
ECONOMICAL, WATER STOPPING, WATERPROOFING  
SUSTAINABLE, GROUND CONSOLIDATING



## I NEED SAFE AND EFFICIENT TUNNELING.

Safety and performance are BASF's first priorities in tunneling. This calls for specialized engineering support, application know-how and state of the art chemistry. BASF can fulfill your needs with its Master Builders Solutions. Whether you are looking for ground support & consolidation, an efficient TBM or waterproofing, our leading global expertise in sprayed concrete, injection, mechanized tunneling solutions and membrane technology will help you build your tunnel safely and economically.

For more information please visit [www.ugc.basf.com](http://www.ugc.basf.com)

 **BASF**

The Chemical Company