

tunnel

2

March

Offizielles Organ der STUVA · Official Journal of the STUVA

2012

www.tunnel-online.info

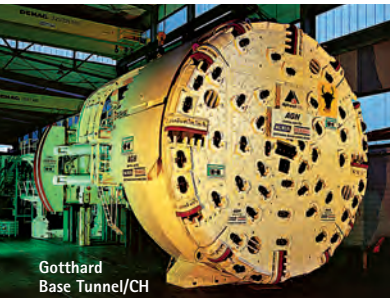


bau || || verlag
Wir geben Ideen Raum

Mexico: Tunnel Solutions for Mexico City
Túnel Emisor Oriente: The biggest Sewage Project in the World
Safety: How to act during Dangerous Situations



Gotthard
Base Tunnel/CH



Gotthard
Base Tunnel/CH



Calle
Mallorca/ES



Guangdong
Intercity/CN



Crossrail/UK

PIONEERING TUNNELLING TECHNOLOGY.

- Mechanized tunnelling technology for all geologies
- All traffic as well as supply and disposal infrastructures
- Diameters from 0.10 to 19m
- Around 400 kilometers of tunnel in approx. 100 railway projects.

Construction companies have already excavated around 400 kilometers of tunnel for new rail links worldwide, using Herrenknecht tunnel boring machines.

During construction of the longest tunnel in the world, the Swiss Gotthard Base Tunnel, four hard rock machines made by Herrenknecht excavated and secured a total of 85 kilometers of tunnels. The main breakthrough in March 2011 marks a milestone in the Champions League of mechanized tunnel construction. In July 2011, Spanish miners celebrated the breakthrough in the Calle Mallorca projects, after they had excavated nearly 5 kilometers of railway tunnel under the city of Barcelona passing beneath the world-famous Sagrada Familia, for example. London is tackling a giant mega-project. The new Crossrail railway line is to cross beneath London from east to west. A total of 8 Herrenknecht EPB Shields and Mixshields will be employed from 2012. In China, the expansion of high-performance railway networks is being advanced. Herrenknecht delivers large machines with diameters up to 13 meters for 18 challenging tunnel projects.

As the only company worldwide, Herrenknecht delivers cutting-edge tunnel boring machines for all ground conditions and in all diameters. Together with innovative specialists in the Group, Herrenknecht is able to offer integrated solutions around tunnel construction with project-specific equipment and service packages. With more than 70 international group companies, Herrenknecht provides a comprehensive range of services close to the project site and the customer quickly and in a targeted way.

Herrenknecht AG
D-77963 Schwanau
Phone +49 7824 302-0
Fax +49 7824 3403
marketing@herrenknecht.com

www.herrenknecht.com



tunnel 2/12

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



In Mexico City werden zurzeit 2 Megaprojekte realisiert: Túnel Emisor Oriente und Metro Line 12, Seite 18 ff und 32 ff.

Currently 2 Mega-Projects are being accomplished in Mexico City: Túnel Emisor Oriente and Metro Line 12, see pp 18 and pp 32.

Aktuelles / Topical News

2

Hauptbeiträge / Main Articles

Tunnellösungen für Mexico City

18

Tunnel Solutions for Mexico City

R. Herr

Túnel Emisor Oriente: Das weltgrößte Abwasserprojekt

32

Túnel Emisor Oriente: The biggest Sewage Project in the World

V. Breuning

Klare Ansagen für Verkehrsteilnehmer:

Neue Chancen zur sicheren Sprachalarmierung in Tunneln

40

Clear Announcements for Motorists:

New Chances for safe Voice Alarms in Tunnels

R. Mayer, O. Reimann, Ch. Sisténich

Fachtagungen / Conferences

Stuva-Tagung `11 in Berlin:

Unterirdisches Bauen für zukunftsfähigen Umwelt- und Klimaschutz

48

2011 STUVA Conference in Berlin:

Underground Construction for Sustainable Environmental and Climate Protection

Instandsetzung / Refurbishment

Brand im Simplontunnel: Neuartige Sanierung und Ursachenerkundung

55

Fire in the Simplon Tunnel: Novel Redevelopment and Investigation of Causes

Sanierung Ringtunnel Unna / D:

Verkehrsnadelöhr im Injektionsverfahren abgedichtet

59

Redevelopment of Unna Ring Tunnel / D:

Traffic Bottleneck sealed by Grouting

Informationen / Information

Buchbesprechung

47+62

Book Review

Veranstaltungen

63

Events

Inserentenverzeichnis

64

Advertising list

Impressum

64

Imprint

Title

Intelligent Sandvik DT1130i jumbo drilling at
Bilfinger Berger's Citybanan jobsite in Stockholm/
Sweden

(Photo: Sandvik Construction)

Deutschland

Größtes Einzelprojekt bei Emscher-Umbau startet

Es ist das größte Einzelprojekt im Rahmen des Generationenprojekts „Emscher-Umbau“ und die Voraussetzung für die Modernisierung der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur in dieser Region: der Bau des Abwasserkanals Emscher auf einer Gesamtlänge von stolzen 35 km von Dortmund bis nach Bottrop. Den Bauauftrag für das 420-Mio.-Euro-Projekt hat die Emschergenossenschaft im Januar 2012 an Wayss & Freytag Ingenieurbau vergeben. Bereits im Frühjahr startet der Kanalbau gleichzeitig an mehreren Stellen entlang der Emscher zwischen Dortmund und Bottrop.

Fünf Jahre lang entsteht in mehreren Abschnitten parallel der Abwasserkanal Emscher in den Städten Dortmund, Castrop-Rauxel, Recklinghausen, Herne, Herten, Gelsenkirchen, Essen und Bottrop. Ein kleinerer Teilabschnitt in Bottrop-Süd befindet sich bereits seit dem Herbst 2011 im Bau.

„Emscherschnellweg unter Tage“

„Wenn der von vielen Menschen auch „Emscherschnellweg unter Tage“ genannte Abwasserkanal 2017 in Betrieb genommen wird, wird endlich das getrennt, was ohnehin nicht zusammen gehört: Das schmutzige Abwasser verbannen wir unter die Erde, oberirdisch fließt dann in der Emscher nur noch sauberes Wasser“, verspricht Dr. Jochen Stemplewski, Vorstandsvorsitzender der Emschergenossenschaft, anlässlich der Vertragsunterzeichnung, die einen besonderen Meilenstein im

Rahmen des Mammutprojekts Emscher-Umbau bedeutet.

Der Emscher-Umbau in Zahlen

Der Umbau der Emscher begann bereits 1992 und wird 2020 abgeschlossen sein. Investiert werden in dieses wohl größte Infrastruktur-Projekt der Region insgesamt 4,5 Mrd. Euro. In den 1990er Jahren entstanden entlang des Emscher-Hauptflusses bereits 3 neue hochmoderne Großkläranlagen: im Osten in Dortmund, in der Mitte in Bottrop und im Westen in Dinslaken an der Emschermündung.

400 km an neuen unterirdischen Abwasserkanälen sind die Voraussetzung für die ökologische Umgestaltung der rund 350 km langen Gewässerlandschaften im Emscher-System – knapp 225 km der Abwasserkanäle sind bereits fertig gestellt worden, etwa 90 km an ehemaligen Schmutzwasserläufen sind bis heute zu naturnahen Flusslandschaften umgebaut worden. Bereits abwasserfrei ist seit Anfang 2010 der Oberlauf der Emscher im Raum Dortmund: Kein Schmutzwasser, sondern sauberes und glasklares Wasser fließt nun durch das Emscherbett, das in Dortmund bereits an vielen Stellen renaturiert wurde – es ist nur ein kleiner Vorgeschmack dessen, was im restlichen Emschertal (westlich von Dortmund bis nach Dinslaken) bis 2020 noch kommen wird: Der einstige Hinterhof des Reviers verwandelt sich nun sichtbar in einen neuen Vorgarten. 

Germany

Biggest individual Project started for Emscher Redevelopment Scheme

It is the biggest individual project within the scope of the “Emscher Redevelopment” – a generation-spanning scheme providing the prerequisite for modernising the region’s hydro-economic structure: the building of the Emscher wastewater canal over no less than 35 km from Dortmund to Bottrop. The contract for the project worth 420m euros was awarded by the Emschergenossenschaft to Wayss & Freytag Ingenieurbau in January 2012. Work on the canal will begin at several places along the Emscher between Dortmund and Bottrop in spring.

For 5 years work will forge ahead on the Emscher sewage canal simultaneously in the cities of Dortmund, Castrop-Rauxel, Recklinghausen, Herne, Herten, Gelsenkirchen, Essen and Bottrop. A smaller part-section got underway in Bottrop-South in autumn 2011.

“Emscher Expressway underground”

Dr. Jochen Stemplewski, the Emschergenossenschaft CEO promised when the contract was signed, marking a special milestone within the framework of the giant Emscher redevelopment scheme that when the wastewater canal – also known as the “Emscher expressway” by many – opens in 2017 at long last what doesn’t belong together will finally be separated: polluted wastewater, which will be banished underground so that only clean water will flow in the Emscher.

The Emscher Redevelopment Scheme in Figures

Conversion of the Emscher began back in 1992 and is due to be finalised in 2020. A total of 4.5b euros is to be invested in what is the region’s biggest infrastructural project. During the 1990s, 3 ultra-modern large clarification plants were produced along the main Emscher watercourse: in Dortmund in the east, at Bottrop in the centre and at Dinslaken at the Emscher estuary in the west.

The prerequisite for the ecological redevelopment of the roughly 350 km long waterways of the Emscher system is 400 km of new underground wastewater conduits – some 225 km of these conduits have already been completed. Around 90 km of waterways, which formerly carried sewage, have been transformed into natural rivers. The upper reaches of the Emscher in the Dortmund area have been sewage-free since early 2010: no polluted water but clean and crystal-clear water now flows over the bed of the Emscher, which has been renaturalised already in many places in Dortmund – representing a foretaste of what is still to come in the remainder of the Emscher valley (west of Dortmund to Dinslaken) by 2020. The Ruhr District’s former backyard is being visibly transformed into a new front garden. 



SERIOUS TUNNELING POWER



NIAGARA TUNNEL PROJECT

14.4 M MAIN BEAM TBM
10.4 KM DRIVE

MULTIPLE WORLD RECORDS

The 14.4-meter Robbins TBM achieved two records in its size class: 468 m in one month and 153 m in one week.

A FIRST TIME FOR EVERYTHING

The 2,000-ton Main Beam TBM was delivered and assembled using Robbins' Onsite First Time Assembly (OFTA) in under 12 months—ahead of a tight delivery schedule.



THE Robbins COMPANY.COM

SMARTER EQUIPMENT. MORE EXPERTISE.

At Robbins, we earn a lot of world records with our powerful TBM equipment. More importantly, our TBMs, engineering expertise and technical support ensure that your complex tunneling project is a complete success. When it comes to tunneling challenges, you can trust Robbins to be with you every meter of the way.

Deutschland

Rastatter Tunnel wird gebaut

Beim viergleisigen Ausbau der Rheintalbahn soll in Rastatt nun doch ein Tunnel gebaut werden. Er unterquert das gesamte Stadtgebiet und die Federbachniederung mit einer Länge von 4.270 m und für eine Geschwindigkeit von 250 km/h ausgelegt. Der Tunnel ist Bestandteil des Planfeststellungsabschnitts 1.2 der Ausbau- und Neubaustrecke Karlsruhe-Basel. Seit dem 11. August 1998 besteht für diesen Abschnitt Baurecht; derzeit liegt dem Eisenbahn-Bundesamt ein Antrag auf eine Planänderung zur Prüfung und Freigabe vor, und zwar für neuere Regelungen der Tunnel-sicherheit aber auch den Bau von Sonic Boom-Bauwerken an den

Tunnelportalen; sie dämpfen die bei Tunneleinfahrten und -ausfahrten entstehenden Geräusche von schnellen Zügen.

Die beiden Tunnelröhren sollen zeitversetzt in Nord-Süd-Richtung vorgetrieben werden. Der Tunnel erhält eine mit Rettungsfahrzeugen befahrbare Feste Fahrbahn. Man rechnet mit bis 6 Jahren Bauzeit. G.B.

**Literatur / References**

- [1] Brux, G.: Tunnelknall: Entstehung und Gegenmaßnahmen. Bautechnik 10/2011, pp. 731 – 732
- [2] Katzenbergtunnel: Besondere Portale verhindern Tunnelknall. Tunnel 2/2011, pp. 10 – 12
- [3] Bettelini, M.; Rigert, S.: Immer schneller durch den Tunnel: Aerodynamik von Hochgeschwindigkeits-Bahntunneln. Tunnelbau-SchweizerBauJournal 5/2011, pp. 77 – 79

Germany

Building the Rastatt Tunnel

A tunnel is to be produced in Rastatt after all in conjunction with the 4-track upgrading of the Rheintal railway. It will undercut the entire bounds of the city as well as the Federbach lowland area with a length of 4,270 m designed to cope with speeds of up to 250 km/h. The tunnel is part of plan approval section 1.2 of the new and upgraded Karlsruhe-Basle route. Building permission

for this section has existed since August 11, 1998. Currently the Federal Railway Authority is dealing with an alteration to the plan – basically for new regulations governing tunnel safety as well as producing sonic boom structures at the tunnel portals. The latter are devised to suppress the noise caused by fast trains when entering and exiting tunnels.

The 2 tunnel bores are to be driven from north to south one after the other. The tunnel is to be fitted with a solid slab track capable of being accessed by rescue vehicles. It is estimated the project will take 6 years to complete.

G.B.



Deutschland

Alter Buschtunnel wieder in Betrieb

Der fast 700 m lange zweigleisige Alte Buschtunnel (1843) zwischen Aachen und der belgischen Grenze ist nach umfangreichen Sanierungsarbeiten seit dem 23. Oktober 2011 wieder in Betrieb, und zwar jetzt eingleisig. Nördlich des Tunnels wurde in Aachen-Süd eine Überleitstelle mit einem doppelten Gleiswechsel erbaut.

In Richtung Belgien wird der Neue Buschtunnel (2009) und in Richtung Aachen der Alte Buschtunnel genutzt, und zwar jeder nur eingleisig mit max. 100 km/h. – Insgesamt wurden 15 Mio. EUR investiert. G.B.

**Literatur / References**

- Erneuerung des Buschtunnels. Tunnel 1/2009, p. 7

Germany

Old Busch Tunnel operational again

The almost 700 m long twin-track Old Busch Tunnel (1843) between Aachen and the Belgian border was reopened on October 23, 2011 on a single-track basis following extensive renovation work. In Aachen-South to the north of the tunnel a transfer point with a double track cross-over was built.

The New Busch Tunnel (2009) towards Belgium and the Old Busch Tunnel towards Aachen are now in operation – each with a single track catering for a max. speed of 100 km/h. A total of 15 m euros was invested. G.B.





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 ideas regarding performance capability of excavation retention, the quality of sealing systems, of aesthetics in overall completion, and of the sustainability of the products and solutions deployed. Sika makes the necessary quality products that meet your requirements available, including for unforeseen eventualities!



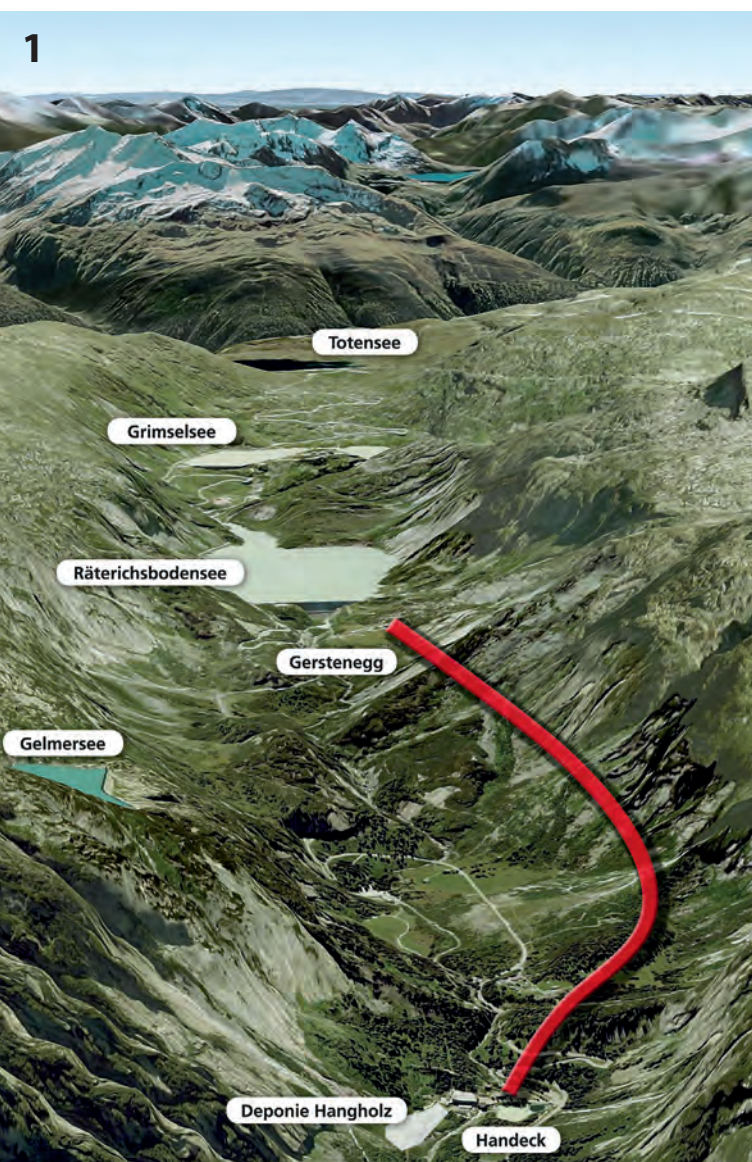
Sika Services AG | CH-8048 Zurich | Switzerland
Phone: +41 58 436 40 40 | Fax: +41 58 436 41 50
www.sika.com

Innovation & Consistency | since 1910

Schweiz

Erschließungsstollen Handeck-Gerstenegg

Für die Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) in Innertkirchen, eines der führenden Wasserkraftunternehmen der Schweiz (2350 GWh/a) wird derzeit der Erschließungsstollen Handeck-Gerstenegg zur wintersicheren Zufahrt zu den Kraftwerken Grimsel 1 und 2 sowie zur Bauerschließung für die weiteren Ausbauprojekte „KWO plus“ gebaut. Der mit Lastkraftwagen befahrbare Stollen ist 3400 m lang, 4,50 m breit und 5,40 m hoch und hat 12 % Steigung. Das neue Portal an der Handeck liegt in 1300 m ü. NN., danach der weitere Verlauf in der westlichen Talflanke des Aaretals; der Fensterstollen und das neue Portal an der Gerstenegg (1700 m ü. NN.) stehen in Verbindung mit dem Zugangsstollen zum Kraftwerk Grimsel 2.



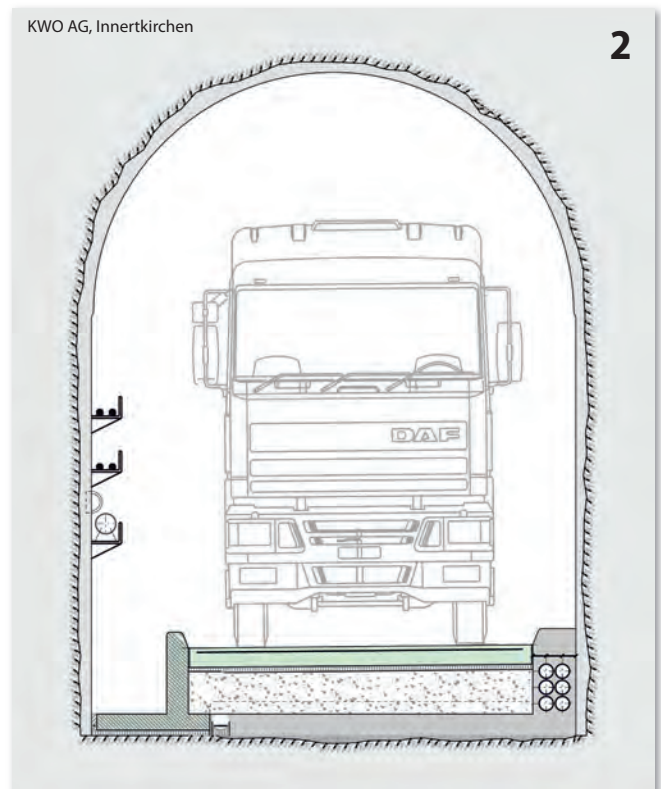
Erschließungsstollen Handeck-Gerstenegg und Deponie Hangholz (Lageplan)
Handeck-Gerstenegg exploratory tunnel and Hangholz dump (site plan)

Switzerland

Handeck-Gerstenegg Exploratory Tunnel

Currently the Handeck-Gerstenegg exploratory tunnel is under construction to secure access in winter to the Grimsel 1 and 2 power plants as well as to open up further "KWO plus" projects for the Oberhasli AG (KWG) at Innertkirchen, one of Switzerland's leading hydro power companies.

The bore, which can be negotiated by lorry, is 3,400 m long, 4.50 m wide and 5.40 m high with a 12 % gradient. The new portal at Handegg is located 1,300 m ASL before running along the western flank of the Aaretal valley. The access heading and the new portal at Gerstenegg (1,700



Erschließungsstollen von Bild 1 (Querschnitt)
Exploratory tunnel from Fig. 1



Lademaschine TIC 312-H3 im Erschließungsstollen
Loading machine TIC 312-H3 in the exploratory tunnel

Mit den Bauarbeiten für den Stollen wurde im Oktober 2009 begonnen, und zwar mit dem Portal Handeck. Dazu gehören die Ausführung der beiden Portale, der Stollen mit Ausweichstellen im Sprengvortrieb im Aaregranit (Gebirgssicherung mit Ankern und faserbewehrtem Nassspritzbeton – wegen der guten Gebirgsverhältnisse nur im First) und der Tunnelausbau. Das Ausbruchmaterial, vor Ort verladen mit einer Tunnel-Lademaschine (ITC 312-H3), wird mit Lastkraftwagen zur Deponie Hangholz unterhalb des Kraft-

m ASL) are linked with the access tunnel to the Grimsel 2 power plant.

Work on building the tunnel commenced in October 2009 at the Handeck portal. The activities involve the execution of the 2 portals, the heading with by-pass points constructed by drill+blast in Aare granite (rock secured by anchors and fibre-reinforced wet shotcrete – only in the roof on account of the good rock conditions) and lining the tunnel. The excavated material, removed on the spot by means of a tunnel loading machine (ITC 312-H3) is

ITC SA, Martigny

4

Lademaschine von Bild 3 beim Schüttern an der Ortsbrust
Loading machine from Fig. 3 mucking at the face

werks Handeck 1 gefahren. Bis Ende April 2011 waren über 2 km Stollen einschließlich der sieben Ausweichstellen ausgebrochen. Inzwischen wurde der Voreinschnitt zum Portal Gerstenegg und ein Entwässerungsschacht (1500 mm Durchmesser) ausgeführt. Die Ausbrucharbeiten für den Stollen werden Anfang 2012 abgeschlossen sein; nach Ausführung des Innenausbaus soll der Erschließungsstollen Ende 2012 von der KWO genutzt werden können.

G.B.


transferred by lorry to the Hangholz dump beneath the power station Handeck 1. By the end of April 2011 more than 2 km of tunnel had been driven including the 7 bypass bays. In the interim the precut for the Gerstenegg portal and a drainage shaft (1,500 mm diameter) have been produced. The excavation operations on the tunnel are scheduled to end early 2012. After the inner lining has been completed the exploratory heading will be ready to be used by the KWO at the end of 2012.

G.B.




Injektion im Erdreich und unter Bauteilen

- Verfestigen
- Stabilisieren
- Abdichten



Vorteile

- je nach Verpresstiefe individuell kombinierbar
- flexible Anordnung der Austrittsbohrungen möglich



Anwendervideos unter

www.desoi.de/anwendervideos/rammverpresslanzen



DESOI®

DESOI GmbH

Gewerbestraße 16
36148 Kalbach/Rhön
+49 6655 9636-0

info@desoi.de www.desoi.de

Schweiz

Sanierung des Gubristunnels

Der 3,3 km lange Gubristunnel liegt in der Nordumfahrung Zürich (A1/A4 Nordring) zwischen den Gemeinden Weiningen und Regensdorf; der 1985 in Betrieb genommene Straßentunnel hat 2 richtungsgetrennte Röhren mit je 2 Fahrspuren; beide Tunnelröhren sind durch 12 Querschläge im Abstand von 300 m miteinander verbunden.

Im Tunnel werden das Lüftungssystem, die Energieversorgung, die Beleuchtung, die Signal-, Kommunikations- und Überwachungsanlagen erneuert, und zwar für insgesamt 75 Mio. CHF (60 Mio. EUR). Dabei soll der Verkehr möglichst wenig beeinträchtigt werden. Es fahren täglich bis zu 114.000 Fahrzeuge durch den Tunnel. Die Arbeiten werden deshalb nachts bei jeweils Sperrung einer Röhre in der Zeit von 20 bis 5 Uhr ausgeführt. Beendet werden sie Ende 2012 sein.

Bisher gab es Halbquerlüftung mit Zuluft durch Schlitz-

in der Tunnelwand und Absaugung an der Decke sowie Brandklappen alle 200 m in der Zwischendecke zum Rauchabzug im Brandfall. Nach dem neuen Lüftungskonzept erhält jede Tunnelröhre eine eigene unabhängige Brandlüftung mit je 4 Strahlventilatoren in den Portalbereichen – aktiv nur im Ereignisfall (Brand oder Sichttrübung). Die Verkehrsteilnehmer gelangen zur Selbstrettung in die unter Überdruck stehenden Schutzräume zwischen den Tunnelröhren. Zum Einbau der Strahlventilatoren musste die Zwischendecke an beiden Tunneleingängen auf etwa 180 m Länge ausgeschnitten werden, was nicht einfach und dazu zeitaufwändig war.

Wegen des starken Verkehrszuwachses auf der Nordumfahrung wird der Bau einer zusätzlichen Tunnelröhre für den Gubristunnel geplant. G.B.



Switzerland

Redeveloping the Gubris Tunnel

The 3.3 km long Gubris Tunnel is located in the Zurich North Bypass (A1/A4 North Ring) between the municipalities of Weiningen and Regensdorf. The road tunnel, which opened in 1985, has 2 directionally separate bores each with 2 lanes. Both bores are linked to one another by means of 12 cross-passages set 300 m apart.

The ventilation system, power supply, lighting, the signalling, communications and monitoring systems are being renewed in the tunnel at a cost of 75 m. CHF (60 m. euros). The concept foresees traffic being affected as little as possible. Up to 114,000 vehicles per day pass through the tunnel. As a consequence work is carried out during the night hours between 8.00 pm and 5.00 am with one bore closed. It is scheduled to end in late 2012.

Up till now there has been semi-cross ventilation with air introduced through slots in the

tunnel walls and removed via the ceiling as well as fire flaps every 200 m in the intermediate ceiling to extract smoke in the event of fire. According to the new ventilation concept both tunnel bores will be fitted with independent fire ventilation systems each with 4 jet fans in the portal zones – active only in the event of an incident (fire or impaired visibility). Motorists evacuate to protective rooms subject to overpressure between the tunnel bores. In order to accommodate the jet fans the intermediate ceiling had to be opened up over a length of some 180 m at both tunnel entrances, which was not straightforward quite apart from being time-consuming.

Owing to the pronounced increase in traffic at the North Bypass it is intended to construct an additional tube for the Gubris Tunnel.

G.B.



www.pressluft-frantz.de

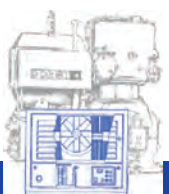
Wir bieten Druckluftlösungen für den Tunnel- und Spezialtiefbau:

- ❑ Druckluftversorgung für maschinellen und konventionellen Vortrieb
- ❑ Druckluftversorgung für Arbeiten in Druckluft
- ❑ OEM-Kompressoren für andere Gerätehersteller

We offer compressed-air solutions for tunnelling and civil engineering:

- ❑ Compressed-air supply for mechanized and conventional tunnelling
- ❑ Compressed-air supply for working in compressed-air
- ❑ OEM compressors for other machine manufacturers

**PRESSLUFT
FRANTZ**
Baumaschinen- und
Ersatzteilhandels GmbH



Qualität ist kein Zufall

Quality is no coincidence

Schweiz

Saasertunnel – Umfahrung von Saas eröffnet

Die 3,7 km lange Umfahrung von Saas für die Nationalstraße A28 mit dem 2,6 km langen, zweispurigen Saasertunnel (= 69 % Streckenanteil) und dem parallelen 2,3 km langen Sicherheitsstollen wurde nach 9 Jahren Bauzeit am 21. Oktober 2011 eröffnet.

Der Saasertunnel hat zusammen mit den beiden Tagbaustrecken beim Anschluss Saas West und Portal Waldhof 2.577 m Länge und zwei 3,50 m breite Fahrspuren im Gegenverkehr und beidseitig über 1,40 m breite Randwege. Der kleinste Bogenhalbmesser

im Tunnel beträgt 600 m. Der Tunnel steigt vom Anschluss Saas West mit 2,5 % in Richtung Waldhof. Das Quergefälle der Fahrbahn beträgt 3 % und in den Bögen 6,5 %.

Zur Selbstrettung im Ereignisfall wurde talwärts in 30 m Abstand ein Sicherheitsstollen für den Saasertunnel erstellt; er ist 2.320 m lang und alle 300 m durch Querschläge mit dem Haupttunnel verbunden. Durch die Belüftung mit je einem Axialventilator von beiden Portalen aus wird im Sicherheitsstollen ein Überdruck erzeugt, so dass der Fluchtweg

Switzerland

Saaser Tunnel – Saas Bypass opened

The 3.7 km long Saas Bypass on the A28 national highway with the 2.6 km long, 2-lane Saaser Tunnel (= 69 % of the route) and the parallel 2.3 km long safety tunnel was opened on October 21, 2011 following 9 years of construction.

Together with the 2 cut-and-cover sections at the Saas West interlink and the Waldhof portal the Saaser Tunnel is 2,577 m long with two 3.50 m wide carriageways in 2-way traffic and two 3.50 m wide hard shoulders at the sides. The smallest curve radius in the tunnel amounts to 600 m. From the Saas West interlink the tun-

nel rises with a 2.5 % gradient towards Waldhof. The carriageway's lateral incline amounts to 3 % and 6.5 % in the curves.

A safety tunnel was produced for the Saaser Tunnel at a distance of 30 m for self-evacuation in the event of an incident. Overpressure is created in the safety tunnel through ventilation produced by axial fans at both portals so that the escapeway remains unimpeded by smoke should an incident occur. The evacuation tunnel is provided with lighting and luminous escapeway sign with details of the distances involved.



fermacell®
AESTUVER

Safety first!

Baulicher Brandschutz mit maßgeschneiderten Lösungen und überzeugendem Service.

AESTUVER T – eine speziell für den Hochtemperaturbereich entwickelte Brandschutzplatte aus Glasfaserleichtbeton

- schützt Beton zuverlässig vor Brandbelastungen bis 1.350 °C.
- ist frost- und wasserbeständig.
- bietet vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten mit Farben und Beschichtungen.

Fire safety engineering with tailored solutions and convincing customer support.

AESTUVER T – glass-fibre reinforced light-weight concrete boards specifically developed for high-temperature environments.

- Reliable protection for concrete against effects of fire loads of up to 1,350 °C.
- Frost and water resistant.
- Painting and coating options for customized finishes.



Fermacell GmbH
FERMACELL Aestuver
Düsseldorfer Landstr. 395 · 47259 Duisburg
Telefon: +49 (0) 203 60880-8141
Telefax: +49 (0) 203 60880-8140
E-Mail: info@aestuver.de
www.aestuver.de

im Ereignisfall frei von Rauch bleibt. Der Stollen erhält eine Beleuchtung und nachleuchtende Fluchtwegtafeln mit Entfernungsangaben.

Der Saasertunnel ist mit einer Brand- und Rauchdetektion ausgerüstet sowie mit Videoüberwachung, SOS-Stationen (Notruf, Feuerlöscher), Beleuchtung, Fluchtwegtafeln und Hydranten; er ist mit einer Zwischendecke ausgeführt, in der alle 100 m steuerbare Abluftklappen angeordnet sind, die bei einem Brand gezielt geöffnet werden können. Infolge des geringen Frischluftbedarfs reichen die natürliche Lüftung durch den Verkehr sowie die Temperatur- und Druckunterschiede zwischen den Portalen aus. Bei Bedarf kann die Längsströmung durch Strahlventilatoren unterstützt werden.

Bauausführung

Der Saasertunnel wurde von beiden Portalen aus im Sprengvortrieb mit Kalottenausbruch und Strossenabbau aufgeföhren – ab Oktober 2005 vom Westportal steigend 2.055 m und ab Mitte 2006 vom Ostportal fallend und 523 m im Schutze eines Rohrschirmes. Die Felssicherung besteht aus Ankern und Bewehrungsnetzen sowie Stahlfaser-Nassspritzbeton (10 cm); in den beidseitig angeordneten Ausstellbuchten erfolgte die Felssicherung mit Stahlprofilen. Da die Überdeckung teilweise nur 100 m zur bebauten Oberfläche betrug, musste mit verringerten Sprengstoffmengen je Abschlag gearbeitet werden (Überprüfung mit Geophonen).

Der Sicherheitsstollen wurde auf 1.876 m Länge mit einer Tunnelbohrmaschine (4,50 m Durchmesser) steigend ab

16. Januar 2006 aufgeföhren. Die Felssicherung hinter dem Fräskopf geschah wie beim Sprengvortrieb mit Stahlfaser-Nassspritzbeton.

Der Tunneldurchschlag fand am 25. Juni 2008 statt. Es folgte der weitere Ausbau und der Einbau der Sicherheitseinrichtungen. Die 0,45 Mio. m³ Ausbruchmaterial wurden auf einer Deponie im Trumtobel gelagert und später für Erdbauwerke verwendet.

Bauzeit und Baukosten

Für die Planung und Projektierung des Projektes benötigte man 27 Jahre und für die Bauausführung 9 Jahre. Schließlich föhren täglich etwa 14.000 Fahrzeuge durch Saas.

Die Endkosten für das Projekt von 252 Mio. CHF (207 Mio. EUR) werden den veranschlagten Betrag um 5 % unterschreiten. Der Bau des Saasertunnels und des Sicherheitsstollens kostete 116 und 18,5 Mio. CHF (zusammen 110 Mio. EUR). Die Kosten für die Sicherheitseinrichtungen (Elektromechnik, Löschwasserversorgung usw.) betrugen etwa 18 % der Gesamtkosten der Umföhrung Saas.

G.B.



The Saaser Tunnel is equipped with a fire and smoke detection system as well as video monitors, SOS stations (emergency call, fire extinguishers), lighting, escape-way signs and hydrants. It possesses an intermediate ceiling, fitted with controllable exhaust air flaps set 100 m apart, which can be opened as required in the event of fire. As relatively little fresh air is needed, the natural ventilation provided by traffic as well as the temperature and pressure differences between the portals is adequate. The longitudinal current can be supported by jet fans if need be.

Execution of Construction

The Saaser Tunnel was driven from both portals via drill+blast with crown excavation and bench extraction – as from October 2005 on the rise from the west portal over 2,055 m and as from mid-2006 dipping over 523 m from the east portal protected by a pipe umbrella. The rock is secured by anchors and reinforcement meshing as well as steel fibre wet shotcrete (10 cm); the rock in the bays at both sides was secured by steel profiles. As the overburden to the buildings on the surface in

some cases only amounted to 100 m, work had to be carried out using minimal charges of explosive per round (monitoring with geophones).

The safety tunnel was driven over a length of 1,876 m on the rise starting on January 16, 2006 using a tunnel boring machine (4.50 m diameter). The rock was secured behind the cutterhead with steel fibre wet shotcrete just as was the case during drill+blast.

The tunnel was broken through on June 25, 2008. Then further supporting and the installation of the safety facilities were undertaken. The 0.45 mill. m³ of excavated material was stored on a dump at Trumtobel and subsequently utilised for earthworks.

Construction Time and Costs

27 years were required for planning and design and it took 9 years for construction to be executed. After all around 14,000 vehicles pass through Saas daily.

The final costs of 252 m CHF (207 m euros) required for the project are some 5 % less than originally estimated. The production of the Saaser Tunnel and the safety tunnel amounted to 116 and 28.5 m CHF (altogether 110 m euros). The costs for the safety installations (electrical engineering, extinguishing water supply etc.) accounted for some 18 % of the total costs for the Saas Bypass.

G.B.



Literatur / References

- [1] Saasertunnel – Sprengvortrieb begonnen. Tunnel 2/2006, pp. 4 – 5
- [2] Umföhrung Saas eröffnet. TA Graubünden Info. Nr. 92, Okt. 2011



Mapei Underground Technology Team

Das Mapei Underground Technology Team ist unsere Antwort auf die Bedürfnisse derer, die in der Welt des Tunnelbaus arbeiten.

Es ist das Resultat von Investitionen in die Forschung und Entwicklung spezifischer Produkte, des Engagements und der Hingabe der Mitarbeiter, welche Professionalität und Erfahrung an den Tag legen.

Weil Engagement den Unterschied macht.

Wir begleiten Sie vom Anfang bis zum Abschluss eines Projektes.

- ✓ **Weltweite Einsatzmöglichkeit innerhalb 24 Stunden und während 365 Tage pro Jahr**
- ✓ **Produktionssteigerung**
- ✓ **Kostenreduktion**

**MAPEI SUISSE SA
1642 Sorens**

T 026 915 9000
F 026 915 9003
E info@mapei.ch
W www.mapei.ch



(Vordere Reihe v.l.n.r.) Bernd Leuthner (Managing Director Herrenknecht (Guangzhou) Tunnelling Equipment Co., Ltd.), Dr. Angela Merkel (Bundeskanzlerin der Bundesrepublik Deutschland), Wen Jiabao (Ministerpräsident der Volksrepublik China) und Dr.-Ing. E.h. Martin Herrenknecht (Vorstandsvorsitzender Herrenknecht AG) während der Vorstellung der Tunnelbohrmaschine für die Metro Dongguan

(Front row f.l.t.r) Bernd Leuthner (Managing Director Herrenknecht (Guangzhou) Tunnelling Equipment Co., Ltd.), Dr. Angela Merkel (Federal Chancellor of the Federal Republic of Germany), Wen Jiabao (Premier of the People's Republic of China) and Dr.-Ing. E.h. Martin Herrenknecht (Board Chairman Herrenknecht AG) during the presentation of the tunnel boring machine for the Dongguan Metro

China/Deutschland

Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel und Ministerpräsident Wen Jiabao besuchen Herrenknecht in Guangzhou

Die deutsche Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel und der chinesische Ministerpräsident Wen Jiabao besichtigten am Anfang Februar 2012 das Herrenknecht-Werk (HTE) in Guangzhou/China. Deutsche Spitzentechnik ist auf dem chinesischen Wachstumsmarkt sehr gefragt – Tunnelbohrmaschinen von Herrenknecht kommen in vielen großen Infrastrukturprojekten in China zum Einsatz.

Im Rahmen ihrer China-Reise besuchte Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel gemeinsam mit Wen Jiabao, dem Ministerpräsidenten der Volksrepublik China, am 3. Februar 2012 das Herrenknecht-Werk in Guangzhou. Zur Delegation gehörten unter anderem 20 hochrangige

Vertreter der deutschen Wirtschaft. Dr.-Ing. E.h. Martin Herrenknecht, Vorstandsvorsitzender der Herrenknecht AG, stellte Bundeskanzlerin Merkel und Ministerpräsident Wen das Unternehmen vor und erläuterte bedeutende chinesische, aber auch internationale Referenzprojekte. Zudem präsentierte er eine Tunnelbohrmaschine, ein Erddruckschild mit 6,95 m Durchmesser, der beim Bau der Metrolinie 2 in Dongguan eingesetzt wird.

Auf dem chinesischen Wachstumsmarkt ist Herrenknecht seit der Lieferung der ersten Maschine für den Metrobau in Beijing im Jahr 2000 vertreten. Mittlerweile erwirtschaftet Herrenknecht rund 20 % seines

China/Germany

Federal Chancellor Dr. Angela Merkel and Premier Wen Jiabao visit Herrenknecht in Guangzhou

At the beginning of February 2012 the German Federal Chancellor Dr. Angela Merkel and the Chinese Premier Wen Jiabao visited the Herrenknecht Works (HTE) in Guangzhou/China. Top technology from Germany is very much in demand on the growing Chinese market – tunnel boring machines from Herrenknecht are employed in numerous major infrastructural projects in China.

Within the framework of her visit to China Federal Chancellor Dr. Angela Merkel together with Wen Jiabao, the Premier of the People's Republic of China visited the Herrenknecht plant in Guangzhou on February 3rd, 2012. Her delegation included 20 leading representatives from Ger-

man industry. Dr.-Ing. E.h. Martin Herrenknecht, board chairman of the Herrenknecht AG, presented the company to Federal Chancellor Merkel and Premier Wen and explained important Chinese as well as international reference projects. He also presented a tunnel boring machine, an EPB shield with 6.95 m diameter, foreseen for building the Metro Line 2 in Dongguan.

Herrenknecht has been represented on the Chinese growth market since it supplied the first machine for building the Beijing Metro in 2000. In the interim Herrenknecht now earns around 20 % of its total turnover in China. Enormous economic growth as well as an ever increasing degree of urbanisation has led to

Konzernumsatzes in China. Das enorme Wirtschaftswachstum sowie die stark fortschreitende Urbanisierung führen zu einem hohen Bedarf an leistungsfähigen, unterirdischen Verkehrs- und Versorgungsinfrastrukturen. Herrenknecht-Technik kommt bisher bei 275 Projekten, zumeist für innerstädtische Tunnel zum Einsatz.

Bereits 480 km Tunnelröhren konnte das Unternehmen in den vergangenen Jahren herstellen, weitere 200 km stehen an. Allein für den Metrobau waren und sind 172 Maschinen in 18 Städten im Einsatz. Zu den größten Projekten bislang gehörte der Bau von 2 doppelgeschossigen Verkehrstunneln in Shanghai zur Verbindung der Flussinsel Changxing mit dem Festland. Zwei der weltweit größten Tunnelbohrmaschinen mit jeweils 15,43 m Durchmesser trieben den Bau voran. Beim Süd-Nord-Wassertransferprojekt wurde der Gelbe Fluss nahe Zhengzhou unterquert: Zwei Maschinen mit je 9 m Durchmesser bohrten zwei 4,25 km lange Tunnel auf – bis zu 36 m unter dem Wasserspiegel.

Herrenknecht verfügt in China über 9 Standorte – 6 Vertriebs- und Service- sowie 3 Fertigungs- und Montagestandorte – mit insgesamt 850 Mitarbeitern. Für die Standorte in Deutschland und China ist dies eine Win-Win-Situation. Es konnten nicht nur in China Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eingestellt werden – auch in Deutschland wurden rund 1.000 zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen, um die steigende Nachfrage und den Bedarf an Tunnelbohrmaschinen in Asien abzudecken. Die von der Bundeskanzlerin und dem Ministerpräsidenten besuchte Niederlassung Herrenknecht (Guangzhou) Tunnelling Equipment Co., Ltd. (HTE), eine 100-prozentige Tochtergesellschaft, ist das erste von Herrenknecht in China gegründete Werk (2002). Der Herrenknecht Konzern ist weltweit führend bei der maschinellen Tunnelvortriebstechnik. Das Familienunternehmen beschäftigt rund 4.000 Mitarbeiter, über 2.000 davon am Unternehmenssitz im deutschen Schwanau. 

a high demand for high-grade, underground traffic and utility infrastructures. Herrenknecht technology has so far been involved in 275 projects, mainly for urban tunnelling schemes.

As many as 480 km of tunnel tubes were built using the companies technology over the past years; a further 200 km is being tackled. For Metro construction alone 172 machines have been and still are employed in 18 cities. Among the biggest projects so far is the production of 2 double-deck traffic tunnels in Shanghai to link the river island of Changxing with the mainland. Two of the world's largest tunnel boring machines each with 15.43 m diameter are involved in this project. The Yellow River near Zhengzhou was undertunnelled as part of the North-South Water Transfer project. Two machines each 9 m in diameter drove two 4.25 km long tunnels – at down to 36 m beneath water level.

Herrenknecht possesses 9 locations in China – 6 for sales and service as well as 3 production and assembly plants – with a total of 850 members of staff. This represents a win-win situation for

the locations in Germany and in China. First of all it turned out to be possible to engage a labour force in China – quite apart from employing around 1,000 additional people in Germany in order to cover the growing demand and need for tunnel boring machines in Asia. The Herrenknecht (Guangzhou) Tunnelling Equipment Co., Ltd. (HTE) plant visited by the Federal Chancellor and the Chinese Premier, a 100% subsidiary, is the first factory to be established by Herrenknecht in China (2002). The Herrenknecht group is worldwide No. 1 for mechanised tunnelling machinery. The family company employs some 4,000 members of staff, more than 2,000 of which are based at the headquarters in Schwanau in Germany. 

www.herrenknecht.de

Rolling Stock Palomino



Entladeeinheit



Mörtelverpresswagen



Kabelverlegewagen

Maschinen
Stahlbau



Dresden
Niederlassung der Herrenknecht AG

Der Spezialist für Ihren

Rolling Stock

Besuchen Sie uns für weitere Lösungen unter www.msd-dresden.de

Schweiz

Zürich: Milchbucktunnel erhält Sicherheitsstollen

Im Stadtgebiet von Zürich zählt der Milchbucktunnel (1985) zu den wichtigsten Verkehrerschließungen; er gehört zu den meist genutzten einröhrigen Straßentunneln der Schweiz. Der 1,9 km lange Tunnel mit bis zu 40 m Überdeckung zwischen den Anschlüssen Zürich-Letten und Zürich-Unterstrass wird seit 2003 dem neuesten Stand der Sicherheitstechnik angepasst, so bisher mit Erneuerung der Energieversorgung, Beleuchtung, Tunnellüftung und Verkehrsleitungssystem sowie Ausstattung mit Rauchdetektoren und Videoüberwachung – und jetzt mit dem Bau eines 1340 m langen begehbaren Sicherheitsstollens auf der Westseite in 30 bis 40 m Abstand im Bereich einer früher einmal vorgesehenen zweiten Tunnelröhre.

Mit den Bauarbeiten für den Sicherheitsstollen wurde im Mai 2011 begonnen. Im felsigen Nordabschnitt (rd. 1.000 m) begann eine Tunnelvortriebsmaschine (4,15 m Durchmesser, 12 m/AT; einschaliger Spritzbeton-

ausbau) Anfang September 2011; mit dem Durchschlag wird Ende 2012 gerechnet. Die Arbeiten in der Lockergesteinsstrecke (345 m) begannen steigend vom Südportal; ausgebrochen wird ein Maulprofil (5,3 m Durchmesser; mit Abdichtung, zweischalig ausgebaut). Die Inbetriebnahme des Sicherheitsstollens mit 5 Querschlägen zum Tunnel ist im Herbst 2014 vorgesehen. Die Investitionskosten einschließlich der Verlegung der Leitungen im Sicherheitsstollen und der Verbesserung der Straßenentwässerung (Stapelbecken am Südportal) werden rd. 300 Mio. CHF (245 Mio. EUR) betragen. Während der Bauarbeiten bis voraussichtlich Mitte 2013 stehen dem Verkehr durch den Milchbucktunnel je eine Fahrspur je Richtung zur Verfügung; die zulässige Höchstgeschwindigkeit ist auf 50 km/h begrenzt. Die dritte stadteinwärts gerichtete Fahrspur bleibt während der Bauarbeiten gesperrt.

G.B.



Switzerland

Zurich: Milchbuck-Tunnel with Safety Tunnel

The Milchbuck Tunnel (1985) is one of the most important traffic arteries within the bounds of the city of Zurich. It is numbered among the most frequently used single-bore tunnels in Switzerland. Since 2003 this 1.9 km long tunnel with up to 40 m overburden between the Zurich-Letten and Zurich-Unterstrass hubs has been upgraded in terms of the latest safety technology. So far the energy supply has been renewed as well as the lighting, tunnel ventilation and traffic guidance system. Furthermore it has been equipped with smoke detectors and video monitoring – now a 1,340 m long accessible safety tunnel on its western side is being produced set at a gap of some 30 to 40 m in the vicinity of a second tunnel bore that was once foreseen.

Work on the safety tunnel commenced in May 2011. A tunnel boring machine (4.15 m diameter, 12 m/working day; single-shell shotcrete lining) began driving in the rocky north section (roughly 1,000 m) at the beginning of September 2011;

the breakthrough is expected at the end of 2012. Work in the soft ground section (345 m) began on the rise from the south portal; an arch profile (5.3 m diameter; with seal, twin shell design) is being excavated.

The safety tunnel with its 5 cross-passages leading to the main tunnel is scheduled to be opened in autumn 2014. Investment costs including the laying of cables in the safety tunnel and improving the road drainage system (collection basin at the south portal) are earmarked at some 300m CHF (245m euros). During construction operations until mid-2013 traffic through the Milchbuck Tunnel is due to run over 1 lane per direction. The permissible top speed is restricted to 50 km/h. The third lane leading into town will remain closed during the construction work.

G.B.



Literatur / References

Sanierung des Milchbucktunnels. Tunnel 8/2003, p. 10 and 3/2003, pp. 54 – 57

PROFIL
BUCHHANDLUNG IM BAUVERLAG
fachbuchtipps

Profil –
Buchhandlung im Bauverlag
Bauverlag BV GmbH
Avenwedder Str. 55
33311 Gütersloh
Tel.: +49 (0) 5241/80-88 957
Fax: +49 (0) 5241/80-60 16

profil@bauverlag.de
www.profil-buchhandlung.de



Bau-Marketing

Grundlagen, Anwendung, Beispiele
Sammy Ziouziou
2010 Oldenbourg Verlag
ISBN 978-3-486-59008-1
EUR 24,80

Bauunternehmen erwirtschaften heute einen wachsenden Anteil ihres Umsatzes durch baunahe Dienstleistungen. Sie generieren zudem einen hohen Anteil ihrer Gesamtleistungen außerhalb Deutschlands. Diese sukzessive Veränderung des Leistungsportfolios geht in den meisten Bauunternehmen mit einer wachsenden Bedeutung des Marketings einher.

Bestellen Sie online unter: www.profil-buchhandlung.de

Conferences

3rd Brazilian Congress in Sao Paulo

More than 600 experts from Brazil and other countries are expected to participate in the 3rd Brazilian Congress on Tunnels and Underground Structures (3rd CBT) to be held in São Paulo, 20 to 22 March 2012. In addition to the Brazilian Congress, the International Seminar on South American Tunnelling (SAT 2012) will take place on the last day. During the whole event, there will be a technical exhibit of products and services with 40 booths. The event will be preceded by a two-day training course on "Concepts of Tunnel Design and Construction". Several experts from Brazil and other countries were invited to lecture during the course. The whole event is organized by the Brazilian Tunnelling Committee (CBT).

A few numbers about the event give a clear previous indication of its success. All the exhibit booths were sold out 6 months in advance. 63 technical papers were accepted for publication. The papers (70 % from South and North Americas; 30 % from Europe) were submitted by authors from 14 countries.

The moment is very favorable to the growth of the infrastructure industry in Brazil. The FIFA World Championship will be held there in 2014 and in 2016 the country will host the Olympic Games. Those 2 important sport events will require significant improvement of the transportation infrastructure, creating a large demand for the tunnelling industry. The country was also selected to host the ITA 2014 World Tunnel Congress and General Assembly as another indication of the interest from the international tunnelling community for the local market. It is important

to note that the high demand occurs in a period when the country experiences a favorable economic situation as one of the BRIC members.

Among the tunnelling projects planned for the coming years, the following are worth mentioning. The Federal Government is planning the construction of the first high speed rail system connecting the cities of Campinas, São Paulo and Rio de Janeiro. The length of the underground section is approx. 100 km and the estimated cost for tunnel construction only is US\$ 6.3 billion. São Paulo Metro is currently constructing the 11.4 km long Line 5; Lines 6 and 15 are at planning stage with total underground length of about 47 km. Construction of the Northern section of the São Paulo Ring Road will have 10 km of 4-lane tunnels. In Rio de Janeiro, construction of Metro Line 4 is underway; connection of the Gávea Station to the downtown area is at planning stage. A huge urban rehabilitation program of the downtown area is currently underway. It heavily involves underground construction, including the substitution of the elevated expressway at the waterfront for tunnels. A network of more than 100 km of bus rapid transit system is being planned with long tunnels crossing the city mountain ranges. Underground metro construction is also planned for several cities: Fortaleza, Recife, Belo Horizonte, Curitiba and Porto Alegre. An immersed tunnel between Santos and Guarujá is also at planning stage.

In spite of the maturity of the Brazilian tunnelling industry, input from foreign experts will be needed for all those projects.

The Congress will be an excellent opportunity for getting acquainted with the local market and for exchanging experience with local experts and service rendering companies. SAT 2012 will also provide the opportunity to meet professionals and to have a glimpse into the whole South American market.

The subjects of the accepted papers and keynote lectures cover broad range:

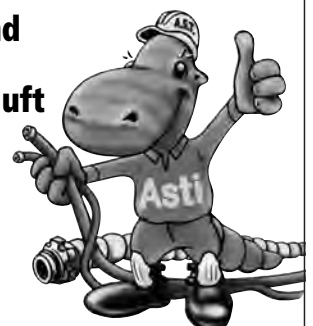
- Urban Planning and Use of Underground Space
- Geological Investigations, Basic Data, Hydrogeological and Geotechnical Aspects
- Design and Backanalysis
- Support, Lining and Materials
- Underground Excavations in Mining, Oil and Gas
- Case History and its Lessons
- Environment and Underground Works
- Operation, Maintenance and Rehabilitation
- Contracts, Insurance and Risk Management
- New Technologies and the Environment
- Underground Storage

The venue for the Congress will be the Fecomercio Convention Center, located at Rua Dr. Plínio Barreto, 285, very close to Avenida Paulista, the major financial district with many hotels and restaurants. The course will be held at the Golden Tulip Hotel, located at Alameda Santos, 85, one block from Avenida Paulista. For more information about the congress and course, visit www.tuneis.com.br/3cbt. For trip planning and hotel accommodation, visit www.r3viagens.com.br. 

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



Neue Ingenieurbau-Messe in Freiburg/D

econstra mit Angebot im Tunnelbau

Der Ingenieurbau ist eine immer wichtiger werdende Vertiefung aus dem Baubereich, die sich mit Planung und Konstruktion, Erstellung und Erhaltung spezieller technischer Bauwerke beschäftigt. Mit der econstra und dem parallel stattfindenden Kongress der „Ingenieurbautage“ findet vom 25. bis 27. Oktober 2012 in Freiburg erstmals eine Fachveranstaltung für dieses spezielle Aufgabenfeld statt.

Schwerpunkt ist neben zahlreichen Themen des Ingenieurbaus besonders die Bauwerkserhaltung. Hierbei stehen insbesondere Themen aus der Infrastruktur, dem Tunnelbau und dem vorbeugenden Brandschutz im Fokus der Veranstaltungen. Deren Bedeutung werden auch durch die Partner der Messe betont: die Bundesanstalt für Straßenwesen (BaSt), die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), der Verband beratender Ingenieure VBI, die Bundesingenieurkammer und nicht zuletzt das Land Baden-Württemberg, das durch das Verkehrsministerium und die Regierungspräsidien vertreten wird.

Gerade das Regierungspräsidium Freiburg macht deutlich, wie wichtig der Ingenieurbau vor allem für die Region ist. In den kommenden Jahren und Jahrzehnten werden im Bereich des Regierungspräsidiums zahlreiche Tunnel saniert und brandschutztechnisch nachgerüstet. Aktuell wird am Hugenwald-Tunnel bei Waldkirch gearbeitet, wo ein Rettungsstollen zur Erhöhung der Sicherheit gebaut wird. Im Rahmen der Ingenieurbautage findet durch das Regierungs-

präsidium eine Exkursion zum Rettungsstollen dieses Tunnels statt – Referenten erläutern Planung und Ausführung von Tunnelbauwerken in Baden-Württemberg, der Schweiz und in Frankreich. Vorträge finden zu aktuellen und geplanten Wasserbauwerken in Europa ebenso statt wie zur Erweiterung des Panama-Kanals. Gerade diese internationale Ausrichtung macht die Ingenieurbautage



und die Fachmesse zum Branchentreffpunkt für Unternehmen, welche sich mit dem Neubau und der Instandsetzung von Tunneln und Wasserbauwerken befassen. Hier treffen sich ausschreibende und planende Stellen mit Auftraggebern und natürlich Unternehmen, die Materialien für solche ambitionierte Projekte liefern können beziehungsweise die dafür benötigten Baumaschinen und Geräte herstellen.

Das Programm der Ingenieurbautage ist ab Ende Februar unter www.ingenieurbautage.de zu finden, die Themen der Messe schon heute online unter www.econstra.de. 

New Construction Engineering Fair in Freiburg/D

econstra with Tunnelling Section

Engineering construction is becoming ever more important within the construction branch. It deals with planning and design, production and maintenance of special technical structures. For the first time a specialised event dealing with this particular field of activities will be held in Freiburg from October 25 to 27, 2012 in the shape of the econstra and the accompanying congress on engineering construction.

clear just why construction engineering is so essential for the region. In the years and decades ahead numerous tunnels will be redeveloped and retrofitted to provide fire protection within the region. At present work is progressing on the Hugenwald Tunnel near Waldkirch – where an evacuation tunnel is being produced to enhance safety. Within the scope of the civil engineering congress an excursion to this evacuation tunnel is being staged by the regional council – lecturers will explain the planning and execution of tunnels in Baden-Württemberg, Switzerland and France. Papers on topical and scheduled hydro-structures in Europe are to be presented as well as one on developing the Panama Canal. This international alignment in particular makes the civil engineering congress and the specialised fair a meeting point for branch insiders, for companies involved in building and renovating tunnels and hydro-structures. Tendering and planning offices come together here with clients and of course companies, which are able to supply materials for such ambitious projects or produce the construction equipment and machines needed for this purpose.

The programme for the civil engineering congress is available as from the end of February by accessing www.ingenieurbautage.de. The topics dealt with at the fair are already available online under www.econstra.de. 

In addition to numerous engineering construction topics structural maintenance will be accorded priority. Special themes devoted to infrastructure, tunnelling and preventive fire protection will be honed in on. The partners at the fair such as the Federal Highway Research Institute (BaSt), the Federal Waterways Engineering and Research Institute (BAW), the VBI, the Federal Chamber of Engineers and of course the Transport Ministry and the regional councils of Baden-Württemberg will also emphasise their significance.

The regional council in Freiburg in particular will make it

Italy

Join Intertunnel trade fair in Turin

Intertunnel, Italy's premier tunnelling event, will return to Turin from 27 to 29 March 2012. The exhibition will provide the opportunity to meet the many specialists responsible for planning, building and operating tunnels and underground spaces.

The trade fair also offers great opportunities to learn more about the very latest developments in tunnelling systems, products and technology from the world-leading companies

that will be exhibiting at the show. Among them will be companies from the following key sectors:

- Construction and contracting services
- Tunnel construction equipment and plant
- Construction products and materials
- Microtunnelling and trenchless technologies
- Fire protection and safety systems

- Communications and security equipment and systems
- Pollution control and ventilation equipment
- Electrical and lighting systems
- Consultancy and design services

Learn more from the experts

By attending the drop-in technical seminars and by joining the conferences presented by The

Italian Tunnelling Society (SIG), the Italian Association for Special Foundations (AIF/ANISIG) and the workshop organised by IATT (Italian Association for Trenchless Technology) you will be able to gain a valuable insight into the latest industry trends.

For full details of the show venue, opening times and all activities at this event - plus a full list of exhibitors, visit www.intertunnel.com. 

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
Gewerbstrasse 4
CH-8162 Steinmaur
Telefon +41 (0)44 857 11 11
Telefax +41 (0)44 857 11 00
info@rascor.com

Tunnellösungen für Mexico City

In Mexico City, mit mehr als 20 Mio. Einwohnern eine der größten Metropolen der Welt, werden zurzeit 2 Megaprojekte realisiert: der Tunnel Emisor Oriente und die Metro Line 12. Der folgende Beitrag möchte ein Gefühl dafür geben, woher die Probleme dieser Megacity kommen, welche Menschen daran arbeiten, wie die Aufgaben gelöst werden können und dass Tunnel einen maßgeblichen Anteil daran haben.

Tunnel Solutions for Mexico City

Currently 2 mega-projects are being accomplished in Mexico City – with more than 20 million inhabitants in one of the world's largest metropolises: the Emisor Oriente Tunnel and the Metro Line 12. The following report is intended to provide an impression relating to just where the problems of this mega-city originate, the people that are involved, how these tasks can be resolved and the fact that tunnels have an important role to play.

Es ist um das Jahr 1325. Am Fuße mächtiger Berge und Vulkane wie etwa des bis über 5.000 m reichenden Popocatepetl im Hochtal Anáhuac in Mittelamerika. Ein Adler schwingt durch die Lüfte auf der Suche nach Beute. Findet sie, eine große grüne Schlange, die seinen tödlichen Fängen rein gar nichts entgegen zu setzen hat, fängt sie geschickt ohne merklich seinen majestätischen Flug zu unterbrechen und landet auf einem großen Kaktus, um gierig sein Opfer Stück für Stück zu verschlingen.

Dipl.-Ing. Roland Herr, Editor in Chief tunnel, Gütersloh/D

„Die Weissagung der Götter.“ Die kleine Gruppe Azteken oder auch Mexica, wie sie sich selbst nennen, hat es geschafft. „Hier“, auf einer kleinen Insel im Sumpfgebiet des Texcoco-Sees, „ist der Platz, an dem wir unsere Stadt bauen werden, genau so, wie es die Götter vorher gesagt haben.“ Tenochtitlán – Ort des Kaktus auf dem Stein – war gegründet und noch heute schmückt das Bild des Adlers, der auf einem Kaktus sitzend eine Schlange frisst, das Staatswappen Mexicos.

It is the year 1325. At the foot of mighty mountains and volcanoes such as the more than 5,000 m high Popocatepetl in the Anáhuac valley in Central America. An eagle soars through the air searching for prey. It discovers a large green snake, which cannot escape its deadly claws and catching it without seeming to interrupt its majestic flight it lands on a large cactus in order to hungrily devour its victim piece by piece.

“The prophesy of the Gods”. The small group of Aztecs also known as Mexica as they call

themselves, had succeeded in their mission. “Here”, on a small island in the swamps of Lake Texcoco, “is the place, where we shall build our city, just as the Gods once predicted”. Tenochtitlán – the place of cactus on the rock – was founded and still today the picture of the eagle devouring a snake while sitting on a cactus, adorns Mexico's national emblem.

The nomads were thus able to find a safe retreat and settle down (Fig. 1). The lake with many small islands provides plenty of fish to feed everybody and fruit, vegetables and flowers flourish on floating gardens – large rafts covered with fertile earth. Causeways set up between the mainland and the islands safeguard the town for they combat flooding if need be. During the next 100 years the network of islands, bridges and canals grows to become one of the largest cities of its time with an area of some 13 km² housing several hundred thousand Aztecs (Fig. 2). Within a short period the omnipotent Aztec empire emerges descending from a few groups of wandering tribesmen.



Tenochtitlán der Azteken – Ursprung des heutigen Mexico City

Tenochtitlan of the Aztecs – the origin of today's Mexico City



2

Beeindruckende Zeugen einer ehemals starken Aztekenkultur
Impressive testimonies of a former well-developed Aztec culture

Die Nomaden haben ihre sichere Rückzugsmöglichkeit gefunden und werden sesshaft (Bild 1). Der See mit vielen kleinen Inseln bietet reichlich Fisch, um alle zu ernähren, und auf den schwimmenden Gärten – große mit fruchtbarer Erde beladene Flöße – gedeihen Obst, Gemüse und Blumen. Dämme zwischen dem Festland und den Inseln sichern die Stadt, indem sie geflutet werden können. Das Netz aus Inseln, Brücken und Kanälen wächst innerhalb von nur 100 Jahren mit rd. 13 km² Fläche und mehreren 100.000 Azteken zu einer der größten Städte ihrer Epoche (Bild 2). In kurzer Zeit ist aus nur umherziehenden Gruppen das alles beherrschende Aztekenreich entstanden.

Treten wir ein in den Tunnel der Zeit und verlassen ihn im Jahre 1519 des Herrn, als der Spanier Cortés mit nur wenigen 100 Männern an der heutigen Ostküste Mexicos landet und schließlich 1521 die inzwischen 300.000 Azteken zählende prächtige Stadt im

Texcoco-See dem Erdboden gleich macht. Systematisch zerstören sie alles, was an die Azteken erinnert und bauen auf den Ruinen der ehemaligen Metropole Kirchen, Paläste und Häuser im spanischen Stil (Bild 3). Das Zentrum der Spanier zur weiteren Eroberung des Südens unseres heutigen Nordamerikas und große Teile Mittelamerikas war entstanden. Im Laufe der Zeit wurde der gesamte See trocken gelegt.

Beschreiten wir wieder unseren Tunnel zum Zeitsprung und betrachten den Flughafen von Mexico City im Jahre des Herrn 2011, als Ihr tunnel Chefredakteur die gangway verlässt, um eine Reportage über diese faszinierende Stadt zu schreiben. Er sucht keinen Streit, will nichts zerstören und keine neue Kultur gründen. Was er sucht, ist eine Antwort: Welche Probleme hat die inzwischen mit über 20 Mio. Menschen zehntgrößte Metropolregion der Welt und wie können sie gelöst werden?

Let us enter the time tunnel and come out once more in the year 1519 as the Spaniard Cortés lands on what is today the east coast of Mexico with only a few hundred men before razing the fabulous city on Lake Texcoco, where no less than 300,000 Aztecs live, to the ground. They systematically destroy everything that is reminiscent of the Aztecs and establish churches, palaces and houses in Spanish style on the ruins of the former metropolis (Fig. 3). The centre for the Spaniards to continue conquering the south of what is today North America and large tracts of Central America was created. The entire lake was drained in the course of time.

Let us enter our tunnel again to jump ahead in time to appraise the airport of Mexico City in 2011 as tunnel's editor-in-chief quit the gangway to write a report on this fascinating city. He sought no argument, had no destructive intent and was not desirous of establishing any new culture. What he was looking for

was an answer: which were the problems facing the world's 10th largest metropolis with now over 20 million inhabitants and how could these be solved?

But first a few facts about Mexico City. It robs you of your breath even if you are not out jogging. On the one hand on account of the rarefied atmosphere at altitude and on the other because of the omnipresent smog. The traffic never stands still and reports of tailbacks receive short shrift in Mexico City. Mexico City is located in the roughly 100 km wide and 60 km long Mexico valley at a height of some 2,300 m surrounded by mountains on 3 sides. Thus smog is a more or less logical consequence. Given the traffic...

In earlier times the landscape in and around Mexico City was characterised by lakes and swamps. Water flowed in brooks and rivers to the valley from the surrounding hills. There were smallish fresh water lakes in the north and south whereas the deep Texcoco Lake located

Doch zuerst noch ein paar Fakten über Mexico City. Die Stadt raubt einem nicht nur wenn man joggen möchte förmlich den Atem. Einerseits wegen des geringeren Sauerstoffanteils in der Höhe und andererseits vor allem wegen des stets präsenten Smogs. Der Verkehr macht keine Pause und Staumeldungen haben in Mexico City nicht wirklich eine Chance. Mexico City liegt im ca. 100 km breiten und 60 km langen Tal von Mexico in rd. 2.300 m Höhe, umgeben auf 3 Seiten von Bergen. Smog ist somit eine – mehr oder weniger – logische Konsequenz. Bei dem Verkehr ...

Die Landschaft in und um Mexico City war in der Frühzeit geprägt von Seen und Sümpfen. Aus den umliegenden Bergen strömte das Wasser in Bächen und Flüssen zu Tal. Im Norden und Süden gab es kleinere Süßwasserseen, während in der im Zentrum tief liegende Texcoco-See wegen des salpeterhaltigen Untergrundes bei fehlendem Abfluss und hoher Verdunstungsrate sehr salzhaltig war. Während die Azteken viel Wert auf Be- und Entwässerung des Sees legten, vernachlässigten die Spanier dies anfangs sträflich und es kam zu heftigen Überschwemmungen mit Schlamm- und Erdmassen. So lag der Texcoco-See damals rd. 14 m tiefer. Ein Ende des 18. Jahrhunderts gebauter Kanal zur Entwässerung des Tals hinter die Randgebirge, das Versiegen der Trinkwasserbrunnen durch diese Entwässerung und die Ableitung des ungeklärten Abwassers aus dem Tal heraus sorgten für eine kontinuierliche Absenkung des Grundwasserspiegels. Der ehemalige See und die darunterliegenden Bodenschichten trockneten und trocknen heute noch stark aus.



Noch heute schmücken zahlreiche spanische Prachtbauten das Stadtbild Mexico City's

Numerous magnificent Spanish buildings still feature on the panorama of Mexico City



Die tief gegründete Statue El Angel „wächst“ aus ihrer Umgebung heraus oder richtiger: der Rest versinkt!

The „El Angel“ statues with its deep foundations appears to „grow“ high above its surroundings although really the rest is sinking

Dies hat mehr oder weniger starke Absenkungen zur Folge. Diese Absenkungen betragen derzeit rd. 30 cm im Jahr. So sinken viele Gebäude in Mexico City ein. Ausnahme ist da nur die tief gegründete Statue „El Angel“, deren Treppen in regelmäßigen Abständen erweitert werden müssen (Bild 4). Die heutige Kanalisation ist infolge dessen teilweise defekt, zerstört und das Gefälle kehrt sich inzwischen sogar um. Das Eindringen von Abwasser in die ebenfalls

in the centre was saturated with salt on account of its nitrous bed as well as a lack of drainage and a high evaporation rate. Whereas the Aztecs placed a great deal of emphasis on irrigation and drainage for the lake, the Spaniards initially neglected this terribly and the outcome was serious flooding coupled with accumulations of mud and earth. At the time the Texcoco Lake was situated some 14 m deeper. A canal built behind the foothills at the end of the 18th century to drain

the valley, sealing the drinking wells via this drainage system and the removal of unclarified sewage from the valley resulted in the groundwater level sinking constantly. The former lake and the layers of soil located underneath dried out substantially and still continue to do so. This has resulted in pronounced subsidence, currently amounting to around 30 cm per annum. Thus many buildings in Mexico City are subsiding. An exception is provided by the „El Angel“ statue with its deep foundations, whose steps have to be extended at regular intervals (Fig. 4). The current system of sewers is as a result partially defective, destroyed and the slope of the land is in the process of reversing. The intrusion of wastewater into leaky drinking water pipelines is no rare occurrence any more.

Additionally the presence of surrounding volcanoes signifies that Mexico City is located in a region endangered by earthquakes and is constantly faced by seismic activity.

All in all Mexico City is facing numerous problems, which must be mastered in future: high air pollution resulting from extreme traffic conditions, an increasingly unsafe drinking water supply, obsolete and leaky sewage systems and inadequate concepts for rubbish disposal.

Two major projects were undertaken in order to overcome at least a part of these problems, which we should now like to present. On the one hand, there is the Emisor Oriente wastewater scheme and on the other the expansion of the Metro system in the shape of Metro Line 12.

Metro Line 12

We spoke to Dr. Ismail Benamar, construction manager of

undichten Trinkwasserleitungen ist kein Sonderfall mehr.

Die umliegenden Vulkane bedeuten auch, dass sich Mexico City in einer durch Erdbeben gefährdeten Region befindet und immer wieder unter Erdstößen zu leiden hat.

In Summe hat Mexico City zahlreiche Probleme, die es in der Zukunft zu bewältigen gilt: hohe Luftverschmutzung durch extreme Verkehrsverhältnisse, zunehmend unsichere Trinkwasserversorgung, veraltete und undichte Abwassersysteme, ungenügende Abfallbeseitigungskonzepte.

Um wenigstens einen Teil dieser Probleme in den Griff zu bekommen, wurden 2 große Projekte in Angriff genommen, die wir nachfolgend vorstellen möchten. Dies sind einerseits der Abwasserkanal Emisor Oriente und andererseits der Ausbau der Metrolinien mit der Metro Line 12.



Das Metrosystem von Mexico City ist eines der größten der Erde
Mexico City's Metro system is one of the world's largest

Metro Line 12

Über das Projekt Metro Line 12 sprachen wir mit Dr. Ismail Benamar, Leiter Konstruktion von Ingenieros Civiles Asocia-

Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V. (ICA) in Mexico City about the Metro Line 12 project. The Metro Line 12 project encompasses design and build

involving 3 companies. Two Mexican firms, ICA and CARSO are responsible for construction engineering and the French ALSTROM company is in charge of the electro-technology. Supplying the Metro trains is not included in the contract. All operations on the surface and first and foremost tunnelling by cut-and-cover as well as trenchless methods over the entire length of almost 9 km are included. Excavation is scheduled to be complete in 2012.

At present 11 fully functioning lines constitute Mexico City's Metro system and according to Benamar it is the world's fourth largest network with a length of some 200 km and 175 stations (Fig. 5). As far as the route alignment is concerned linking the densely populated suburbs in the south-east with the west of the city is of great significance, for the latter locates the city's financial district (Fig. 6).



Linienführung der Metro Line 12

Route alignment of Metro Line 12



Luftaufnahme eines oberirdischen Metrobahnhofs
Aerial photo of a surface Metro station



Die Station Atlalilco, eine der 20 Stationen der Metro Line 12
The Atlalilco Station, one of the 20 on Metro Line 12

dos S.A. de C.V. (ICA) in Mexico City. Der Auftrag zum Bau der Metro Line 12 umfasst design and build unter Beteiligung von 3 Unternehmen. Zwei mexikanische Unternehmen, ICA und CARSO, sind verantwortlich für den Ingenieurbau und das französische Unternehmen ALSTOM ist für die Elektrotechnik zuständig. Der Auftrag umfasst nicht die Lieferung der Metrozüge. Enthalten sind alle Arbeiten an der Oberfläche und vor allem der Tunnelbau in offener wie geschlossener Bauweise über die gesamte Länge von nahezu 9 km. Geplant ist das Ende der Tunnelbauarbeiten für 2012.

Zum Metrosystem in Mexico City gehören zurzeit 11 voll funktionierende Linien und es ist nach Angaben Benamars von der Ausdehnung her mit rd. 200 km Länge und 175 Stationen weltweit das viertgrößte System (Bild 5). Von der Linienführung her ist vor allem die Verbindung der dichtbevölkerten Bezirke im Südosten mit dem Westen der Stadt von großer Bedeutung, da sich hier der Finanzbezirk der Stadt befindet (Bild 6).

Mit der geplanten Inbetriebnahme der Metro Line 12 in 2012 wird erwartet, dass rd. 475.000 Menschen pro Tag nur allein diese neue Linie nutzen werden. Insgesamt nutzen rd. 4 bis 5 Mio. Menschen täglich die Metro in Mexico City. In 2010 nutzten mehr als 1,4 Mrd. Menschen die Metro. Dabei leben 9 bis 10 Mio. Menschen im Zentrum der Metropole. Die Metro Line 12 wird mit einem neuen elektrischen Betriebssystem ausgestattet, mit insgesamt 25,4 km die Längste im gesamten System. Geplant sind insgesamt 20 Stationen innerhalb der Metro Line 12 (Bild 7, 8). Jede Minute wird 1 Zug fahren.

Die Tunnellänge beträgt insgesamt ca. 8,8 km, davon werden 7,7 km mit einer EPB-Maschine von Robbins aufgeföhren. Rund 1,1 km ab der letzten Station inklusive der Parking Area für die Züge werden im konventionellen Vortrieb aufgeföhren. In diesem letzten Abschnitt ist der Vortrieb durch die Beschaffenheit des Baugrundes deutlich leichter zu bewältigen (kein Grundwasser bei stabilen Bodenverhältnissen).

When Metro Line 12 is commissioned in 2012 it is anticipated that around 475,000 passengers alone will use this new line on a daily basis. Altogether between 4 and 5 million people use Mexico City's Metro every day. In 2010 in excess of 1.4 billion people travelled by the Metro. In this connection 9 to 10 million people actually live in the city central area. The Metro Line 12 is to be equipped with a new electric operating system, totalling 25.4 km the longest on the complete network. Altogether 20 stations are planned for Metro Line 12 (Fig. 7, 8). The frequency will be a train a minute.

The tunnel is altogether some 8.8 km long – with 7.7 km driven by a Robbins EPB machine. Roughly 1.1 km starting from the last station including the parking area for the trains is to be excavated by conventional means. Driving in this final section is made considerably easier by the composition of the subsoil (no groundwater given stable soil conditions).

The mechanised drive commenced at the starting shaft in Mexicaltzingo by assembling the TBM and after passing through

7 Metro stations the TBM had to be dismantled in the target shaft in Mixcoac. The excavation's external diameter amounts to 10.2 m and the final internal diameter is 9.11 m. 40 cm thick reinforced concrete segments with 7+1 elements per ring were used for the lining (Fig. 9). Each segmental ring is 1.5 m long. They were connected by tongue and groove with bolts. The segments were produced by ICA on its own yard in a segment plant located some 30 km away with formwork supplied by Herrenknecht Formwork Technology. Production took place without interruption on a 24 h basis given tricky logistics as segments could only be stored for 1.5 days on a very constricted space at the individual shafts.

The tunnel was driven with a very shallow overburden with a maximum of 8 to 12 m. Most of the time the overburden amounted to 1.5 times the tunnel diameter in extremely tricky subsoil. At the same time very difficult zones were negotiated along the route alignment: a number of large clarification plants had to be underpassed, the foundations of a motorway bridge penetra-



Ausbau der M-12-Röhren mit Stahlbetontübbing
Lining the M-12 tubes with reinforced concrete segments

Der Maschinenvortrieb begann am Startschacht in Mexicaltzingo mit der Montage der TBM und nach der Durchfahrt von 7 Metrostationen wird die TBM im Zielschacht in Mixcoac wieder demon-

tiert. Der Ausbruchsbetrag beträgt 10,2 m und der endgültige Innendurchmesser beträgt 9,11 m. Ausgebaut wird mit 40 cm dicken Stahlbetontübbing mit 7+1 Elementen pro Ring (Bild 9). Jeder Tübbingring hat eine Länge von 1,5 m. Die Ver-

ted, another Metro line negotiated given only 6 m overburden and numerous supply cables intersected the route alignment (Fig. 10). A motorway underpass was intersected, which undercuts another Metro line. Where Metro Line 12 begins a church dating back to the 16th century had to be passed given only a 12 m gap. All told 5 different zones had to be tackled, each of which required a different tunnel design.

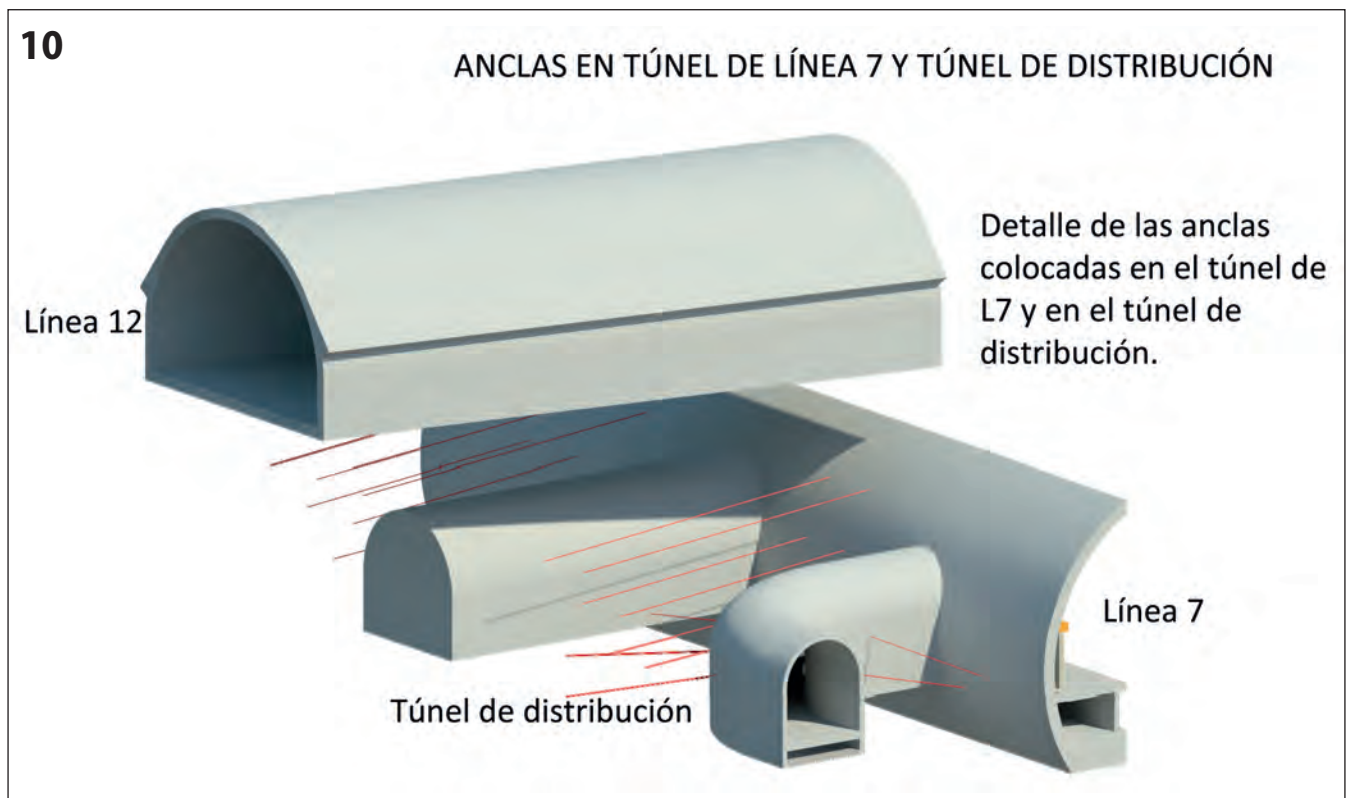
The 7 stations are of varying sizes: a number of them are quite normal Metro stations; others on the other hand are transfer stations. They are between 150 and 190 m in length. First they were built and then the TBM moved through them.

Metro Line 12 Tunneling

To construct the Metro Line 12 first the stations were produ-

ced and then the tunnel driven in one direction from station to station. The longest driven section amounts to 1,800 m and the shortest 345 m. The TBM was assembled in 3 sections in the starting shaft and began moving towards the first station. The station was excavated protected by a diaphragm wall. When the TBM arrives in front of the station, a window is set in the wall so that the TBM can pass through safely (Fig. 11, 12). A rail unit consisting of round reinforced concrete segments is arranged on the station floor, on which the TBM runs until it reaches the other end of the station (Fig. 13). There it breaks through the prepared diaphragm wall and follows the planned route alignment to the next station.

The muck is transported to the surface via a belt conveyor. During roughly the first half of the excavation the muck was so



Wie hier die Linie 7 mussten zahlreiche Hindernisse mit geringem Abstand passiert werden

Numerous obstacles had to be passed at a short distance – like Line 7 here

bindungen erfolgen in Nut und Feder mit Bolzen. Die Tübbinge werden von ICA auf einem eigenen Gelände in einer etwa 30 km entfernten Tübbigfabrik mit Schalungen von Herrenknecht Formwork Technology produziert. Die Produktion erfolgt ohne Unterbrechung 24 h bei erschwelter Logistik, da an den einzelnen Schächten nur Tübbinge für 1,5 Tage auf einem sehr beengten Lagerplatz vorgehalten werden können.

Der Tunnel wird mit sehr geringer Überdeckung von maximal 8 bis 12 m aufgefahren. Die meiste Zeit beträgt die Überdeckung maximal das 1,5fache des Tunneldurchmessers in sehr schwierigem Baugrund. Gleichzeitig werden entlang der Linienführung sehr schwierige Bereiche passiert: einige große Kläranlagen werden unterfahren, die Fundamente einer Autobahnbrücke sind zu durchfahren, eine andere Metrolinie muss mit nur 6 m Überdeckung passiert werden und zahllose Versorgungsleitungen kreuzen die Linienführung (Bild 10). Es wurde eine Autobahnunterführung gekreuzt, die eine andere Metrolinie unterfährt. Zu Beginn der Metro Line 12 musste eine Kirche aus dem 16. Jahrhundert mit nur 12 m Abstand passiert werden. Insgesamt mussten 5



Parque de los Venados: Fenster zum Durchbruch der TBM durch die Schlitzwand

Parque de los Venados: window enabling the TBM to break through the diaphragm wall

verschiedene Bereiche durchfahren werden, die jede eine andere Tunnelkonstruktion erforderte.

Die 7 Stationen sind unterschiedlich groß: einige Stationen sind ganz normale Metrostationen, andere dagegen Umsteigebahnhöfe. Sie sind zwischen 150 und 190 m lang. Sie wurden zuerst gebaut und dann von der TBM durchfahren.

Tunnelbau der Metro Line 12

Beim Bau der Metro Line 12 werden zuerst die Stationen hergestellt und dann die Tun-

moist that it had to be disposed of by pumping. Subsequently the belt conveyor could be deployed as originally scheduled. Furthermore blocks of rock of up to 800 mm in size were anticipated in the final sections of the drive.

During tunnelling operations settlements amounted to between 2 and 5 cm. In the long term settlements of approx. 6 cm per annum are expected.

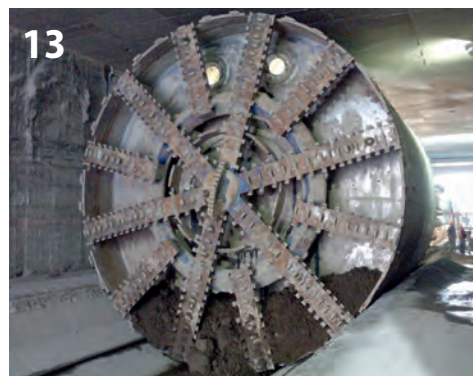
In Mexico City, tunnel had the chance to talk to Enrique Horcasitas Manjarréz (Fig. 14), director of the Metro project (see box p. 26).

Tunnel Emisor Oriente (TEO)

The roughly 62 km long wastewater East (Tunel Emisor Oriente – TEO) will be one of the world's longest tunnels and will serve to relieve flooding at peak periods (Fig. 15). If heavy rain produces significant precipitation then Mexico City is threatened by flooding if clarification plants and wastewater systems overflow. Mexico City's sewage system was constructed in the late-1960s. Since then the number of inhabitants has more than doubled. A combination of circumstances – the growing population, the fact that Mexico City is subsiding and the resultant lack of gradient makes the building of one of Mexico's biggest infrastructural projects essential – the Emisor Oriente. After completion the tunnel's internal diameter will amount to 7 m. The tunnel provides a capacity of roughly 150 m³/s and will thus greatly relieve the existing wastewater system (Fig. 16). It possesses 24 shafts and an exit



Durchbruch der TBM in die Station Parque de los Venados
TBM breakthrough into Parque de los Venados station



Hier fährt keine Metro durch die Station Ermita
No Metro is passing through the Ermita station here

nel in einer Richtung von Station zu Station aufgefahen. Der längste Streckenvortrieb beträgt 1.800 und der kürzeste 345 m. Im Startschacht wurde die TBM in 3 Abschnitten montiert und startete in Richtung 1. Station. Der Aushub der Station erfolgt im Schutze einer Schlitzwand. Wenn die TBM vor der Station ankommt, wird ein Fenster in der Wand angeordnet, das die TBM sicher durchfahren kann (Bild 11, 12). Am Boden der Station ist eine Schiene aus runden Stahlbeton-Segmenten angeordnet, auf der die TBM die Station bis zum anderen Ende durchfährt (Bild 13). Dort durchbricht sie wieder die vorbereitete Schlitzwand und folgt der geplanten Linienführung zur nächsten Station.

Der Abraum wird mit einem Förderband an die Oberfläche transportiert. In etwa der ersten Hälfte des Vortriebs war der Abraum so feucht, dass er nur abgepumpt werden konnte. Später konnte dann, wie geplant, das Förderband eingesetzt werden. Zudem wurden Felsblöcke in den letzten Abschnitten des Vortriebs erwartet mit Größen bis zu 800 mm.

Während der Tunnelbauarbeiten lagen die Setzungen zwischen 2 und 5 cm. Langfristig werden Setzungen von rd. 6 cm im Jahr erwartet. In Mexico City hatte tunnel die Gelegenheit, mit Enrique Horcasitas Manjarréz (Bild 14), Direktor des Metro-Projekts, zu sprechen (siehe Kasten S. 26).

portal (Fig. 17). More than 40,000 segmental rings have to be installed and in order to complete the Emisor Oriente according to schedule 6 EPB tunnel boring machines are being deployed. During the drive the overburdens range from 20 to 150 m.

At present the entire rainwater and wastewater from in and around Mexico City are transferred to the open Gran Canal built in 1967 and 1975. However, it is unable to cope with heavy falls of rain to such an extent that the rainwater contaminated with waste breaches the banks. Additionally maintenance work and repairs on this long-in-the-tooth sewage system must also be taken into account so that the

discharge capacity is reduced dramatically. It was decided to build the Emisor Oriente Tunnel to gain some breathing space by increasing the capacity by some 150 m³/s.

A Joint Venture consisting of the Mexican contractors ICA, Carso, Cotrisa, Lombardo and Estrella – COMISSA – was commissioned to tackle the Emisor Oriente Tunnel project. Tunnel was able to glean further knowledge from Raymundo Rincon (Comissa project manager), David Juarez (site manager, ICA), Roberto Gonzales, (general manager Robbins Mexico), Andrei Olivares (project manager Robbins Mexico) and Jeremy Pinkham (Robbins field service manager - The Americas) (Fig. 18).



VARIOKIT, the engineering construction kit with rentable, standardised components, is the solution for numerous requirements in tunnel construction.

- Maximum reduction in the number of special parts
- Perfect adjustment to project requirements
- Wide range of system components
- Open system for numerous other applications

Cost-effective VARIOKIT solutions with standardised components



**Formwork
Scaffolding
Engineering**

www.peri.com

What significance does the accomplishment of the project have for Mexico City/the region?

Public transportation in and around the world's third most populated city will soon get an upgrade more than 15 years in the making.

Work to the Mexico City Metro transit system's newest addition is on track to finish in April 2012. The \$1.41 billion U.S. Metro Line 12 project – also known as the Gold Line – involves the construction of a 25.1 km subway line and 20 rail stations in the southeastern part of the city and surrounding metropolitan area. Planning for the new subway line began in 1996, and construction started in 2008.

This line will be fast, safe and efficient, and will lift the lives of all people in the metropolitan area. This Line 12 will directly transport 437,000 people and improve overall network connectivity for the 4.5 million passengers who use the Metro daily.

After completion, the new Metro line will include a number of features aimed at serving all ridership groups. We are getting together the best technologies to be fully accessible. People with disabilities can use Line 12 without requiring any assistance.

A total of 71 new elevators will be installed in the new stations to assist wheelchair-bound users in getting from street level to platforms.

Visually impaired riders will be assisted through tactical slotted strips installed along the platforms, as well as floors with textures that will change when riders reach the bottom or top of stairs. Signage will be available in Braille and audio messages can be accessed through touching aluminum plates. For the hearing impaired, lights will be installed to indicate when subway doors will close and open.

What would you say is the trickiest part of the project?

At first the new Line 12 of the subway in the stretch Atlalilco-Tláhuac has been the most difficult to build from the stratigraphic point of view of the soil of this area; we have built different structures made of concrete and steel, in addition to the soil mechanics.

Second the availability of human resources, technique and financial execution of the works. The agreement between authorities and citizens to agree in the construction of new massive transportation works. Leveraging the experience gained in the application site of the geotechnical design of the underground structures, unstable soils and seismic zone. The accomplishment of the integral program: to execute the project simultaneously

14

Im Gespräch mit tunnel: Enrique Horcasitas, Direktor des Metro-Projekts in Mexico City

Talking with tunnel: Enrique Horcasitas, director of the Mexico City Metro project



with the construction of the new Line 12. And at least to fulfill the mandate of the Head of Government: To build and develop the project on time and well-made.

How long does need the project to be finished and when may the first people use the new metro line?

The Line will start working in 2012.

At the end of the day you have to pay the bill: Is it possible to say something about financing the project?

The investment of this project has been the highest and most important of the last 25 years in Mexico City; it's the largest investment amount and hardest because it's complexity.

Contracted Work: 1.4 billion USD

Paid Work: 1,281,572,109 USD

Work to be performed in July 2011: 40,996,482 USD

What made you decide to work with Robbins?

Because the quality of their products, the performance and reliability of their commitments and the value added of their products. Robbins is a global company which always brings us the best maintenance and give us a quick and adequate answer to any problem the machines has. Robbins' employees are really professional and faithful.

If you could have a look into the future: What would you like to do/to realize?

Continue the development of the Metro Network until it is finished at all, because it is a vital issue for the life quality and competitiveness of this Great City.

Tunnel Emisor Oriente (TEO)

Der rd. 62 km lange Abwassertunnel Ost (Tunel Emisor Oriente - TEO) wird weltweit einer der längsten Tunnel sein und dient zur Entlastung der Hochwassersituation in Spitzenzeiten (Bild 15). Sollte es zu einem stärkeren Hochwasseranfall kommen,

droht Mexico City bei überlaufenden Kläranlagen und Abwasserleitungen überflutet zu werden. Das Abwassersystem von Mexico City wurde in den späten 1960er Jahren erbaut. Seitdem hat sich die Bevölkerungszahl der Metropole mehr als verdoppelt. Eine Kombination aus der stark anwachsenden

Initially the plan to construct the TEO was too optimistic, numerous changes had to be introduced and various parts of the project could only be undertaken at a later stage so that completion is now envisaged for 2014 rather than 2012. Furthermore the subsoil in sections 4 and 6 for instance is

considerably trickier than first expected (Fig. 19). The route alignment had to be partially altered and the shaft concept reappraised as the subsoil conditions substantially held up work on producing the shafts. For example an underground river was discovered. However from the onset 25 shafts were

Bevölkerung und dem Absinken Mexico City's und damit dem Verlust des Gefälles erfordert den Bau eines der größten Infrastruktur-Projekte Mexicos – dem Emisor Oriente. Nach Fertigstellung wird der Tunnel einen Innendurchmesser von 7 m haben. Der Tunnel liefert eine Kapazität von rd. 150 m³/s und entlastet damit das bestehende Abwassersystem stark (Bild 16). Der Tunnel hat 24 Schächte und 1 Ausgangsportal (Bild 17). Mehr als 40.000 Tübbingringe sind einzubauen und um den Emisor Oriente im Zeitplan fertig stellen zu können, sind 6 EPB-Tunnelbohrmaschinen im Einsatz. Die Überdeckungen während des Vortriebs liegen dabei zwischen 20 und 150 m.



TEO: Eine Entlastung des Hochwassersituation in Mexico City tut not

TEO: relief for Mexico City's floodwater situation is essential

Derzeit wird das gesamte Regenwasser und Abwasser der Großregion von Mexico City noch über den 1967 und 1975

planned for the 62 km route. The shafts possess a diameter of 12 to 20 m and are between 28 and 150 m deep.

The 150 m deepest shaft was produced over the first 100 m with 20 m diameter employing a sealing wall. The final 50 m



...wir durchbrechen Berge

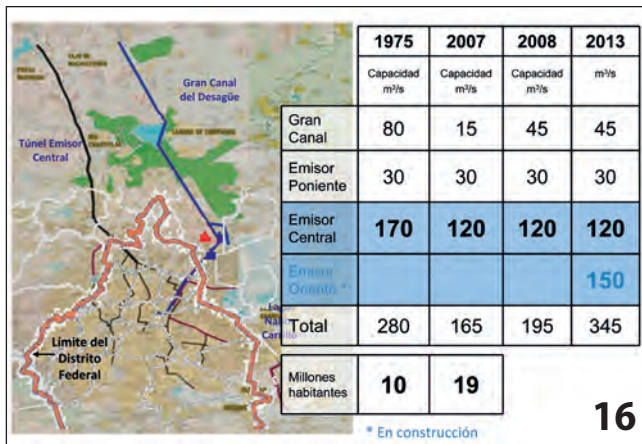
Stationäre Backenbrechanlage B 1385

Schweizer Qualität wirtschaftlich – stark – präzise

Für jeden Einsatz die passende Anlage,
wir beraten Sie gerne!

GIPO AG
Kohlplatzstrasse 15
CH-6462 Seedorf
Tel. +41 (0)41 874 81 10
info@gipo.ch / www.gipo.ch

Vertrieb Deutschland Nord-Mitte:
TRS GmbH
Wilhelmstrasse 5 / D-31582 Nienburg
Tel. +49 (0 50 21) 887 73 12
info@gipo-online.de / www.gipo-online.de



Übersicht der Kapazitäten der Abwasserkanäle Mexico City's
Overview of capacities of Mexico City's wastewater systems

gebauten offenen Gran Canal abgeleitet. In Zeiten starker Regenfälle ist dieser jedoch derart überlastet, dass das extrem mit Abwasser kontaminierte Regenwasser über die Ufer tritt. Hinzu kommen Erhaltungsarbeiten und Reparaturen an dem in die Jahre gekommenen Kanalsystem, sodass sich auch die ableitbare Kapazität dramatisch reduziert. Der Bau des Tunnels Emisor Oriente wurde beschlossen, um sich mit einer zusätzlichen Kapazität von 150 m³/s Luft zu verschaffen.

Ein Joint Venture der mexikanischen Bauunternehmen ICA, Carso, Cotrisa, Lombardo und Estrella – COMISSA – wurde mit der Realisierung des Projekts Tunnel Emisor Oriente beauftragt.

Im Gespräch mit Raymundo Rincon (Projektmanager von Comissa), David Juarez (Baustellenleiter, ICA), Roberto Gonzalez (Geschäftsführer Robbins Mexico), Andrei Olivares (Projektleiter Robbins Mexico) und Jeremy Pinkham (Robbins field service manager - The Americas) konnte tunnel noch weitere Details erfahren (Bild 18).

Anfangs war der Plan zum Bau des TEO noch zu optimistisch, es waren umfangreiche Änderungen umzusetzen und

einige Projektteile konnten erst später begonnen werden, sodass nun statt des Fertigstellungstermins 2012 das Jahr 2014 anvisiert wird. Hinzu kommt, dass der Baugrund z.B. in Los 4 und 6 deutlich schwieriger als erwartet ist (Bild 19). Es mussten teilweise die Streckenführung geändert und das Schachtkonzept überdacht werden, da die Baugrundbedingungen die Erstellung der Schächte deutlich verlangsamt. Unter anderem wurde ein unterirdischer Fluß entdeckt. Von Anfang an waren aber 25

with 16 m diameter was produced by shotcreting.

The tunnel is being driven with EPB machines from Robbins and Herrenknecht. In July 2011, 2 Herrenknecht machines and 1 Robbins machine were deployed with a further Robbins TBM and a further Herrenknecht TBM being assembled at the end of July and August respectively. A 3rd Robbins machine was assembled in October 2011 so that altogether 6 TBMs are being used for the Emisor Oriente Tunnel.

In November 2009, a Herrenknecht TBM started from Shaft 0 in the 10 km long contract section 1 towards Shaft 5. Flooding caused the drive to be interrupted for more than 6 months. In order to adhere to the tight schedule the Robbins TBM foreseen for Shaft 5 was started in the direction of Shaft 0. Both machines were disassembled at their meeting point, the new Shaft 3a. Contract section 1 is the most important part of the project as it is located in the middle of the city so that it has to be completed as quickly as possible. In the event of floods the water here can flow away and

be pumped into the Gran Canal with the aid of a pumping unit.

In August 2010, a Herrenknecht TBM started operating in contract section 2 – also 10 km long – from Shaft 5 in the direction of Shaft 10.

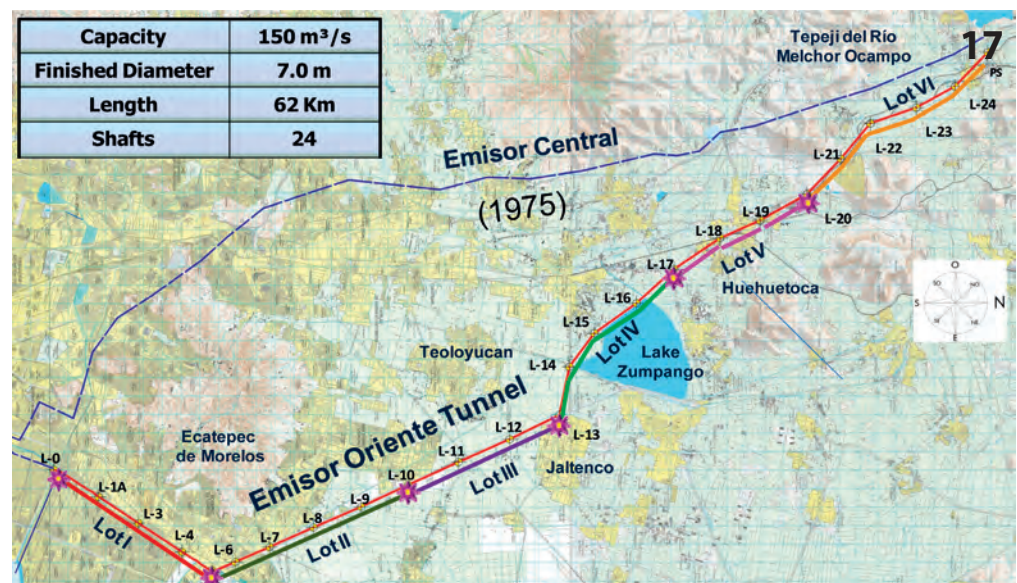
In the 10 km long contract section 3 tricky geological conditions are expected. In 2012 a Robbins TBM began operating from Shaft 10 towards Shaft 13.

In contract section 4 later in 2012, the 10 km long drive with a Robbins TBM began in Shaft 17 heading for Shaft 13. Sandy soil is expected here with volcanic ash and blocks of rock. Water pressure in this section is anticipated at 6 bar.

After the Robbins TBM concludes the additional drive in contract section 1, it will embark on the 10 km long contract section 5 drive from Shaft 20 to Shaft 17.

A Herrenknecht TBM began its 10 km long drive in September 2010 in contract section 6 from the portal to Shaft 20.

Pumps were used initially and now they are using fabric belt continuous conveyors that transfer to J-type vertical belt convey-



Übersichtsplan für das Projekt Emisor Oriente
General plan of the Emisor Oriente project

Schächte für die 62 km lange Strecke geplant. Die Schächte haben einen Durchmesser von 12 bis 20 m und sind zwischen 28 und 150 m tief.

Der mit 150 m tiefste Schacht wurde auf den ersten 100 m bei 20 m Durchmesser mit einer Dichtwand hergestellt. Die letzten 50 m mit 16 m Durchmesser wurden in Spritzbetonbauweise erstellt.

Der Tunnelvortrieb erfolgt mit EPB-Maschinen von Robbins und Herrenknecht. Im Juli 2011 waren 2 Herrenknechtmaschinen und 1 Robbinsmaschine im Einsatz, während Ende Juli 1 weitere Robbins-TBM und Ende August 1 weitere Herrenknecht-TBM montiert wurden. Im Oktober 2011 wurde eine 3. Robbins-TBM montiert, sodass insgesamt 6 TBM für den Tunnel Emisor Oriente im Einsatz sind.

Im 10 km langen Los 1 von Schacht 0 ausgehend startete im November 2009 eine Herrenknecht-TBM in Richtung Schacht 5. Eine Überschwemmung zwang den Vortrieb zu einer über 6-monatigen Pause. Um den straffen Zeitplan einzuhalten, wurde die für Schacht 5 vorgesehene Robbins-TBM von Schacht 5 in Richtung Schacht 0 auf den Weg gebracht. Im Treffpunkt, dem neuen Schacht 3a, werden beide Maschinen demontiert. Los 1 ist der wichtigste Teil des Projektes, da das Los im Zentrum der Stadt liegt und so schnell wie möglich fertig gestellt sein muss. Im Falle von Überschwemmungen kann das Wasser hier abfließen und mithilfe einer Pumpstation in den Gran Canal gepumpt werden.

Im August 2010 ging im ebenfalls 10 km langen Los 2 eine Herrenknecht-TBM von Schacht 5 in Richtung Schacht 10 auf den Weg.



Roberto Gonzalez (re.), Andrei Olivares (li) und Jeremy Pinkham für Robbins informierten mit Raymundo Rincon und David Juarez (beide nicht im Bild) über das Projekt TEO

Roberto Gonzales (r.), Andrei Olivares (l.) und Jeremy Pinkham for Robbins provided data on the TEO project together with Raymundo Rincon and David Juarez (both not in photo)

Im 10 km langen Los 3 werden schwierige geologische Bedingungen erwartet. Hier startete ausgehend von Schacht 10 in 2012 eine Robbins-TBM in Richtung Schacht 13.

In Los 4 begann der 10 km lange Vortrieb danach in 2012 mit einer Robbins-TBM im Schacht 17 und geht in Richtung Schacht 13. Erwartet wird hier ein sandiger Boden mit Vulkanasche und Felsblöcken. Der Wasserdruck in diesem Abschnitt wird bei 6 bar liegen.

Nachdem die Robbins-TBM den zusätzlichen Vortrieb in Los 1 beendet hat, wird sie den 10 km langen Vortrieb des Loses 5 von Schacht 20 nach Schacht 17 beginnen.

Im Los 6 vom Portal bis Schacht 20 startete im September 2010 eine Herrenknecht-TBM ihren 10 km langen Vortrieb.

Anfangs wurden Pumpen genutzt, um den Abraum der Vortriebe abzutransportieren. Inzwischen transportieren herkömmliche Förderbänder den Abraum zu vertikalen Förderbändern im Schacht. Die Vertikalförderbänder besitzen einen kleinen Fußbereich mit

ors to move muck up the shafts. The J-type belt has a small footprint for limited site space, and is used at TEO with a vertical belt

storage unit, also to save space in the small site footprint.

Ing. José Miguel Guevarra Torres, Emisor Oriente project manager from Conagua, provided us with an impression of the project (Fig. 20). According to Guevarra the project has to be seen from 2 angles. First of all there is the 62 km long tunnel with 7 m diameter. Then there are a large number of different geologies present at each of the faces for the 6 drives. The excavation runs through 3 different urban districts with a vast number of complicated passages and undercuts in some cases only a slight distance away or with minimal overburden. As the groundwater level falls the city inevitably subsides, a process re-

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.



«Weltweit erfolgreiche Planung und Beratung bei über 600 Tunnellüftungen seit 1963»

HBI Haerter Beratende Ingenieure

HBI Haerter AG

Stockerstr. 12

Tel. +41 44 289 3900

Fax +41 44 289 3999

CH: Zürich, Bern / D: Heidenheim / UK: Forest Row

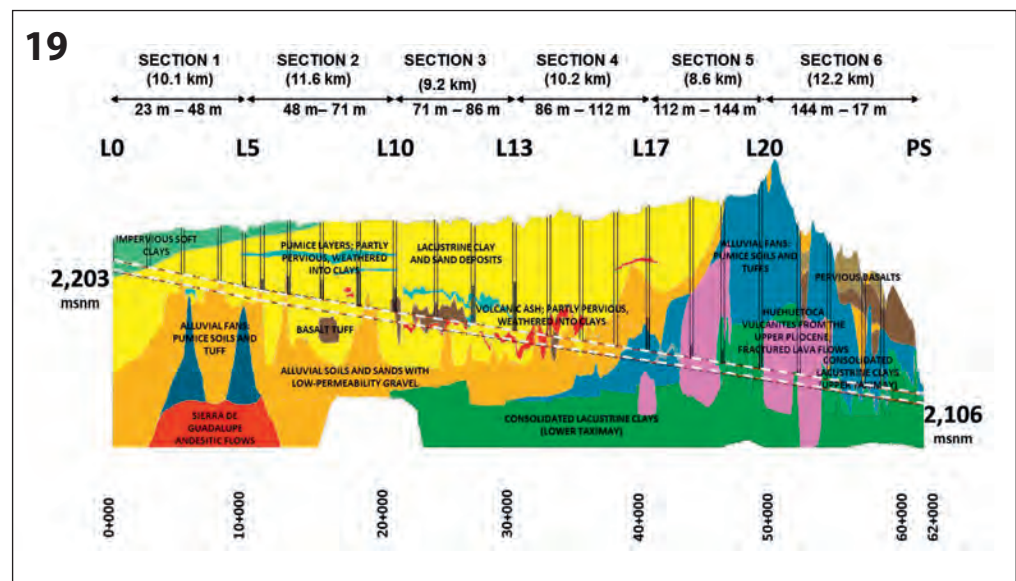
8002 Zürich / Schweiz

E-Mail: info.zh@hbi.ch

Web: www.hbi.ch

Anschluss an einen Bandspeicher um Platz zu sparen.

Ing. José Miguel Guevarra Torres, Projektleiter Emisor Oriente von Conagua, gab uns schließlich noch einen persönlichen Einblick in das Projekt (Bild 20). Nach Guevarra muss man das Projekt aus 2 Blickwinkeln betrachten. Einerseits ist da der 62 km lange Tunnel mit 7 m Durchmesser. Andererseits werden eine Vielzahl unterschiedlicher Geologien an jeder Ortsbrust der 6 Vortriebe vorgefunden. Der Vortrieb geht durch 3 verschiedene Stadtbezirke mit einer Unmenge komplizierter Vorbeifahrten und Unterfahrungen mit teilweise geringem Abstand oder minimaler Überdeckung. Das Absinken der Stadt nimmt mit sinkendem Grundwasserspiegel unaufhaltsam zu und ist an vielen Stellen sehr unterschiedlich intensiv, abhängig von den jeweiligen geologischen Rahmenbedingungen. Die Ableitung des Oberflächenwassers begann bereits im Jahr 1635 aus dem Mexico Valley und dem Mezqual Valley. Seitdem trocknet der See aus. Um das Jahr 1900 wurde der offene Gran Canal eröffnet, um das Abwasser der Stadt abzuleiten und musste dazu durch bzw. über die Berge in die Sierra Guadalupe geleitet werden. Dies erfolgte anfangs auch mit einem deutlichen Gefälle aus der Stadt heraus, doch im Laufe der Jahre kehrte sich nun das Gefälle um. Dies zeigt sich besonders bei schwerem Regen, wenn der Kanal in kürzester Zeit überlastet ist. Außer dem Emisor Oriente sind auch weitere Kläranlagen im Bau. Der erste wichtige Teil des Emisor Oriente wird in 2012 fertig gestellt sein und dann kann am Schacht 5 die Pumpstation mit der Kläranlage das Flutwasser in den Gran



Geologisches Profil mit einer Übersicht der Lose und Schächte des TEO

Geological profile with an overview of the contract sections and shafts of the TEO on the project and its peculiarities

Canal ableiten. Ein großes Problem, das zukünftig noch gelöst werden muss, ist die Frischwasser-Versorgung Mexico City's.

Schlussbemerkung

Zahlreiche große Städte in allen Teilen der Welt haben mit ähnlichen Problemen zu kämpfen. Allerdings sind sie nicht immer so massiv und gebündelt, wie wir das z.B. in Mexico City vorfinden. In allen Fällen aber bieten Lösungen unter Einbeziehung der Tunnelbauweise immer eine akzeptable, innovative und dauerhafte Lösung. 

flecting extreme differences of intensity at many places depending on the given geological conditions. Work on diverting the surface water from the Mexico Valley and the Mezqual Valley began as far back as 1635. Since then the lake has dried out. The Gran Canal was opened in 1900 to cope with the city's wastewater and towards this end it had to be diverted via the mountains in the Sierra Guadalupe. Initially this took place assisted by a defined slope running from the city but in the course of the years this situation has

reversed. This is revealed particularly when heavy rain falls and the canal bursts its banks in the shortest possible time. In addition to the Emisor Oriente further clarification systems are under construction. The first important section of the Emisor Oriente is due to be completed in 2012 and then the pumping station with the clarification plant at Shaft 5 can divert floodwater into the Gran Canal. A major problem that still remains unresolved is how to provide Mexico City with drinking water.

Conclusion

Numerous big cities throughout the world have to face up to similar problems. However these may not be as huge and concentrated as they are in Mexico City. Whatever the case solutions that include resorting to tunnels always provide an acceptable, innovative and sustainable way out. 



Geduldig erläutert José Miguel Guevarra, Projektleiter Emisor Oriente, dem tunnel-Chefredakteur das Projekt und seine Besonderheiten

José Miguel Guevarra, Emisor Oriente project manager patiently briefs the tunnel editor-in-chief

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

☐ Privatschrift

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**

Túnel Emisor Oriente: Das weltgrößte Abwas- serprojekt

Ein gigantisches Bauvorhaben soll das Abwasserproblem in Mexiko-Stadt lindern. Beim Bau des insgesamt 60 km langen Tunnel kommen auf 3 Bauabschnitten EPB-Schilde großen Durchmessers von Herrenknecht zum Einsatz.

1 Die sinkende Stadt

Um rund 12 m ist Mexiko-Stadt in den vergangenen 100 Jahren in einigen Stadtteilen abgesunken – das entspricht der Höhe eines viergeschossigen Wohnhauses. Der größte Teil der Stadt ist auf sumpfigem Untergrund gebaut und weil aus diesem

Dipl.-Ing. Volker Breuning, Herrenknecht AG, Schwanau/D
www.herrenknecht.de

Sumpf mehr Grundwasser entnommen wird, als er durch Regen wieder aufnehmen kann, wird er immer kompakter und die 20-Millionen-Metropole darüber sinkt ab (Bild 1). Mit

Die Spitze dieses alten Brunnens zeigt anschaulich, wie sehr manche Stadtteile über die Jahrzehnte an Höhe verloren haben

The top of this old well clearly demonstrates to what extent some parts of the city have lost height in the course of decades



Túnel Emisor Oriente: The biggest Sewage Project in the World

A gigantic building scheme has been devised to ameliorate the wastewater problem in Mexico City. Large diameter EPB Shields from Herrenknecht are being used on 3 contract sections to produce the altogether 60 km long tunnel.

1 The sinking City

In the past 100 years some parts of Mexico City have sunk by roughly 12 m – corresponding to the height of a 4-storey high house. The bulk of the city is constructed on swampy subsoil and as more groundwater is extracted from this swamp than can be replaced by precipitation, the terrain becomes ever more compact and the city above with a population of 20 million inhabitants continues to subside (Fig. 1). The “Emisor Central”, Mexico City’s main wastewater collector completed in 1975, continues to sink with it. Its gradient is becoming increasingly more unfavourable so that in the interim it has lost around 40 % of its original capacity of 170 m³/s. In parts this gradient has reversed so that pumps must be applied to carry the sewage. Year by year serious floods result because the wastewater system is no longer able to cope with the masses of rain.

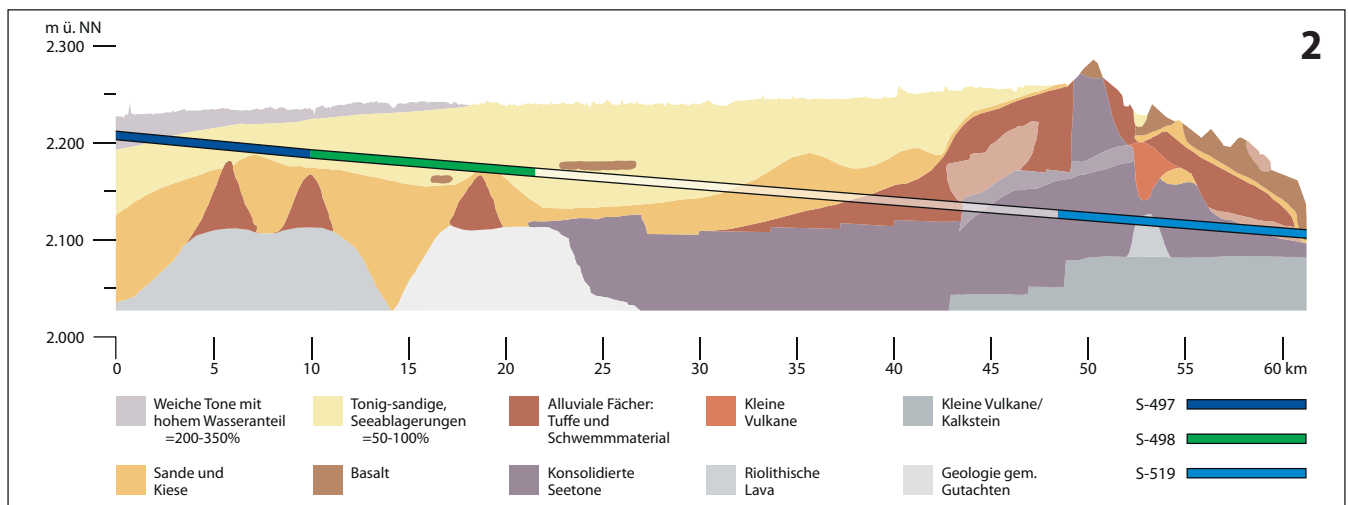
In mid-2008 CONAGUA, the national water board in the Mexico Ministry for the Environment, embarked on the construction of the “Túnel Emisor Oriente”. With an internal diameter of 7 m, it will

transport up to 150 m³ of sewage per second over a distance of 63 km beneath the capital and the federal region of Mexico towards the federal region of Hidalgo. The authorities and the population are convinced that the world’s biggest sewage project will reintroduce an element of quality to life in the city.

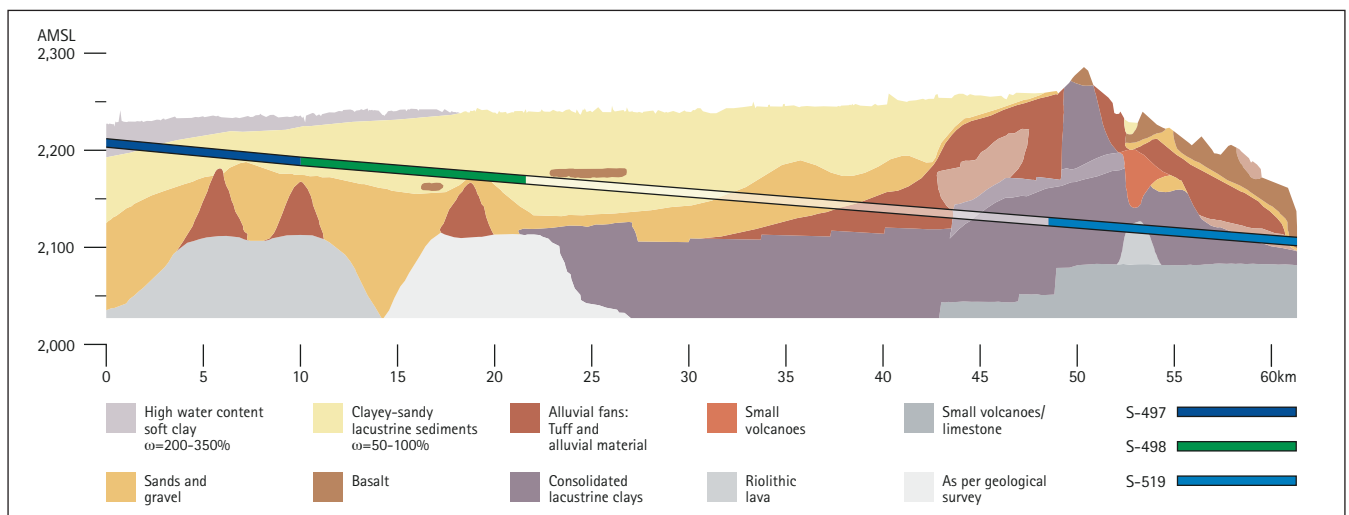
A consortium of 5 companies is involved in building this giant scheme. In February 2008, Herrenknecht was commissioned to deliver 3 EPB Shields for the Túnel Emisor Oriente, which have to drive 3 tunnel contract sections with a total length of some 30 km.

2 Ground Conditions

The first machine S-497 (section 1) mainly passes through clays and silts with a high water content between Shaft LO and L3a (Fig. 2). Shield S-498 is deployed for contract section 2 between Shaft L5 and L10. It mainly encounters over-consolidated silty sand and loam and considerably higher water pressures than in section 1. The third EPB Shield S-519 (section 6) largely encounters substantially more heterogeneous conditions – driving in over-consolidated clays up until February 2012. As it progresses the S-519 can expect a



Trassenquerschnitt Túnel Emisor Oriente



Túnel Emisor Oriente route cross-section

der Stadt sinkt auch der „Emisor Central“, der 1975 fertig gestellte Hauptabwassersammler von Mexiko-Stadt. Sein Gefälle wird zunehmend ungünstiger, wodurch er inzwischen rund 40 % seiner ursprünglichen Kapazität von 170 m³/s einbüßte. Streckenweise hat sich das Gefälle umgekehrt und es müssen Pumpen eingesetzt werden, um das Abwasser zu befördern. Jahr für Jahr kommt es zu schwersten Überschwemmungen, weil das Abwassersystem der Regenmassen nicht mehr Herr wird.

Mitte 2008 begann CONAGUA, die nationale Wasser-

kommission im mexikanischen Umwelt-Ministerium, mit dem Bau des „Túnel Emisor Oriente“. Er wird bei einem Innendurchmesser von 7 m bis zu 150 m³ Abwasser pro Sekunde auf einer Länge von 63 km unter der Hauptstadt und dem Bundesstaat Mexiko hindurch bis in den Bundesstaat Hidalgo abführen. Von dem weltgrößten Abwasserprojekt versprechen sich Behörden und Bevölkerung, dass ein Stück Lebensqualität in die Stadt zurückkehrt.

Ein Konsortium aus 5 Firmen ist mit dem Bau dieses Megaprojekts befasst. Im Februar 2008 wurde Herrenknecht

geological section with rocky zones comprising conglomerates, breccias and pyroclastic sediments and blocks as well as mixed face conditions with soft and hard material. Given a maximum overburden of in excess of 150 m at the same time high water ingresses and pressures are anticipated.

3 Three Herrenknecht EPB Shields for the Túnel Emisor Oriente

The 3 Herrenknecht EPB Shields are essentially designed for the geological conditions as well as the depth of the tunnel extending down to 150 m (Fig. 3, Table 1).

Consequently the EPB Shields and their installations were devised for operating pressures of up to 7 bar and can be adapted corresponding to the heterogeneous subsoil conditions.

The cutting wheel design permits the cutting knives and rippers to be replaced by disc cutters in other words so that either soft ground or solid rock can be tackled. In order to enable the flow of material in silty and clayey geology the cutting wheel of the S-497 and S-498 is provided with a large opening ratio in the critical central area. On the other hand for driving the S-519 in rockier sections the

beauftragt 3 EPB-Schilde für den Túnel Emisor Oriente zu liefern, die 3 Tunnel-Lose mit einer Gesamtlänge von rund 30 km auffahren werden.

2 Baugrundverhältnisse

Die erste Maschine S-497 (Los 1) fährt zwischen Schacht L0 und L3a hauptsächlich durch Tone und Schluffe mit hohem Wassergehalt (Bild 2). Der Schild S-498 wird für das Baulos 2 zwischen Schacht L5 und L10 eingesetzt. Er trifft vorwiegend auf überkonsolidierten schluffigen Sand und Lehm und auf deutlich höhere Wasserdrücke als bei Los 1. Der dritte EPB-Schild S-519 (Los 6) wird weitaus heterogenere Verhältnisse auffahren und macht bis Februar 2012 Vortrieb in überkonsolidierten Tonen. Auf der weiteren Etappe erwartet die S-519 ein geologischer Schnitt mit felsigen Abschnitten bestehend aus Konglomeraten, Brekzien und pyroklastische Sedimente und Blöcken sowie Mixed-Face-Bedingungen mit weichem und hartem Material. Bei einer maximalen Überdeckung von mehr als 150 m werden zugleich hohe Wasserzuflüsse oder -drücke erwartet.

3 Drei EPB-Schilde von Herrenknecht für Túnel Emisor Oriente

Die 3 Herrenknecht-EPB-Schilde sind grundsätzlich auf die geologischen Verhältnisse sowie auf die Tiefenlage der Tunnel von bis zu 150 m ausgelegt (Bild 3, Tabelle 1).

So wurden die EPB-Schilde und deren Einbauten für Betriebsdrücke von bis zu 7 bar konstruiert und können entsprechend den heterogenen Baugrundbedingungen adaptiert werden.

		S-497 Los L0 – L3a	S-498 Los L5 – L10	S-519 Los 6
Vortriebslänge	[m]	6.488	11.581	12.163
Maschinentyp		EPB-Schild		
Schilddurchmesser	[mm]	8.700		8.890
Gesamtgewicht	[t]	930		1.095
Gesamtlänge	[m]	95		85
Werkzeugbestückung - Spuren - Schälmesser		38 (Disken oder Ripper) 164		53 150
Konditionierung (Lanzen)		6		8
Antriebsleistung Schneidrad	[kW]	1.600		2.080
Nennmoment	[kNm]	6.613		10.251
Vorschubkraft	[kN]	73.187		62.437
Nachläufer Anzahl Länge Gewicht	[Stck] [m] [t]	5 95 350		
Tübbingring Ringteilung Länge Innendurchmesser Außendurchmesser	[Stck] [mm] [mm] [mm]	6+1 1.500 7.100 7.800		7+1 1.500 7.800 8.600

Tabelle 1: Maschinendaten

		S-497 Section L0 – L3a	S-498 Section L5 – L10	S-519 Section 6
Length of drive	[m]	6,488	11,581	12,163
Machine type		EPB-Shield		
Shield diameter	[mm]	8,700		8,890
Total weight	[t]	930		1,095
Total length	[m]	95		85
Attached tools - Tracks - Cutters		38 (discs or rippers) 164		53 150
Conditioning (lances)		6		8
Output cutting wheel	[kW]	1,600		2,080
Nominal torque	[kNm]	6,613		10,251
Thrusting force	[kN]	73,187		62,437
Trailers Number Length Weight	[Pieces] [m] [t]	5 95 350		
Segmental ring Ring division Length Internal diameter External diameter	[Pieces] [mm] [mm] [mm]	6+1 1,500 7,100 7,800		7+1 1,500 7,800 8,600

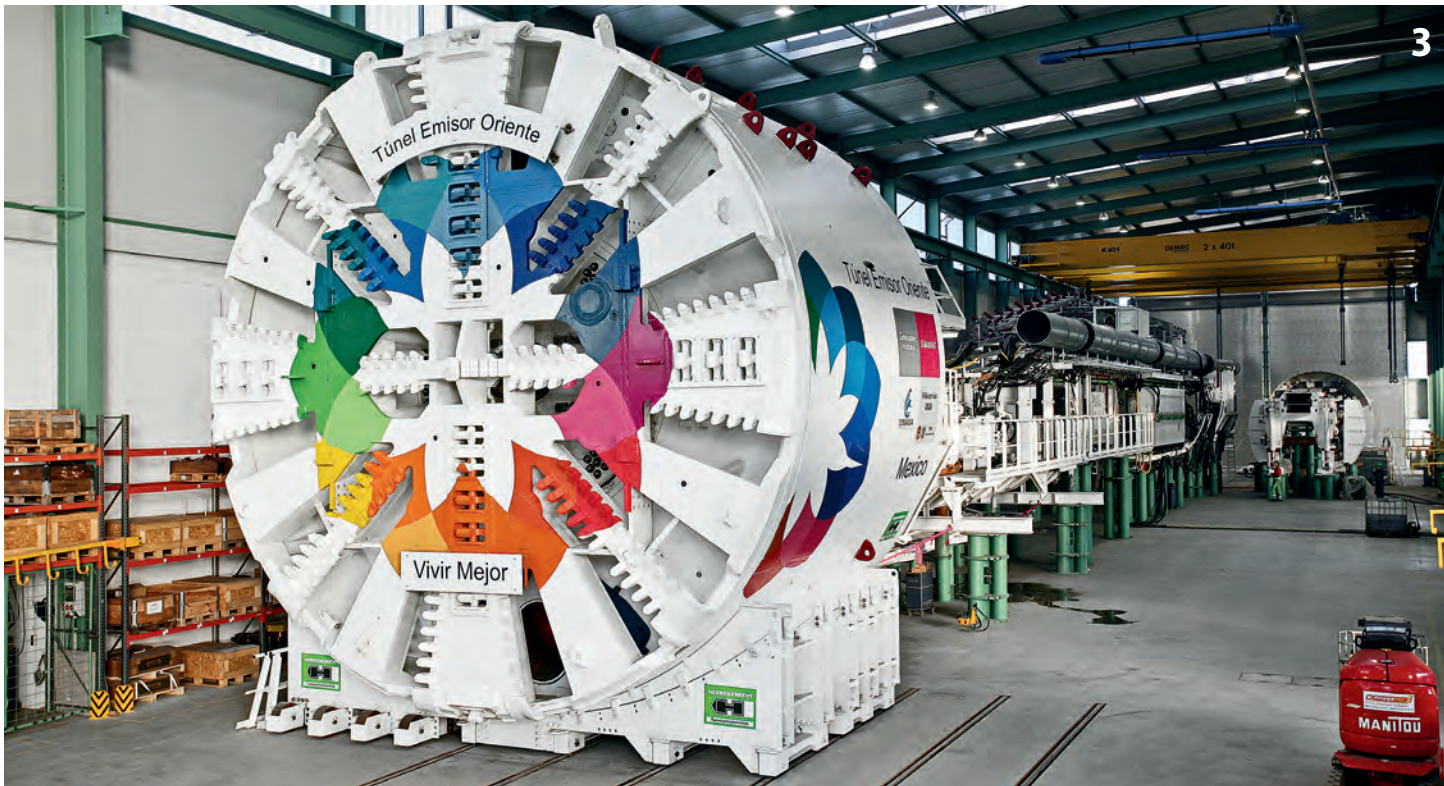
Table 1: Machine data

Das Schneidraddesign erlaubt den Wechsel von Schälmessern bzw. Sticheln zu Rollenmeißeln und somit die Anpassung von weichem Boden auf harten Fels.

cutting wheel centre is designed in such a way that it can be fitted with disc cutters. A total of 8 openings are to be found in the cutting wheel in order to con-

dition the subsoil in an optimal manner.

The screw conveyor with 900 mm diameter extracts the soil and primarily is responsib-



Der EPB-Schild S-497 bei der Werksabnahme in Schwanau, Februar 2009

The S-497 EPB Shield on the occasion of the workshop acceptance in Schwanau, February 2009

Um den Materialfluss in schluffiger und toniger Geologie zu gewährleisten, ist das Schneidrad von S-497 und S-498 im kritischen Zentrumbereich mit einem großen Öffnungsverhältnis ausgebildet worden. Für den Vortrieb von S-519 in felsigeren Abschnitten wurde dagegen das Schneidradzentrum so gestaltet, dass es mit Disken bestückbar ist. Insgesamt 8 Öffnungen befinden sich im Schneidrad um den Baugrund optimal konditionieren zu können.

Die Förderschnecke mit einem Durchmesser von 900 mm extrahiert den Boden und baut primär die Druckverhältnisse in der Abbaukammer ab. Zur weiteren Materialförderung sind bei S-497/498 sowohl ein Maschinenband mit Abwurf auf einen Tunnelzug als auch Dickstoffpumpen vorgesehen. Die EPB-Schilde können somit konvertiert und an die geolo-

gischen Verhältnisse angepasst werden. Die S-519 fördert das Abraummateriale auf ein Tunnelband, da hier die Baugrundbedingungen einen höheren Aufwand zur Verbreitung und Förderung mittels Pumpen bedeuten würden.

Die eingesetzten Dickstoffpumpen eignen sich besonders zur Förderung von weichem, kohäsivem Boden mit hohem Wassergehalt und können zusätzlich zum sekundären Abbau von sehr hohen Stützdrücken eingesetzt werden. Das Prinzip der Pumpenförderung hat sich in Mexiko bereits beim Projekt Rio de la Compania (EPB-Schild S-364, Vortrieb 2007 bis 2009) bewährt. Um die Pumpbarkeit für die neuen Projektbedingungen vor Vortriebsbeginn von S-497/498 zu simulieren, wurde eigens ein Pumpversuch unter Realbedingungen vor Ort durchgeführt (Bild 4).

le for the pressure conditions in the extraction chamber. The S-497/498 also possess a machine belt conveyor with discharge onto a tunnel train as well as solid matter pumps for further transportation of material. As a result the EPB Shields can thus be adapted to the geological conditions. The S-519 carries the excavated material on a tunnel belt conveyor as in this case the ground conditions would make it more difficult to slurify and discharge by means of pumps.

The solid matter pumps that are applied are particularly suitable for discharging soft, cohesive soil with a high water content and can also be used for catering for very high supporting pressures. The pump discharge principle already proved itself in Mexico for the Rio de la Compania project (EPB Shield S-364, advance from 2007 till 2009). Pumping tests (Fig. 4)

were undertaken on site under real conditions to establish the pumpability of the new project conditions prior to the S-497/498 drives commencing.

The successful tests indicated that correspondingly conditioned muck can be pumped up to a distance of approx. 1.5 km without a relay station being needed as a booster in the tunnel. Even greater distances can be bridged by injecting lubricants and smearing the bore wall with water, bentonite or additives.

The main advantage of pump conveyance results from being able to transport material vertically in narrow starting shafts. The material to be pumped should ideally possess a high natural water content or be in liquid form and have a grading curve as widely varied as possible to prevent material being deposited in the bore. Sticky clay is also capable



4

Vor Vortriebsbeginn wurde die Pumpbarkeit des Abraums vor Ort erfolgreich getestet

The pumpability of the muck was successfully tested prior to the start of the excavation

Die erfolgreichen Tests zeigten, dass bis zu einer Leitungslänge von ungefähr 1,5 km entsprechend konditionierter Abraum gepumpt werden kann, ohne dass eine Relaisstation als Booster im Tunnel zwischengeschaltet werden muss. Durch Gleitmittelinjektion und Schmierung der Rohrwandung mit Wasser, Bentonit oder Additiven kann zudem über noch größere Entfernungen gefördert werden.

Ein Hauptvorteil bei der Pumpenförderung ergibt sich bei der vertikalen Materialförderung in engen Startschächten. Das zu pumpende Material sollte idealerweise einen hohen natürlichen Wassergehalt aufweisen oder verflüssigt sein und möglichst eine weitgestufte Sieblinie haben, um das Absetzen von Material im Rohr zu verhindern. Auch klebriger Ton kann gut gepumpt werden (Bild 5). Ein herkömm-

licher Vertikalförderer, der in den tiefen Startschächten nötig wäre, würde bei diesen Bedingungen an seine Grenzen stoßen. Auf den EPB-Schilden S-497 und S-498 sind je 2 Dickstoffpumpen links und rechts vom Schneckenfördererabwurf installiert worden und erlauben einen maximalen Bodenaustrag von 360 m³/h.

Über flexible Schläuche sind der Schneckenfördererabwurf und die Pumpen verbunden, um die Steuerbarkeit des Schildes zu gewährleisten. Über eine Drehgelenkschere auf dem letzten Nachläufer erfolgt die kontinuierliche Verlängerung der Dickstoffpumpenleitung bis zu 6 m mit einem Durchmesser von DN200 mm (Bild 4). Nach 6 m wird die Drehgelenkschere zurückgezogen, eingefahren und 6 m Rohrleitung werden als Verlängerung eingebaut.

of being easily pumped (Fig. 5). A conventional vertical conveyor, which would be needed in the deep starting shafts, would come up against its limits given these conditions. On EPB Shields S-497 and S-498 there are in each case 2 solid matter pumps to the left and right of the screw conveyor discharge on gantry No. 2 providing for a maximum soil discharge of 360 m³/h.

The screw conveyor discharge and the pumps are connected via flexible hoses in order to assure that the shield can be steered. The solid matter line on the last gantry is extended continuously via rotary joint shears to up to 6 m with DN200 diameter (Fig. 6). The rotary joint shearing device is retracted after 6 m and 6 m of pipeline is installed as an extension.

On account of the long driving section of up to in excess

of 10 km high efficacy of the material logistics on the gantry system is essential to ensure the excavation runs as smoothly as possible. For example a quick unloading device for the segments was installed to reduce the cycle time for the train logistics and to make sure the train moves out of the gantry as fast as possible.

4 Start-Up Situation

The constricted space conditions in the launch shaft given only 16 m diameter with a depth varying from 27 to 52 m represent a particular challenge for every site team during assembly of the machine and especially during the start-up in contract sections 1 and 2 (Fig. 6).

In the narrow launch shafts the TBMs could only be assembled and pushed forward successively. They first actually reached their final state including all gantries in the tunnel after 95 m had been driven. The gantries first remained on the surface whilst S-497 and S-498 began driving from Shaft LO and L5. The shield machines were connected with the relevant components for driving via an "umbilical cord". Herrenknecht together with the jobsite team devised the start-up situation with hoses and cables, which were fitted with special stress reliefs on account of their length and their weight. A specially developed system involving cranes, booms and guide pulleys was applied, so that the cables and hoses belonging to the "umbilical cord" could accompany the TBM drive.

5 Additional Equipment and Services

The range of products supplied embraced tunnel belt conveyors (H+E Logistik), surveying systems (VMT GmbH), rails for laying as required and rolling stock for the

Aufgrund der langen Vortriebsstrecke von bis zu über 10 km ist für einen möglichst reibungslosen Vortrieb eine hohe Effektivität der Materiallogistik auf dem Nachläufer von großer Bedeutung. So wurde unter anderem eine Schnellentladung für die Tübbinge installiert, um die Zykluszeit für die Zuglogistik zu verkürzen und den Zug möglichst schnell aus dem Nachläuferbereich heraus in den Umlauf zu bringen.

4 Anfahrsituation

Eine spezielle Herausforderung für jedes Baustellenteam bei der Maschinenmontage und insbesondere bei der Anfahrt im Baulos 1 und 2 sind die eingeschränkten Platzverhältnisse im Startschacht bei einem Durchmesser von nur 16 m aber gleichzeitig einer Tiefe von zwischen 27 und 52 m (Bild 6).

In den engen Startschächten konnten die TBM nur sukzessive montiert und vorgeschoben werden. Erst nach 95 m Vortrieb standen sie in ihrer Endkonfiguration mit allen Nachläufern im Tunnel. Die Nachläufer verblieben zunächst an der Oberfläche, während S-497 und S-498

vom Schacht L0 und L5 aus ihre Fahrt aufnahmen. Die Schildmaschinen wurden über eine „Nabelschnur“ mit den vortriebsrelevanten Komponenten verbunden. Herrenknecht konzipierte zusammen mit den Baustellenverantwortlichen die Anfahrsituation mit Schläuchen und Kabeln, die aufgrund ihrer Länge und ihres Gewichtes mit speziellen Zugentlastungen ausgestattet waren. Es kam ein eigens entwickeltes System von Kränen, Auslegern und Umlenkrollen zum Einsatz, um die Kabel und Schläuche der „Nabelschnur“ gleichzeitig mit dem Vortrieb der TBM nachführen zu können.

5 Zusatzequipment und Services

Der Lieferumfang umfasste neben den 3 EPB-Schilden noch Tunnelbandanlagen (H+E Logistik), Vermessungssysteme (VMT GmbH), Schienen für Vorlegestöße und Rolling Stock für die Nachläufer- und Zuglogistik (Maschinen- und Stahlbau Dresden, MSD), Relaisstationen für die Pumpenförderung, Schläuche, Kabel und Leitungen für die Schildanfahrt sowie eine



Bodenaustrag

Ground extraction

The future of mobility



InnoTrans 2012

International Trade Fair for Transport Technology

Innovative Components · Vehicles · Systems

18 - 21 September · Berlin · Germany

www.innotrans.com



hohe Zahl an Mannmonaten für Personalbeistellung und Engineering. Mit dem umfangreichen Gesamtpaket können Schnittstellen im Projekt optimiert und Ressourcen gespart werden.

6 Projektstatus

Die Vortriebsmannschaften haben bisher im Projekt Túnel Emisor Oriente mit den 3 Herrenknecht-EPB-Schilden insgesamt 4,6 km (S-497), 0,6 km (S-498) und 2,8 km (S-519) Tunnel aufgefahren (Stand Februar 2012). Seit Aufnahme des Regelvortriebs überzeugten die Zykluszeiten. Bei S-497 und S-519 erfolgte der Vortrieb von 1,5 m und der Ringbau in jeweils nur rund 30 bis 40 Minuten (Bild 7a, 7b).

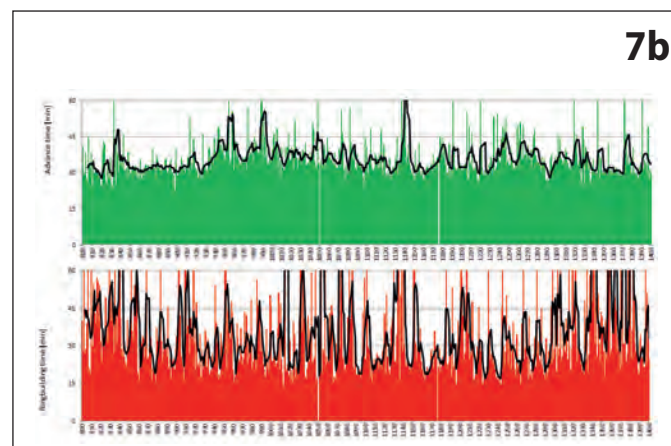
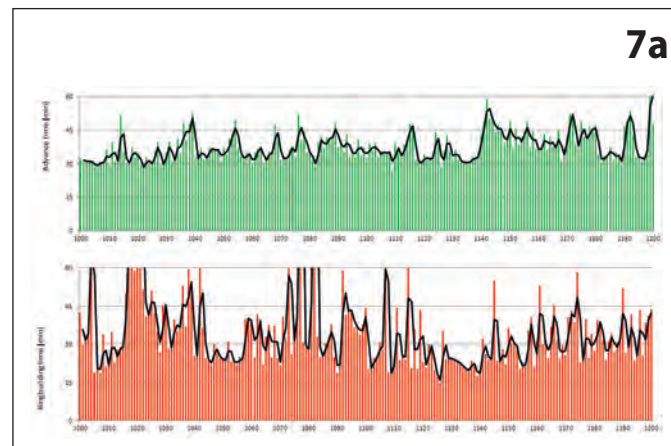
7 Hoffnung für die sinkende Stadt

Die mexikanische Wasserbehörde CONAGUA hat mit dem Túnel Emisor Oriente ein Großprojekt in Angriff genommen, das weltweit beispiellos ist – und für Mexiko-Stadt überlebenswichtig. Neben einem zukünftig besser koordinierten Grundwasserhaushalt gegen das weitere Absinken der Stadt ist der über 60 km lange Sammler für ein leistungsfähiges Abwassersystem und für die Verbesserung der Lebensqualität in der Megacity von entscheidender Bedeutung. Mit den Erddruckschilden von Herrenknecht kommen die Tunnelbauer mit sehr guten Zykluszeiten bestens voran. Die entwickelten Lösungen, wie beispielsweise bei der Anfahrt im engen und tiefen Schacht oder die eingesetzten Dickstoffpumpen, waren die richtigen Antworten auf die Herausforderungen im Projekt. 



Startschacht von S-497 (Baulos 1, Schacht L0)

Launch shaft for the S-497 (contract section 1, Shaft L0)



Zykluszeiten S-497 (oben) und S-519 (unten)

Cycle times S-497 (top) and S-519 (bottom)

back-up and train logistics (Maschinen- und Stahlbau Dresden, MSD), relay stations for pump conveyance, hoses, cable and lines for the shield start-up as well as a large number of man-months for provision of personnel and engineering. Thanks to this extensive package interfaces in the project were optimised and resources saved.

6 Project Status

The driving crews have so far driven 4.6 km (S-497), 0.6 km (S-498) and 2.8 km (S-519) of tunnel for the Túnel Emisor Oriente project (as of February 2012). The cycle times have been really convincing since regular drives have been embarked on. In the case of the S-497 and S-519 the 1.5 m long drive and installation of the ring took place in only some 30 to 40 minutes (Figs. 7a+7b).

7 Hope for the sinking City

The Mexican water board CONAGUA has embarked on a major project in the form of the Túnel Emisor Oriente scheme, which is unparalleled anywhere in the world – and absolutely essential for Mexico City itself. Apart from being able to coordinate the groundwater table more effectively in future thus preventing the city subsiding from even further, the more than 60 km long collector devised to provide a more effective sewage system and enhance the quality of life in the mega-city is of decisive importance. Thanks to Herrenknecht's EPB Shields the tunnellers are making excellent progress. The solutions developed such as the start-up in narrow and deep shafts or the solid matter pumps that are applied, were the proper response in meeting the scheme's challenges. 

tunnel *now as* *eMagazine!*

Your advantages at a glance:

- available worldwide
- benefit from the lucid presentation in the familiar layout of the printed issue
- easy full text search
- straightforward navigation on individual pages or items
- the provided links enable you to obtain more details on corresponding topics in a jiffy
- no delays due to protracted dispatch



**Subscribe
now -
98.50 EUR
per year!**



Go online wherever you are!

www.tunnel-online.info

Klare Ansagen für Verkehrsteilnehmer: Neue Chancen zur sicheren Sprachalarmierung in Tunneln

Hilfestellung für den Tunnelnutzer zum richtigen Verhalten im Gefahrenfall liefern Lautsprecherdurchsagen, deren Wirksamkeit jedoch entscheidend von ihrer Verständlichkeit abhängen. Wege, die die Verständlichkeit weiter zu erhöhen zeigt der folgende Beitrag auf.

Ausgangslage

Lautsprecherdurchsagen gehören zu den Sicherheitseinrichtungen, die in Brand- und Katastrophenfällen in Straßentunneln einen ganz beträchtlichen Stellenwert für die Selbstrettung der Tunnelnutzer besitzen. In verrauchter Umgebung werden akustische Informationen nicht beeinträchtigt, und Menschen reagieren auf verbale Ansprache rascher und präziser als auf allgemeine Gefahrensignale oder optische Symbole. Die Vorteile einer schnellen und gezielten Information des Tunnelnutzers mittels Lautsprecherdurchsagen wurden bereits durch die Vorgabe von Lautsprechern in den 1985 erstmalig veröffentlichten „Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln“ (RABT) [1] gesehen und seitdem beibehalten.

Voraussetzung für die Wirksamkeit von Sprachalarmierung ist jedoch die ausreichend gute Verständlichkeit der übermittelten Sprachinformation. Die Akustik eines Straßentunnels

Rolf Mayer, IFB Consulting; **Oliver Reimann**, Sprech-Fabrik Engineering
Christof Sistenich, Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)

mit immensem Nachhall und Verkehrslärm stellt der Verständlichkeit jedoch hohe Hürden entgegen. Gerade die für die Tunnelbetriebspraxis wichtigste Beschallungsart des sogenannten Sammelrufs, also eines gleichzeitigen Rufs in eine Röhre über deren vollständige Länge, musste in der Mehrzahl aller Tunnel in die Kategorie „unverständlich“ eingeordnet werden. Da aber die RABT [1] nicht allein den Einbau der Anlagen, sondern eine Verständlichkeit der Lautsprecherdurchsagen fordert, gilt es, den bisherigen Widerspruch zwischen definiertem Anspruch und realer Beschallungspraxis durch ergänzende Untersuchungen aufzulösen. Mit der Durchführung dieser Untersuchungen hat die Bundesanstalt für Straßenwesen in Vertretung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) das Ingenieurbüro IFB Consulting beauftragt.

Clear Announcements for Motorists: New Chances for safe Voice Alarms in Tunnels

Loudspeaker announcements, whose efficacy largely depends on their comprehensibility, provide assistance for tunnel users on how to act properly during dangerous situations. The following report provides indications of how to more effectively improve comprehensibility.

Loudspeaker announcements are numbered among the safety facilities, which are essential for the evacuation of tunnel users in the event of a fire or other incident. Acoustic information is not distorted in the smoky environment and people react faster and more precisely to verbal communication than to general warnings of danger or optical symbols. The advantages of rapid and targeted information for the tunnel user via speaker announcements was recognised in the "Guidelines for Furnishing and Operating Road Tunnels" (RABT) first published in 1985 and have been adhered to since.

However it is imperative that the information passed on can be well understood to ensure the efficacy of communication. The acoustics within a road tunnel with immense resonance and the noise caused by traffic set high obstacles for comprehensibility. The all-call system, which is the most important form of communication for tunnels in operation,

in other words a constant call over the entire length of one bore, fell into the "incomprehensible" category as far as the majority of tunnels were concerned. As however RABT [1] does not simply advocate the installation of the system but also the comprehensibility of loudspeaker announcements, it is essential that the existing contradiction between what is justifiably demanded and actual acoustical practice is rectified through more extensive investigations. The Federal Highway Research Institute on behalf of the Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development (BMVBS) commissioned the Ingenieurbüro IFB Consulting to tackle these investigations.

The investigations are aimed at arriving at more extensive demands on electro-acoustic systems in road tunnels taking technical and economic applicability into consideration. Initially it has to be clarified whether obvious potentials for improving existing acoustic results are available. Consequently it has to be determined whether acoustic systems on the basis of defined types of

Ziel der Untersuchungen ist die Erarbeitung weitergehender Anforderungen an elektroakustische Anlagen in Straßentunneln unter Beachtung der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit. Hierbei ist zunächst zu klären, ob sich eindeutige Potenziale zur Verbesserung der bisherigen Beschallungsergebnisse aufzeigen lassen. Darauf aufbauend ist zu ermitteln, ob Beschallungsanlagen auf der Basis definierter Tunneltypen mit jeweils voneinander differierenden akustischen Eigenschaften ohne aufwändige Einzelfalluntersuchungen geplant werden können bzw. eine Verringerung des Planungs-

aufwandes erreichbar ist. Die Ergebnisse sollen in konkrete Empfehlungen zur Fortschreibung des für Straßentunnel geltenden betriebstechnischen Regelwerkes münden.

Untersuchungsansatz

Akustisch-theoretische Grundlagen, neuartige beschallungstechnische Konzepte sowie weitere Ergebnisse aus Forschungsprojekten und Untersuchungen zum Thema Tunnelbeschallung waren zu analysieren und den Erkenntnissen aus einer Anzahl schalltechnischer Einzeluntersuchungen zu Straßentunneln, die vom Forschungsnehmer unabhängig vom Forschungsvorhaben

tunnel possessing different acoustic properties can be designed without complicated tests being executed for each individual case or by reducing the scope of the planning process. The results are intended to provide concrete recommendations to be integrated in the technical code of practice for road tunnels.

Starting Point for Investigations

Acoustic-theoretical principles, novel acoustic-technical concepts as well as further results from research projects and investigations on tunnel acoustics had to be analysed and compared to the findings from a number of sound-technical in-

dividual investigations on road tunnels, which were established by the researcher quite independent of the research project. It was intended to determine acoustic parameters relevant for sound systems given different tunnel geometries with the appropriate technical measurements. These were to be accompanied by the definition of precise basic requirements on the electro-acoustic functional parameters of sound systems. A follow-up market analysis was intended to show the available market potential for electro-acoustic equipment not used on the tunnel sector relating to improving comprehensibility of voice information in tunnels.



We understand our business

Our many years of experience in the planning and production of simple to complex conveyor systems have made us into a reliable partner worldwide. Conveyor systems and transport systems are individually adapted to your needs.

Marti Technics Ltd. produces tailor-made, practical solutions based on its own construction site experience.

Talk to us. We will provide you with professional and correct consultation and know all the possibilities that can be used for a qualified realisation of your projects.

We also offer gravel plants, formwork systems, electrical engineering and special constructions.

Marti Technics Ltd. Lochackerweg 2 CH-3302 Moosseedorf

Fon. +41 31 858 33 88 Fax +41 31 858 33 89 info@martitechnik.ch www.martitechnik.ch

aufgestellt worden waren, gegenüberzustellen. Als Ergebnis sollten die für die Auslegung von Beschallungsanlagen relevanten akustischen Einflussgrößen bei unterschiedlichen Tunnelgeometrien zusammengestellt und messtechnisch bestimmt werden. Dies sollte einhergehen mit der Definition präziser Grundanforderungen an die elektroakustischen Funktionsparameter von Beschallungsanlagen. Eine ergänzende Marktanalyse sollte das Potenzial am Markt vorhandener aber im Tunnelbereich nicht eingesetzter elektroakustischer Ausrüstung im Hinblick auf die Verbesserung der Verständlichkeit von Sprachinformationen im Tunnel aufzeigen.

Nach der Festlegung geeigneter Anforderungen waren die jeweiligen Tunnelbeschallungskonzepte auf die jeweils erzielbaren elektroakustischen objektiven Sprachverständlichkeits-Parameter zu untersuchen. In diesem experimentell geprägten Teil des Vorhabens waren in einem Straßentunnel vergleichende Untersuchungen zwischen unterschiedlichen Beschallungskonzepten in Form von prinzipiellen Messaufbauten vorgesehen. Die aus diesen Versuchsanordnungen gewonnenen ersten vorläufigen Ergebnisse hatten eine starke Fokussierung des Untersuchungsansatzes hin zu einem als „synchronisierte Längsbeschallung“ bezeichneten Konzept zur Folge, verbunden mit der Fragestellung, wie sich das Konzept unter den Realbedingungen einer vollständigen Tunnelbeschallung darstellen würde. Ein in der Nachrüstung befindlicher Tunnel wurde kurzfristig mit Lautsprechersystemen, die auf die akustischen Gegebenheiten

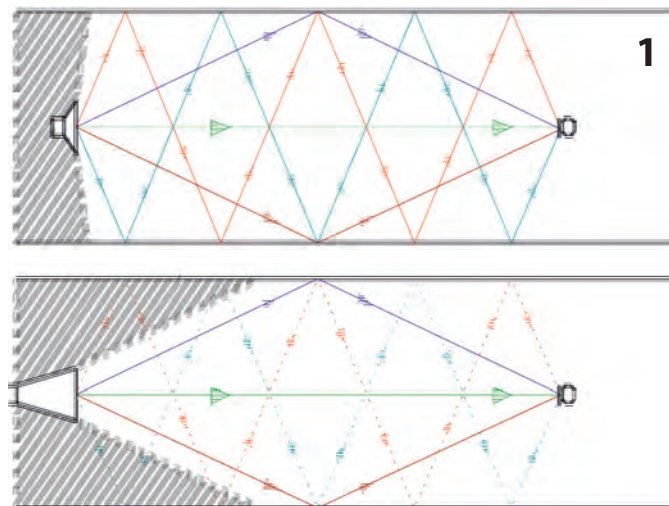
eines Straßentunnels hin optimiert worden waren, ausgestattet und ermöglichte somit die weitere vertiefende Untersuchung dieses Konzepts unter realen Tunnelbedingungen, die Ableitung von Zielvorgaben für die Beurteilung entsprechender Beschallungsanlagen, sowie die Formulierung allgemeiner Regeln für deren Errichtung.

Ergebnisse und Umsetzung

Vom Forschungsnehmer, der in seiner Funktion eines beratenden Ingenieurbüros bereits 19 Verkehrstunnelprojekte schalltechnisch betreute, wurden gutachterlich ermittelte akustische und beschallungstechnische Tunnelparameter systematisch ausgewertet. In Verbindung mit den anschließenden Einzeluntersuchungen in einem Straßentunnel wurden vorhandene Erkenntnisse präzisiert oder richtiggestellt, sowohl bezüglich der Akustik von Tunneln als auch der Eigenschaften verschiedener Tunnel-Beschallungskonzepte. Als Kriterium

Vielzahl von Reflektionspfaden beim breit abstrahlenden Lautsprecher (oben) und Reduktion auf Direktschall und frühe Reflexionen beim engbündelnden Lautsprecher (unten)

Large number of reflection paths in the case of broadly emitted loudspeakers (above) and reduction to direct sound and early reflections in the case of closely focused speakers (below)



After determining suitable requirements the various tunnel acoustic concepts had to be examined relating to the electroacoustic objective voice comprehensibility parameters that could be attained in each case. In this basically experimental part of the project comparative investigations were carried out in a road tunnel involving different acoustic concepts in the form of fundamental measurement set-ups. The initial preliminary results obtained from these test set-ups resulted in the investigative approach strongly focused on a concept described as a "synchronised longitudinal acoustics system", in conjunction with the issue as to how the concept would present itself under the real conditions of a complete tunnel sound system. A tunnel being refurbished was equipped at short notice with loudspeaker systems, which were optimised to comply with the acoustic conditions prevalent in a road tunnel and thus enabling this concept to be examined even further under real tunnel conditions, derivation of

objectives for the assessment of corresponding sound systems as well as formulating general rules for setting them up.

Results and Application

The researcher, which had already been involved with acoustic studies in 19 transport tunnel projects in its function as a consulting engineer, systematically evaluated acoustic and sound tunnel parameters. In conjunction with the subsequent individual investigations in a road tunnel existing results were clarified and rectified both with respect to tunnel acoustics as well as the characteristics of various tunnel sound concepts. The Speech Transmission Index (STI) was taken as the basis for the criterion to assess the determined acoustic information.

The path from the speech comprehensibility dilemma in tunnel acoustics led via 2 parameters, which had to be influenced or used:

1. The sound reflections on the tunnel walls responsible for the resonance had to be reduced.
2. The special sound propagation within the tunnel geometry can be applied as a useful parameter.

The sound reflections on the tunnel walls responsible for the resonance result from a large number of possible reflection paths. Fig. 1 presents a possibility for reduction by varying the type of loudspeaker.

A road tunnel that was close to completion was used for experimental investigations in order to obtain precise details of tunnel acoustic parameters by scientific means, especially the sound conducting properties of these

zur Güte der übermittelten akustischen Informationen wurde der Sprachübertragungsindex (speech transmission index (STI)) zugrundegelegt.

Der Weg aus dem Sprachverständlichkeitsdilemma in der Tunnelbeschallung führte über 2 Parameter, die beeinflusst bzw. genutzt werden mussten:

1. Die für den Nachhall verantwortlichen Schallreflexionen an den Tunnelwänden müssen reduziert werden.
2. Die besondere Schallausbreitung innerhalb der Röhrengemetrie kann als nutzbringende Größe verwertet werden.

Die für den Nachhall verantwortlichen Schallreflexionen an den Tunnelwänden werden durch eine Vielzahl von möglichen Reflektionspfaden verursacht. In Bild 1 wird eine lautsprecherseitige Reduktionsmöglichkeit durch Variation der Bauart dargestellt.

Ein kurz vor der Fertigstellung stehender Straßentunnel konnte für experimentelle Untersuchungen genutzt werden, um Details von Tunnelakustik-Parametern wissenschaftlich detaillierter zu erforschen, insbesondere die Schallleitungseigenschaften dieser speziellen Röhrensysteme. Es wurden 3 Beschallungskonzepte in experimentellen Modellaufbauten verglichen:

- Die konventionelle verteilte Lautsprecheranordnung mittels Hornlautsprechern in kurzen Montagerastern im Wand- oder Deckenbereich. Es erfolgt die Übertragung der Information gleichzeitig über alle installierten Lautsprecher.

- Die sogenannte sequentielle Beschallung, die seit 2005 bereits mehrfach praktisch umgesetzt wurde. Hierbei wird zunächst nur in einem begrenzten Abschnitt der Tunnelröhre über nur wenige Lautsprecher übertragen (deren Schallfelder zudem über Signal-Verzögerungen noch miteinander synchronisiert werden). Alle entfernteren Lautsprecher bleiben (bis auf Weiteres) „stumm“. Nach Abschluss der Übertragung im ersten Abschnitt erfolgt die Übertragung zeitverzögert im nächsten Abschnitt.

- Das noch unerprobte Konzept der synchronisierten Längsbeschallung (im Folgenden als „SLASS-Konzept“ benannt, SLASS = synchronized longitudinal announcement speaker system). Dieses Konzept beschreibt eine gerichtete Schalleinstrahlung in Tunnellängsrichtung in Verbindung mit einem elektronischen Laufzeitausgleich (Delay), das die nachfolgenden Lautsprecher in Abhängigkeit von der Schallgeschwindigkeit mit dem Schallfeld des ersten Lautsprechers synchronisiert. Das Prinzip zeigt Bild 2.

Bereits die Ergebnisse der gutachterlichen Einzeluntersuchungen zeigten, dass sich mit einer herkömmlichen Lautsprecheranordnung und deren elektrischen Ansteuerung eine ausreichende Verständlichkeit nicht erzielen lässt. Dies wurde im Tunnel erneut bestätigt.

Die sequentielle Beschallung nutzte lediglich den Einflussparameter Nachhall zur Verbesserung der Verständlichkeit: Durch eine nur segmentweise Beschal-

lung special tunnel systems. Three sound systems were compared as experimental model set-ups:

- The conventionally distributed loudspeaker set-up using horn loudspeakers assembled at short intervals in the wall or ceiling. Information was transmitted simultaneously via all installed loudspeakers.
- So-called sequential communication, which has been used in practice on a number of occasions since 2005. In this case transmitting is firstly undertaken using only a few loudspeakers in a restricted section of the tunnel (whose sound fields are furthermore synchronised with one another). All loudspeakers that are situated some distance

away remain "silent" (for the time being). Once the transmission in the first section is completed, transmission in the next section follows with a time delay.

- The still untested concept of synchronised longitudinal transmission (subsequently known as the "SLASS concept" – SLASS = synchronised longitudinal announcement speaker system). This concept entails transmission directed in the tunnel's longitudinal direction in conjunction with an electronic delay, which synchronises the subsequent speakers with the sound field of the first speakers dependent on the sound speed. Fig. 2 displays the principle.



ALBATROS ENGINEERING GMBH

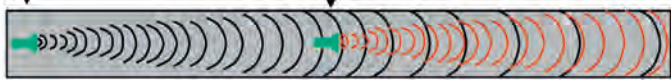
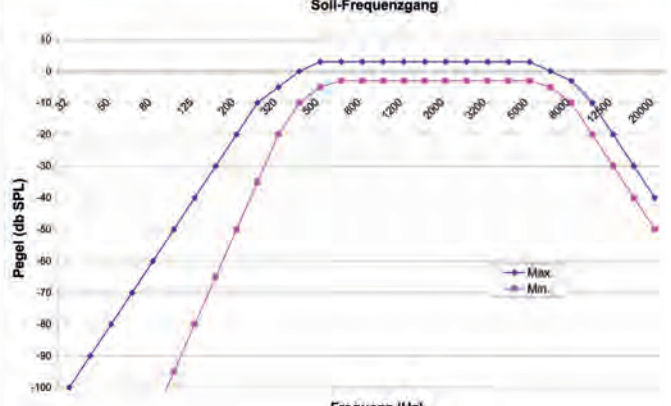
A-4175 Herzogsdorf · Rohrbacherstrasse 6
Tel.: +43-7232 / 345520
Fax: +43-7232 / 34552-213
E-Mail: stw@alba.at · Internet: www.alba.at

SONDERMASCHINENBAU – BAUMASCHINENHANDEL

FOR SALE:

- 1 pc. Jumbo, ATLAS COPCO, Rocket Boomer L3C, 2002
- 1 pc. Jumbo, ATLAS COPCO, Rocket Boomer L2C, 2005
- 1 pc. Jumbo, DEILMANN-HANIEL, BTRL2, 2003
- 1 pc. Shotcrete Mobile, ALIVA, AL 500, 2003
- 1 pc. Tunnelling excavator, LIEBHERR, R944T, 2009
- 1 pc. Tunnel Loader, SANDVIK, TORO 1250E, 2003
- 2 pc. Rock drill, ATLAS COPCO, COP 1432, 2002
- Compressors, Ventilation,.....



Geeignete Lautsprechersysteme Weniger Tunnelwandreflexionen und Nachhall durch eng schallbündelnde Hochleistungslautsprecher	Suitable speaker systems Fewer tunnel wall reflections and resonance thanks to sound-focusing high-performance speakers	Beginn von Schallreflexionen an der Tunnelwand Start of sound reflections on the tunnel wall 
Delaytechnik/Signalverzögerung Kompensation der Schallgeschwindigkeit und Synchronisation aller Einzellautsprecher mit der Wellenfront des Start-Lautsprechers	Delay technique/signal delay Compensation of the sound speed and synchronisation of all individual speakers with the wave front of the starting speaker	t_0 Sprachsignal unverzögert t_0 speech signal undelayed t_1 Sprachsignal verzögert t_1 speech signal delayed 
Breitbandig lineare Übertragung Übertragung des kompletten Sprachfrequenzbereiches linear im Bereich von 250 bis 8.000 Hz	Broadband linear transmission Transmission of the complete speech frequency range linearly in the 250 to 8,000 Hz range	Soll-Frequenzgang 

2

Prinzip der synchronisierten Längsbeschallung

Principle of synchronised longitudinal transmission

lung und zeitlich nacheinander folgende Einsprechsequenzen wurde Nachhall aus den anderen Tunnelsegmenten unterbunden, und dadurch stieg die Sprachverständlichkeit innerhalb des beschallten Segments signifikant an. Die Beschallung erfolgte mit herkömmlichen Lautsprechern. Die Forschungsergebnisse zu diesem Konzept bestätigten die aus der Praxis bekannte Tatsache, dass auf diese Weise ausreichende Sprachverständlichkeit erreicht werden kann. Da das sequentielle Konzept aber keine gleichzeitige Beschallung aller Tunnelsegmente (echter Sammelruf) erlaubt, müssen alle Rufe mehrfach wiederholt werden - was die Übertragung der Informationen an alle Stellen des Tunnels in Abhängigkeit von seiner Länge ungünstig vervielfacht.

Das bisher nur theoretisch beschriebene (SLASS-)Konzept soll hingegen beide Einflussgrößen Nachhall und Schallausbreitung in Verbindung mit einer auf diesen Einsatzzweck zu optimierenden Lautsprecherbauart nutzen. Mittels sehr großer, stark schallbündelnder

The results of the individual investigations contained in the report revealed that sufficient comprehensibility cannot be attained with a conventional loudspeaker arrangement and its activation. This was once again confirmed in the tunnel.

Sequential transmission merely used the resonance parameter to improve comprehensibility: by means of only segment-by-segment transmission and sequences following each other chronologically resonance from the other tunnel segments was eliminated so that speech comprehensibility within the affected segments was significantly increased. Transmission took place via conventional speakers. The research results on this concept confirmed the fact known from practice that sufficient speech comprehensibility can be attained in this manner. As however the sequential concept does not permit transmission to all tunnel segments at the same time (genuine all-call) all calls have to be repeated several times – something which unfavourably multiplies the transmis-



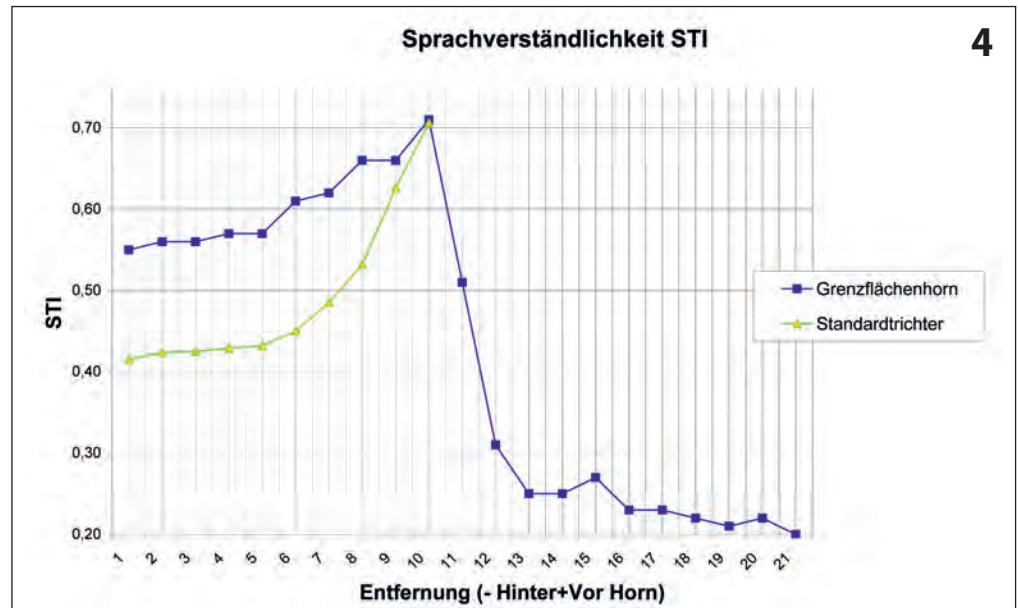
Grenzflächenhorn für Tunnelanwendungen im Versuchsaufbau

Pressure zone horn for tunnel applications in the test set-up

Lautsprecher, Bild 3 zeigt ein inzwischen ausgeführtes Modell, die den Schall längs der Tunnelröhre abstrahlen ohne aber nennenswerte Schallenergieanteile gegen die naheliegenden Tunnelwände zu strahlen, wird wenig Schall von diesen Wandbereichen reflektiert und der Nachhall auf diese Weise reduziert. Zugleich werden Schallwellen in weitem Abstand vom Lautsprecher in spitzen Winkeln an den Röhrenwänden reflektiert. Dieser so nur in Tunnelröhren nutzbare Effekt soll den effektiven Direktschallanteil über eine lange Distanz erhöhen, so dass mit relativ wenigen Lautsprechern viel verständlichkeitsrelevanter Schall über eine große Distanz übertragen werden kann.

Die praktische Umsetzbarkeit dieser theoretischen Überlegungen wurde im Rahmen der Voruntersuchungen erfolgreich nachgewiesen. Auch zeigte sich der starke Einfluss der Bauart auf den erreichbaren Sprachverständlichkeitsindex (Bild 4).

Um eine vollständige Tunnelröhre zu beschallen, sind zur Vermeidung destruktiver Echoeffekte und der Aussendung zusätzlicher Nachhallenergie, die einzelnen Schallfelder entsprechend der prinzipiellen Darstellung nach Bild 2, in Abhängigkeit von der Schallausbreitungsgeschwindigkeit zu synchronisieren, also jeden Lautsprecher mit einem separaten elektronisch verzögerten Signal anzusteuern. Neben Lautsprecher-Abstrahlparametern wurden weitere Vorgaben hinsichtlich der Toleranz der Laufzeit-Synchronisierung, des beim Empfänger zu erreichenden Schalldrucks und des zu übertragenen Frequenzbereichs festgelegt, um mit dem



Sprachverständlichkeitsverlauf für verschiedene Lautsprecher (Einzelmessung)

Speech comprehensibility sequence for various loudspeakers (individual measurement)

Konzept in der Praxis die erforderliche hohe Verständlichkeit zu erzielen.

Noch während der Laufzeit des Forschungsvorhabens wurde in einem nachzurüstenden rund 800 m langen Tunnel erstmals ein vollständiges SLASS-System installiert. Messtechnisch ist das vorher berechnete, jedoch im Tunnel für Sammelruf nicht für realisierbar gehaltene Ergebnis eines Sprachübertragungsindex (STI) von größer als $> 0,50$ bestätigt worden. Der erzielte hohe Sprachverständlichkeitsindex hat sich auch in subjektiver Überprüfung mit Sprachdurchsagen bei Tests unter Praxisbedingungen mit Störlärmeinfluss durch Strahlventilatoren und Fahrzeuge als außerordentlich gut verständlich erwiesen.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Gewährleistung und (ständige) Verbesserung der Sicherheit von Straßentunneln ist in Deutschland ein wichtiges und allgemein anerkanntes Ziel. Ver-

sion of information to all parts of the tunnel depending on its length.

On the other hand the (SLASS) concept, which so far has only been described theoretically, is intended to use both parameters resonance and sound propagation in conjunction with a type of speaker optimised for this purpose. Thanks to very large, sound-focusing speakers, Fig. 3 displays a model already available, which emits sound along the tunnel without however emitting any perceptible quantities of sound energy against the nearby tunnel walls, little sound is reflected from these wall areas and consequently the resonance is reduced. At the same time sound waves are reflected on the tunnel walls at acute angles at a considerable distance from the loudspeaker. This effect that can only be exploited in tunnels is intended to increase the effective direct sound proportion over a long distance so that a great deal of sound relevant for comprehension can be transmitted over

a major distance with relatively few speakers.

The practical applicability of these theoretical deliberations was proved successfully within the scope of the prior investigations. The pronounced influence of the model on the attainable speech comprehensibility index was also shown (Fig. 4).

In order to communicate properly within an entire tunnel the individual sound fields must be synchronised in keeping with the set-up presented in Fig. 2, in order to avoid destructive echo effects and the emission of additional resonance energy, depending on the sound propagation speed i.e. each speaker has to be activated by a separate electronically delayed signal. In addition to loudspeaker emission parameters further specifications relating to the tolerance of running time synchronisation, the sound pressure to be attained by the receiver and the transmitted frequency range were determined thus attaining the high comprehensibility required in practice.



Erste deutsche SLASS-Installation in einem Autobahntunnel im Rahmen des Forschungsprojekts

First German SLASS installation in a motorway tunnel within the scope of the research project

ständige Lautsprecherdurchsagen tragen mit zum richtigen Verhalten der Tunnelnutzer sowohl im Brandfall als auch bei sonstigen Störfällen bei. Während im Brandfall durch entsprechende Verhaltenshinweise insbesondere die Selbstrettung betroffener Personen verbessern helfen, sollen bei sonstigen Störfällen (Unfall, Panne) die rasche Information mit zu einer geordneten Abwicklung des Tunnelbetriebes beitragen.

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts stellen einen erheblichen Fortschritt in der Sprachverständlichkeit von Lautsprecherdurchsagen in Tunnelröhren bei Anwendung des Konzeptes der synchronisierten Längsbeschallung dar. Mit diesem Ergebnis erweist sich das erforschte Konzept als allen bisherigen Beschallungsvarianten überlegen, und wird für zukünftige Installationen in Verkehrstunneln in typischer Bauweise die Installation der Wahl sein. Seit Bekanntwerden der Ergebnisse sind in Deutschland bereits über 10 Tunnel mit der neuen Technik ausgestattet, so dass sich das Forschungsergebnis vom ersten Moment an

unmittelbar in der Praxis niedergeschlagen hat.

Um das Potenzial der elektroakustischen Ausstattung im Tunnel noch besser nutzen zu können, ist die Klärung offengebliebener Fragen wie zum Beispiel die effiziente Anpassung der Beschallungslautstärken an die wechselnden Lärmpegel, die systematische Einbeziehung der Fluchtwege und der Portalbereiche, die Ausführung von Sprachansagetexten und eine vereinheitlichte Bedien-Ergonomie für Sprachdurchsagen anzustreben.

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens sind in einem ausführlichen und anschaulichen Bericht zusammengefasst. Dieser Forschungsbericht ist als Bericht B 80 in der Schriftenreihe der BASt unter dem Titel „Lautsprecheranlagen und akustische Signalisierung in Straßentunneln“ [2] veröffentlicht. Zurzeit werden bereits die maßgebenden Regelwerke Straßentunnelbetrieb mit dem Ziel fortgeschrieben, eine weitere Erhöhung der Tunnelsicherheit zu erreichen. Die zügige Umsetzung wesentlicher Forschungsergebnisse im Regelwerk ist so mit gewährleistet. 

During the duration of the research project for the first time a complete SLASS system was installed in a roughly 800 m long tunnel that was being refurbished. The outcome was that a speech transmission index of more than > 0.50 was confirmed as had been predicted although it was not actually believed attainable in a tunnel for an all-call system. The high speech transmission index that was arrived at turned out to be highly comprehensible when tried out with speech announcements in tests under field conditions influenced by noise produced by jet fans and vehicles.

Summary and Outlook

The guarantee and (constant) improvement of safety in road tunnels is an important and generally recognised target in Germany. Comprehensible loudspeaker announcements contribute towards proper behaviour on the part of motorists both in the event of fire as well as during other incidents. Whereas in the event of fire self-rescue of affected persons in particular is improved by means of appropriate measures, quick information is intended to contribute to tunnel operation flowing smoothly in the case of other incidents (accident, breakdown).

The results of the research project represent considerable progress in speech comprehension for speaker announcements in tunnels using the synchronised longitudinal sound concept. On this basis the concept

has emerged as being superior to previous sound alternatives and will be the type of installation chosen for use in tunnels in future. Since the results were announced more than 10 tunnels in Germany have been equipped with this new technology so that the outcome of this research has been reflected in practice from the very outset.

In order to exploit electroacoustic installations in tunnels to an even greater extent some still unanswered questions have to be clarified as for instance efficient adaptation of sound volumes to changing noise levels, the systematic inclusion of the escapeways and the portal zones, the delivery of speech announcement texts and standardised operation ergonomics for speech announcements.

The results of the research project are contained in an extensive and lucid report. This report is available as Report B 80 bearing the title “Loudspeaker Systems and acoustic Signalling in Road Tunnels” in the BASt series of publications [2]. At present the corresponding codes of practice on operating road tunnels are being revised to further increase tunnel safety. As a result it is assured that important research results are quickly included in the appropriate standards. 

Literatur / References

- [1] „Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln“ (RABT), Ausgabe 2006, FGSV, Köln, 2006
- [2] Mayer, Rolf; Reimann, Oliver; Löwer, Volker; Brettschneider, Verena; Los, Isolda: Lautsprecheranlagen und akustische Signalisierung in Straßentunneln“ Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft B 80, Bergisch Gladbach, 2011

Neue Broschüre

AlpTransit Gotthard

Neue Verkehrswege durch das Herz der Schweiz 12/2011: 48 Seiten (DIN A4) mit 90 Abb. und Tab. Bezug: AlpTransit Gotthard AG, Luzern – www.alptransit.ch

Seit Ende der Vortriebsarbeiten im Gotthard-Basistunnel liegt der Arbeitsschwerpunkt in der Fertigstellung der Innengewölbe der beiden eingleisigen Tunnelröhren und beim Einbau der Rohbau-Ausrüstung, sowie der bahntechnischen Anlagen. Die kommerzielle Inbetriebnahme des Gotthard-Basistunnels ist Ende 2016 vorgesehen. Inzwischen sind 40 % des fast 40 km langen Ceneri-Basistunnels ausgebrochen; seine Inbetriebnahme ist Ende 2019 geplant.

Die Eröffnung der neuen Basistunnel rückt also immer näher und damit das Interesse am Einbau der Bahntechnik. Deshalb wurde von der AlpTransit Gotthard AG eine neue Broschüre in zahlreichen Darstellungen über das Projekt verfasst; darin wird zunächst eingegangen auf die Schweizer Verkehrspolitik, die Neue Eisenbahn-AlpenTransversale (NEAT) am Gotthard, die Flachbahn mit mehr Produktivität durch Innovation und die Auswirkungen auf den Güterverkehr (von der Straße auf die Schiene) und den Personenverkehr (gute Anschlüsse und kürzere Reisezeiten), aber auch auf die Planung und die Finanzierung der Kosten (FinöV-Fonds; 13,2 Mrd. CHF, 11 Mrd. EUR) für dieses Großprojekt.

Danach folgen Einzelheiten über den längsten Eisenbahntunnel der Welt und den Ceneri-Basistunnel, wie Vermessung (millimetergenau durch das Gebirge), die Geologie als Risi-

kofaktor bis zum Durchschlag, die Vortriebsmethoden (maschinell und konventionell), der Innenausbau (haltbar für mindestens 100 Jahre), alles unter Berücksichtigung des Umweltschutzes, und schließlich die Materialbewirtschaftung (Recycling beim Ausbruchmaterial usw.). Bei der Rohbau-Ausrüstung wird auf die Querschläge, die Multifunktionsstelle, die Belüftung und Entwässerung eingegangen sowie bei der Bahntechnik auf die Feste Fahrbahn für hohe Geschwindigkeiten (250 km/h), Energie für technische Anlagen, Bahnstrom und Fahrleitungen sowie Anlagen für den sicheren Betrieb. Abschließend wird über die Inbetriebsetzung mit Testen, Prüfen und Schulen berichtet und über den Bahnbetrieb selbst mit Kontrolle, Steuerung und Priorität für Sicherheit, sowie Unterhaltungsarbeiten und Reparaturen. Insgesamt also ein sehr anschaulicher Überblick über die AlpTransit Gotthard-Achse als erste Flachbahn durch die Schweizer Alpen von Altdorf nach Lugano von der Planung bis zur Betriebsführung nach Inbetriebnahme.

G.B.



New Brochure

AlpTransit Gotthard

New Transport Routes through the Heart of Switzerland 12/2011: 48 pp. (DIN A4) with 90 Ills. + Tables. Available from: AlpTransit Gotthard AG, Lucerne – www.alptransit.ch

Since driving operations were completed in the Gotthard Base



Tunnel emphasis has been placed on finishing off the inner vault of the 2 single-track tunnel bores and installing the roughwork equipment as well as the rail technological systems. It is intended to open the Gotthard Base Tunnel for commercial services at the end of 2016. In the meantime 40 % of the almost 40 km long Ceneri Tunnel has been excavated; it is scheduled to be opened in late 2019.

In other words the commissioning of the new Base Tunnels is coming ever closer and in turn emphasis is being placed on installing the rail technology. As a result the AlpTransit Gotthard AG has released a new brochure containing numerous data relating to the project. It deals for instance with Swiss transport policy, the new rail route crossing the Alps (NEAT) at the Gotthard, the flat trajectory railway with more productivity thanks to innovation and the effects on goods transportation (from road to rail) and passenger transportation (good connections and shorter travel times) as well as with planning and financing the costs (FinöV-

Fonds; 13.2b CHF, 11b euros) for this major project.

This is followed by details relating to the world's longest rail tunnel and the Ceneri Base Tunnel such as surveying (accurate to the mm through the rock), geology as a risk factor up to the breakthrough, the driving methods (mechanical and conventional), the inner lining (sustainable for at least 100 years), everything accomplished under the aegis of environmental protection and finally material management (recycling of the excavated material etc.). In conjunction with the roughwork furnishing, the cross-passages, the multi-function station, the ventilation and the drainage are dealt with as well as the rail technology on the track (solid slab track) for high speeds (250 km/h), energy for technical systems, traction power and contact lines as well as systems for operating safely. Then starting up services by means of tests, checks and training is dealt with as well as train operations themselves involving inspections, controls and priority on safety as well as maintenance activities and repairs. All in all an extremely lucid account of the AlpTransit Gotthard axis as the first flat trajectory railway through the Swiss Alps from Altdorf to Lugano from the planning right up to operating services after commissioning.

G.B.



STUVA-Tagung '11 in Berlin

Unterirdisches Bauen für zukunfts-fähigen Umwelt- und Klimaschutz

Die Studiengesellschaft für unterirdisches Bauen e.V. (STUVA) führte ihre alle 2 Jahre stattfindende Tagung diesmal vom 6. bis 8. Dezember 2011 im Messegelände Berlin zum aktuellen Thema „Unterirdisches Bauen für zukunfts-fähigen Umwelt- und Klimaschutz“ durch; mehr als 1400 Tunnelbauer aus über 30 Nationen kamen zu dieser weltweit größten Tagung auf diesem Gebiet nach Berlin, einer Stadt im Flachland mit einer dennoch langen Tunnelbautradition.

In seiner Eröffnungsrede erläuterte Prof. Dr.-Ing. Martin Ziegler als Vorsitzender des STUVA-Vorstandes die Notwendigkeit des Ausbaus der Infrastruktur, um auch in Zukunft eine prosperierende Gesellschaft zu ermöglichen. Dabei muss der Ausbau nachhaltig und umweltgerecht sein. Deshalb stand die Tagung unter dem Motto „Unterirdisches Bauen für zukunfts-fähigen Umwelt- und Klimaschutz“.

Nach dem Festvortrag über die „Auswirkungen der großen Verkehrsprojekte und die Aufhebung der Kopfbahnhöfe auf die Verkehrsentwicklung in Berlin“ (auch auf den zukünftigen Eisenbahnverkehr in Zentraleuropa) folgten

- die Verleihung des STUVA-Preises 2011 für das Projekt „Citybanan“ in Stockholm (6 km zweigleisiger S-Bahntunnel, ausgeführt als dreiteiliger Absenktunnel auf 4 Stützen als Unterwasserbrücke) – der STUVA-Nachwuchspreis 2011 wurde für

den Beitrag „Vergleichende Untersuchung von Stauchelementen für den Einsatz in druckhaftem Gebirge“ nach einem Vortragswettbewerb im „Jungen Forum“ vergeben – und

- der Grundsatzvortrag über „Zuschauer, Gegner oder Beteiligte? – Die Rolle der Bürger bei Großprojekten“ mit den 5 Bausteinen für einen erfolgreichen Dialog: Offenheit, gemeinsame Klärung der Faktenlage, zuhören und offen sein und Transparenz sowie Professionalität und Methodenvielfalt.

Das Vortragsprogramm mit 40 Fachbeiträgen behandelte neben den traditionellen Themen über internationale Großprojekte und Bauvorhaben in der Region die Tunnelsicherheit bei Bau und Betrieb. Näher eingegangen wurde auch auf neue Entwicklungen im Bereich des maschinellen Vortriebes, sowie auf Rechtsfragen, den Brandschutz, die Tunnellüftung und den Tunnelbetrieb sowie die Tunnelsanierung und -erneuerung.

Sicherheit im Tunnelbau

Beim unterirdischen Bauen haben Baugrund, Planung, Ausschreibung und Vergabe sowie Bauaufsicht und Baukontrolle Einfluss auf die Sicherheit. Berichtet wurde über

- Sachstand und Konsequenzen aus dem Unglück Waidmarkt beim Bau der Nord-Süd-Stadtbahn Köln sowie über Ausführung

2011 STUVA Conference in Berlin

Underground Construction for Sustainable Environmental and Climate Protection

The Research Association for Underground Construction (STUVA) staged its Conference – held every 2 years – on this occasion from December 6 to 8, 2011 on the Berlin fairgrounds. The topical theme was “Underground Construction for Sustainable Environmental and Climate Protection”. More than 1,400 tunnellers from over 30 countries attended the Conference – the world's largest in this field – in Berlin, a city located in flatlands but nevertheless one with a long tunnelling tradition.

In his opening address Prof. Martin Ziegler, the chairman of the STUVA board, explained the need to develop the infrastructure in order to assure a prosperous society in future as well. Towards this end development must be sustainable and environmentally compatible. Good reason why the event was captioned “Underground Construction for Sustainable Environmental and Climate Protection”.

After the keynote address dealing with the effects of major transport projects and the elimination of dead-end stations on the development of transportation in Berlin (also on the future of rail transportation in Central Europe) the programme ran as follows:

- The awarding of the 2011 STUVA Prize to the Stockholm “Citybanan” project (6 km of twin-track S-Bahn tunnel executed in the form of a 3-section immersion tunnel on 4 pillars as an underwater

bridge) – the 2011 STUVA Young Engineers' Prize was also awarded for the contribution “Comparative Investigations of Stress Controllers for Application in Squeezing Rock” following a competition held within the scope of the “Young Forum”

- and the keynote address relating to “onlookers, opponents or participants? – The role of citizens in major projects” with the 5 elements for a successful dialogue: openness, joint clarification of the facts, listening and expressing frankness and transparency as well as professionalism and a diversity of methods.

The programme of lectures with 40 specialised papers dealt with traditional topics on international major projects and construction schemes in the region as well as tunnel safety during construction and operation. New developments in the field of mechanised driving as well as legal issues, fire protection, tunnel ventilation and tunnel operation as well as tunnel redevelopment and renovation were also examined.

Safety in Tunnelling

In underground construction the subsoil, planning, tendering and awarding as well as the supervision and inspection of construction exert an influence. Reports were presented on:

- The state of affairs and consequences following the accident at the Waidmarkt during the building of the

einer Berge- und Besichtigungsbaugrube und den Weiterbau,

- Kompensationsinjektionen als alternativer Schutz für bestehende Bebauungen bei Tunnelvortrieben (Planungsaspekte mit Ausführungsbeispielen; Steuer- und Auswertesoftware),
- Besondere Anforderungen an Logistik und Arbeitssicherheit bei der Ems-Dollart-Unterquerung zwischen Deutschland und den Niederlanden für eine Gasleitung in einem 4 km langen maschinell vortriebenen Tunnel von 3 m Durchmesser (vorbeugender Brandschutz, Selbst- und Fremdreitung) [3],
- Bewertung der Sicherheit von Straßentunneln (Methoden und Beispiele für Bauwerks- und Nutzersicherheit; Projekt SKRIBT und Directive 2004/54/EC) [4] und
- Bautechnische Bewältigung geologischer Problemzonen mittels TBM am Gotthard-Basistunnel (Lucomagno/Piora/Tenelin).

Rechtsfragen

Hier wurde auf die Rechtslage des Baugrundrisikos eingegangen sowie auf

- Schritte und Maßnahmen zur rechtssicheren Bewältigung des Konflikts zwischen Gefahrenabwehr, Sanierung und Erfüllung des Vertrages bei Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen beim unterirdischen Bauen und
- Nachhaltige Verträge für Tunnelbauprojekte mit Thesen für ein Kooperationsmodell (Gute Gebirgsbeschreibung, Budgettreue, kein Einfluss auf den Baufortschritt und Streitfragen unverzüglich gemeinsam klären).

Internationale Großprojekte

Es wurden Einzelheiten über folgende Tunnelbauten gebracht:

- neueste Entwicklungen der Tunnelplanung für die ursprünglich als Brücke geplante Fehmarnbeltquerung (18,1 km, Absenktunnel für zweigleisige Eisenbahn und vierspurige Autobahn),

North-South Light Urban railway in Cologne as well as the production of a salvage and inspection pit and progress in construction.

- Compensation grouting as alternative protection for existing buildings during tunnel drives (planning aspects with examples; control and evaluation software).
- Special demands on logistics and industrial safety for underpassing the Ems-Dollart between Germany and the Netherlands for a gas pipeline in a 4 km long, 3 m diameter tunnel driven by mechanised means (preventive fire protection, self and third-party evacuation) [3].
- Assessing the safety of road tunnels (methods and examples for structural and user safety; SKRIBT project and Directive 2004/54/EC) [4] and
- Construction technical execution of geological problem zones by means of TBMs at the Gotthard Base Tunnel (Lucomagno/Piora/Tenelin).

Legal Issues

The legal state of the subsoil risk was examined here as well as

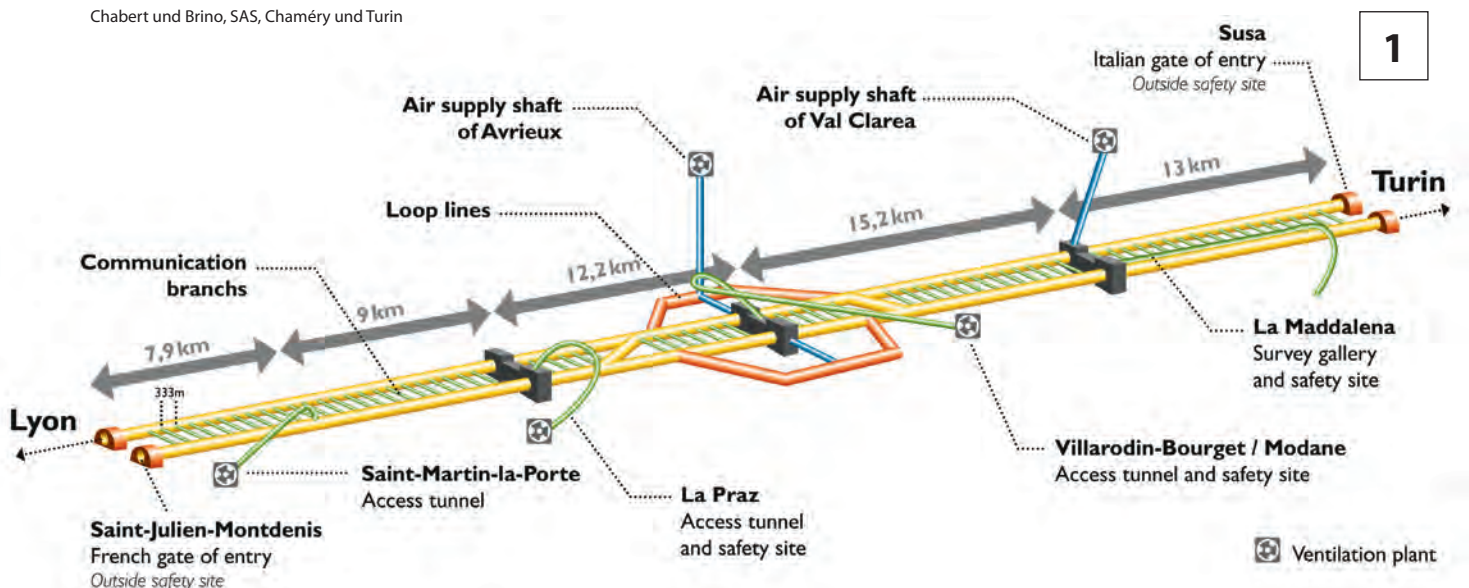
- Steps and methods to master the conflict between danger control, redevelopment and fulfilment of the contract by secure legal means given inherited liabilities and harmful soil alterations during underground construction and
- Sustainable contracts for tunnelling projects with theses for a cooperation model (good rock description, adherence to budget, no influence on construction progress and immediate clarification of contentious issues on a mutual basis).

International Major Projects

Details relating to the following tunnel structures were provided:

- Latest development in tunnel planning for the Fehmarn Belt Crossing – originally planned as a bridge (18.1 km, immersed tunnel for 2-track railway and 4-lane motorway).

Chabert und Brino, SAS, Chaméry und Turin

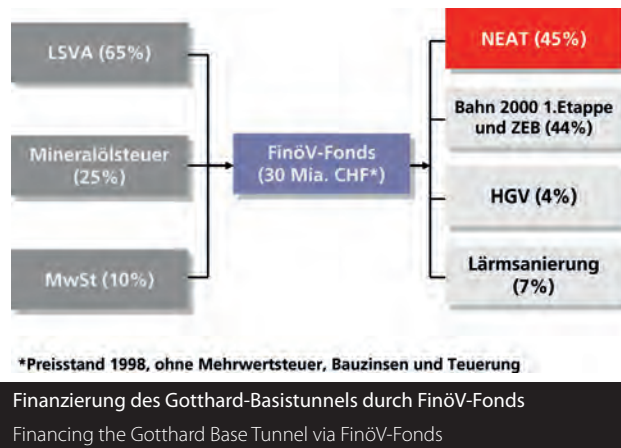


Mont Cenis-Basistunnel mit 3 Sicherheitsstationen

Mont Cenis Base Tunnel with 3 safety stations

Simoni, AlpTransit Gotthard AG, Luzern

2



- Mont Cenis-Basistunnel der Strecke Lyon-Turin (57 km, zweiröhriger Eisenbahntunnel (Bild 1) mit teilweise ausgeführten Zugangsstollen; Baubeginn des Haupttunnels 2013),
- Brenner-Basistunnel – das Kernelement einer nachhaltigen Verkehrspolitik [6] (57 km, zweiröhriger Eisenbahntunnel als Flachbahn; Finanzierung (Bild 2), Umweltschutz, Baumethoden, Generalunternehmer Bahntechnik (1,7 Mrd. CHF und Stand der Arbeiten),
- Liefkenshoek-Eisenbahnverbindung in Antwerpen [7] mit 6 km langem zweiröhrigen Tunnel (8,4 m Durchmesser) im Schildvortrieb unter der Schelde und dem Dockkanal (Bild 3) sowie Bo-

denvereisung beim Bau der 13 Querschläge (Bild 4),

- Reitersbergtunnel der Eisenbahn-Neubaustrecke Ebensfeld-Erfurt (3 km, zweigleisig) als Beispiel baubetrieblicher Optimierungen durch den Einsatz einer mobilen Sohlbrücke (Bild 5) – damit ist parallel zum Vortrieb der Bau der Sohlinnenschale möglich.

Maschineller Tunnelbau

Dazu wurden zahlreiche Beispiele für technische und wirtschaftliche Verbesserungen gebracht:

- Durch Optimierung der technisch operativen Schnittstellen können bei Schildvortrieben technische und wirtschaftliche Vorteile erreicht werden; das wurde

- Mont Cenis Base Tunnel on the Lyon-Turin route (57 km, twin-bore rail tunnel (Fig. 1) with partly completed access tunnel; work on the main tunnel commences in 2013).
- Brenner Base Tunnel – the core element of a sustainable transport policy [6] (57 km, twin-bore rail tunnel as flat trajectory railway; financing (Fig. 2), environmental protection, construction methods, general contractor rail technology (1.7b CHF and stage reached by work).
- Liefkenshoek rail link in Antwerp [7] with 6 km long twin-bore tunnel (8.4 m diameter) excavated by shield beneath the Schelde and the dock canal (Fig. 3) as well as ground freezing for producing the 13 cross-passages (Fig. 4).
- Reitersberg Tunnel on the new Ebensfeld-Erfurt rail route (3 km, 2-track) as an example of optimising construction management through applying a mobile base bridge (Fig. 5) – so that it is possible to construct the base invert parallel to the excavation.

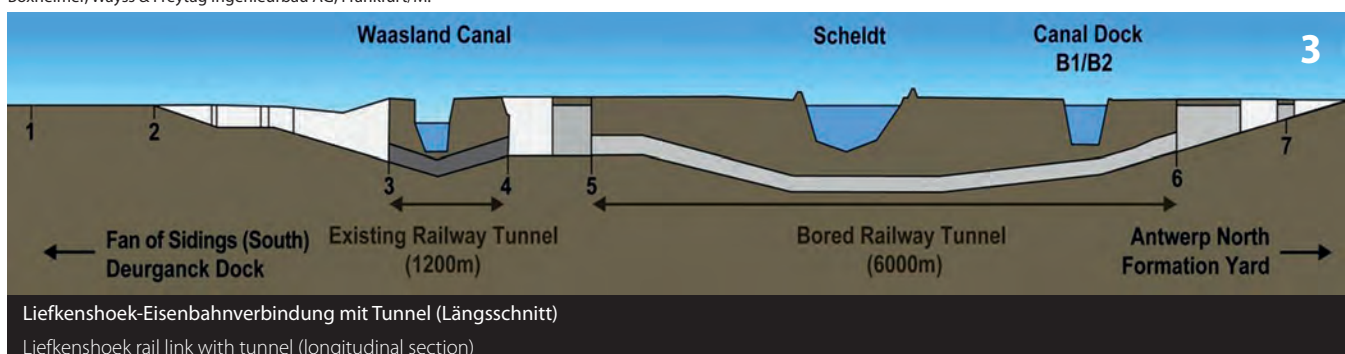
Mechanised Tunnelling

Here numerous examples for technical and economic improvements were provided:

- By optimising the technical operative interfaces technical and economic advantages



Boxheimer, Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Frankfurt/M.



can be achieved for shield drives; this was demonstrated taking the example of Sochi in Russia for the Olympic Winter Games in 2014 when using 4 TBMs [8].

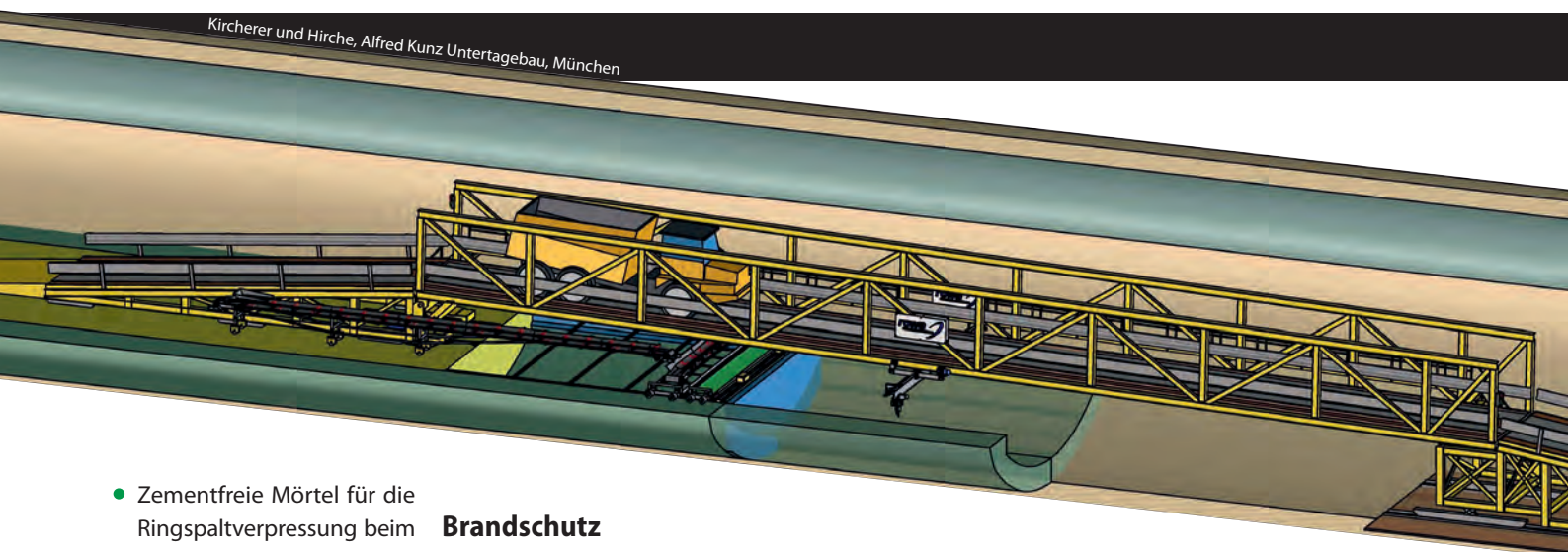


Boxheimer, Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Frankfurt/M.

Tunnelröhre von Bild 3 im Bereich eines Querschlags (Bodenvereisung)

Tunnel bore as shown in Fig. 3 at a cross-passage (ground freezing)

- am Beispiel des Großprojekts im russischen Sotchi für die olympischen Winterspiele im Jahr 2014 beim Einsatz von 4 TBM gezeigt [8].
- Die optimale Wahl der Konstruktionsparameter bei Erddruckmaschinen (EPB) ermöglicht hohe Vortriebsleistungen und lange Lebensdauer; es werden kürzlich abgeschlossene EPB-Tunnelbauprojekte aus mehreren Ländern analysiert.
 - Verklebungen beim EPB-Vortrieb (Einflüsse, Klassifikation und neue Manipulationsverfahren) [9].
 - Erfahrungen bei der Bauausführung unter Berücksichtigung der Schildanfahrten und -ausfahrten sowie der Durchschleppvorgänge (Röntgenlaser European XFEL, 3,4 km langer Linearbeschleuniger für DESY; beim Einsatz von 2 TBM für 11 Tunnelstrecken von 137 bis 2011 m Länge).
 - Schildvortrieb in Mexico City (8 km U-Bahn-Tunnel und 62 km Tunnel zur Hochwasserentlastung) mit technischen Herausforderungen an Vortriebstechnik und Tübbingdesign.
 - The optimal choice of design parameters for EPB machines facilitates high rates of advance and a long service life; EPB projects from various countries that were recently concluded were analysed.
 - Clogging during EPB driving (influences, classification and new manipulation methods) [9].
 - Findings when executing construction taking shield entry and exit into consideration as well as the towing procedures (x-ray laser European XFEL, 3.4 km long linear accelerator for DESY; application of 2 TBMs for 11 tunnel sections between 137 and 2,011 m in length).
 - Shield drive in Mexico City (8 km of Metro tunnel and 62 km of tunnel for floodwater relief) with technical challenges for driving technology and segment design.
 - Cement-free mortars for annular gap grouting for mechanised tunnelling and method of working in water-permeable subsoil.
 - TBM drive of an access tunnel with 8 m diameter and 24 % incline for the Limmern pumped storage plant [10].



- Zementfreie Mörtel für die Ringspaltverpressung beim maschinellen Tunnelvortrieb und Wirkungsweise im wasserundurchlässigen Baugrund.
- TBM-Vortrieb eines Zugangsstollens mit 8 m Durchmesser und 24 % Steigung für das Pumpspeicherwerk Limmern [10].
- Tunnelvortriebe neben Bohrpfehlgründungen bei der Nord/Süd-Linie Amsterdam (TBM-Design, Setzungen, Kompensationsinjektionen und injizierbare Kopplungen von Tübbing).

Brandschutz

Wegen der Sicherheit in Verkehrstunneln hat der vorbeugende bauliche und organisatorische Brandschutz große Bedeutung; das zeigen folgende Beiträge:

- Aktuelle Entwicklungen beim baulichen Brandschutz von Straßentunneln in Deutschland (ZTV-ING; Brandkurven, internationale Brandversuche in Tunneln; Einführung von Faserbeton und sein Brand- und Abplatzverhalten).

- Tunnel drives along with bored piling foundations for the Amsterdam North/South Route (TBM design, settlements, compensation grouting and injectible segmental couplings).

Fire Protection

Preventive structural and organisational fire protection is of enormous importance on account of safety in transport tunnels. This was revealed in the following reports:

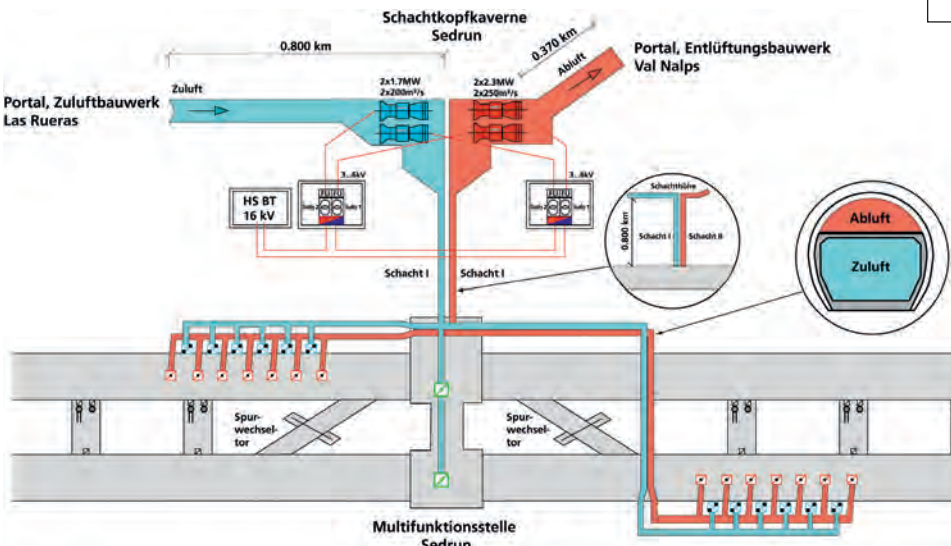
- Current developments for the structural fire protection of road tunnels in Germany (ZTV-ING; fire curves, international fire tests in tunnels; introduction of fibre concrete and its fire and spalling behaviour).
- Modern stationary fire suppression systems for road and railway tunnels (FFFS; fire tests for inclusion in practice) [11].
- Results of fire tests to assess the efficiency of water mist fire suppression systems in road tunnels (project SOLIT2 [12]).
- Observing risks of fire incidents on trackbound public commuter systems (methods of analysis and parameters; extinguishing systems in trains as additional safety measure).

Tunnel Aeration, Operation and Ventilation

- Fire ventilation concepts for European, underground S-Bahn systems – presented in the form of the future rail section in Geneva (CEVA) (ventilation concept for railway stations and proof of efficacy).
- Operational ventilation for normal and service mode for the Gotthard Base Tunnel (smoke and fire gas removal, overpressure generation; ven-

Pochop und Peggs, Rohrbau-Ausrüstung, AlpTransit Gotthard AG, Luzern

6

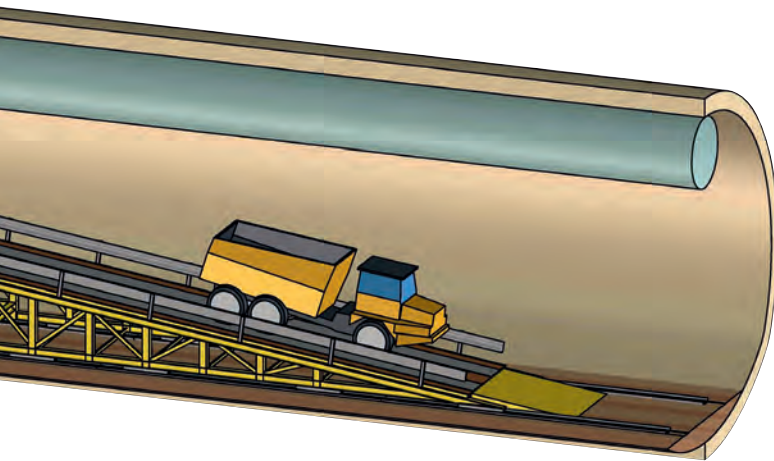


Querschlag mit Lüftung des Gotthard-Basistunnels

Cross-passage with ventilation in the Gotthard Base Tunnel

Sohlbrücke – eingesetzt beim Bau des Reitersbergtunnels
Base bridge – used for producing the Reitersberg Tunnel

5



- Moderne stationäre Brandbekämpfungsanlagen für Straßen- und Eisenbahntunnel (FFFS; Brandversuche zur Umsetzung) [11].
- Ergebnisse von Brandversuchen zur Beurteilung der Effizienz von Wassernebel-Brandbekämpfungsanlagen in Straßentunneln (Projekt SOLIT2 [12].
- Risikobetrachtungen von Brandereignissen in schienengebundenen ÖPNV-Anlagen (Analyseverfahren und Parameter; Löschsysteme in den Zügen als zusätzliche Sicherheitsmaßnahme).
- Ingenieurtechnische Bauwerksprüfung und –überwachung von Tunnel- und Haltestellenbauwerken innerstädtischer U-Bahnsysteme (Umsetzung in die Ingenieurpraxis; Hauptprüfung im Tunnel und Benotung).
- rung, Überdruckerzeugung; Lüftung auch der Querschläge (Bild 6) [13]

Tunnellüftung, -betrieb und -ventilation

- Brandlüftungskonzepte für europäische, unterirdische S-Bahn Systeme, dargestellt am Beispiel der künftigen Bahnstrecke in Genf (CEVA) (Lüftungskonzept für Bahnstationen und Wirkungsnachweis).
- Betriebslüftung für Normal- und Erhaltungsbetrieb beim Gotthard-Basistunnel (Rauch- und Brandgasabfüh-

tilation also for the cross-passages (Fig. 6) [13].

- Engineering technical structural test and monitoring of tunnels and stations on urban Metro systems (practical application; main inspection in tunnel and rating).
- Dust in rail tunnels (causes, risks and counter-measures; investigations in the Lötschberg Base Tunnel, measurement results; replacing air in the cross-passages).

Tunnel Redevelopment and Renovation

Related results were provided by the STUVA working group [14].

- Factual report on the redevelopment of rail tunnels (general conditions; tunnel enlargement without interrupting train services and formwork cars especially created for this purpose (Fig. 7) [15].
- Findings with this form of redevelopment given ongoing train services related to the 150-year old Pforzheim Tunnel (Fig. 8) [16].
- Complete renovation of the Lucerne motorway city ring with only slight restrictions to traffic (3.5 km, 2 twin-lane bores; in excess of 85,000 vehicles/day; innovative solutions for service and safety equipment, carriageway drainage and ventilation system as well as traffic guidance logistics).
- Redevelopment and improving fire protection of old Metro tunnels in Berlin (146 km route network with more than 80% tunnels with an average age of 64 years – resulting in a substantial need for renovation).
- Geotechnical and geological challenges during the extension of the U5 Metro line in Berlin-Mitte involving crossing the Spree (2.2 km; scheduled shield drive; closing the gap between Alexanderplatz and the Brandenburg Gate).

GTA Maschinensysteme GmbH, Hamminkeln



Tunnel-Aufweitung mit Tunnel-im-Tunnel-Methode – mit Stützplatten in der Firste zur Verbruchsicherung

Tunnel enlargement using the tunnel-in-tunnel method – with support plates in the roof to safeguard against collapse

7

- Staub in Bahntunneln (Ursachen, Risiken und Gegenmaßnahmen; Untersuchungen im Lötschberg-Basistunnel, Messergebnisse; Luftwechsel in den Querschlägen).

Tunnelsanierung und -ertüchtigung

Aus dem STUVA-Arbeitskreis [14] wurden dazu Ergebnisse gebracht.

- Sachstandsbericht zur Sanierung von Eisenbahntunneln (Rahmenbedingungen; Tunnelaufweitung bei laufendem Betrieb und besonders dafür entwickelten Schalwagen (Bild 7) [15].
- Erfahrungen mit dieser Sanierungsart unter Betrieb am 150 Jahre alten Pforzheimer Tunnel (Bild 8) [16].
- Gesamterneuerung des Autobahn-Cityrings Luzern nur mit geringen Verkehrseinschränkungen (3,5 km, 2 zweispurige Röhren; über 85.000 Fahrzeuge/Tag; innovative Lösungen für Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen, Fahrbahntentwässerung und Lüftungssystem sowie Verkehrsführungslogistik).

Unterirdisches Bauen in Berlin

- Sanierung und Brandschutzertüchtigung alter U-Bahntunnel in Berlin (146 km Streckennetz mit über 80 % Tunnel mit 64 Jahren Durchschnittsalter – ergeben einen erheblichen Erneuerungsbedarf)
- Geotechnische und geologische Herausforderungen beim Weiterbau der U-Bahnlinie U5 in Berlin-Mitte mit Kreuzung der Spree (2,2 km; Schildvortrieb geplant; Lückenschluss zwischen Alexanderplatz und Brandenburger Tor).

- Die Vorträge der STUVA-Tagung 2011 „Unterirdisches Bauen für zukunftsfähigen Umwelt- und Klimaschutz“ enthält der Band 44, Forschung + Praxis – U-Verkehr und unterirdisches Bauen (316 Seiten (Format A4) mit 365 Abbildungen und Tabellen; ISBN 978-3-7625-3646-8), der für 50 EUR. vom Bauverlag BV GmbH, D-33311 Gütersloh, Postfach 120, bezogen werden kann.

Die nächste STUVA-Tagung wird vom 26. bis 28. November 2013 im ICS Stuttgart stattfinden und davor eine internationale Konferenz über Wassernebel-Brandbekämpfungsanlagen in Straßentunneln (Ergebnisse des Forschungsprojekts SOLIT2 [12]) am 27. und 28. Juni 2012 in Berlin [1].

G.B.



The proceedings of the 2011 STUVA Conference "Underground Construction for Sustainable Environmental and Climate Protection" are contained in Volume 44, Research + Practice – Underground Transportation and underground Construction (316 pp. (Format A4) with 365 Ills. and Tables; ISBN 978-3-7625-3646-8), obtainable for 50 euros from Bauverlag BV GmbH, D-33311 Gütersloh, POB 120.

The next STUVA Conference will take place from November 26 to 28, 2013 at the ICS Stuttgart with an international conference on water mist fire suppression systems in road tunnels (results of the SOLIT2 research project [12] being held prior to this in Berlin on June 27 + 28, 2012 [1].



Literatur / References

- [1] STUVA-Nachrichten, tunnel 1/2012, pp. 47-52
- [2] Haack, A.; Schäfer, M.: Tunnelbau in Deutschland: Analyse und Ausblick (2010/2011). Tunnel 8/2011, pp. 28 – 41
- [3] Querung der Ems bei Emden/D. tunnel 2009, pp. 29 – 33
- [4] Brux, G.: Sicherheit in Straßentunneln. Tunnel 6/2010, pp. 49-55
- [5] Bergmeister, K.: Brenner-Basistunnel im Bau. Tunnel 1/2012, pp. 18-32
- [6] AlpTransit Gotthard – Neue Verkehrswege durch das Herz der Schweiz. 12/2011, AlpTransit Gotthard AG, Luzern
- [7] Boxheimer, S.; Mignon, J.: Eisenbahntunnel Liefkenshoek in Antwerpen. Tunnel 7/2009, pp. 25-31 und 3/2011, pp. 41-48
- [8] Herrenknecht, M.; Wehrmeyer, G.: Schnittstellenoptimierung bei Schildvortrieben in Sotchi. Tunnel 8/2011, pp. 56-67
- [9] Weh, M.; Zwick, O.; Ziegler, M.: Maschinenvortrieb in verklebungsfähigem Baugrund. Tunnel 2/2009, pp. 18-28
- [10] Jenni, H.; Mayer, C.M.: Kraftwerksprojekt Linthal 2015, tunnel 8/2010, pp. 37-42
- [11] Lakkonen, M., Bremke, T.: Brandbekämpfungsanlagen für Straßen- und Eisenbahntunnel. Tunnel 1/2012, pp. 40-46
- [12] Leucker, R.; Kratzmeier, S.: Brandversuche zu Wassernebel-Brandbekämpfungsanlagen. Tunnel 8/2011, pp. 42-55
- [13] Gotthard-Basistunnel: Arbeitssicherheit. Tunnel 8/2011, pp. 16-18
- [14] Sachstandsbericht 2011: Sanierung von Eisenbahntunneln. STUVA-Arbeitskreis 'Tunnelsanierung'. Tunnel Sonderausgabe, 128 Seiten
- [15] Breidenstein, M.: Neues Tunnelbauverfahren zur Streckenmodernisierung unter laufendem Betrieb. Tunnel 2/2007, pp. 20-30
- [16] Tunnelsanierung und -erneuerung – ein Thema für die Zukunft. IUT-Seminar. Tunnel 1/2012, pp. 53-59

Brand im Simplontunnel

Neuartige Sanierung und Ursachenerkundung

Der fast 20 km lange Simplontunnel zwischen der Schweiz und Italien war bei seiner Inbetriebnahme 1922 mit 2 Gleisen seinerzeit der längste Eisenbahntunnel der Welt auch nach dem neuesten Stand (2 Röhren mit Gleiswechsel und elektrischer Betrieb). 2012 – 2014 sollen umfangreiche Sanierungs- und Erneuerungsarbeiten ausgeführt werden. Die Schäden infolge des Brandes im Tunnel von Mitte 2011 mit 5-monatiger Sperrung eines Tunnelgleises auf halber Länge mussten bis 11. Dezember 2011 (Fahrplanwechsel) behoben sein, worauf näher eingegangen wird, aber auch auf die Ermittlung der Brandursache.

Simplontunnel

Der 19,80 km lange Simplontunnel (1906-1922) zwischen Brieg/CH und Iselle/I hat 2 ein-

gleisige Röhren (I Brieg-Iselle und II Gegenrichtung), die mit insgesamt 46 Querschlägen im Abstand von durchschnittlich 500 m miteinander verbunden sind; der Tunnel liegt etwa je zur Hälfte in Italien und der Schweiz. Zwei Weichenverbindungen in Tunnelmitte ermöglichen den Gleiswechsel von einer in die andere Tunnelröhre.

Brand im Tunnel

Am Donnerstag, den 6. Juni 2011 kurz vor 6.00 Uhr; brach in einem Wagen (beladen mit Stahlplatten, Fliesen, Kühlschränken usw.) eines Güterzuges des BLS Cargo auf der Fahrt von Domodossola nach Basel im Simplontunnel ein Feuer aus. Die Brandstelle befand sich in der Röhre II etwa 3 km vom Südportal entfernt auf italienischem Boden. Wegen der großen Hitze im Tunnel

Fire in the Simplon Tunnel

Novel Redevelopment and Investigation of Causes

The almost 20 km long Simplon Tunnel between Switzerland and Italy was at the time the world's longest rail tunnel when it was opened with 2 tracks in 1922 and complied with the latest standards (2 bores with changeover and electric operation). Extensive redevelopment and renovation work is to be carried out between 2012 and 2014. The damage resulting from the fire in mid-2011 resulting in a 5-month long closure of one track over half its length had to be repaired by the time the new timetable came into force (December 11, 2011). This aspect together with determining the cause of the fire will be examined in the following.

Simplon Tunnel

The 19.80 km long Simplon Tunnel (1906 – 1922) between Brieg/CH and Iselle/I possesses

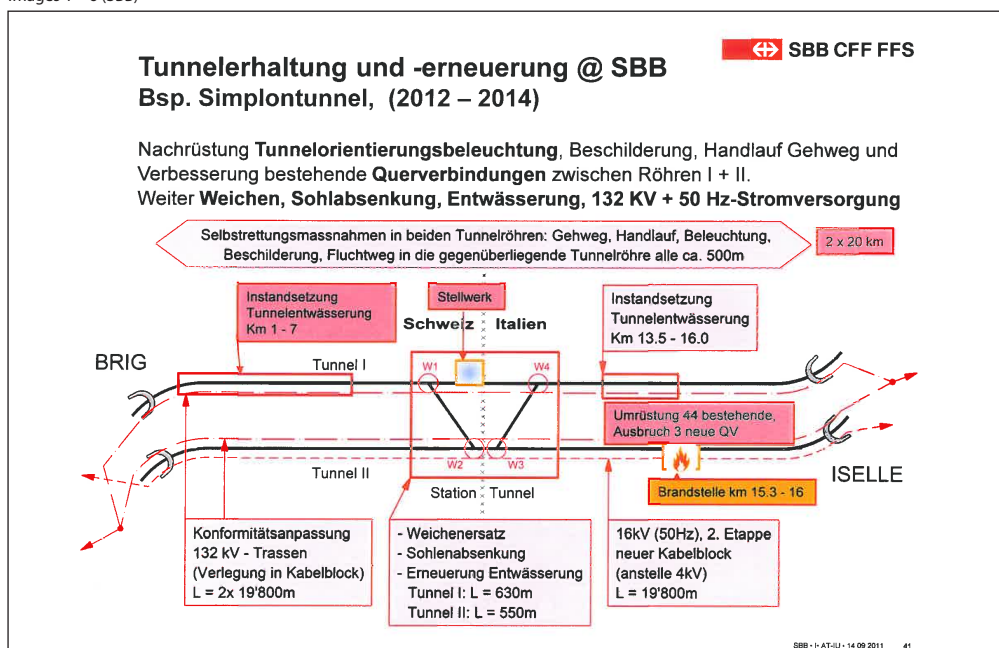
2 single-track bores (I Brieg-Iselle and II running in the opposite direction), which is connected by 46 cross-passages set on average 500 m apart; one half of the tunnel is located in Italy, the other in Switzerland. Two sets of points at the centre of the tunnel enable trains to switch tracks to reach the other tunnel bore.

Fire in the Tunnel

On Thursday, June 6, 2011 shortly after 6.00 am, a fire broke out in a car (filled with steel sheets, tiles, fridges etc.) of a goods train belonging to BLS Cargo in the Simplon Tunnel on its way from Domodossola to Basle. The fire occurred in bore II roughly 3 km from the south portal on Italian soil. On account of the fierce heat in the tunnel the blaze spread to other cars so that the entire tunnel had to be closed to train services. The thick smoke emitting from the tunnel's south portal forced road traffic via the Simplon Pass between Gondo VS and Iselle/I to be shut down, which also meant that buses could not be used as substitutes. Train services through the Simplon Tunnel could first be resumed on June 20, 2011.

Extinguishing operations were extremely difficult as immense heat developed in the tunnel. Fire service personnel provided with respiratory equipment were able to reach the vicinity of the conflagration but not the seat of the fire itself. In order to extinguish the fire and cool down its surroundings the fire service personnel sprayed large quantities of water in the direction of the fire seat. The smoke emerged at the south portal on account

Images 1 – 6 (SBB)



Simplontunnel: Erhaltung und Erneuerung (2012 – 2014) sowie Brandstelle in der Tunnelröhre II

Simplon Tunnel: maintenance and renewal (2012 – 2014) as well as fire seat in tunnel bore II



Güterwagen im Tunnel mit verbrannter Ladung
Goods car in the tunnel with burnt out load

erfasste das Feuer weitere Wagen, so dass der ganze Tunnel für den Zugverkehr gesperrt werden musste. Der dichte Rauch aus dem Südportal des Tunnels führte zur Sperrung des Straßenverkehrs über den Simplonpass zwischen Gondo VS und Iselle/I, weshalb auch keine Bahnersatzbusse eingesetzt werden konnten. Erst am 20. Juni 2011 wurde der Zugverkehr durch den Simplontunnel wieder aufgenommen.

Die Löscharbeiten waren äußerst schwierig, weil sich im Tunnel eine große Hitze entwickelte. Die mit Atemschutz Ausgerüsteten konnten nur in die Nähe, aber nicht bis zum Ort des Brandes vordringen. Um das Feuer zu löschen und die Umgebung abzukühlen, sprühten die Feuerwehrleute große Mengen Wasser in Richtung des Brandherdes. Wegen der Luftströmung im Tunnel trat der Rauch im Süden aus, so dass die Löscharbeiten vom Norden aus durchgeführt wurden. Im Einsatz standen SBB-Lösch- und Rettungszüge (LRZ) aus Brig, Bern und Lausanne; weil der BLS-LRZ aus Frutigen ebenfalls eingesetzt und dazu

vom Lötschberg Basistunnel (LBT) abgezogen wurde, musste auch dieser zeitweise gesperrt werden. Der Brand wurde durch bis zu 50 Einsatzkräfte von SBB, BLS und Feuerwehr bekämpft. Es gab keine Verletzten; die Triebfahrzeugführer des BLS-Güterzuges konnten sich in Sicherheit bringen. – Der Zug transportierte kein Gefahrgut.

Schäden

Nach der Bergung der 10 ausgebrannten Güterwagen aus dem Simplontunnel am 20. Juni 2011 konnte das Tunnelgewölbe des vom Brand betroffenen Tunnelabschnitts genau untersucht werden. Dabei zeigte sich, dass die Schäden am Gewölbe größer als vorher angenommen waren – die Tragfähigkeit des Gewölbes jedoch nicht gefährdet. Das Naturstein-Tunnelgewölbe wies auf einer Länge von rd. 300 m Schäden in Form von Abplatzungen auf, die sich beim Abklopfen lösen. Teilweise war das Temperaturen von bis zu 800° C ausgesetzte Gewölbe auf einer Tiefe bis zu 20 cm ausgebrochen.



Tunnelwandung nach dem Brand – mit Abplatzungen
Tunnel wall after the fire – affected by spalling

of the air flow in the tunnel so that extinguishing operations were carried out from the north. SBB extinguishing and rescue trains (LRZ) from Brig, Berne and Lausanne were in action. As the BLS-LRZ unit from Frutigen was also deployed, thus making it unavailable for the Lötschberg Base Tunnel (LBT), the Lötschberg also had to be closed down for some length of time. The fire was combated by up to 50 fire-fighters from SBB, BLS and the local fire brigade. No injuries were recorded; the drivers from the BLS goods train were able to reach safety. The train was not transporting hazardous goods.

Damage

After salvaging the 10 burnt out goods cars from the Simplon Tunnel on June 20, 2011 the tunnel vault in the section affected by fire was examined more closely. It was revealed that the damage to the vault was greater than had originally been supposed – the vault's carrying capacity was not however endangered. Spalling was revealed affecting the natural masonry tunnel vault over a

length of some 300 m, which loosened when tapped. In some cases the vault, which had been exposed to temperatures of up to 800 °C, was affected down to a depth of 20 cm.

Redevelopment

It was decided to completely refurbish the entire infrastructure of the affected section to provide protection against long-term damage and further incidents prior to the change of timetable on December 11, 2011. As a result after cleaning the vault over an area of some 5,500 m² special mortar (fibre-reinforced, dry mortar using the dry spraying method; Mapegrout Gunit 300 AF) was installed with galvanised steel mats in the damaged tunnel vault possessing a high fire resistance. In addition around 120 m² of masonry at the sides was repaired, the drainage and cable ducts cleaned and the water pipes replaced.

After completing work in the tunnel the tracks, overhead wires, signals, safety systems and high-voltage cables were installed as from October 2011. After concluding these activities the section of the Simplon Tunnel closed



Tunneluntersuchung nach Bergung der ausgebrannten Güterwagen
Investigating the tunnel following retrieval of the burnt out goods cars

Sanierung

Man beschloss, die gesamte Infrastruktur des betroffenen Abschnitts zum Schutz von Langzeitschäden und weiteren Ereignissen bis Fahrplanwechsel vom 11. Dezember 2011 vollständig wieder herzustellen. So wurden nach Reinigung des Gewölbes auf rd. 5.500 m² Spezialmörtel (faserverstärkter, beschleunigter Werktröcknungsmörtel im Trockenspritzverfahren; Mapegrout Gunit 300 AF) bewehrt mit verzinkten Stahlmatten im beschädigten Tunnelgewölbe aufgetragen, der einen hohen Brandwiderstand hat. Außerdem wurden rd. 120 m² seitliches Mauerwerk ausgebessert, die Entwässerungs- und Kabelkanäle gereinigt und die Wasserrohre ersetzt.

Nach Abschluss der Tunnelarbeiten wurden ab Oktober 2011 wieder die Gleise, Fahrleitungen, Signale, Sicherungsanlagen und Hochspannungskabel eingebaut. Nach Abschluss dieser Arbeiten konnte der nach dem Brand gesperrte Tunnelabschnitt des Simplontunnels am 18. November 2011 wieder in Betrieb genommen

following the fire was reopened on November 18, 2011. At first only goods trains ran through the tunnel at a reduced speed of 80 km/h in the affected tunnel section until November 21, 2011.

The SBB calculated with costs of around 12 M. CHF to refurbish the Simplon Tunnel following the fire. It still has to be clarified to what extent this amount will be covered by insurance.

Cause

In conjunction with the fire in the Simplon Tunnel in June 2011 short circuits in the Italian control centre at Brelia point to a tarpaulin flapping loosely on a goods car. This badly attached tarpaulin is believed to have caused sparks when it touched the overhead wire thus triggering a fire and bringing the train to a halt in the tunnel as a result of a short circuit.

The accident investigation office for trains and ships of the Swiss Department for the Environment, Transport, Energy and Communications is responsible for tracing the cause of the fire in the Simplon Tunnel. In this

**vom 16. bis 21.
April 2012**

Paris-Nord Villepinte - Frankreich

INTERMAT

Internationale Ausstellung von Maschinen und
Technik für die Bau- und Baustoffindustrie

Together let's build the future

**1,500
Aussteller**

**200,000
Besucher**

**375,000 m²
Ausstellungsfläche**



Follow us with



your smartphone

To read the QR code, download the application compatible with your mobile phone.

Ihr kostenloser Eintrittsausweis auf
www.intermat.fr

CODE:
PROMOALL



HOTLINE: + 33 (0)1 55 23 71 71

an event by
comexposium
The place to be

IMF GmbH - Ilona Wohra
Worringer Straße 30 - 50668 Köln
Tel: 0221/13 05 09 02
Fax: 0221/13 05 09 01
i.wohra@imf-promosalons.de



Befestigte Stahlnetze vor Einbau des Spritzmörtels
Mounted steel nets prior to placing the sprayed mortar

werden; bis 21. November 2011 fuhrten vorerst ausschließlich Güterzüge mit einer verringerten Geschwindigkeit von 80 km/h den betroffenen Tunnelabschnitt.

Die SBB rechnet für die Instandsetzung des Simplontunnels nach dem Brand mit Kosten von rd. 12 Mio. CHF. In welchem Ausmaße Versicherungen dafür aufkommen, wird noch abgeklärt.

Ursache

Beim Brand im Simplontunnel im Juni 2011 weisen Kurzschlüsse in der italienischen Kontrollstation in Brelia auf eine flatternde Plane eines Güterwagens hin. Die schlecht befestigte Plane soll bei Berührung mit der Oberleitung Funken geschlagen und so einen Brand entfacht und durch einen Kurzschluss den Zug im Tunnel zum Halten gebracht haben.

Die Suche nach der Ursache des Brandes im Simplontunnel obliegt der Unfalluntersuchungsstelle Bahnen und Schiffe des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation. Die Suche nach dem Ersatzpflichtigen ist im o.a. Fall nicht einfach: Der Tunnel

steht im Eigentum der SBB, der Zug gehört der BLS Cargo und wurde von einer Transportfirma gechartert und der Brand fand in Italien statt, weshalb auch italienisches Recht zu beachten ist.

Mehr Sicherheit

Mit den Maßnahmen zur Instandsetzung des durch den Brand beschädigten Tunnelabschnitts schafft die SBB die Voraussetzung, um die betriebliche Verfügbarkeit während der bereits geplanten Tunnelerneuerungsarbeiten zwischen 2012 und 2014 gewährleisten zu können. Im Rahmen dieser Sanierung passt die SBB sämtliche baulichen und technischen Anlagen des über 100 Jahre alten Tunnels den heutigen Anforderungen hinsichtlich Sicherheit und Technik für 135 Mio. CHF an. Dazu gehören Selbstrettungsmaßnahmen (Beleuchtung, Beschilderung, Gehweghandläufe), der Umbau bestehender Querschläge (neue Tore) und der Bau von 3 weiteren Querschlägen, die Erneuerung des Stellwerks und der Weichen im Gleiswechselbereich in Tunnelmitte, sowie der Entwässerung (11 km).

G.B.



case it is not easy to determine who is actually responsible for paying compensation: the tunnel belongs to the SBB, the train was owned the BLAS Cargo and chartered by a transport company and the fire occurred in Italy, which means that Italian law must also be taken into account.

More Safety

Through the measures designed to repair the tunnel section damaged by the fire, the SBB has created the prior condition for assuring operational availability during the scheduled tunnel renovation activities between 2012 and 2014. Within the

scope of this redevelopment scheme the SBB will spend 135 M. CHF to upgrade all structural and technical installations in the more than 100 year old tunnel to comply with current demands regarding safety and technology. These include self-rescue measures (lighting, signs, walkway handrails), the modification of existing cross-passages (new doors) and the building of 3 further cross-passages, renovation of the signal box and the points in the crossover section at the centre of the tunnel as well as the drainage system (11 km).

G.B.



Literatur / References

- [1] Simplontunnel bereit für den internationalen Güterverkehr. Tunnel 7/2003, p. 5
- [2] 100 Jahre Simplontunnel. Tunnel 6/2006, p. 8 und 7/2006, p. 61
- [3] Mehr Sicherheit im Simplontunnel. Tunnel 6/2007, p. 7
- [4] Jordi, R.; Chabot, J.D.: Tunnelerhaltung und -erneuerung bei der SBB. Vortrag am 14.9.2011, IUT, 2011, pp. 32-40
- [5] Do Canto, Ph.: Unfälle in öffentlichen Werken: Wer bezahlt den Schaden? Baublatt 46/2011, pp. 36-37

Einbau des Instandsetzungsmörtels im Trockenspritzverfahren

Installing the mortar for repair work using the dry spraying method





Das Unfallfahrzeug im beschädigten Ringtunnel Unna (Hellweger Anzeiger Unna)

The vehicle that caused the accident in the Unna Ring Tunnel

Sanierung Ringtunnel Unna/D

Verkehrsnadelöhr im Injektionsverfahren abgedichtet

Wenn Straßentunnel zu Objekten der sanierenden Abdichtung werden, kann dies zweierlei Gründe haben: Entweder haben sich Undichtigkeiten und Feuchtigkeit im Tunnel über Jahre hinweg immer weiter ausgebreitet – oder aber es kommt zu einem dramatischen Ereignis, das den Tunnel schlagartig undicht macht. Letzteres war in der Ruhrgebietsstadt Unna geschehen. Der dreispurige Ringtunnel – Hauptverkehrsader der Stadt und erst 2008 aufwändig kernsaniert – wurde durch einen Unfall schwer beschädigt und musste daraufhin erneut abgedichtet werden. An einem Morgen im September 2010 hatte sich während der Fahrt eines Schwerlasttransporters durch den Ringtunnel dessen

Ladekran gelöst und war mit erheblicher Krafteinwirkung gegen die Decke geprallt. Erst nach rund 16 m kam der Lkw zum Stillstand, verkeilt zwischen Fahrbahn und Tunneldecke und mit den Vorderreifen in der Luft stehend. Zurück blieben eine aufgerissene Betondecke, demolierte Lampen, Schilder, Kabelleitungen und Sicherheitstechnik – insgesamt rund 100.000 Euro Sachschaden.

Verkehrsgefährdung durch undichte Dehnungsfuge

Während etwa die Lampen des Tunnels zügig ersetzt werden konnten, wurden die Spätfolgen des Unfalls erst ein paar Monate später deutlich, als sich im Winter plötzlich Eiszapfen

Redevelopment of Unna Ring Tunnel/D

Traffic Bottleneck sealed by Grouting

When road tunnels must be renovated through being sealed then this can be attributed to 2 reasons: either leaks and moisture have spread in the tunnel in the course of the years – or, however, some dramatic event has occurred, which suddenly causes the tunnel to leak. The latter happened in the city of Unna in the Ruhr District. The 3-lane Ring Tunnel – a main urban traffic artery and first thoroughly renovated at great expense back in 2008 – was seriously damaged by an accident and thus had to be resealed. One morning in September 2010 the loading crane of a heavy lorry travelling through the tunnel broke free and hit the ceiling with considerable force. The lorry first came to a halt after 16 m, caught between the carriageway

and the tunnel ceiling – with its front wheels perched in the air. The outcome was a torn concrete ceiling, demolished lamps, signs, cable lines and safety technology – altogether damage amounting to 100,000 euros.

Danger to Traffic through leaky Expansion Joint

Whereas the tunnel lamps could be replaced quickly, the aftermath of the accident first became evident a few months later as icicles suddenly formed in the tunnel. The reason: displacements occurring in the some 200 m long and 5.80 m high tunnel had led to a leaky expansion joint and in turn to a considerable amount of moisture spreading on the tunnel



Für die 14-tägigen Sanierungsarbeiten wurden jeweils 2 der 3 Fahrbahnen gesperrt
Two of the 3 lanes were closed during the fortnight-long redevelopment work

im Tunnel bildeten. Der Grund: Die durch den Unfall erfolgten Verschiebungen innerhalb des rund 200 m langen und 5,80 m hohen Tunnels hatten zu einer undichten Dehnungsfuge und damit zu einer massiven Durchfeuchtung der Tunneldecke geführt. Um in den Wintermonaten eine Verkehrsgefährdung durch herunterfallende Eiszapfen zu verhindern, entschied sich die Stadt Unna für eine sanierende Abdichtung der betroffenen Tunnelabschnitte.

Durchgeführt wurden die Sanierungsarbeiten von Drytech, einem Spezialunternehmen für vorbeugende und sanierende Abdichtungstechnik. Da während der 14-tägigen Sanierungsarbeiten jeweils 2 der 3 Fahrbahnen für 1 Woche gesperrt werden mussten, wurde die Abdichtung des Tunnels auf die Zeit der Osterferien gelegt – eine Phase mit vermindertem Verkehrsaufkommen.

Gewähltes Injektionsverfahren witterungsunabhängig einsetzbar

Für die sanierende Abdichtung des Tunnels legten die Abdichtungstechniker zunächst die undichte Dehnungsfuge an den rund 80 cm dicken Seitenwänden sowie der rund 1 m dicken Tunneldecke frei und bohrten die betroffenen Fugenabschnitte an mehreren Stellen an. Die Dehnungsfuge wurde daraufhin im Injektionsverfahren abgedichtet. Verwendet wurde dabei das DRYflex-Acrylharz, ein hochflexibler Injektionsstoff, der auch bei Temperaturen von bis zu 20 Grad unter Null verarbeitet werden kann. Für eine bestmögliche Verteilung des Abdichtungsharzes sorgten zuvor eingebrachte Dehnungsfugen-Profile. Abschließend versahen die Techniker die sanierte Dehnungsfuge an den Seitenwänden des Tunnels mit einer Blechverkleidung,

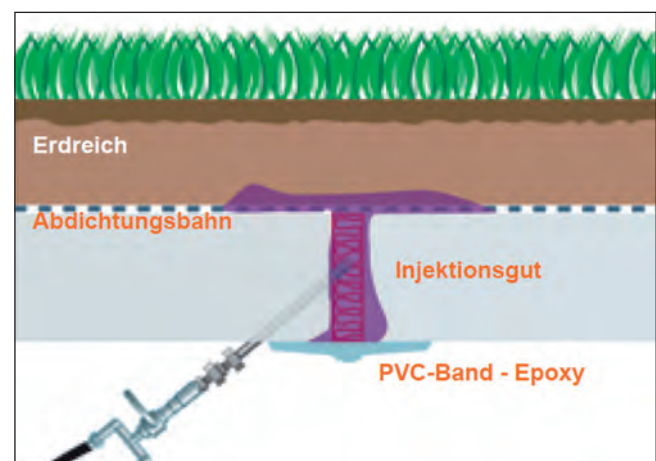
ceiling. In order to avoid traffic being endangered during the winter months on account of falling icicles, the City of Unna decided to seal the affected tunnel sections.

The redevelopment work was undertaken by Drytech, a special company for preventive and innovative sealing technology. As

2 of the 3 lanes had to be closed for a week during the fortnight-long redevelopment work, the sealing of the tunnel was concentrated during the Easter holiday period – a phase with a reduced volume of traffic.

Selected Grouting Method independent of the Weather

In order to renovate the tunnel the sealing technicians first exposed the leaky expansion joint at the roughly 80 cm thick side walls and drilled the affected joint sections at several points. The expansion joint was then sealed by means of grouting. Towards this purpose DRYflex acrylic resin, a highly flexible grouting agent, which can also be processed at temperatures of up to 20° below zero, was employed. Expansion joint profiles were first installed to cater for the best possible distribution of the sealing resin. Subsequently the technicians provided the renovated expansion joint at the side walls of the tunnel with a sheet plate lining, which will be removed for inspection purposes at regular intervals during the 10-year warranty period.



Außenabdichtung ohne Aufgraben: Schematische Darstellung einer Sanierung

External sealing without digging: schematic presentation of a redevelopment scheme

die während des zehnjährigen Gewährleistungszeitraums regelmäßig für Nachkontrollen abgenommen wird.

Tunnelsanierung durch Aufgraben keine gangbare Lösung

Die Alternative zu einer Abdichtung im Injektionsverfahren – eine von außen ansetzende Tunnelsanierung – wäre nur im Deckenbereich des Ringtunnels möglich gewesen und hätte in jedem Fall eine massive Beeinträchtigung des öffentlichen Lebens in Unna mit sich gebracht: Der Ringtunnel befindet sich mitten in der Innenstadt von Unna und liegt unter einer belebten Fußgängerzone.

Diese wäre durch einen Eingriff von außen vorübergehend unpassierbar geworden. Außerdem hätte eine außenseitige Abdichtung den Einsatz verschiedener Gewerke notwendig gemacht – Tiefbauer, Dachdecker, Betonsanierer. Die Folge: Ein erheblich höherer Aufwand für Planung und Durchführung der Sanierung und damit auch deutlich höhere Kosten. Im Falle der Seitenwände hingegen machten das darüber liegende Rathaus der Stadt Unna und eine angrenzende Kirche eine außenseitige Sanierung von vorneherein unmöglich. Die Abdichtung im Injektionsverfahren erwies sich somit als einzig realistische Lösung. 

Tunnel Redevelopment by digging no suitable Solution

The alternative to sealing using the grouting method – renovating the tunnel from the outside – would only have been possible for the ceiling area of the Ring Tunnel and would certainly have disturbed everyday life in Unna to a great extent: after all, the Ring Tunnel is located right in the centre of town and beneath a busy pedestrian precinct. The latter would have temporarily been put out of commission if external intervention had been resorted to. Furthermore this method would have required a varied labour force to be involved: construc-

tion workers, tilers and concrete specialists. The result: a substantially higher outlay for planning and executing the renovation work and in turn considerably higher costs. As far as the side walls were concerned the City of Unna town hall and the neighbouring church meant that redevelopment from above was impractical from the very outset. The sealing application by grouting emerged as the only realistic solution. 

www.drytech-germany.de

Mobilität macht glücklich

...in mobilen Raumsystemen von ELA

Mehr Raum mit mobilen Lösungen von ELA Container - mit Büro-, Wohn-, Mannschafts- oder Sanitärcontainern.



**Mobile Räume mieten
www.container.de**

ELA Container GmbH · Zeppelinstr. 19-21 · 49733 Haren (Ems) · Tel: (05932) 5 06-0

info@container.de

Planungshilfe

Taschenbuch für den Tunnelbau 2012

Tunnelbauwerke sind wichtige Bestandteile einer leistungsfähigen Infrastruktur für Verkehr und Versorgung, wobei die Bandbreite Bau, Betrieb, Instandhaltung und Nachrüstung umfasst, also von der Planung über die Bauzeit bis zur gesamten Nutzungsdauer. Das betrifft das Bauwesen, die Geologie, den Maschinenbau bis zu den ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Aspekten, wobei gesellschaftliche Veränderungen und technische Weiterentwicklungen eine wichtige Rolle spielen. – Seit vielen Jahren ist das „Taschenbuch für den Tunnelbau“ ein praxisorientierter Ratgeber für Auftraggeber, Planer und Bauausführende, denn es behandelt aktuelle Entwicklungen und Hemmnisse, präsentiert innovative Lösungen und dokumentiert den Stand der Technik.

Die 13 Beiträge der Ausgabe für 2012 befassen sich mit dem Tunnelbau in offener Bauweise (Gitterbewehrte Stützkonstruktionen) und konventionellem bergmännischen Tunnelbau (Auffahren eines Tunnels unter einem denkmalgeschützten Bauwerk; Tunnel mit großem Ausbruchquerschnitt im Hart-

gestein mit neuartiger Innenschalenkonstruktion; Tragverhalten eines nachgiebigen Ausbaus im druckhaften Gebirge), sowie dem maschinellen Tunnelbau (Belastungsversuche an Tunnelauskleidungen) – erläutert an Ausführungsbeispielen – und danach mit Tunnelbetrieb und Sicherheit (Brandschutz in ÖPNV-Tunnelanlagen; Sicherheitsniveau und Lebenszykluskosten von Einhausungen bei Bundesfernstraßen; automatische Auswertung von Tunnelinspektionen bei der DB), Maschinen und Geräte (Innovationen im maschinellen Schachtentwässerungssystemen im Zuge von Nachrüstungsmaßnahmen), Forschung und Entwicklung (Entwurf von Tunnelbauwerken nach felsmechanischen Modellen oder Klassifizierungssystemen) sowie Instandsetzung und Nachrüstung (Straßentunnel: vom Regelwerk zur planerischen Umsetzung; Erneuerung bestehender Eisenbahntunnel ohne und unter Betrieb). Abgerundet wird das Buch wieder durch ein Lieferantenverzeichnis des Tunnelbedarfs.

Der Einband hat in 2012 einen grünen Deckel. G.B.



Planning Aid

Tunnelling Compendium for 2012

Tunnels represent important elements of an effective infrastructure for transport and supply, ranging from construction, operation, maintenance and retrofitting, in other words from the planning stage by way of construction right up to the period of operation. This concerns construction, geology, engineering up to economic, ecological and legal aspects with social changes and technical advances playing an important part. For many years the “Tunnelling Compendium” has been a practice-oriented guide for clients, planners and contractors for it deals with topical developments and impediments, presents innovative solutions and documents the state of the art.

The 13 contributions contained in the 2012 edition deal with cut-and-cover tunnelling (mesh reinforced supporting structures) and conventional tunnelling by mining means (driving a tunnel beneath a protected building; tunnels with major excavated cross-section in solid rock with novel inner

shell design; bearing behaviour of a yielding support in squeezing rock), as well as mechanised tunnelling (load tests on tunnel linings) – explained in the form of examples – and then relating to tunnel operation and safety (fire protection in public transportation tunnels; safety level and life cycle costs of enclosures on federal highways; automatic assessment of tunnel inspections with the DB), machines and equipment (innovations in mechanised shaft drainage systems in the course of retrofitting measures), research and development (designing tunnels according to rock mechanical models or classification systems) as well as maintenance and retrofitting (road tunnels: from the code of practice to planning execution; renewing existing rail tunnels with or without services being operational). The book is rounded off again with a list of suppliers of tunnel equipment.

In 2012 the book will possess a green cover. G.B.



Compendium for Tunnel Technology, Planning Aid for Tunnelling.
Edited by: Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT), Essen.
36th Year, 380 pp. DIN A6 with 175 Ills./Tab. and 130 Sources. ISBN
978-3-86797-122-5. Bound, Price 32,- euros. VEG Verlag GmbH, POB
185620, D-45206 Essen
www.vge.de

Kompendium der Tunneltechnologie, Planungshilfe für den Tunnelbau.
Herausgeber: Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT), Essen.
36. Jahrgang: 380 Seiten DIN A6 mit 175 Abb./Tab. und 130 Quellen.
ISBN 978-3-86797-122-5. Gebunden, Preis 32,- EUR. VEG Verlag GmbH,
POB 185620, D-45206 Essen – www.vge.de

South American Tunnelling – SAT 2012

3rd Brazilian Congress on Tunnels and Underground Structures

20th – 22nd March 2012

Location: Centro Fecomercio de Eventos São Paulo/Brazil, Information:

Executive Secretariat

Acqua Consultoria

Cadastur: 26.038288.80.0001-3

Rua Dr. Candido Espinheira, 560 – cj.32

05004-000 - São Paulo-SP/Brazil

Tel.: / Fax: +55-11-3868-0726

E-Mail: 3cbt@acquacon.com.br

www.acquacon.com.br/3cbt

Urban Underground Development in South East Europe

2nd Tunnel Colloquium

12th – 14th April 2012

Hotel-Congress Center

Lacroma Valamar, Dubrovnik/

Croatia

Information:

Dr. Davorin Kolic

Croatian Association for Concrete Engineering and Construction Technology

Trnjanska 140, 10000 Zagreb

Hrvatska/Croatia

Tel.: +385-99-6050-447

Fax: +385-1-6130-062

E-Mail: info@hubitg.com

www.hubitg.com

27. Christian Veder Kolloquium

mit Fachausstellung

13. + 14. April 2012, Graz/A

Planung und Ausführung von Abdichtungsmaßnahmen in der Geotechnik

Institut für Bodenmechanik und Grundbau

Ao.Univ.-Prof. Dr. techn. Helmut F. Schweiger, M.Sc.

TU Graz, Rechbauerstraße 12, 8010 Graz/A

Tel.: +43 (0) 316 / 873-6234

Fax: +43 (0) 316 / 873-6232

E-Mail: helmut.schweiger@

tugraz.at

www.cvk.tugraz.at

Tunnel Safety and Ventilation

23th – 25th April 2012,

New Developments in Tunnel Safety

Technische Universität Graz/A

Prof. Dr. Peter Sturm

E-Mail: sturm@tugraz.at

Tel.: +43-316 / 873-7584

Fax: +43-316 / 873-107596

www.tunnel-graz.at

http://ivt.tugraz.at

Konferenzort:

Messecenter Graz – Tagungs-

zentrum

Messeplatz 1, A-8010 Graz

38th ITA/WTC in Bangkok/Thailand

18th – 23th May 2012,

Bangkok/Thailand,

Tunnelling and Underground Space for a Global Society

Information:

WTC2012 Congress Office

Mrs. Alcharat Alapat/Mr. Zaw

Zaw Aye

ProCOngress (Thailand) Co., Ltd

4/383 Moo 6, Soi Nakniwas 37,

Nakniwas Rd.

Ladprao, Bangkok/Thailand

10230

Tel.: +662 956 1580

Fax: +662 932 4454

E-Mail: alcharat@procongress.net

secretariat@wtc2012.com

www.wtc2012.com

Swiss Tunnel Congress 2012 in Luzern

13. Juni 2012 (Colloquium)

14. Juni 2012 (Congress mit

Vortragsveranstaltung und

Ausstellung)

15. Juni 2012 (Exkursionen)

KKL Kultur- und Kongress-

zentrum, Luzern/CH

FGU – Fachgruppe für Unter-

tagbau

Tagungssekretariat

Felsenstraße 11

CH-5400 Baden

Tel.: +41 (0) 56 / 2002333

Fax: +41 (0) 56 / 2002334

E-Mail fgu@thomibraem.ch

www.swisstunnel.ch

Vormerktermin: Deutsches tunnel-Forum 2012

Herbst 2012 an mehreren

Orten in Süddeutschland

jeweils von 9.30 bis 16.45 Uhr

Seminarreihe zum Thema

Design-Aspekte bei Verkehrs-

Tunneln

2012: Verkehrssicherheit und

Verkehrsfluss

2013: Licht, Farbe und soziale

Sicherheit

2014: Architektur und Technik

Veranstalter: tunnel und STUVA

Leitung: Prof. Dr.-Ing. Alfred

Haack

Information:

Roland.Herr@Bauverlag.de

InnoTrans 2012

18. – 21. September 2012,

Berlin

Messe Berlin GmbH

Messedamm 22,

14055 Berlin

Kontakt: Kerstin Schulz

Tel.: +49 (0) 30 / 3038-2032

Fax: +49 (0) 30 / 3038-2190

E-Mail: k.schulz@messe-

berlin.de

E-Mail: innotrans@messe-

berlin.de

www.innotrans.de

www.virtualmarket.innotrans.de



FOGTEC ist ein mittelständisch geprägtes, weltweit agierendes Unternehmen, das innovative Branderkennungs- und Brandbekämpfungssysteme für Gebäude, Industrieanlagen, Schiffe, Züge, Flugzeuge und Tunnel entwickelt, herstellt und vertreibt. Weltweit gehören wir zu den führenden Anbietern von Wassernebel-Löschsystemen. Für die Absicherung von Tunneln ist FOGTEC Marktführer.

Wir suchen ab sofort einen:

Senior Sales Engineer / Vertriebsingenieur für Brandschutzsysteme in Tunneln (m/w)

Unsere Herausforderung für Sie:

- Erster Ansprechpartner und Berater für unsere Kunden
- Ausbau unseres starken internationalen Netzwerkes
- Analyse und Bearbeitung definierter Zielmärkte weltweit
- Erarbeitung / Umsetzung von Vertriebs- und Produktstrategien in Teamarbeit
- Angebotserstellung, Preis- und Vertragsverhandlung mit unseren Kunden
- Internationale Konferenz- und Messepräsenz
- Verhandlungssicheres Englisch, weitere Sprachen von Vorteil
- Erfahrung und Erfolg im Vertrieb erklärungsbedürftiger Produkte
- Ausgeprägte Affinität und Freude im Umgang mit technisch komplexen Produkten

Die komplette Stellenbeschreibung und weitere spannende Jobs finden Sie unter

www.FOGTEC.com

Was FOGTEC Ihnen bietet:

Wir sind ein internationales Unternehmen mit klaren Zielen und Visionen. Wir setzen auf Wachstum durch innovative Lösungen, Servicequalität und qualifizierte Mitarbeiter. Neben einem spannenden, innovativen Arbeitsumfeld und interessanten Kunden weltweit, bieten wir Ihnen ein attraktives Vergütungspaket sowie qualifizierte Fortbildungsmöglichkeiten. Bei uns finden Sie überdurchschnittliche Entfaltungsmöglichkeiten in einer lockeren freundlichen Arbeitsatmosphäre gepaart mit einer zukunftssicheren langfristigen Berufsperspektive.

Inserentenverzeichnis / Advertising list

Advertisers	Internet	Page
A.S.T. Bochum GmbH, Bochum/D	www.astbochum.de	15
Albatros Engineering GmbH, Linz/A	www.alba.at	43
Desoi GmbH, Kalbach/D	www.desoi.de	7
ELA Container GmbH, Haren/D	www.container.de	61
Gipo AG, Seedorf/CH	www.gipo.ch	27
HBI Haerter AG, Zürich/CH	www.hbi.ch	29
Herrenknecht AG, Schwanau/D	www.herrenknecht.de	U2
InnoTrans, Berlin/D	www.innotrans.de	37
INTERMAT, Paris/F	www.intermat.fr	57
INTERTUNNEL, Turin/I	www.intertunnel.com	U3
Mapei Suisse SA, Sorens/CH	www.mapei.ch	11
Marti Technics Ltd. Moosseedorf/CH	www.martitechnik.ch	41
Maschinen- und Stahlbau Dresden AG, Dresden/D	www.msd-dresden.de	13

Advertisers	Internet	Page
Peri GmbH, Weißenhorn/D	www.peri.de	25
Pressluft-Frantz GmbH, Frankfurt/D	www.pressluft-frantz.de	8
Rascor International AG, Steinmaur/CH	www.rascor.com	17
Sandvik Mining and Construction Oy, Tampere/FIN	www.sandvik.com	U4
Sika AG, Zürich/CH	www.sika.com	5
The Robbins Company, Kent/USA	www.robbsintbm.com	3
TU Graz/A	www.tunnel-graz.at	BL
Xella Trockenbau-Systeme GmbH, Duisburg/D	www.aestuver.de	9

bau | | verlag

We give ideas room to develop

www.bauverlag.de

tunnel 31. Jahrgang / 31st 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:
Dipl.-Ing. Roland Herr
Phone: +49 (0) 5241 80-88730
Fax: +49 (0) 5241 80-9650
E-Mail: roland.herr@bauverlag.de
(verantwortlich für den redaktionellen Inhalt/
responsible for the editorial content)

Redaktionsbüro/Editors Office:
Ursula Landwehr
Phone: +49 (0) 5241 80-1943
E-Mail: ursula.landwehr@bauverlag.de
Gaby Porten
Phone: +49 (0) 5241 80-2162
E-Mail: gaby.porten@bauverlag.de

Layout:
Sören Zurheide
E-Mail: soeren.zurheide@bauverlag.de

Anzeigenleiter/Advertisement Manager:
Christian Reinke
Phone: +49 (0) 5241 80-2179
E-Mail: christian.reinke@bauverlag.de
(verantwortlich für den Anzeigenteil/
responsible for advertisement)
Rita Srowig
Phone: +49 (0) 5241 80-2401
E-Mail: rita.srowig@bauverlag.de
Maria Schröder
Phone: +49 (0) 5241 80-2386
E-Mail: maria.schroeder@bauverlag.de
Fax: +49 (0) 5241 80-62401

Gültig ist die Anzeigenpreisliste Nr. 30
vom 1.10.2011
Advertisement Price List No. 30
dated 1.10.2011 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 srl., Piazza Matteotti, 17/5, I-16043
Chiavari
Phone: +39-0185-590143,
Mobil: +39-335 346932,
E-Mail: vittorio@comediassrl.it

Russland/CIS:
Dipl.-Ing. Max Shmatov, Event Marketing Ltd.
PO Box 150 Moskau, 129329 Russland
Phone: +7495-7824834,
Fax: +7495-7377289,
E-Mail: shmatov@event-marketing.ru

USA/Canada:
Detlef Fox, D. A. Fox Advertising Sales, Inc.
5 Penn Plaza, 19th Floor, New York, NY 10001
Phone: 001-212-896-3881,
Fax: 001-212-629-3988,
E-Mail: detleffox@comcast.net

Geschäftsführer/Managing Director:
Karl-Heinz Müller
Phone: +49 (0) 5241 80-2476

**Verlagsleiter Anzeigen und Vertrieb /
Director Advertisement Sales:**
Dipl.-Kfm. Reinhard Brummel
Phone: +49 (0) 5241 80-2513

Herstellungsleiter/Production Director
Olaf Wendenburg
Phone: +49 (0) 5241 80-2186

**Abonnementverkauf und Marketing /
Subscription and Marketing Manager:**
Britta Kösters
Phone: +49 (0) 5241 80-45834
Fax: +49 (0) 5241 80-645834

**Leserservice + Abonnements /
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 120, 33311 Gütersloh, Deutschland
Der Leserservice ist von Montag bis Freitag per-
sönlich erreichbar von 9.00 bis 12.00 Uhr und
13.00 bis 17.00 Uhr (freitags bis 16.00 Uhr)

The Reader's Service is available on Monday to
Friday from 9.00 to 12.00 h and 13.00 to 17.00 h
(on Friday until 16.00 h)
Phone: +49 (0) 5241 80-90884
E-Mail: leserservice@bauverlag.de
Fax: +49 (0) 5241 80-690880

**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 € 147,00
Studenten/Students € 88,20
Ausland/Other Countries € 157,20
(die Lieferung per Luftpost erfolgt mit Zuschlag/
with surcharge for delivery by air mail)
Einzelheft/Single Issue € 24,00
(zuzüglich Versandkosten/ plus postage)
eMagazine € 98,50

Mitgliedspreis STUVA/Price for STUVA members
Inland/Germany € 109,80
Ausland/Other Countries € 117,60

Kombinations-Abonnement Tunnel und THIS
jährlich inkl. Versandkosten:
€ 188,40 (Ausland: € 195,00)

**Combined subscription for Tunnel + THIS in-
cluding postage:**
€ 188.40 (outside Germany: € 195.00).

Ein Abonnement gilt für ein Jahr und verlän-
gert sich danach jeweils um ein weiteres Jahr,
wenn es nicht schriftlich mit einer Frist von
drei Monaten zum Ende des Bezugszeitraums
gekündigt wird.
The subscription is initially valid for one year
and will renew itself automatically if it is not
cancelled in writing not later than three months
before the end of the subscription period.

Veröffentlichungen:
Zum Abdruck angenommene Beiträge und
Abbildungen gehen im Rahmen der gesetz-
lichen Bestimmungen in das alleinige Veröffent-
lichungs- und Verarbeitungsrecht des Verlages
über. Überarbeitungen und Kürzungen liegen
im Ermessen des Verlages. Für unaufgefordert
eingereichte Beiträge übernehmen Verlag und
Redaktion keine Gewähr. Die Rubrik „STUVA-
Nachrichten“ liegt in der Verantwortung der
STUVA. Die inhaltliche Verantwortung mit Na-
men gekennzeichnete Beiträge übernimmt

der Verfasser. Honorare für Veröffentlichungen
werden nur an den Inhaber der Rechte gezahlt.
Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Bei-
träge und Abbildungen sind urheberrechtlich
geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zuge-
lassenen Fälle ist eine Verwertung oder Ver-
vielfältigung ohne Zustimmung des Verlages
strafbar. Das gilt auch für das Erfassen und
Übertragen in Form von Daten. Die allge-
meinen Geschäftsbedingungen des Bauverlages
finden Sie vollständig unter www.bauverlag.de

Publications:
Under the provisions of the law the publis-
hers acquire the sole publication and pro-
cessing rights to articles and illustrations
accepted for printing. Revisions and ab-
ridgements are at the discretion of the
publishers. The publishers and the editors
accept no responsibility for unsolicited manu-
scripts. The column "STUVA-News" lies in the
responsibility of the STUVA. The author assumes
the responsibility for the content of articles in-
dentified 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 copy-
right. With the exception of the cases permitted
by law, exploitation or duplication without the
content of the publishers is liable to punish-
ment. This also applies for recording and trans-
mission 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-32785 Detmold



Kontrolle der Auflagenhöhe er-
folgt durch die Informationsge-
meinschaft zur Feststellung der
Verbreitung von Werbeträgern
(IVW) Printed in Germany
H7758

Join Italy's premier tunnelling event

27–29 March 2012, Lingotto Fiere, Turin, Italy

INTERtunnel 2012 brings together the many specialists responsible for planning, building and operating tunnels and underground spaces.

See the latest innovations in tunnelling technology

Meet suppliers of the products and services essential for safe and efficient tunnel construction and operation.

Learn more from the experts

Gain an insight into current industry topics and trends at drop-in technical seminars or by joining a conference presented by The Italian Tunnelling Society (SIG).

INTERtunnel 2012 features the very latest products and technologies in these key sectors:

- Construction and contracting services
- Tunnel construction equipment and plant
- Construction products and materials
- Microtunnelling and trenchless technologies
- Fire protection and safety systems
- Communications and security equipment and systems
- Pollution control and ventilation equipment
- Electrical and lighting systems
- Consultancy and design services

Register online now and save €15 on the door!
Visit www.intertunnel.com to pre-register for free!

INTERtunnel
The 10th International Tunnelling **2012** Exhibition



MACKBROOKS
exhibitions

Tel: +44 (0)1727 814 400
Email: intertunnel@mackbrooks.com
For more information
visit www.intertunnel.com

Show Partners

With the
endorsement
of the Italian
Ministry of
Infrastructure
and Transport



Società Italiana Gallerie
Italian Tunnelling Society



Media Partners



“The Sandvik DTi jumbo with iSURE saves us a lot of time both in preparations and at the site. We are really happy with the system, its usability and accuracy. Not to mention the support Sandvik people have given us. If we have questions, we can just pick up the phone and they are there, willing to find solutions to our challenges.”

HARALD KOMPATSCHER
Production Manager
Consortio Galleria Roveredo,
Switzerland



At your service around the world



Fast. Accurate. User-friendly.

Understanding underground

For decades, Sandvik has worked with various tunneling methods at customer sites around the world, creating expertise that results in intelligent cutting-edge technology. As the only manufacturer with its own test tunnels, Sandvik continues to be the clear forerunner in tunneling equipment industry. Always striving to serve you with the best possible solution for your application at hand.