

# tunnel

8

December

Offizielles Organ der STUVA · Official Journal of the STUVA

2011

[www.tunnel-online.info](http://www.tunnel-online.info)



**bau || || verlag**

Wir geben Ideen Raum

Statistics: Tunnelling in Germany 2010 / 2011

Fire Tests: Water Mist Fire Suppression Systems

Tunnelling: Optimising Interfaces and Remote Disc Cutter Monitoring



## ROSWITHA MACHT DIE BAHN FLOTT.

Vor 130 Jahren als der längste Tunnel Deutschlands gebaut, muss heute der Kaiser-Wilhelm-Tunnel bei Cochem an der Mosel für zukünftig höhere Sicherheitsanforderungen modernisiert werden. Die Deutsche Bahn beauftragte deshalb den Neubau einer zweiten, parallelen Röhre mit einer Länge von 4.242 Metern. Mit dem EPB-Schild S-547 (Ø 10.110 mm) von Herrenknecht, getauft auf den Namen Roswitha, feierten die Tunnelbauer mit der Cochemer Bevölkerung am 7. November 2011 den Durchschlag.

Im Vortrieb hatte die TBM 900.000 Tonnen Gestein ausgebrochen, das über eine Bandanlage der Herrenknecht-Tochterfirma H+E Logistik abgefördert wurde. Ebenfalls aus dem Herrenknecht Konzern: das System TUnIS von VMT für die exakte Navigation der 1.700 Tonnen schweren Maschine.

Voraussichtlich im Jahr 2015 wird nach einer Modernisierung des alten Kaiser-Wilhelm-Tunnels dann der eingleisige Bahnbetrieb durch beide Röhren aufgenommen. Eine Investition in die Zukunft einer leistungsfähigen Schieneninfrastruktur.

### COCHEM | DEUTSCHLAND

#### PROJEKTDATEN



**S-547, EPB-Schild**  
 Durchmesser: 10.110 mm  
 Schneidradleistung: 1.100 kW  
 Tunnellänge: 4.242 m  
 Geologie: Tonschiefer,  
 Sandstein, Quarzit,  
 Schluffstein und Porphyrit

#### AUFTRAGGEBER

Alpine Untertagebau GmbH,  
 Alpine Bau Deutschland AG,  
 FCC Construcccion S.A.



# tunnel 8/11

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



Das erste Deutsche tunnel-Forum ist erfolgreich am 18. Oktober 2011 in Köln gestartet, Seite 20.

The first German tunnel Forum got a successful start on October 18, 2011 in Cologne, see p.20.

## Title

Die Röhren 1 bis 3 des Elbtunnels wurden 2009 umfangreich mit Tunnelklappen als Entrauchungslösung nachgerüstet.

The tubes 1 to 3 of the Elbtunnel were retrofitted in 2009 with Tunnel Flaps for fire and smoke protection.

(Photo: Trox GmbH)

## Aktuelles / Topical News

2

## Hauptbeiträge / Main Articles

### Tunnelbau in Deutschland:

Statistik (2010/2011), Analyse und Ausblick

28

Tunnelling in Germany:

Statistics 2010/2011, Analysis and Outlook

A. Haack, M. Schäfer

### Brandversuche zu Wasserdampf-Brandbekämpfungsanlagen

42

Fire Tests for Water Mist Fire Suppression Systems

R. Leucker, S. Kratzmeir

### Schnittstellenoptimierung bei Schildvortrieben in Sochi

56

Optimising Interfaces for Shield Drives in Sochi

M. Herrenknecht, G. Wehrmeyer

### Rollenmeißel-Fernüberwachung im Tunnelbau

68

Remote Disc Cutter Monitoring in Tunnelling

D. Willis, A. Shanahan, Z. Box

## Informationen / Information

### Buchbesprechung

76

Book Review

### Veranstaltungen

79

Events

### Inserentenverzeichnis

80

Advertising list

### Impressum

80

Imprint

## Thailand

## ITA-AITES World Tunnel Congress : 18 to 24 May 2012, Bangkok



In Thailand are various tunnels under construction

Greetings from Thailand. The World Tunnel Congress and 38th General Assembly (WTC 2012) will be held in Bangkok from 18th to 23rd May 2012. This is the first time that Thailand will host the ITA-AITES World Tunnel Congress, one of the most privileged congresses in the construction industry.

The Asia region including Thailand has witnessed the tremendous development of infrastructure projects including the construction of mega underground structures. Recent developments have been spurred by the increasing demand for various types of tunnels and underground structures particularly in the congested urban environment (Fig. 1).

Bangkok itself, as the commercial and political center of the country with a rapidly growing population, continues to need more infrastructure projects as it expands. Various major underground construction projects are being planned and some have

been implemented. Some of the ongoing and upcoming major projects include

- MRT Blue Line Extension
- Flood Diversion Tunnels
- Deep Excavation for Various Underground Space Use

#### MRT Blue Line Extension

As a part of the 291 km extension of the MRT network the Mass Rapid Transit Authority of Thailand (MRTA) has awarded contracts for the construction of the second phase of the existing MRT system in Bangkok known as the Blue Line Extension Project. The underground sections of the project consist of 5 km tunnels and 4 deep underground stations. The project will have to deal with a number of technical complexities and challenges as the tunnelling and deep excavation works are to be carried out underneath the extremely congested public roads bounded by rows of sensitive buildings in historically significant area of Bangkok.

#### Flood Diversion Tunnels

Recent flooding in many parts of Thailand has called for the need of more flood drains and diversion tunnels to prevent a repeat of the large-scale flooding. Bangkok itself was recently threatened by flooding from its main river, the Chao Phraya - with a combination of high tides, the flood surge from the North and heavy rainstorms, low lying areas adjacent to the main river were inundated. The Bangkok Metropolitan Administration is building a system of giant drainage tunnels under the city to protect it from the annual threat of flooding. With a total length of 35 km, these tunnels will channel the floodwaters to the Chao Phraya River, which runs into the Gulf of Thailand. The construction of the four huge tunnels is planned for completion in five years at an estimated total cost of 550 million USD.

#### Conference Themes and Scientific Programme

Under the theme "Tunnelling and Underground Space for a Global Society", WTC 2012 in Bangkok will call together the tunnelling and underground space community in the Southeast Asia region to set up a forum with the World Tunnelling Society. Besides being involved in an excellent forum for technical discussion, exchanging ideas and sharing experience, participants will have the opportunity to meet with high-level industry leaders, academics, developers and decision makers from the region and various parts of the world.

Apart from the standard technical sessions led by prominent keynote lecturers, the Scientific Programme will feature today's challenging issues in tunnelling and underground construction industry such as Natural Disaster Mitigation and Management Through Underground Space Use, and Underground Structure Resistance Against Seismic Loads.

#### Key dates and status of abstracts submission

<b>Total submitted</b>	
<b>abstracts:</b>	<b>523</b>
<b>Countries submitting</b>	
<b>abstracts:</b>	<b>48</b>
<b>Notification of abstract acceptance:</b> 20 October 2011	
<b>Full paper submission deadline:</b> 1 December 2011	
<b>Notification of full paper acceptance:</b> 20 January 2012	

#### Congress Venue: Queen Sirikit National Convention Center

WTC 2012 will be held at the Queen Sirikit National Con-

# Boomer XE3 C

setzt neue Maßstäbe in der Bohrtechnik



**STUVA  
TAGUNG'11**

6. - 8. Dezember in Berlin

Halle 20, Stand C124

**Atlas Copco MCT GmbH**  
Langemarckstr. 35 • 45141 Essen  
Tel. 0201 2177-300 • Fax 0201 2177-613  
[www.atlascopco.de](http://www.atlascopco.de) • [mdeinfo@de.atlascopco.com](mailto:mdeinfo@de.atlascopco.com)

Wir bringen nachhaltige Produktivität.

**Atlas Copco**

tion Center (QSNCC), an oasis in the prime area of dynamic Bangkok. Having a total area of 65,000 m<sup>2</sup> with all the latest facilities, excellent accessibility and highest security, QSNCC is an ideal venue for large scale international conferences and exhibitions. The Plenary Hall can accommodate 5,500 persons with theatre-style configuration in its 4,600 m<sup>2</sup> gross usable area (Fig. 2).

during the two-day event. It is an excellent opportunity for young engineers to participate in this training course to learn both theory and practical aspects of urban tunnelling and related topics lectured by prominent lecturers. Upon completion of the two-day course, participants will receive a certificate from the ITA-CET Foundation endorsed by ITA and TUTG of the Engineering Ins-



The congress venue Queen Sirikit National Convention Center

QSNCC is located in the heart of Bangkok's vibrant business district, surrounded by luxurious 4 to 5 star hotels, and is less than an hour to the International Airport. The most convenient way of commuting to the venue is by subway as MRT station is right in front of the venue.

### ITA-CET Training Course on Urban Tunnelling

The Pre-Congress ITA-CET Training Course will be organised on 18 and 19 May 2012, by the ITA-CET Foundation (Foundation for Education and Training on Tunnelling and Underground Space Use) incorporated with the International Tunnelling and Underground Space Association (ITA-AITES) and the Thailand Underground and Tunnelling Group (TUTG) of the Engineering Institute of Thailand. Lectures on topics related to the theme of the training course "Urban Tunnelling" will be delivered by experts in the fields

of Thailand as part of the Continuous Professional Development (CPD) programme. Detailed information on the ITA-CET training course will be posted in the conference website [www.wtc2012.com](http://www.wtc2012.com).

### ITA Global Perspective Open Session - Tuesday, 22 May 2012

The Bangkok Open Session "Planning Better and Resilient Cities" during WTC 2012 will be the second session to be held as part of the ITA Global Perspective Programme "Urban Underground Space in a Changing World". The Open Session will look at the need for planning the use of Underground space, to make the use of underground space sustainable and to have space available for cities to become resilient to climate change. The Open Session will be held with ISOCARP, 1 of 3 of the Global Partners involved with the programme.

### Exhibition

The exhibition in WTC 2012 will provide an ideal platform for you to showcase your products and services in Asia, a vast open market for global construction industries.

The exhibition areas will be organized to fit in with well structured technical programs and other WTC functions to ensure effective marketing activities, and technical networking can be done in dynamic but friendly atmosphere.

As an exhibitor in WTC 2012 you will have opportunity to

- Increase your company's visibility among industry leaders
- Reach high-level industry leaders and decision makers
- Market your product and services in highly demanding markets in Asia and the region
- To develop network and industry links in Asia and the region.

### Registration

Participants are encouraged to register for the Congress as early as possible to take advantage of the Early Bird incentives (approximately 100 USD) by 29 February 2012. Registration can be made on the Congress website [www.wtc2012.com](http://www.wtc2012.com)

### Welcome Reception

**Sunday, 20 May 2012**

Venue: Plenary Hall 3, Queen Sirikit National Convention Center

### Congress Banquet

**Wednesday, 23 May 2012**

Congress banquet will take place in Dusit Thani Hotel, a classic hotel with distinctive Thai inspirations. Mixing modern and international atmosphere with Thai culture, the venue itself will make the congress banquet a unique experience. You will enjoy a dinner with unique blend of Thai and Western flavours such as you never tasted before.

### Technical Site Visits

Technical site visits will be arranged for delegates to see ongoing tunnelling and underground construction projects. Interesting completed major projects may also be selected for the technical site visits. Further details of technical site visits will be announced on the Congress website [www.wtc2012.com](http://www.wtc2012.com).

### Accommodation

Bangkok offers a wide range of world-class accommodation at relatively inexpensive rates in comparison with those in other major cities. There are hotels and service apartments offering good accommodation to suit every budget.

#### Registration fees before 29 February 2011

##### Participant:

**30,000 Thai Baht (approx. 100 USD)**

##### Developing countries:

**15,000 Thai Baht**

##### Student: 10,000 Thai Baht

**Accompanying Person: 8,000 Thai Baht (includes welcome reception, Bangkok Orientation Tour and Ayutthaya UNESCO World Heritage Site)**

**One Day Registration for Open Session on Tuesday, 22 May 2012: 12,000 Thai Baht**

Special arrangements have been made with the various hotels for participants attending WTC 2012 to enjoy special discount rates. Room reservations can be made through [www.wtc2012.com](http://www.wtc2012.com) until 30 April 2012.

### Host City Bangkok

Bangkok was founded in 1782 by the first monarch of the present Chakri dynasty. It is now the country's spiritual, cultural, diplomatic, commercial and educational hub. It covers an area of more than 1,500 km<sup>2</sup>, and is home to approximately 10 million people or more than 15 % of the country's population.

Bangkok is located in the heart of Southeast Asia and is served by major air routes from

more than 80 airlines linking Asia with Europe, Africa, America and Oceania. Bangkok, having world-class facilities with high-quality accommodations, good local and international cuisines, great shopping places, rich-cultural heritage, recreational amenities, availability of mass transit system and its state-of-the-art convention center, will make a perfect host-city for WTC 2012.

In addition to its unique culture and exquisite architecture, Bangkok, the capital of Thailand has much to offer to the congress delegates. More than anywhere else in the country, Bangkok expresses Thailand's uncanny ability to blend the old with the new. The delegates, and their accompanying family and friends, will have a

great opportunity to join a variety of touring options arranged by the Organising Committee to visit fascinating places.

### Pre and Post Congress Tours in Thailand and Neighbouring Countries

Thailand offers a fascinating variety of options for pre and post conference tours. These include the nearby beach resorts of Pattaya and Hua Hin, Island getaways such as Samui, Phuket and Chang. In contrast to these sun-drenched beaches, there is the cool North, including Chiang Mai, the largest and most culturally significant city in northern Thailand. Northeast-



The capitol city Bangkok and the country of Thailand have much to offer

tern Thailand is the gateway to The Great Mekong Sub Region and also the location of many historical sites.

Zaw Zaw Aye, WTC 2012 Organizing Committee  
[www.WTC2012.com](http://www.WTC2012.com)

## Richtungsweisende Technik von HANNING & KAHL

# GuideLight

Das intelligente Leitsystem

Besuchen Sie uns!  
STUVA, Stand D126

GuideLight by HANNING & KAHL leitet ereignisorientiert Passanten sicher zu günstig gelegenen Notausgängen und dient als bodennahe Orientierungshilfe für Rettungskräfte.

HANNING & KAHL GmbH & Co KG | [info@hanning-kahl.com](mailto:info@hanning-kahl.com) | [www.hanning-kahl.de](http://www.hanning-kahl.de)



HANNING & KAHL

## Deutschland

## NBS Ebensfeld-Erfurt: Tunnel Rehberg und Masserberg

Wieder wurde mit dem Bau eines weiteren Tunnels der 107 km langen Eisenbahn-Neubaustrecke (NBS) Ebensfeld-Erfurt mit 300 km/h Ausbaugeschwindigkeit mit 22 Tunneln mit 41 km Gesamtlänge (38 % Streckenanteil) begonnen; sie gehört zur 500 km langen Neu- und Ausbaustrecke Nürnberg-Erfurt/Halle, dem Verkehrsprojekt Deutsche Einheit 8.

Für den vorletzten von 14 Thüringer Tunneln der NBS Ebensfeld-Erfurt, den zweigleisigen Tunnel Rehberg (602 m) begann am 4. Mai 2011 der bergmännische Vortrieb und am gleichen Tag war beim 9. der Thüringer Tunnel, dem Tunnel Masserberg (1051 m), der Durchschlag. Die Investitionen betragen beim Tunnel Rehberg etwa 13 Mio. EUR und

beim Tunnel Masserberg etwa 23 Mio. EUR.

Kurz danach wurde am 17. Mai der Tunnel Lohmeberg (688 m) im Thüringer Ilm-Kreis nach etwa 6 Monaten Vortrieb durchschlagen; er ist der zehnte von 14 Tunneln im Thüringer Wald. Die Investitionen für diesen Tunnel betragen etwa 12 Mio. EUR. Damit sind von den 28 km Thüringer Tunnelstrecke 90 % aufgeföhren.

G.B.



## Germany

## New Ebensfeld-Erfurt Rail Line: Rehberg and Masserberg Tunnel

Work has begun on a further tunnel for the 107 km long new rail link between Ebensfeld and Erfurt designed to cope with trains travelling up to 300 km/h – involving 22 tunnels altogether 41 km in length (accounting for 38 % of the route). It is part of the 500 km long new and upgraded Nuremberg-Erfurt/Halle line part of the German Unity Transport Project No. 8.

Work on the penultimate of the 14 tunnels in Thuringia for the new Ebensfeld-Erfurt line,

the twin-track Rehberg Tunnel (602 m) commenced on May 4, 2011 and on the same day the breakthrough for the 9<sup>th</sup> tunnel in Thuringia, the Masserberg Tunnel (1,051 m), took place. Investments for the Rehberg Tunnel amount to around 13 m. euros with some 23 m. euros earmarked for the Masserberg Tunnel.

Shortly afterwards on May 17 the breakthrough occurred at the Lohmeberg Tunnel (688 m) in the Thuringian Ilm District following an excavation lasting roughly 6 months. It is the tenth of 14 tunnels in the Thuringian Forest. The investments total some 12 m. euros. As a result construction on 90 % of the 28 km long Thuringian tunnels has been completed.

G.B.



## Literatur / References

- [1] NBS Ebensfeld-Erfurt: Tunnel Baumleite und Silberberg. Tunnel 7/2009, p. 4 und Tunnel 7/2010, p. 12
- [2] NBS Ebensfeld-Erfurt: Tunnel Reitersberg. Tunnel 2/2010, p. 8
- [3] NBS Ebensfeld-Erfurt: Tunnel Eierberge. Tunnel 6/2010, p. 5
- [4] NBS Ebensfeld-Erfurt: Tunnel Lichtenholz. Tunnel 7/2010, p. 16
- [5] NBS Ebensfeld-Erfurt: Tunnel Lohmeberg und Feuerfelsen. Tunnel 4/2011, p. 16
- [6] NBS Ebensfeld-Erfurt: Tunnel Fleckberg. Tunnel 7/2011, p. 15

U.C.M. Heidelberg GmbH  
Umwelt · Consulting · Management



Wir verhindern  
**Kalkablagerungen  
in Tunnelbauwerken**  
durch umweltverträgliche  
Konditionierung

Besuchen Sie uns im Internet unter  
► [www.ucm-heidelberg.de](http://www.ucm-heidelberg.de)



## Deutschland

### München: 2.S-Bahn-Stammstrecke

Anfang April 2011 haben Bayerns Verkehrsminister und der Netzvorstand der Deutschen Bahnen (DB) den Bau- und Finanzierungsvertrag für die rd. 10 km lange 2. Stammstrecke der Münchener S-Bahn unterzeichnet, die rd. 2 Mrd. EUR kosten wird. Davon übernimmt der Bund 60 % der Kosten nach dem Gemeindefinanzierungsgesetz (GVFG), beteiligt sind weiter der Freistaat Bayern und die DB.

Die 2. Stammstrecke der Münchener S-Bahn führt durch 2 eingleisige, jeweils rd. 7 km lange Tunnel, die in bis zu 40 m Tiefe die Münchener Innenstadt unterqueren. Gebaut werden 3 neue Stationen unter dem Hauptbahnhof, dem Marienhof und dem Ostbahnhof sowie umgebaut die Bahnhöfe Laim und Leuchtenbergring. Eine erste Baugenehmigung für die 2.S-Bahn-Stammstrecke liegt mit dem Planfeststellungsbeschluss für den

Abschnitt 2 (Münchener Innenstadt zwischen Hauptbahnhof und Isar) vor. In den 2 weiteren Abschnitten laufen derzeit noch die Planfeststellungsverfahren.

Als erste Bauvorabmaßnahme wurden im April auf dem Marienhof hinter dem Münchener Rathaus archäologische Grabungen durchgeführt. Kurz nach der Vertragsunterzeichnung wurde der Rohbau des zweigleisigen, unterirdischen S-Bahn-Haltepunktes in Innenstadtlage (Marienhof) europaweit ausgeschrieben. Die Station erhält getrennte Ein- und Ausstiegsbahnsteige, weiter sind Zugangsanlagen, Zwischenebenen und die Technikzentralen zu erstellen. Die Anlage liegt bis zu 40 m unter Gelände. Die Bauzeit soll von 2012 bis Anfang 2017 liegen. Es wurden erste Vorschläge für den Tunnelbau gemacht.

G.B.



## Germany

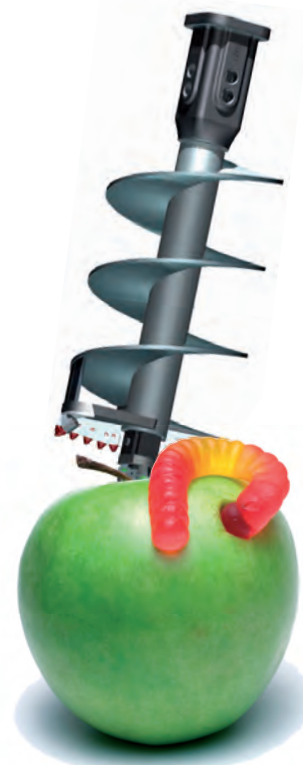
### Munich: 2nd S-Bahn Main Route

At the beginning of April 2011 Bavaria's minister of transport and the network executive of the Deutsche Bahnen (DB) signed the contract for financing and building the roughly 10 km long 2<sup>nd</sup> main route for the Munich S-Bahn, costing some 2 m. euros. The 2<sup>nd</sup> main route for the Munich S-Bahn runs through 2 single-track tunnels, each 7 km in length, which pass through downtown Munich at a depth of down to 40 m. Three new stations are being built beneath the Main Station, the Marienhof and the Ostbahnhof with the Laim and Leuchtenbergring stops being upgraded. Initial approval to construct the 2<sup>nd</sup> S-Bahn main route relates to the plan approval process for section 2 (downtown Munich between the Main Station and the Isar). The plan approval proceedings for the 2 remaining sections are currently being processed.

Archaeological digs were undertaken in April at the Marienhof behind Munich City Hall as a first step. Shortly after the contract

was signed invitations for tenders were issued throughout Europe for the roughwork for the twin-track underground S-Bahn stop in central Munich (Marienhof). The station is to be provided with separate platforms for getting on and off trains, in addition access facilities, intermediate levels and the technical control centres have to be produced. The station lies at depths of down to 40 m below the surface. Construction is due to commence in 2012 and will last till the beginning of 2017. The first proposals for tunnel construction have been put forward.

G.B.

**F**LEXIBLE!  
**P**OWERFUL!  
**A**DAPTABLE!

- ▶ **Anchor Drilling**
- ▶ **Geothermal Drilling**
- ▶ **Pile Drilling**
- ▶ **Exploration Drilling**
- ▶ **Jet Grouting**
- ▶ **Soilmix-Systems**
- ▶ **Pipe roofing for tunneling**

**EMDE** Industrie-Technik GmbH  
 Lahnstr.32-34 ♦ D-56412 Nentershausen  
 Phone +49 (0) 64 85-187 04-0  
 ♦ www.emde.de ♦  
 bohrtechnik@emde.de

**Drilling  
 Ideas**

## Österreich

**Bosrucktunnel: 2. Röhre durchschlagen**

Nach nur 17 Monaten nach Baubeginn fand am 11. August 2011 der Durchschlag der zweiten Röhre des 5,5 km langen Bosrucktunnels für zwei Fahrspuren statt – und das 2,5 Monate eher trotz schwieriger Geologie (im Haselgebirge mit Anhydridquellen usw.). Danach folgte der restliche Strossen- und Sohlausbruch, das Herstellen der Sohle mit Entwässerungen, der Ausbau der Abstellnischen und der Einbau der Betoninnenschale sowie danach der Anlagen für die Löschwasserversorgung, Beleuchtung, Belüftung usw. Die neue Tunnelröhre wurde

im Sprengvortrieb nach der Neuen Österreichischen Tunnelbaumethode (NÖT) mit Kallottenvortrieb voraus von beiden Portalen aus aufgeföhren. Das Gebirge wurde dabei entsprechend den Erfordernissen mit Spritzbeton mit Bewehrung, Ankern und Stahlbögen gesichert. Es fielen etwa 0,8 Mio. m<sup>3</sup> Ausbruchmaterial an, wovon etwa ein Drittel zum Aufschütten beim Bau eines großen Rastplatzes wiederverwendet wurde.

Die zweite Röhre des Bosrucktunnels soll nach Fertigstellung 2013 für den Verkehr frei gegeben und danach die Bestands-

röhre saniert und auf den neuesten Stand gebracht werden. Ab 2015 werden dann beide Tunnelröhren im Richtungsverkehr betrieben werden. Der Bau der zweiten Röhre und die Arbeiten an der Bestandsröhre werden etwa 290 Mio. EUR kosten.

Zum Vollausbau der beiden Tunnelröhren gehören elf Querschläge (davon fünf befahrbar, im Abstand von 1000 m), je fünf Abstellnischen im Abstand von 1000 m, je 43 Notruf- und Feuerlöschnischen, Querlüftung, Notruf- und Fuchtwegkenn-

zeichnung, helle reflektierende Beschichtung der Tunnelwände bis 4,50 m Höhe, Bordsteinreflektoren auf beiden Seiten der Fahrbahn (Betondecke), Tunnel- und Notbeleuchtung, Tunnelfunk für den Verkehr, Betrieb und Einsatzkräfte. – Durch den Bau der zweiten Tunnelröhre wird die Tunnelsicherheit wesentlich erhöht. G.B.

**Literatur / References**

[1] Zweite Röhre für Bosrucktunnel. Tunnel 4/2010, p. 9

## Austria

**Bosruck Tunnel: Breakthrough for 2<sup>nd</sup> Bore**

The breakthrough of the second bore for the 5.5 km long Bosruck Tunnel designed for 2 lanes took place on August 11, 2011 after only 17 months of construction. It occurred 2.5 months earlier than scheduled in spite of tricky geology (in the Haselgebirge with anhydrite springs etc.). This was followed by the remaining bench and floor excavation, production of the invert with drainage and creating bays and installing the concrete inner shell followed by the units for the extinguishing water supply, lighting and ventilation etc. The new tunnel bore was produced via drill+blast in accordance with the New Austrian Tunnelling Method (NATM) with advance crown drive from both portals. In the process the rock was secured with shotcrete with reinforcement, anchors and steel arches in keeping with requirements. Around 0.8 m. m<sup>3</sup> of excavated material accumulated, roughly a third of which was reutilised for fill for a large rest area.




The Bosruck Tunnel's second bore is to be opened for traffic following completion in 2013 and then the original bore will be redeveloped and brought up-to-date. As from 2015 both bores will be operated uni-directionally. Work on the second bore and the existing one will cost about 290 m. euros. To round off the project 11 cross-passages (5 of which are negotiable for traffic, at 1,000 m gaps), 5 bays at intervals of 1,000 m, in each case 43 emergency and fire extinguishing recesses, cross ventilation, emergency and evacuation route markings, a bright reflecting coating for the tunnel walls up to a height of 4.50 m, kerb reflectors at both sides of the carriageway (concrete surface), tunnel and emergency lighting and a tunnel radio system for traffic are required quite apart from operational and service personnel. Tunnel safety will be substantially enhanced thanks to building the second bore. G.B.



Innovativer – Kompetenter – Zuverlässiger

## Gemeinsam stärker im Tunnelbau

Schläuche · Armaturen · Zubehör für:  
hoses · fittings · equipment for:

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



Salweidenbecke 21  
44894 Bochum, Germany  
Tel. +49 (0)234/5 8873-73  
Fax +49 (0)234/5 8873-10  
info@techno-bochum.de  
www.techno-bochum.de

 **TechnoBochum**

## Whatever your challenges are

Im Untertagbau bietet MEYCO® weit mehr als die Maschinen und die Bauchemie für den Spritzbeton. Unsere innovativen Lösungen umfassen auch Injektionen, sowie Produkte für den passiven Brandschutz, zur Wasserabdichtung und für den maschinellen Tunnelvortrieb.

Selbstverständlich unterstützt Sie dabei unser weltweites Expertenteam.

[www.meyco.basf.com](http://www.meyco.basf.com)

 **BASF**

The Chemical Company

BASF Construction Chemicals  
Europe AG  
MEYCO Underground Construction  
Vulkanstrasse 110  
CH-8048 Zürich  
Tel. +41 58 958 22 11  
[www.basf-admixtures.ch](http://www.basf-admixtures.ch)

BASF Construction Polymers GmbH  
Geschäftsbereich Betonzusatzmittel  
Ernst-Thälmann-Str. 9  
D-39240 Glöthe  
Tel. +49 39266 98 310  
[www.basf-cc.de](http://www.basf-cc.de)

BASF Performance Products GmbH  
Niederlassung Krieglach  
Roseggerstrasse 101  
A-8670 Krieglach  
Tel. +43 3855 2371 0  
[www.basf-cc.at](http://www.basf-cc.at)



## Expanding Horizons

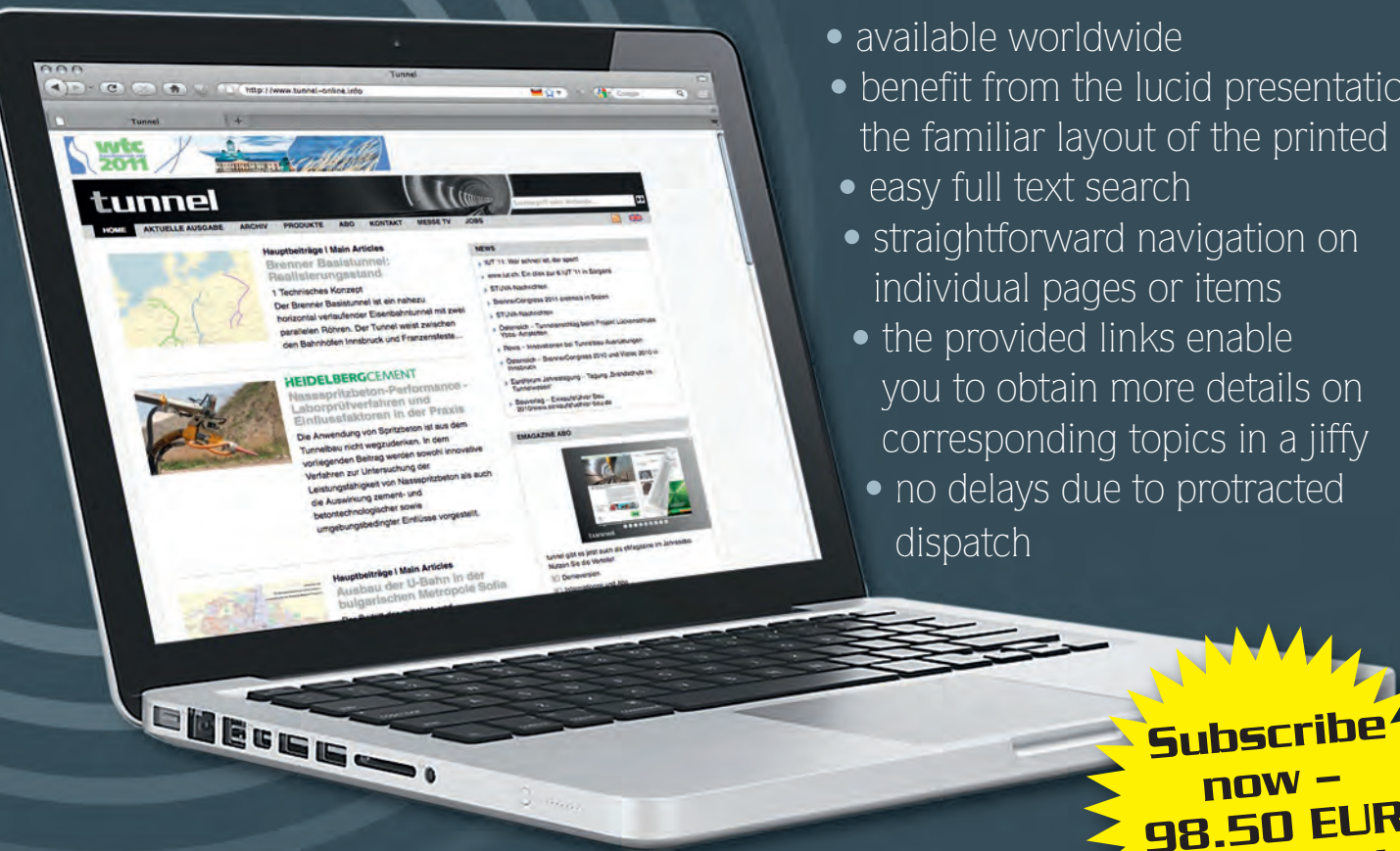
## Underground

 **MEYCO**

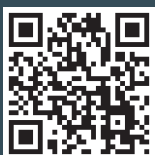
# tunnel *now as* *eMagazine!*

## 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](http://www.tunnel-online.info)**

## Deutschland

## Lahntalbahn: Erneuerung zweier Tunnel

Auf der zweigleisigen Lahntalstrecke sind der 319 m lange Hollricher Tunnel und der 232 m lange Langenauer Tunnel zwischen Nassau und Obernhof 1860 erbaut worden und liegen etwa 1000 m auseinander. Nach über 150 Jahren weisen beide altersbedingte Schäden auf, so dass eine Erneuerung durchgeführt werden muss.

Um diese Bauwerke nach heutigen Vorgaben zu ertüchtigen, ist dabei auch ihr lichter Querschnitt zu vergrößern; der Querschnitt soll um rund 2 m breiter und eine neue Innenschale aus Beton eingebaut werden. Hierfür wurde eine Tunnelerweiterungsmaschine (TEM) – 30/8/8 m, Typ TEM 8400 der GTA – gebaut, unter der der Zugverkehr eingeleistet werden kann; dabei handelt es sich um eine verfahrbare

Einhausung mit Bohrlafetten und Fräseinrichtungen für den Materialabtrag und Förderbändern für die Schutterung.

Mit den Arbeiten an den beiden zweigleisigen Tunneln wurde Anfang September 2011 begonnen. Auf die dabei üblichen Sprengungen wurde hier verzichtet, sondern durch entsprechende Bohrungen der Abtrag erleichtert. Ab Anfang Dezember 2012 werden die umgebauten Tunnel auf zwei Gleisen befahrbar sein. Rund 25 Mio. EUR werden in die Erneuerung der Tunnel investiert.

G.B.



## Germany

## Lahntalbahn: Renewal of Two Tunnels

On the twin-track Lahntal route the 319 m long Hollrich Tunnel and the 232 m long Langenauer Tunnel between Nassau and Obernhof were built in 1860 and are located some 1,000 m apart. After more than 150 years age has taken its toll so that renovation is essential.

In order to ensure that these tunnels comply with modern requirements their clear cross-section also had to be enlarged; the cross-section has to be widened by some 2 m and a new inner shell made of concrete installed. Towards this end a tunnel enlargement machine (TEM) – 30/8/8 m, Type TEM 8400 from

GTA – was constructed, beneath which train services can run over a single track at 60 km/h. The system consists of a mobile housing with drill booms and cutting units for removing the material and belt conveyors for mucking.

Work on the 2 twin-track tunnels started at the beginning of September 2011. The blasting procedure usually applied was renounced instead removal of the material was made easier by corresponding drilling. As from December 2012 the redeveloped tunnels will be negotiable via 2 tracks. Some 25 m. euros will be invested in renewing the tunnels.

G.B.



### Literatur / References

- [1] Breidenstein, M.: Neues Tunnelbauverfahren zur Streckenmodernisierung unter laufendem Betrieb. Tunnel 2/2007, pp. 20-30
- [2] Tunnelerweiterungsmaschine für Modernisierungsarbeiten unter laufendem Betrieb. Tunnel 8/2007, pp. 56-57
- [3] Saelhoff, G.: Stand der Technik beim Einsatz von Tunnelaufweitungsmaschinen. IUT 2011, Tunnel pp. 40-47



## RELIABLE SEALING SYSTEMS, INTERNATIONAL EXPERIENCE

For road, railway, metro, cables, sewage  
and water tunnels



Daetwyler Switzerland Inc.  
Militärstrasse 7, CH-6467 Schattdorf  
T +41 41 875 11 23  
info.sealing.ch@datwyler.com  
www.datwyler.com

## Schweiz

## Gotthard-Basistunnel Bahntechnik-Einbau von Norden begonnen

Nun hat der Einbau der Bahntechnik auch vom Nordportal des Gotthard-Basistunnels (GBT) begonnen; zu diesem Start berichteten am 2. September 2011 im Bahntechnik-Installationsplatz Nord, bei Erstfeld, Renzo Simoni, Vorsitzender der Geschäftsleitung der AlpTransit Gotthard AG (ATAG), Oliver Bratschi, CEO of the AlpTransit Gotthard AG (ATAG), Oliver Bratschi, Manager for Rail Technology (ATAG) and Rolf Brunner, chairman of the building commission of the

Fahrbahn:		
• Schotterfahrbahn	[km]	31
• schotterlose Fahrbahn einschl. Spurwechselerbindung MFS	[km]	115
• Beton	[m <sup>3</sup> ]	131.000
• Schienen	[km]	290
• Einzelblocksystem LVT	[Stck.]	380.000
• Weichen	[Stck.]	30
Fahrleitung:		
• im Tunnel	[km]	115
• Tunneltragwerke	[Stck.]	2.860
• Federtragwerke	[Stck.]	3.200
Stromversorgung:		
• Lichtwellenleiter	[km]	2.631
• Kupferkabel	[km]	3.200
• Elektroschränke für Querschläge	[Stck.]	2.200
• Elektroschaltanlagen, Zentralausrüstung	[Stck.]	300
• Leuchten	[Stck.]	10.000
• Trafos	[Stck.]	250
• Handlauf	[km]	118
• Schilder	[Stck.]	3.500
• Notstromanlagen	[Stck.]	10
Telecomanlagen:		
• Datenpunkte Tunnelleittechnik	[Stck.]	70.000
• Einzelsteuerrechner	[Stck.]	380
• Kabelhalterungen (für Funkkabel)	[Stck.]	14.000
• Notrufsäulen	[Stck.]	417
• Telefonapparate	[Stck.]	60
• Tunnelfunkverstärker	[Stck.]	280
• strahlendes Kabel	[km]	120
Sicherungsanlagen:		
• Balisen	[Stck.]	928
• Achszähler	[Stck.]	712
• Merktafel Hauptsignal	[Stck.]	426
• Stellwerke	[Stck.]	4
• Radio Block Center/ETCS	[Stck.]	1
• Bahnleittechnik	[Stck.]	1

Tabelle 1: Kennzahlen Gotthard-Basistunnel

## Switzerland

## Gotthard Base Tunnel Installation of Rail Technology started from the North

Work has commenced on the installation of the rail technology for the Gotthard Base Tunnel (GBT) for the north as well. On September 2, 2011 Renzo Simoni, CEO of the AlpTransit Gotthard AG (ATAG), Oliver Bratschi, Manager for Rail Technology (ATAG) and Rolf Brunner, chairman of the building commission of the

Track:		
• Ballast track	[km]	31
• Slab track incl. track-switching link MFS	[km]	115
• Concrete	[m <sup>3</sup> ]	131.000
• Rails	[km]	290
• Individual block system LVT	[units]	380.000
• Points	[units]	30
Overhead cables:		
• in the tunnel	[km]	115
• Tunnel supporting frameworks	[units]	2.860
• Spring supporting frameworks	[units]	3.200
Power supply:		
• Fibre-optic cables	[km]	2.631
• Copper cables	[km]	3.200
• Electro cabinets for cross-passages	[units]	2.200
• Electro switch units, central equipment	[units]	300
• Lights	[units]	10.000
• Transformers	[units]	250
• Hand-rails	[km]	118
• Signs	[units]	3.500
• Emergency power units	[units]	10
Telecommunication units:		
• Data points tunnel control technology	[units]	70.000
• Individual control computers	[units]	380
• Cable fixtures (for radio cable)	[units]	14.000
• Emergency call points	[units]	417
• Telephone sets	[units]	60
• Tunnel radio amplifiers	[units]	280
• Radiating cables	[km]	120
Safety systems:		
• Track magnets	[units]	928
• Axle counters	[units]	712
• Message boards – main signal	[units]	426
• Signal boxes	[units]	4
• Radio block centre (ETCS)	[units]	1
• Rail control technology	[units]	1

Table 1: Details pertaining to the Gotthard Base Tunnel



## Underneath and between historical buildings.

**Barcelona/Spain.** High-speed trains coming from the south and west will reach La Sagrera by traveling through a new tunnel from Sants, Barcelona's main train station. In building this tunnel, the challenge for H+E was to guide the tunnel securely through the narrow S-curve of the tunnel route. Through the use of booster stations we were able to master this task to our customer's utmost satisfaction and thus help make the project a success.

### The naked facts:

- Tunnel diameter: 10,40 m
- Min. Radius: > 250 m
- Conveyor length: 5.440 m
- Belt width: 1.000 mm
- Capacity: 1.200 t/h
- Installed power: 2 x 132 kW (head)  
3 x 132 kW (OT booster)  
1 x 90 kW (UT booster)
- Belt storage capacity: 500 m
- TBM: EPB
- Installation: 2009/2010
- Contractor: UTE LA SAGRERA



**H+E Logistik GmbH**  
Josef-Baumann-Str. 18  
D-44805 Bochum  
Germany  
Tel. +49 (0)234 | 950 23 60  
Fax +49 (0)234 | 950 23 89  
[www.helogistik.de](http://www.helogistik.de)

<b>3.12.2004</b>	Genehmigung des Bauprojektes Bahntechnik GBT
<b>7.11.2005</b>	Ausschreibung Bahntechnik GBT
<b>29.4.2008</b>	Unterzeichnung des Werkvertrages mit Bahntechnik-konsortium Transtec Gotthard
<b>2008 – 2009</b>	Planung und Projektierung durch Transtec Gotthard
<b>2009 – 2010</b>	Bau des Installationsplatzes Bahntechnik Süd in Biasca
<b>Mai 2010</b>	Beginn Einbau Bahntechnik Süd im TA Faido-Bodio West
<b>2013 – 2014</b>	Versuchsbetrieb Faido-Bodio West (bis 230 km/h)
<b>2010 – 2011</b>	Bau des Installationsplatzes Bahntechnik Nord in Rynächt
<b>Juli 2011</b>	Beginn Einbau Bahntechnik Nord im TA Erstfeld-Sedrun Ost
<b>2012 – 2015</b>	Haupteinbau Bahntechnik in allen Tunnelabschnitten (TA)
<b>2015 – 2016</b>	Teilprüfung, Test- und Probebetrieb auf ganzer Strecke
<b>Dez. 2016</b>	Eröffnung und fahrplanmäßiger Betrieb im GBT
Die Arbeitsgemeinschaft Transtec Gotthard besteht aus den Unternehmen Alpiq InTec AG, Alcatel-Lucent/Thales RSS, Alpine-Bau und Balfour Beatty Rail.	

Tabelle 2: Einbauprogramm Bahntechnik Gotthard-Basistunnel Meilensteine bis zur Eröffnung 2016

<b>3.12.2004</b>	Approval for GBT rail technology construction project
<b>7.11.2005</b>	Tenders invited for GBT rail technology
<b>29.4.2008</b>	Signing of works contract with Transtec Gotthard JV
<b>2008 – 2009</b>	Planning and design by Transtec Gotthard
<b>2009 – 2010</b>	Construction of installation yard rail technology South in Biasca
<b>May 2010</b>	Start of installing rail technology South in Faido-Bodio West part-section
<b>2013 – 2014</b>	Trials in Faido-Bodio West (up to 230 km/h)
<b>2010 – 2011</b>	Construction of installation yard rail technology North in Rynächt
<b>July 2011</b>	Start of installing rail technology North in Erstfeld-Sedrun East part-section
<b>2012 – 2015</b>	Main installation of rail technology in all tunnel sections
<b>2015 – 2016</b>	Part inspection, test and trial operation over the entire route
<b>Dec. 2016</b>	Opening and scheduled services in GBT
The Transtec Gotthard JV consists of the companies Alpiq InTec AG, Alcatel-Lucent/Thales RSS, Alpine-Bau and Balfour Beatty Rail.	

Table 2: Installation Programme for Rail Technology Gotthard Base Tunnel – Milestones until it opens in 2016



#### Leistungen:

- Injektionen im Tunnelbau
- Bauwerksabdichtungen
- Baugrubenabdichtungen
- Bodenverfestigung
- Spritzbetonarbeiten
- Bohrungen für Injektionen, Vereisungen und Anker

#### Wir stellen ein:

Bauleiter mit Erfahrung im Bereich Bohr-, Injektions- und Abdichtungsarbeiten.

Bei Interesse melden Sie sich bitte bei:

DMI Injektionstechnik GmbH • Tietzstraße 25 • 13509 Berlin  
Tel.: +49 (0)30 4174423-40 • Fax: +49 (0)30 4174423-44  
E-Mail: info@D-M-I.net • www.D-M-I.net

Transtec Gotthard JV reported on the extent and the stage reached by activities (Tab.1+2) in the north installation yard for rail technology at Erstfeld. Following completion of the excavation of the 2 tunnel bores and with the supporting operations almost finished, work on installing the rail technology first began in the south of the GBT (Tab. 2) after extensive planning and design activities (Tab. 1). Following completion of the north installation yard for rail technology, where large halls, workshops and offices were set up over an area of 65,000 m<sup>2</sup>, the rail technology is now being installed from the north as well. As from September 2011 the Erstfeld-Amsteg-Sedrun East tunnel section is being equipped with rail technology. First of all cables are being installed and temporary facilities set up. Then the ballast-free, solid slab track has to be concreted. In spring 2012 work will also begin in the western bore.

The installation of the rail technology facilities in the GBT is taking place parallel to the completion of the roughwork in other part-sections. Installation and com-

missioning will altogether take some 7 years. Only the 2 portals are available as effective accesses – for the supplying of materials. As a consequence practically all transports are carried out via rail from the 2 installation yards in the north at Rynächt and Biasca in the south.

The Faido-Bodio West part-section has been equipped with rail technology since June 2010; as from 2013 trials featuring speeds of up to 230 km/h will be held on the roughly 15 km long part-section. In this way the complex interplay of all rail technical systems in the GBT can be tested. The installation yard South at Biasca is the logistics base for installing the rail technology in this part-section.

At peak times more than 700 persons will be involved when over the next 4 years the bulk of the rail technology such as track, overhead cable, power supply, telecommunications and safety equipment is installed. The GBT will be ready to operate train services in December 2016 when the new timetable comes into force.

G.B.





Bratschi, Leiter Bahntechnik (ATAG) und Rolf Brunner, Vorsitzender der Baukommission der ARGE Transtec Gotthard, über den Umfang und Stand der Arbeiten (Tab. 1,2).

Nachdem der Ausbruch der beiden Tunnelröhren des GBT abgeschlossen und deren Ausbau weitgehend ausgeführt ist, wurde mit dem Einbau der Bahntechnik nach eingehender Planung und Projektierung (Tab. 1) zuerst im Süden des GBT begonnen (Tab. 2). Nach Fertigstellung des Installationsplatzes Bahntechnik Nord bei Erstfeld, wo auf 65.000 m<sup>2</sup> große Hallen, Werkstätten und Büros als logistische Basis für den Einbau entstanden sind, beginnt nun auch von Norden her der Einbau der Bahntechnik; ab September 2011 wird als erstes der Tunnelabschnitt (TA) Erstfeld-Amsteg-Sedrun Ost mit Bahntechnik ausgerüstet. Die Arbeiten beginnen mit dem Einzug von Kabeln und der Ausrüstung mit temporären Anlagen. Anschließend wird die schotterlose, feste Fahrbahn betoniert. Im Frühjahr 2012 beginnen die Arbeiten auch in der Weströhre.

Die bahntechnischen Einbauten in den GBT erfolgen parallel zur Fertigstellung des Rohbaus in anderen TA. Der Einbau und die Inbetriebsetzung dauern insgesamt sieben Jahre. Als leistungsfähige Zugänge – auch zum Einbringen von Material – stehen nur die

beiden Portale zur Verfügung. Fast alle Transporte finden deshalb auf der Schiene ab den beiden Installationsplätzen im Norden in Rynächt und Süden in Biasca statt.

Bereits seit Juni 2010 wird der TA Faido-Bodio West mit der Bahntechnik ausgerüstet; ab 2013 finden auf der rd. 15 km langen Teilstrecke Testfahrten mit bis zu 230 km/h Geschwindigkeit statt. Dadurch kann das komplexe Zusammenspiel aller bahntechnischer Systeme im GBT ausgiebig getestet werden; logistische Basis für den bahntechnischen Einbau dieses TA ist der Installationsplatz Süd in Biasca.

Zu Spitzenzeiten werden über 700 Personen damit beschäftigt sein, wenn in den nächsten vier Jahren ein Großteil bahntechnischer Installationen, wie Fahrbahn, Fahrdrabt, Stromversorgung, Telekommunikations- und Sicherungsanlagen, eingebaut werden. 2016 wird der GBT zum Fahrplanwechsel im Dezember für den Bahnbetrieb bereit sein. G.B.



#### Literatur / References

- [1] Bratschi, O.: Bahntechnik für den Gotthard-Basistunnel. Tunnel 4/2011, pp. 32-39
- [2] Gotthard-Basistunnel: Vortrieb beendet. Tunnel 3/2011, p. 12 und 8/2010, pp. 4 - 7
- [3] Gotthard-Basistunnel früher fertig. Tunnel 3/2011, p. 13
- [4] Gotthard-Basistunnel: Einbau der Bahntechnik. Tunnel 6/2010, pp. 8 - 9
- [5] Bratschi, O.: Bahntechnik im Gotthard-Basistunnel. Tunnel 4/2010, pp. 25 - 33

# The future of mobility



## InnoTrans 2012

Internationale Fachmesse für Verkehrstechnik  
Innovative Komponenten · Fahrzeuge · Systeme  
18. – 21. September · Berlin  
[www.innotrans.de](http://www.innotrans.de)

## Schweiz

## Gotthard-Basistunnel: Arbeitsicherheit

Der 57 km lange Gotthard-Basistunnel mit seinen zwei ein- und zwei Multifunktionsstellen in den Drittelpunkten mit Nothaltestellen und zum Gleiswechsel bei bis zu 2500 m Überlagerung – nach Inbetriebnahme 2016 der längste Eisenbahntunnel der Welt – stellt nicht nur für den Tunnelbauer sondern auch für die Fachleute für Arbeitssicherheit eine Herausforderung dar. Berichtet wird über Maßnahmen des Arbeitsschutzes in Zusammenarbeit zwischen dem Bauherrn, der AlpTransit Gotthard AG, dem Planer und den Bauunternehmungen, sowie der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (Suva).

Der 57 km lange Gotthard-Basistunnel zwischen Erstfeld/Kanton Uri und Bodio/Kanton Tessin hat bis 2500 m Überdeckung. Er besteht aus zwei ein- und alle 312 m durch bis 40 m lange Querschläge verbundene Tunnelröhren und zwei Multifunktionsstellen in den Drittelpunkten als Nothaltestellen und für den Gleiswechsel.

Nach dem Durchschlag am 23. März 2011 in der Weströhre, etwa fünf Monate nach dem Durchschlag in der Oströhre (15. Oktober 2010) sind damit die beiden ein- und zwei Multifunktionsstellen in den Drittelpunkten als Nothaltestellen und für den Gleiswechsel. Das Tunnelsystem Gotthard-Basistunnel ist einschließlich aller Stollen und Schächte rd. 153 km lang; davon wurden rd. 44 % im Sprengvortrieb ausgebrochen. Die vier für den maschinellen Vortrieb der beiden Hauptröh-

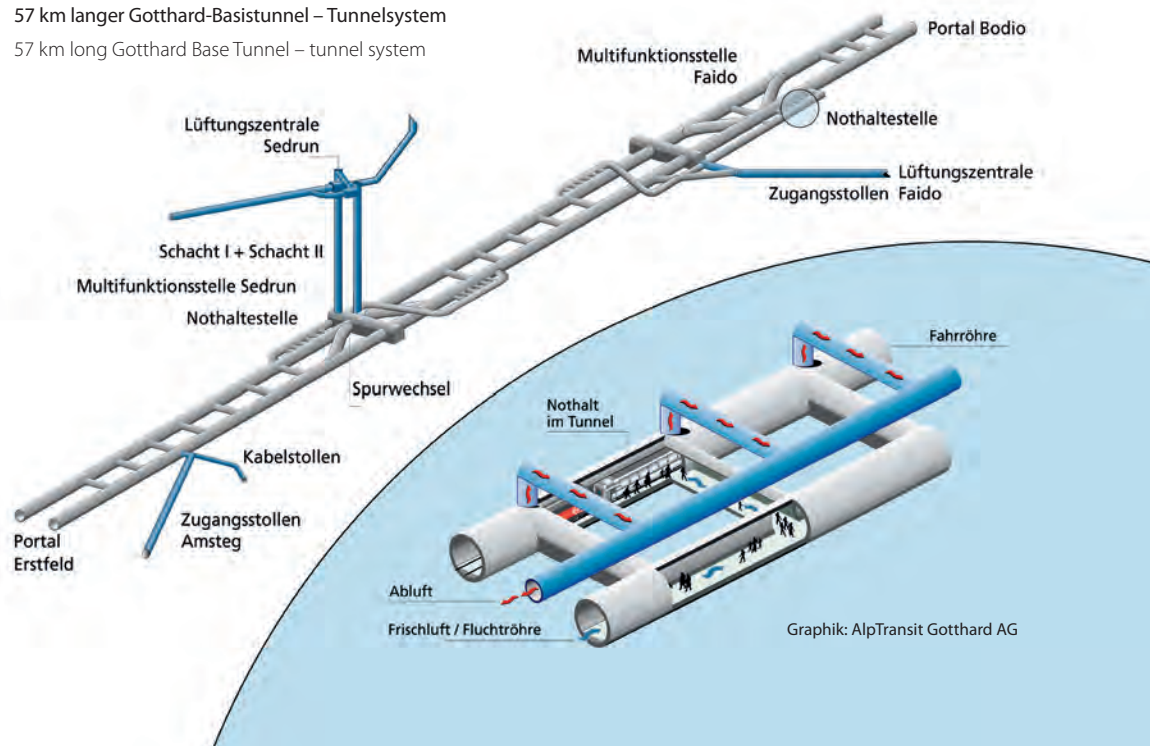
ren des Gotthard-Basistunnels eingesetzten Tunnelvortriebsmaschinen (TVM) fuhren mehr als 85 km (rd. 75 %) auf.

Ende Mai 2016 wird die AlpTransit Gotthard AG den betriebsbereiten Tunnel den Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) übergeben; bis dahin verlagern sich die Schwerpunkte der Bauarbeiten auf die Tunnelauskleidung, die Rohbau-Ausrüstung und die bahntechnischen Installationen. Diese Arbeiten haben parallel zu den letzten Vortriebs- und Rohbauarbeiten in den vorgängig fertig gestellten Tunnelabschnitten bereits begonnen.

### Arbeitsicherheit

Tunnelbaustellen weisen ein höheres Risiko auf durch die geologisch-geotechnischen Randbedingungen und die klimatischen Verhältnisse mit Gebirgswärme, hoher Luftfeuchtigkeit und mäßiger

57 km langer Gotthard-Basistunnel – Tunnelsystem  
57 km long Gotthard Base Tunnel – tunnel system



Graphik: AlpTransit Gotthard AG

## Switzerland

## Gotthard Base Tunnel: Industrial Safety

The 57 km long Gotthard Base Tunnel with its 2 single-track bores and 2 Multi-Function Stations 1/3<sup>rd</sup> and 2/3<sup>rd</sup>s of the way along the tunnel with emergency stops and crossovers given up to 2,500 m overburden – the world's longest rail tunnel after commissioning in 2015 – represents a challenge for tunnellers as well as for industrial safety experts. This report relates to industrial safety measures between the client, the AlpTransit Gotthard AG, the planner and the responsible contractors as well as the Swiss Accident Insurance Fund (Suva).

The 57 km long Gotthard Base Tunnel between Erstfeld/Canton Uri and Bodio/Canton Tessino possesses up to 2,500 m overburden. It comprises 2 single-track tunnel bores connected every 312 m by cross-passages of up to 40 m and 2 Multi-Function Stations 1/3<sup>rd</sup> and 2/3<sup>rd</sup>s along the route as emergency stops and for changing tracks.

Following the breakthrough on March 23, 2011 in the western bore, roughly 5 months after the breakthrough in the eastern one (October 15, 2010) the 2 single-track bores of the Gotthard Base Tunnel have been driven completely over 57 km and excavation accomplished. The GBT tunnel system is roughly 153 km long including all headings and shafts; some 44 % of this total was produced by drill+blast. The 4 tunnel boring machines (TBMs) used for the mechanised driving of the GBT's 2 main bores excavated more than 85 km (about 75%). At the end of May 2016 the AlpTransit Gotthard AG will hand over the ready-to-use tunnel to the Swiss Federal Railways. Till then activities will concentrate on the tunnel lining, roughwork furnishing and the rail technical installations. These operations had already started in the previously completed tunnel sections parallel to the final driving and roughwork activities.

Luftqualität, die Lichtverhältnisse unter Tage und oft verschiedene Baustellen in derselben Tunnelröhre (Vortrieb, Innenausbau und rückwärtige Arbeiten), sehr enge Platzverhältnisse beim Einsatz von Großgeräten und langen Versorgungswegen in engen Querschnitten.

Alle am Bauvorhaben Beteiligten, wie Planer, Unternehmer, die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (Suva) und der Bauherr, die AlpTransit Gotthard AG, müssen in ihrem Einflussbereich die Verantwortung für die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz wahrnehmen, und zwar nach dem Leitbild für Arbeitssicherheit; danach werden Schwerpunkte gesetzt, die Organisation erläutert und die Aufgaben der Mitarbeiter geregelt.

Die AlpTransit Gotthard AG nimmt ihre Verantwortung wahr durch

- Risikoanalysen und Formulierung der Sicherheitsziele
- frühzeitige Einbeziehung der Arbeitssicherheit in die Planung der Bauvorhaben
- Aufnahme der Sicherheitspläne und Maßnahmen in die Ausschreibungsunterlagen und in die Werkverträge

- konsequente Durchsetzung der werkvertraglichen Regelungen und der gesetzlichen Vorschriften bei der Ausführung
- überprüfen der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen

Die o.a. Verhältnisse sind schon bei der Planung zu berücksichtigen, wodurch das Bauvorhaben in der frühen Projektphase nachhaltig beeinflusst werden kann. Der Bauherr erstellt also zusammen mit dem beauftragten Planer Risikoanalysen, formuliert Sicherheitsziele, erarbeitet Maßnahmenpläne und legt diese der Gestaltung des Bauwerks und der Bauausführung zu Grunde. Dabei berät ihn die Suva; alle notwendigen Vereinbarungen werden gemeinsam getroffen.

Die Maßnahmen für die Arbeitssicherheit finden dann Eingang in die Ausschreibungsunterlagen, so dass Bewerber die Arbeitssicherheit in ihren Angeboten berücksichtigen müssen. Die Maßnahmen für die Arbeitssicherheit gelten bei der Bewertung der Angebote als Maßstab für den Zuschlag. Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sind deshalb Inhalt des Werkvertrages und

## Industrial Safety

Tunnelling sites possess a higher risk as a result of the geological-geotechnical marginal conditions and the climatic conditions with rock heat, high air humidity and poor air quality, underground light conditions and often different types of construction sites in the same bore (drive, inner lining and working towards the rear), extremely constricted space conditions while using major equipment and lengthy supply routes in narrow cross-sections.

All those involved in the project such as planners, contractors, the Swiss Accident Insurance Fund (Suva) and the client, the AlpTransit Gotthard AG, must accept the responsibility within their sphere of influence for industrial safety and health protection in keeping with the industrial safety code. Accordingly key aspects are defined, which lay down the organisational set-up and the tasks of members of staff.

The AlpTransit Gotthard AG fulfils its responsibilities through

- risk analyses and formulation of the safety targets
- early inclusion of industrial safety in planning the construction project

- inclusion of the safety plans and measures in the tendering documents and the works contracts
- consistent fulfilment of the regulations contained in the works contracts and legal directives during execution
- checking the efficacy of the measures undertaken.

The above-mentioned circumstances must be taken into account at the planning stage so that the construction project can be influenced to a considerable extent during the early project phase. Thus the client in conjunction with the responsible planner compiles risk analyses, formulates safety targets, works out plans for measures upon which the design of the structure and the execution of construction are based. The Suva for its part provides advice; all necessary agreements are taken jointly. The measures relating to industrial safety are then included in the tendering documents so that applicants must take industrial safety into consideration in their offers. These measures relating to industrial safety are instrumental for a bid being accepted when the offers are assessed. Consequently industrial safety and health protection are

Motorleitungstrommeln, Leitungen  
und Mittelspannungs-Steckvorrichtungen aus einer Hand



Cavotec Deutschland GmbH

Ludwig-Erhard-Strasse 1a – 65760 Eschborn, Germany – Telephone: +49 6196 50950 0 – Facsimile: +49 6196 50950 22  
E-mail: info.de@cavotec.com - www.cavotec.com

 **CAVOTEC**  
Inspired Engineering

zwischen den Vertragspartnern vereinbart.

Die Unternehmen für die Ausführung der Arbeiten vor Ort sind für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer auf den Baustellen verantwortlich. Die Einhaltung der werkvertraglichen Vereinbarungen wird durch die AlpTransit Gotthard AG und die örtliche Bauleitung überwacht, die die Unternehmer auch beraten und unterstützen. Die gesetzliche Aufsichtspflicht nimmt die Suva wahr.

Die AlpTransit Gotthard AG hat auf ihren Baustellen ein Meldesystem über alle Ereignisse geschaffen, das Auskunft über die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen gibt, notwendige Verbesserungen zeigt und Grundlagen für künftige Schulungen des Personals liefert.

Die AlpTransit Gotthard AG, die Suva und die Unternehmen haben ab 2003 gemeinsame Sicherheitskampagnen „STOP RISK“ durchgeführt, um alle Mitarbeiter für die Sicherheit am

Arbeitsplatz zu sensibilisieren und eine hohe Sicherheitskultur zu erreichen. Das Unfallrisiko im Tunnelbau hat sich dem Durchschnitt des allgemeinen Baugewerbes angenähert, die Unfallfolgen sind jedoch immer noch deutlich schwerer als in der übrigen Bauindustrie.

Zu den Gefahren, denen Tunnelbauer bei ihrer Arbeit ausgesetzt sind, gehören Unfälle mit Fahrzeugen und großen Maschinen, sowie Gesteinsniederbrüche, auch Brände mit Rauchentwicklung, Gesundheitsgefährdungen durch Quarzstaub, Rußpartikel aus Dieselmotoren, Sprengschwaden, Bauchemikalien, aber auch Beanspruchungen durch Lärm, Vibrationen, Schichtarbeit usw. Es ist deshalb verständlich, dass man der Arbeitssicherheit und dem Gesundheitsschutz im Tunnelbau große Aufmerksamkeit widmet – auch im Hinblick auf die Qualität der Tunnelbauwerke und deren nachhaltiger Nutzung.

G.B.



elements of the works contract and agreed on between the partners to the contract.

The contractors responsible for executing work on site are responsible for health protection of the labour force on construction sites. Compliance with the agreements contained in the works contract is monitored by the AlpTransit Gotthard AG and the local site management, which also advises and supports the contractors. The Suva is responsible for supervising legal matters.

The AlpTransit Gotthard AG has created a detection system on its sites relating to all incidents, which provides details about the efficacy of the measures taken, shows necessary improvements and supplies fundamentals for future training courses for staff.

The AlpTransit Gotthard AG, the Suva and the contractors have jointly carried out “STOP RISK” safety campaigns since 2003 in order to make all members of staff aware of safety at the work place and attain high safety standards. All these measures have ensured that the number of fatalities – so far there have been 8 – has fallen considerably. Whereas more than 100 persons lost their lives through falling

rock during the building of the Gotthard Rail Tunnel in 1872, nowadays in tunnelling “traffic accidents” represent the greatest source of danger. The accident risk in tunnelling has dropped from 400 accidents per annum per 1,000 workers to 225 in 2008, representing a decrease of more than 40%. As a result the accident risk in tunnelling has crept closer to the average prevailing on the construction sector as a whole although the consequences are still always considerably more serious than in other parts of the building industry. Among the dangers that tunnellers have to face during their work are accidents involving vehicles and large machines, as well as cave-ins, fires with smoke development, impaired health resulting from quartz dust, smoke particles from diesel motors, blasting fumes, construction chemicals quite apart from the effects of noise, vibrations, shift work etc. Thus it is understandable that great attention is paid to industrial safety and health protection in tunnelling also with regard to the quality of tunnels and their sustainable utilisation.

G.B.



## ELA-Premium-Mietcontainer ... sind 1/2 m breiter

- Büro-, Mannschafts-, Wohn-,
- Sanitär-, Dusch-, WC-
- Lager-, Werkstatt-Container
- Bank- und Sparkassengebäude
- Kindergärten/Schulklassen
- Lieferung sofort, europaweit.



**ELA**

Mobile Räume mieten  
[www.container.de](http://www.container.de)

Vermietung · Verkauf · Service  
Zeppelinstr. 19-21 · 49733 Haren (Ems)  
☎ (05932) 5 06-0 · Fax (05932) 5 06-10

[info@container.de](mailto:info@container.de)

6253\_92x92\_SW\_11-08

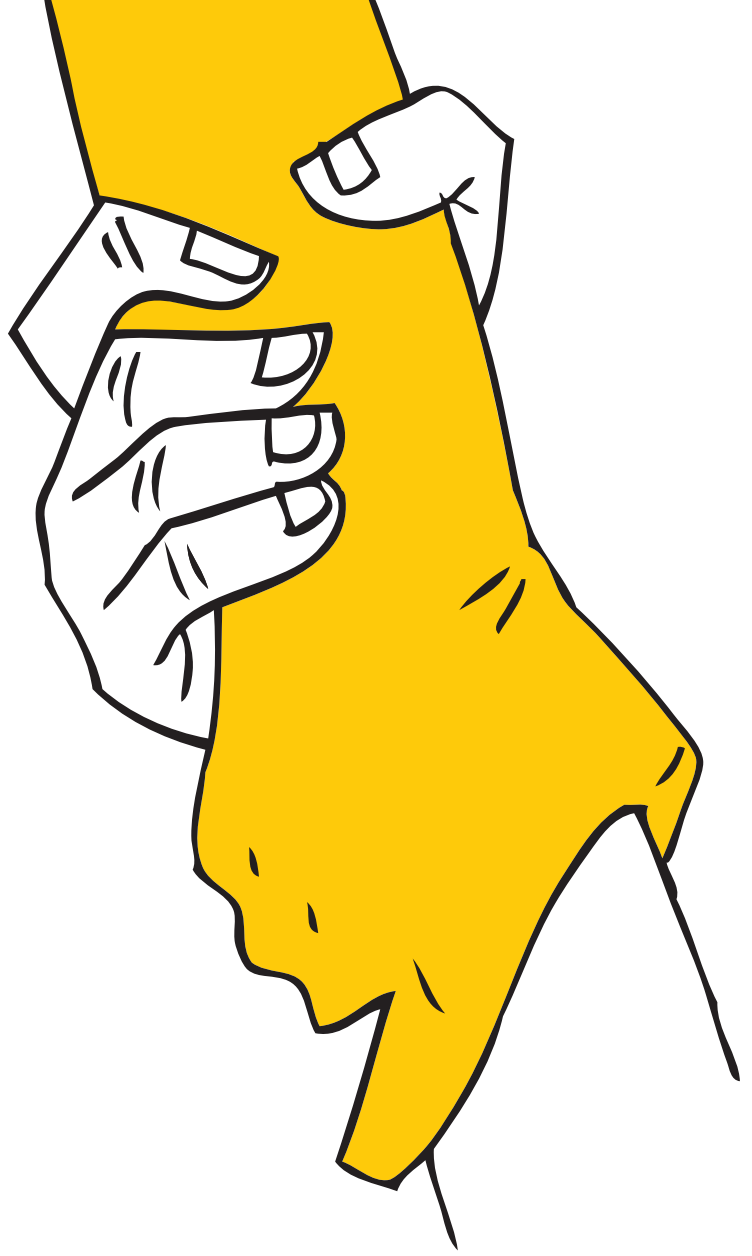
### Literatur / References

- [1] Simonis, R.: Gotthard 2016 – alle Signale auf Grün. Swiss Tunnel Congress 2011, Luzern, Band 10, pp. 16 – 48
- [2] Pochop, F.; Peggs, S.: Betriebslüftung Gotthard-Basistunnel. Swiss Tunnel Congress 2011, Luzern, pp. 50-60
- [3] Gotthard-Basistunnel: Hauptdurchschlag für künftig längsten Eisenbahntunnel der Welt. Tunnel 8/2010, pp. 4-7
- [4] Gotthard-Basistunnel: Vortrieb beendet. Tunnel 3/2011, p. 12
- [5] Brux, G.: Arbeitssicherheit und Unfallverhütung bei der AlpTransit Gotthard AG. Tunnel 5/2003, pp. 47-50
- [6] Schaper, R.; Bartels, M.: Rekordprojekt am Gotthard. Bau BG aktuell 2/2011, pp. 28-31
- [7] Senz, S.: Sicherheit im Gotthard-Basistunnel; Tunnelbauer sind keine Feuerwehrmänner. Baublatt 43/2010, pp. 34-35
- [8] Gotthard-Basistunnel, längster Tunnel der Welt. Stämpfli Verlag AG, Bern, 2010, 268 Seiten (pp. 178-181) – vgl. Tunnel 4/2011, pp 68-69
- [9] Vogel, M.: Arbeitssicherheit – Unfall- und Berufskrankheitenverhütung im Untertagebau. Tunnel 4/2009, pp. 39-40 und 41-42

# 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](http://www.sika.com)

Innovation & Consistency | since 1910

## Deutschland

## tunnel-Forum mit Erfolg gestartet

Das Deutsche tunnel-Forum ist am 18. Oktober 2011 im Kölner Hotel Günnewig mit Erfolg gestartet. STUVA und die Zeitschrift tunnel vom Bauverlag haben diese Veranstaltungsreihe mit dem Ziel ins Leben gerufen, um nicht alltägliche Spezialthemen zu Planung, Bau und Betrieb von Tunneln und anderen unterirdischen Bauwerken vorzustellen und in der Fachwelt zu diskutieren. In der Regel werden solche Themen im Rahmen großer nationaler und internationaler Tagungen nicht aufgegriffen, weil sie zu sehr am Rande liegen und nur einen kleineren spezialisierten Interessentenkreis ansprechen. Beide Partner sind überzeugt, hier fachübergreifend eine wichtige Lücke zu schließen.


Das Deutsche tunnel-Forum 2011 umfasste 7 hochaktuelle Themen und zog insgesamt etwa 25 Experten in den Bann. Im Einzelnen wurden nach der Begrüßung durch Dr.-Ing. Roland Leucker, Geschäftsführer der STUVA, und Roland Herr, Chefredakteur der Fachzeitschrift tunnel, folgende Aspekte von hochkarätigen Referenten vorgetragen:

- Planungsgrundlagen Straße: RABT und europäische Regelwerke; Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Baltzer, BUNG Ingenieure AG, Heidelberg/D; Fachhochschule Aachen, Lehrgebiet Straßenentwurf, Straßenbau, Tunnelentwurf und -betrieb
- Planungsgrundlagen Schienenfernverkehr: EBA-Richtlinie und europäische Regelwerke; Dipl.-Ing. Martin Muncke, ÖBB – Österreichische Bundesbahn Infrastruktur AG, Wien/A



- Planungsgrundlagen Schienennahverkehr: BOStrab und europäische Regelwerke; Dipl.-Ing. Michael Ruffer, Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH/D
- Einfluss der Lüftungstechnik bei Straßentunneln; Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Baltzer
- Faktor Mensch in seiner Auswirkung auf den Tunnelentwurf; Prof. Dr. Paul Pauli, Biologische Psychologie, Klinische Psychologie und Psychotherapie, Uni Würzburg/D
- Verzweigungen und Kreuzungen in Straßentunneln – Erfahrungen aus der Praxis; Dipl.-Ing. Claus-Dieter Hauck, Landeshauptstadt Stuttgart/D – Tiefbauamt
- Auswirkung der Gestaltung von Tunnelportalen; Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Baltzer

Das Vortragsprogramm und die zum Teil lebhaften Diskussionen wurden moderiert von Prof. Dr.-Ing. Alfred Haack, STUVA, Köln/D.

Wegen des großen Interesses der Fachwelt an den aufgeworfenen Fragen planen die Initiatoren für den Herbst 2012 eine Wiederholung der Veranstaltung im süddeutschen Raum. 

## Germany

## tunnel Forum started successful



The German tunnel Forum got off to a successful start on October 18, 2011 at the Hotel Günnewig in Cologne. STUVA and the Bauverlag magazine tunnel began this series of events with the intention of presenting out-of-the-ordinary special topics relating to planning, constructing and operating tunnels and other underground facilities and discussing them among experts. Generally speaking such topics are not tackled at major national and international conferences as they tend to be marginalised as they only appeal to a relatively small specialised circle. Both partners are convinced that here they have been able to close an important interdisciplinary gap.

The German tunnel Forum 2011 embraced 7 highly topical themes and altogether involved around 25 experts. Following a welcoming address by STUVA CEO Dr.-Ing. Roland Leucker and Roland Herr, editor-in-chief of tunnel magazine the following aspects were presented by top-notch lecturers:

- Road planning principles: RABT and European codes of practice; Prof. Wolfgang Baltzer, BUNG Ingenieure AG, Heidelberg/D; Aachen TU, chair for road design, road construction, tunnel design and operation

- Main-line rail planning principles: EBA guideline and European codes of practice; Dipl.-Ing. Martin Muncke, ÖBB – Österreichische Bundesbahn Infrastruktur AG, Vienna/A
- Commuter rail planning principles: BOStrab and European codes of practice; Dipl.-Ing. Michael Ruffer, Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH/D
- Influence of ventilation technology on road tunnels; Prof. Wolfgang Baltzer
- Man as a factor in influencing tunnel design; Prof. Paul Pauli, Biologische Psychologie, Klinische Psychologie und Psychotherapie, Uni Würzburg/D
- Forks and intersections in road tunnels – findings from practice; Dipl.-Ing. Claus-Dieter Hauck, Landeshauptstadt Stuttgart – foundation engineering office
- Effect of the design of tunnel portals; Prof. Wolfgang Baltzer

The programme of lectures and the often lively discussions were chaired by Prof. Alfred Haack, STUVA, Cologne/D

On account of the great interest shown by experts in the issues that arose the initiators plan to repeat the event in south Germany in autumn 2012.

Prof. Alfred Haack 

## Deutschland

## NBS Ebensfeld-Erfurt: Tunnel Eierberge und Füllbach

Der 3756 m lange, zweigleisige Tunnel Eierberge wurde nach nur 14 Monaten Bauzeit am 29. August 2011 am Südportal durchschlagen. Das Bauwerk gehört zur Aus- und Neubaustrecke Leipzig/Halle-Erfurt-Nürnberg, des Verkehrsprojektes Deutsche Einheit (VDE) – 8.2/8.3 – mit Investitionen von insgesamt rund 10 Mrd. EUR. Der Tunnel ist der längste Tunnel im bayrischen Teil.

Der Tunnel Eierberge wurde im südlichen Drittel und von Norden im Sprengvortrieb bei Gebirgssicherung mit Spritzbeton aufgeföhren. Dabei kamen bemerkenswerte geologische Formationen des Jura

zu Tage. Es fielen 0,96 Mio. m<sup>3</sup> Ausbruchmaterial an. Die Investition in den Tunneln betröhgt über 140 Mio. EUR.

Nach Anschlag des 1113 m langen, zweigleisigen Tunnel Füllbach Ende Juli 2011 sind 245 von den insgesamt 25 Tunneln des o.a. Verkehrsprojektes im Bau – von der Vortriebsphase bis zum fertigen Rohbau. Der Tunnel Füllbach wird bergmännisch bei Gebirgssicherung mit Spritzbeton aufgeföhren. Mit diesem Tunnel wird die Stadt Coburg an die Neubaustrecke angeschlossen; vorbereitet ist der Anschluss bereits mit der Füllbachbrücke.

G.B.



## Germany

## New Ebensfeld-Erfurt Rail Route: Eierberge and Füllbach Tunnels

The 3,756 m long, twin-track Eierberge Tunnel was broken through at its south portal on August 29, 2011 following 14 months of construction. The tunnel is part of the new and upgraded Leipzig/Halle-Erfurt-Nuremberg route – a German Unity Transport project – 8.2/8.3 – involving a total investment of some 10 b. euros. The tunnel is the longest in the Bavarian section of the project.

The Eierberge Tunnel was driven in the southern third and from the north by drill+blast with shotcrete being used to secure the rock. In the process remarkable Jurassic geological formations came to light. A total of 0.96 m<sup>3</sup> of excavated material accumulated. In excess of 140 m. euros was invested in the tunnels.

After work commenced on the 1,113 m long, twin-track Füllbach Tunnel at the end of July 2011, 24 of the altogether 25 tunnels are under construction for the above-mentioned transport project – from the driving phase to the completed roughwork. The Füllbach Tunnel is being driven by mining means using shotcrete to secure the rock. The city of Coburg will be linked to the new rail route by means of this tunnel; the Füllbach Bridge has been produced to prepare for this connection.

G.B.



**hw** hoelscher  
dewatering

dewatering  
groundwater control  
water treatment  
online monitoring  
well drilling

we make it work



info@hw-dewatering.com  
www.hw-dewatering.com

**Hölscher Wasserbau GmbH**  
Haren, Germany

Branch offices in:  
Austria · Bulgaria · Denmark · Latvia · UAE  
Romania · The Netherlands · United Kingdom

### Unternehmer-Interview A.S.T. Bochum

## Jeder Auftrag ist erarbeitet ...

Es gibt heute leider wenige Unternehmen, bei denen man sich aufgehoben fühlt mit seinen Wünschen und Bedürfnissen. Die A.S.T. Bochum GmbH in Bochum ist so ein Unternehmen. tunnel sprach mit den beiden Geschäftsführern Guido Emanuel und Christian Wieczorek (Bild 1), aus deren gemeinsamer Idee das Unternehmen entstanden ist und die auch, wie sie so schön beschrieben, „Freud und Leid“ der Selbständigkeit miteinander teilen. Ein Besuch der homepage [www.astbochum.de](http://www.astbochum.de) bietet einige besonders nett anzuschauende Einblicke, die nicht wirklich etwas mit dem Tunnelbau zu tun haben ...

### Seit wann und warum gibt es die A.S.T. Bochum ?

Unser gesamtes Team arbeitet schon seit Anfang der 1990er Jahre in dieser Form zusammen. Früher belieferten wir Tunnelbaustellen und auch den gesamten Bergbau sowie das Handwerk. Im Jahr 2005 wagten

wir den Schritt in die Selbständigkeit. Wir, Guido Emanuel und Christian Wieczorek, haben die Chance in der Nische gesehen und unseren Focus auf den Tunnelbau in jeglicher Form gelegt. Weiterhin haben wir für uns Kernkompetenzen fixiert und unser Lieferprogramm auf die Medien Beton, Wasser und Pressluft ausgerichtet. Dafür lassen wir Armaturen, Schläuche und Tunneltechnik produzieren. Mittlerweile betreuen wir infolgedessen nicht nur den Endverbraucher auf der Baustelle, sondern auch die Zulieferindustrie, die gerne unser Know-how in Anspruch nimmt.

### Wie gestaltet sich seitdem die Entwicklung des Unternehmens?

Turbulent ! Wir haben unseren Umsatz um über 300 % gesteigert. Die Lagerkapazitäten wurden verfünffacht und unser Sortiment verdoppelt. Das hört sich erst einmal spektakulär an, aber Tunnelbaustellen sind Kunden auf Zeit und

Zwei sympathische Unternehmer im Gespräch mit tunnel: Guido Emanuel (links) und Christian Wieczorek (rechts)

Two likeable entrepreneurs talking to tunnel: Guido Emanuel (left) and Christian Wieczorek (right)



### Manager Interview A.S.T. Bochum

## Every Order is processed...

Today unfortunately there are not many companies capable of satisfying every wish and requirement. The A.S.T. Bochum GmbH in Bochum represents one of these exceptions. tunnel spoke with the 2 chief executives Guido Emanuel and Christian Wieczorek (Fig. 1), who jointly came up with the idea for the company and as they so nicely put it share the "joy and sorrow" of being independent. Accessing the homepage [www.astbochum.de](http://www.astbochum.de) provides a number of appealing impressions, which do not really have all that much to do with tunnelling...

### How long has the A.S.T. Bochum been in existence and why?

Our entire team has worked together in this form since the early 1990s. Formerly we supplied tunnelling sites as well as the complete mining sector and trades. In 2005 we took the step towards setting up our own business. We, Guido Emanuel and Christian Wieczorek felt we could carve out a niche and

focussed on tunnelling in every form. In addition we targeted core competences and geared our delivery programme to the elements concrete, water and compressed air. Towards this end we concentrated on producing fittings, hoses and tunnel technology. In the meantime we thus not only cater for the end consumer on the construction site as well as the supply industry, which is glad to take avail of our know-how.

### How has the company developed since then?

It's been turbulent! We've increased our turnover by more than 300 %. The storage capacity has been increased fivefold and our range doubled. That really sounds spectacular but tunnelling sites are only customers for a given period and turnovers can easily drop again. You can only compensate for this by constantly opening up new markets. Major projects such as the Gotthard Base Tunnel must be seen as the exception: the turnovers obtained there frequently result from geological problems as well as the pioneering and inventive spirit of our customers.

### Quite a development: were they just waiting for you?

No, unfortunately! – Our customers need to be looked after. This implies that we have to visit every "reachable" construction site personally. Participation at conferences and fairs is another must (Fig. 2). If you don't travel and promote yourselves than you're soon forgotten. But every member of our team just like our customers is infected and





# Geprüfte Sicherheit

## TROX Tunnelklappen für unterirdische Verkehrsanlagen

TROX bietet projektspezifische Tunnelklappen mit folgenden Vorteilen:

- Höchstmaß an Hitzebeständigkeit
- Langlebigkeit und Wartungsfreundlichkeit
- Individuelle Planung, Konstruktion und Service
- Weltweites Normen-Know-how und Projektbetreuung



Besuchen Sie uns auf der STUVA

Messegelände Berlin

06.-08. Dez. 2011

Halle 20, Stand B102

**STUVA**

**TROX<sup>®</sup> TECHNIK**

The art of handling air

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

die Umsätze gehen genauso schnell wieder abwärts. Das kann man nur kompensieren, wenn man immer wieder neue Märkte erschließt. Auch muss man Großprojekte wie den Gotthard-Basistunnel als Ausnahme sehen: die dort erzielten Umsätze resultieren häufig aus geologischen Problemen sowie den Pionier- und Erfindergeist unserer Kunden.

### **Eine tolle Entwicklung: Hat man(n) auf Sie gewartet?!**

Leider nein! - Unsere Kunden wollen betreut werden. Das bedeutet für uns, dass jede „erreichbare“ Baustelle persönlich besucht wird. Auch wird die Teilnahme an Fachtagungen und Messen vorausgesetzt (Bild 2). Wenn man nicht reist und wirbt, wird man vergessen. Aber alle in unserem Team sind wie unsere Kunden vom Tunnelbau infiziert und fasziniert. Ich denke, das merkt man auch, sonst würde keiner - weder wir noch unsere Kunden - soviel dafür entbehren. Unsere Berater sind ja im Durchschnitt die Hälfte des Jahres außer Haus. Auch die Neuentwicklung unserer Produkte setzt ständigen Kontakt mit den Werken voraus.

### **Was unterscheidet A.S.T. Bochum von anderen Unternehmen?**

Wir können nicht alles und wir sind nicht immer der Billigste! - Aber durch unser großes Hauptlager mit über 8.000 Artikeln sind wir immer lieferfähig. Das, kombiniert mit Service, Zuverlässigkeit und Qualität, macht uns unter'm Strich für den Kunden zum günstigsten Zulieferer. Ein Stillstand auf der Baustelle durch mangelhafte

Ware oder Verspätungen kostet den Kunden immer mehr als die vorher eingesparte Differenz. Auch treffen wir als Inhaber geführtes Unternehmen schneller und gezielter Entscheidungen. Das spart unseren Kunden und unseren Werken Zeit und somit Kosten.

### **Somit haben Sie fast keinen Wettbewerb?**

Schön wär's! Allein in Europa haben wir genügend Wettbewerber. Wir brauchen aber den Wettbewerb, sonst würde man ja die Vorteile von A.S.T. Bochum nicht erkennen. Auch werden wir dadurch nicht träge und weiter angespornt, alles zu geben. Unsere Werke bestätigen uns, dass wir aufgrund der erzielten Umsätze in vielen Bereichen Marktführer sind. Wobei ich betonen muss, dass unsere Kunden nichts verschenken. Jeder Auftrag ist erarbeitet und Fehler dürfen wir uns nicht erlauben. Dem Wettbewerb wird das schon eher verziehen. Auch hören wir immer wieder Meinungen wie „...genauso gut wie A.S.T., nur billiger ...“. Das freut uns natürlich, da wir der Maßstab sind. Und vor allem ehrt es die Leistungen und die Arbeit unseres Teams.

### **Wie sehen Sie die weitere Entwicklung ihres Unternehmens?**

Wir werden unser Angebot erweitern müssen. So haben wir in den letzten Jahren zum Beispiel Großrohrleitungen in Verbindung mit den passenden Hochdruckschiebern und Spezialschläuchen in unser Sortiment eingefügt. Eine weitere Herausforderung ist es, dem Kunden einen kompletten, projektbezogenen Sortiments-Container zu erstellen und die-



Bei A.S.T. Bochum ist immer was los!

There's always something going on at A.S.T. Bochum

fascinated by tunnelling. I guess this is also noticeable otherwise nobody – neither we nor our customers – would put up with all the hassle. After all our consultants are on the road for six months of the year on average. Developing new products also depends on constant contact with plants.

### **What distinguishes A.S.T. Bochum from other companies?**

We can't accomplish everything and we're not always the cheapest! – But thanks to our huge main storage centre with more than 8,000 articles we're always able to deliver. This combined with service, reliability and quality makes us the most attractive supplier for the customer when it comes to it. A holdup on site owing to faulty items always costs the customer more than any difference in price he might have saved previously. Furthermore as a company run by its owners we come up with faster and more targeted decisions. This saves our customers and our plants time and in turn costs.

### **So you've practically no competition?**

That would be great! We've enough competitors in Europe

alone. But we need competition otherwise the advantages of A.S.T. Bochum wouldn't be evident. Also as a result we don't just sit about and are encouraged to give our best. Our plants confirm that in many fields we are the market leader on account of the turnovers we achieve. At the same time I have to stress that our customers never let up on us. Every order is processed and we can't allow ourselves any mistakes. The competition is able to get away with more. Also we constantly get feedback such as "...just as good as A.S.T., only cheaper..." We are delighted of course that we are the benchmark. And above all it pays tribute to the performances and work of our team.

### **How do you see the future development of your company?**

We'll certainly have to increase our range. For instance in recent years we've added large pipelines in conjunction with the appropriate high pressure valves and special hoses to our range. A further challenge is to provide the customers with a complete, project-related assorted container and to send it if need be to the "end of the world" without forgetting the smallest part.

sen wenn nötig „bis ans Ende der Welt“ zu senden, ohne auch nur ein Kleinteil zu vergessen. Auch ist der Rückkauf immer wieder ein Thema. Dafür müssen wir weitere Lagerflächen erschließen (Bild 3).

### Und wie sehen Sie die Entwicklung im Tunnelbau?

Im deutschsprachigen Raum wird es für alle Beteiligten sehr schwierig. Preiskampf und Proteste wie um Stuttgart 21 machen es allen, die im Tunnelbau tätig sind, nicht gerade einfach. Hinzu kommt, dass das ständige Verschieben oder Streichen von Projekten die falschen Signale setzt und der Bauindustrie jegliche Grundlage zu einer Planungssicherheit nimmt. Wir denken, dass sich die Unternehmen auf andere Märkte konzentrieren werden, wie Brasilien oder demnächst die nordafrikanischen Staaten. Dort wird es in den nächsten Jahren interessante Großpro-


jekte geben. Der Energiesektor mit Wind- und Wasserkraft sowie Geothermie gestaltet sich dabei ebenso interessant wie die unterschiedlichsten Anforderungen an die Tunnelbautechnik. In Europa stehen ebenfalls noch eine Reihe von Infrastrukturmaßnahmen an. Inwieweit die Finanzkrise diese Projekte beeinflusst, werden wir vielleicht anlässlich der STUVA-Tagung in Berlin erfahren. 

Repurchasing is also a constantly recurring matter. Towards this end we have to develop further storage yards (Fig. 3).

### How do you see developments in tunnelling?

It's becoming very difficult for all those involved in the German-speaking region. The price war and protests regarding Stuttgart 21 for instance don't make it exactly easy for those engaged

in tunnelling. In addition the permanent postponement or cancellation of projects represents the wrong signal and deprives the building industry of a proper basis for planning. We believe that contractors will concentrate on other markets such as Brazil or the north African states. There will be interesting major projects there in the years to come.

In this connection the energy sector with wind and hydro power as well as geothermics appear of interest as well as the various demands facing tunnelling technology. A number of infrastructural measures are also looming up in Europe. To what extent these projects are influenced by the financial crunch we may learn at the STUVA Conference in Berlin. 



Von Bochum aus erfolgt die Lieferung aller Teile bis „in den letzten Winkel der Welt“  
All parts are supplied from Bochum to the "last corner of the earth"

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

# Kapyfract

Beschichtung

Brandschutz

## Tunnelarbeiten

Instandsetzung

Reinigung



**Aussteller auf der STUVA 2011 in Berlin, 06.-07.12.2011 - Halle 20 - Stand C 110**

Kapyfract AG, Diessenhoferstrasse 14a, CH-8252 Schlatt Tel. +41 (0) 52 680 21 01 Fax +41 (0) 52 680 21 02 Internet: [www.kapyfract.ch](http://www.kapyfract.ch)

InnoTrans 2012 in Berlin

## Plattform für Tunnelbau und Bahntechnik

Heute sind die Möglichkeiten im modernen Tunnelbau scheinbar grenzenlos. Mammut-Projekte wie der Gotthard-Basistunnel oder der Eisenbahntunnel durch die Behringstraße zeigen vor allem eins: Tunnelbau ist anspruchsvolle Ingenieurleistung und Einsatz innovativer Technologien zugleich.

### Alle Neuheiten auf einen Blick


Den besten Überblick über die neuesten Produkte und Dienstleistungen im Bereich Tunnelbau bietet vom 18. bis 21. September 2012 die InnoTrans in Berlin. Auf der internationalen Leitmesse für Schienenverkehrstechnik stellen Unternehmen aus allen Regionen der Welt in verschiedenen Messesegmenen ihre Produkte und Dienstleistungen vor. Im Segment Tunnel Construction reicht die Palette von Tunnelbohrmaschinen über Sicherheitstechnik wie Notbeleuchtungen und Fernsprechanlagen bis zu Belüftungs-, Energie- und Beleuchtungssystemen. Auch Bauprodukte und Ingenieurdienstleistungen werden präsentiert. Und dies ist nur ein kleiner Ausschnitt des gesamten Produktspektrums im Bereich Tunnelbau.

Unternehmen finden auf der Messe nicht nur ausgezeichnete Präsentationsmöglichkeiten, sie treffen auch auf ein großes Fachpublikum. Insgesamt 103.295 Fachbesucher aus über 100 Ländern waren auf der InnoTrans im Jahr 2010 zu Gast. Insbesondere kleinere und mittelständische Unternehmen profitieren von der Messe, denn ihre Innovationen werden im eigenen Seg-

ment Tunnel Construction besonders gut wahrgenommen. Für sie bietet die Veranstaltung zudem die Chance zur direkten Kontaktaufnahme mit Tunnelbetreibern – Spitzenvertreter von Verkehrsunternehmen und aus der Politik sind vor Ort. Angebot und Nachfrage werden auf der Messe zielgerichtet und konzentriert zusammengeführt.

Ergänzt wird die Industrieschau auch 2012 wieder durch das International Tunnel Forum. Die von der Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen (STUVA) e.V. organisierte Fachveranstaltung beschäftigt sich mit aktuellen und zukünftigen Fragestellungen im Bereich Tunnelbau.

### InnoTrans 2012 auf gutem Weg

Es ist zwar noch ein bisschen Zeit bis zur nächsten Veranstaltung, aber schon jetzt zeichnet sich ab, dass die InnoTrans in allen Messesegmenen weiter wächst und noch internationaler wird. Besonders groß ist die Nachfrage aus dem asiatischen Raum. Insgesamt sind schon über 85 % der gesamten Messefläche aus dem Jahr 2010 gebucht. Auf dem Freiland und Gleisgelände ist die Kapazitätsgrenze bereits erreicht. Auch im Segment Tunnel Construction ist die Nachfrage höher als im Vergleichszeitraum vor der letzten InnoTrans. Die Messe ist auf einem guten Weg, ihre Erfolgsgeschichte fortzuschreiben. Mehr Informationen über die InnoTrans, zu Ausstellerzahlen und Internationalität der letzten Messe sowie zum aktuellen Stand finden sich im Internet unter [www.innotrans.de](http://www.innotrans.de). 

InnoTrans 2012 in Berlin

## Platform for Tunnelling and Rail Technology

Nowadays the opportunities in modern tunnelling are apparently unlimited. Mammoth projects such as the Gotthard Base Tunnel or the rail tunnel through the Bering Strait mainly show one thing: tunnelling represents both sophisticated engineering performances and the application of innovative technologies.

### All Novelties at a Glance

The InnoTrans in Berlin from September 18 to 21, 2012 affords the best overview of the latest products and services on the tunnelling sector. At this top international fair for rail transportation technology companies from all parts of the world present their products and services in various fair segments. In the sphere of Tunnel Construction these range from tunnel boring machines by way of safety technology such as emergency lighting and radio systems right up to ventilation, energy and lighting systems. Building products and engineering services are also presented. And this only represents a small sector of the entire spectrum in the field of tunnelling.

At the fair companies also encounter a large trade public in addition to having an excellent opportunity to present their products. No less than 103,295 trade visitors from more than 100 countries attended the 2010 InnoTrans.

Small and medium-size companies in particular profit from the fair for their innovations are placed especially well in the segment devoted to Tunnel Construction. In addition the event affords them the opportunity to contact tunnel operators direct-



Kommunikation wird auch auf der InnoTrans 2012 groß geschrieben


Communications are written with capital letters again at the 2012 InnoTrans

ly – leading representatives from transport companies and politics are on the spot. Supply and demand are brought together in a targeted and concentrated fashion at the fair.

Again an international Tunnel Forum features at the 2012 industrial fair. The event is organised by the Research Association for Underground Transportation Facilities (STUVA) Inc. and deals with current and future issues relating to tunnelling.

### InnoTrans 2012 Countdown

The demand from Asia is particularly great. All told more than 85 % of the entire exhibition area taken in 2010 is booked out.

The capacity limit on the outside and tracked areas has already been attained. In the Tunnel Construction segment as well the demand is higher than the comparative time frame prior to the last InnoTrans. The countdown is forging ahead relentlessly. More information about the InnoTrans, the number of exhibitors and the international composition of the last fair as well as the current status are available by accessing [www.innotrans.de](http://www.innotrans.de). 

GUANGZHOU | SACRAMENTO | DELHI

# SWIFT EPB.

At 336 m in one month, a Robbins EPB is tunneling the Guangzhou Metro faster than any of the other 60 TBMs on-site. In Sacramento, a Robbins EPB has achieved a rate of 45 m in 24 hours — while installing PVC-lined concrete segments. And in Delhi, a Robbins EPB has advanced a record 202 m in one week—beating the rates of the other 14 machines on the Metro project.

**Full speed ahead.**

[therobbinscompany.com](http://therobbinscompany.com)  
[sales@robbinstbm.com](mailto:sales@robbinstbm.com)

**Robbins**  
GLOBAL LEADERSHIP. UNCOMMON EXPERIENCE.

# Tunnelbau in Deutschland: Statistik (2010/2011), Analyse und Ausblick

Seit mehr als 30 Jahren führt die STUVA eine Statistik zum Tunnelbau in Deutschland. Anlass hierzu war und ist eine entsprechende Anregung der International Tunnelling and Underground Space Association [1].

## 1 Statistik der im Bau befindlichen Tunnel 2010/11

Wie in den Vorjahren hat die STUVA auch für den Jahreswechsel 2010/11 eine Umfrage zu den laufenden Tunnelbauvorhaben in Deutschland durchgeführt. Das Ergebnis ist für den Stichmonat Dezember 2010 tabellarisch zusammengestellt und nachfolgend bewertet. Es handelt sich dabei um eine Fortschreibung der für 1978 [2] bis 2010 [3] veröffentlichten Tabellen. Erfasst wurden nur solche Tunnel- und Kanalbauwerke, die einen begehbaren oder bekriechbaren Ausbruchquerschnitt, d.h. einen lichten Mindestdurchmesser von 1.000 mm bzw. unter Einbeziehung der Rohrwandung mindestens einen Ausbruchquerschnitt von etwa 1 m<sup>2</sup> aufweisen. Unberücksichtigt blieben dagegen – wie in den Vorjahren – grabenlose Kleinvortriebe, die im Zusammenhang mit dem Sammlerbau, den zugehörigen Hausanschlüssen oder auch bei Unterpressungen von Bahn- und Straßenanlagen zur Anwendung gelangen.

Prof. Dr.-Ing. Alfred Haack; Dipl.-Bibl. Martin Schäfer,  
STUVA – Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e. V., Köln/D

Die Tabellen der zum Jahreswechsel 2010/11 im Bau befindlichen Tunnelprojekte sind aufgrund Ihres Umfangs nicht im Detail abgedruckt, können jedoch von den Internet-Seiten der STUVA ([www.stuva.de](http://www.stuva.de)) abgerufen werden. In diesen Tabellen wird der Bezug zu dem Datenmaterial der Vorjahre über die Nummerierung der Tunnelbauvorhaben erkennbar. Im Einzelnen setzt diese sich aus ein oder zwei Kennbuchstaben, einer zweiziffrigen fortlaufenden Registrierungsnummer und der ebenfalls zweiziffrigen Angabe des Erfassungsjahres zusammen. Die Kennbuchstaben dienen dazu, die geplante Tunnelnutzung stichwortartig aufzuzeigen:

- US** U-, Stadt- und S-Bahntunnel
- B** Fernbahntunnel
- S** Stadt- und Fern-Straßentunnel
- V** Wasser- und andere Versorgungstunnel
- A** Abwassertunnel
- So** Sonstige Tunnel
- GS** Grundsanie rung von Tunneln

# Tunnelling in Germany: Statistics 2010/2011, Analysis and Outlook

For more than 30 years, the STUVA, in line with a corresponding proposal put forward by the International Tunnelling and Underground Space Association, has compiled statistics on tunnelling activities in Germany [1].

## 1 Statistics on Tunnels under Construction 2010/2011

As in previous years, the STUVA also undertook a survey of current tunnelling projects in Germany at the turn of the year 2010/2011. The outcome is compiled in tabular form for the month of December 2010 and subsequently assessed. The table follows up its predecessors published for the years 1978 [2] to 2010 [3]. Only tunnels and drain/sewer structures which possess an accessible (walk-in or crawl-in) excavated cross-section, i.e. a clear minimum diameter of 1,000 mm or, including the pipe wall, a minimum cross-section of roughly 1 m<sup>2</sup>, are listed. On the other hand, small trenchless headings which, in recent years, have frequently been executed in conjunction with main drain construction, the relevant domestic connections, and also pipe-jacking operations beneath rail and road facilities, are not included.

The tunnel projects under construction at the turn of the year 2010/2011 are not listed

in detail on account of their extent; however data can be obtained from STUVA's Internet pages ([www.stuva.de](http://www.stuva.de)). In these tables, the numbering of the tunnel projects indicates the relationship to the data material originating from previous years. Essentially it takes the form of single or double identification letters, a two-digit sequential registration number and a two-digit annual identification number. The identification letters serve to provide a brief assessment of the planned tunnel utilisation, namely:

- US** Underground railway, urban and rapid transit rail tunnels
- B** Main-line rail tunnels
- S** Urban and trunk road tunnels
- V** Water and other supply tunnels
- A** Drain/sewer tunnels
- So** Miscellaneous tunnels
- GS** Tunnel modernisation

The identification number US 0109 therefore refers to a tunnel project with the sequential number 1 from the Underground, Urban and Rapid Transit Tunnels sector which was included for the first time in the statistics

Jahreswechsel Turn-of-the year	2010/11				2009/10 (zum Vergleich / to compare)				2008/09 (zum Vergleich / to compare)			
	Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]		Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]		Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]	
<b>US:</b> U-, Stadt-, S-Bahn Underground, urban and rapid transit system	33,249	(6,394)	3.247,2	(389,0)	27,308	(0,000)	2.712,0	(0,0)	27,308	(3,079)	2.712,0	(239,0)
<b>B:</b> Fernbahn Main-line railway	96,939	(6,137)	10.516,0	(589,0)	90,841	(10,546)	9.321,0	(1.487,0)	81,015	(20,055)	8.163,0	(1.996,0)
<b>S:</b> Straßen Road	43,719	(4,330)	5.003,5	(462,0)	41,0030	(12,253)	4.373,0	(1.360,0)	29,981	(15,714)	3.730,0	(1.681,0)
<b>Verkehrstunnel Traffic tunnels</b>	<b>173,907</b>	<b>(16,861)</b>	<b>18.766,7</b>	<b>(1.440,0)</b>	<b>159,152</b>	<b>(22,799)</b>	<b>16.490,0</b>	<b>(2.847,0)</b>	<b>138,304</b>	<b>(38,848)</b>	<b>14.605,0</b>	<b>(3.916,0)</b>
<b>A:</b> Abwasser Sewage	6,069	(2,540)	52,2	(10,2)	4,529	(3,335)	54,2	(42,7)	1,194	(0,374)	11,5	(8,1)
<b>V:</b> Versorgung Utility lines	5,400	(0,900)	55,6	(9,0)	4,500	(0,450)	46,6	(3,0)	4,050	(4,050)	44,1	(44,1)
<b>So:</b> Sonstiges Others	6,981	(1,200)	157,0	(16,0)	5,781	(5,781)	141,4	(141,4)	0,000	(0,000)	0,0	(0,0)
<b>Gesamt Total</b>	<b>192,357</b>	<b>(21,501)</b>	<b>19.031,6</b>	<b>(1.475,2)</b>	<b>173,962</b>	<b>(32,365)</b>	<b>16.732,2</b>	<b>(3.034,1)</b>	<b>143,548</b>	<b>(43,272)</b>	<b>14.660,6</b>	<b>(3.968,2)</b>
<b>GS:</b> Grundsanie rung von Tunneln Redevelopments of tunnels	2,014	(0,407)			1,607	(1,607)			0,000	(0,000)		
Die Klammerwerte geben die zum betrachteten Jahreswechsel neu erfassten Tunnelbaukilometer bzw. m <sup>3</sup> Ausbruchvolumen an The values in brackets relate to the newly compiled tunnel construction km and m <sup>3</sup> of excavated volume at the given turn-of-the-year												

Tabelle 1: Auffahrlänge und Ausbruchvolumen der jeweils zum Jahreswechsel im Bau befindlichen Tunnel

Table 1: Length and excavated volume of tunnels under construction at the given turn-of-the-year

Dementsprechend besagt die Kennnummer US 0109, dass es sich um das Tunnelprojekt mit der laufenden Nummer 1 aus dem Bereich der U-, Stadt- und S-Bahnen handelt, das im Jahr 2009 erstmals in die Statistik aufgenommen wurde. Die vorstehend beschriebene Art der Nummerierung wurde vor dem Hintergrund gewählt, dass die meisten Baustellen, insbesondere aus dem Verkehrstunnelbereich, über 2 bis 3 Jahre und mehr laufen. Um Doppelzählungen zu vermeiden und um das jeweils neu hinzugekommene Bauvolumen ausweisen zu können, hat sich diese Art der Registrierung bewährt. Entsprechend wird in Tabelle 1 nicht nur das Gesamtbauvolumen, sondern in Klammern

auch das im Berichtsjahr jeweils neu erfasste Bauvolumen ausgewiesen. Zum Vergleich sind dort neben den Angaben für den Jahreswechsel 2010/11 auch die Zahlen der beiden Vorjahreswechsel aufgeführt.

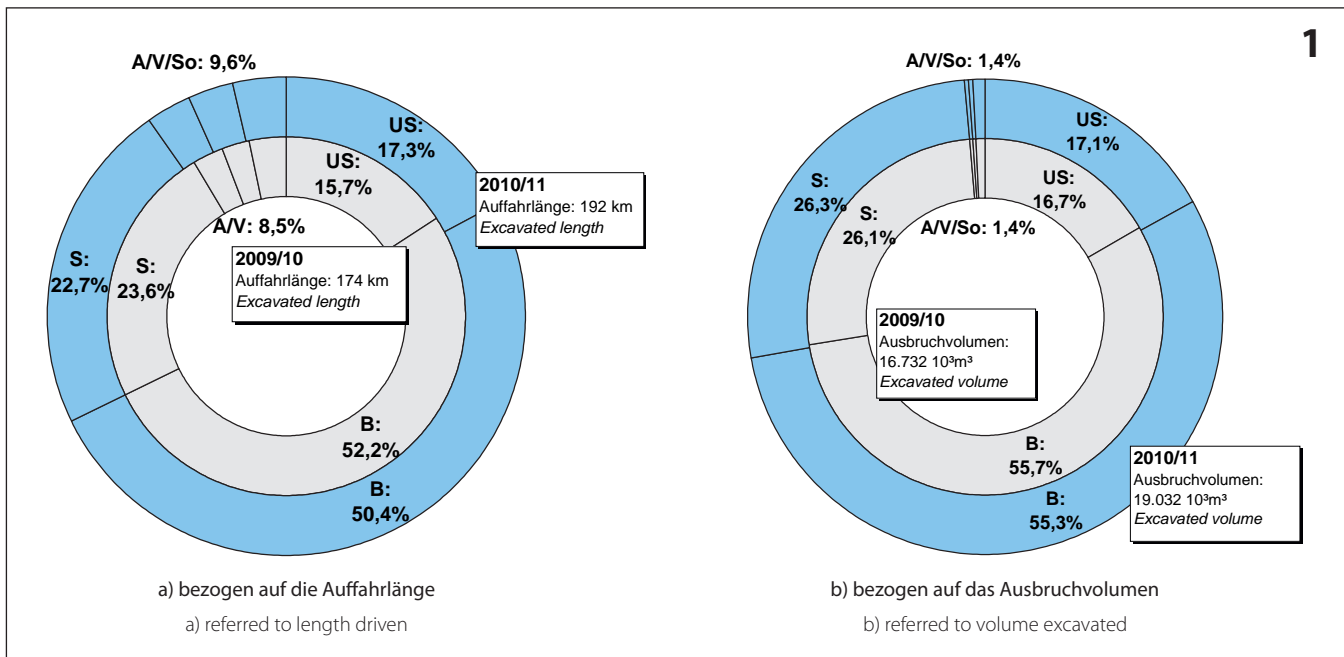
Allgemein informieren die Tunnellisten auf den Internetseiten der STUVA über Lage und spätere Nutzung der aufgeführten Tunnel, über Länge und Querschnitt sowie über die vorwiegend angetroffenen Bodenverhältnisse. Das angewandte Bauverfahren wird stichwortartig beschrieben und die geplante Bauzeit angegeben. Soweit möglich, werden Bauherren, Planer und Ausführer benannt, letztere in einer ergänzenden alphabetisch geordneten Auflistung. Schließ-

in 2009. The above-mentioned method of identification was selected against the background that the majority of construction sites, especially those from the transportation tunnel sector, run for 2 or 3 years, or even more. This method of registration has proved itself in order to avoid projects being counted twice and to identify the new construction volume that was to be included. Relevant indicators relating to calculation of construction lengths and excavated volumes are accordingly contained in Table 1. In addition to the details for the turn of the year 2010/2011, the figures from the 2 previous years can also be found there for comparison.

By and large, the tunnel lists on the STUVA Internet pages pro-

vide information on the location and ultimate utilisation of the tunnels that are included, their length and cross-sections, and also the soil conditions mainly encountered. The construction method used is explained in brief and the scheduled construction time stated. As far as possible, the clients, designers and contractors are named, in alphabetical order. Details of constructional or technical aspects of a special nature are also provided for many projects.

When comparing transportation tunnels with supply and disposal tunnels, information on the excavated volumes of the individual works makes it possible to estimate the actual extent of the relevant measures in a better manner than mere details of



Anteil der verschiedenen Arten der Tunnelnutzung (Tabelle 1)

Proportion of the various types of tunnel utilisation (Table 1)

lich werden in zahlreichen Fällen noch konstruktive oder verfahrenstechnische Besonderheiten angemerkt.

Informationen über das Ausbruchvolumen der einzelnen Baumaßnahmen lassen bei einem Vergleich der Verkehrstunnel mit den Ver- und Entsorgungstunneln den tatsächlichen Umfang der jeweiligen Bauarbeiten besser abschätzen als Längenangaben allein. Allerdings ist bei der Erhebung des Ausbruchvolumens folgendes zu beachten: Während bei den geschlossenen Bauweisen das Ausbruchvolumen unzweifelhaft zu ermitteln ist, ergibt sich für die offenen Bauweisen vergleichbare Wert erst aus der Verminderung des gesamten Bodenaushubs um die Wiederverfüllung.

Tabelle 1 vermittelt ein Bild über die jeweils zum angegebenen Jahreswechsel im Bau befindliche gesamte Tunnelauffahrlänge und das zugehörige Ausbruchvolu-

men. Außerdem sind für den Jahreswechsel 2010/11 in Bild 1 Auffahrlänge und Ausbruchvolumen nach der Art der Tunnelnutzung graphisch aufgegliedert.

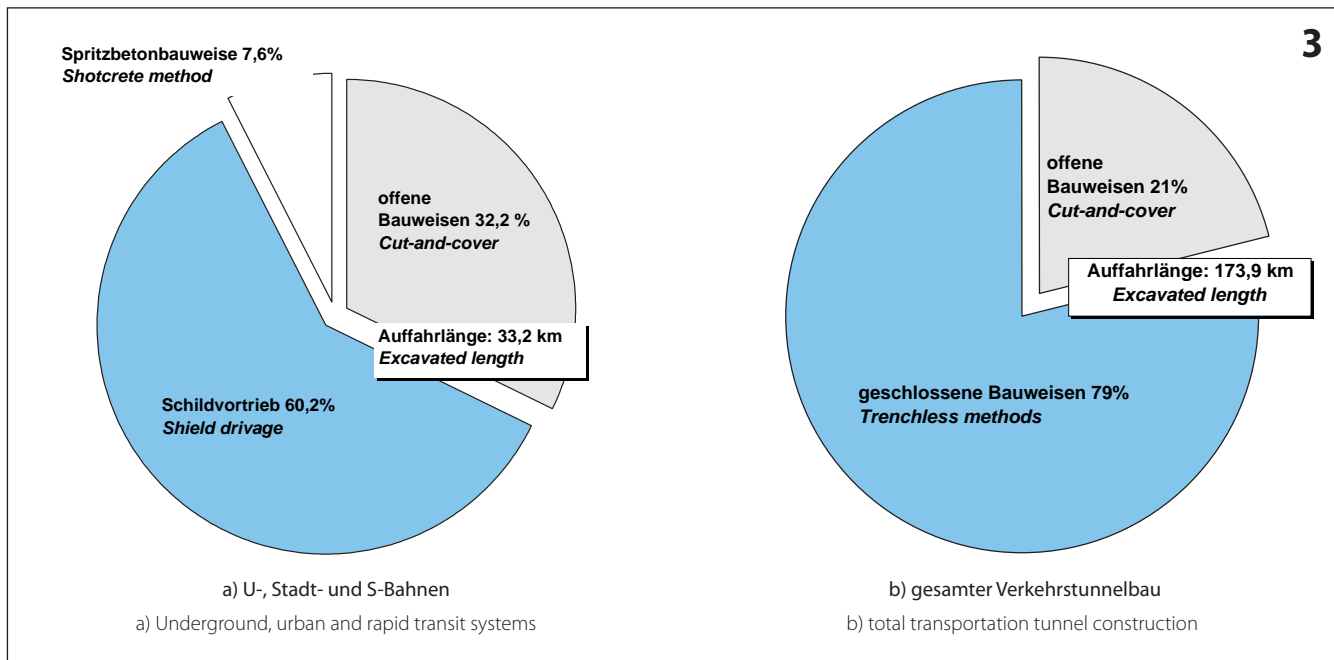
Ein genereller Vergleich der Zahlen in Tabelle 1 lässt erneut eine deutliche Zunahme der Auffahrlänge der Verkehrstunnel zum Jahreswechsel 2010/11 mit insgesamt knapp 174 km gegenüber dem Vorjahreswechsel mit gut 159 km erkennen. Die Zunahme der Bautätigkeit erstreckt sich relativ gleichmäßig auf alle Verkehrsbereiche (U-, Stadt- und S-Bahn, Fernbahn, Straße).

Betrachtet man die Angaben zum Ausbruchvolumen, so ergibt sich bei einem Vergleich zwischen den Verkehrstunneln einerseits und den Ver- und Entsorgungstunneln andererseits bei einem längenbezogenen Verhältnis von knapp 9 : 1 ein Volumenverhältnis von etwa 71 : 1 (Bild 1).

Die Frage der Vollständigkeit des durch die Umfrage bei







Struktur des Verkehrstunnelbaus in Deutschland zum Jahreswechsel 2010/11

Structure of transportation tunnel construction in Germany at the turn-of-the-year 2010/2011



Bau der zweiten Röhre des Kaiser-Wilhelm-Tunnels auf der Moselstrecke Koblenz-Trier (Foto: H. Peierl)

Producing the second bore of the Kaiser-Wilhelm Tunnel on the Moselle route from Coblenz to Trier

Jahreswechsel Turn-of-the year	2010/11				2009/10 (zum Vergleich / to compare)				2008/09 (zum Vergleich / to compare)			
	Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]		Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]		Auffahrlänge Driven Length [km]		Ausbruchvolumen Excavated volume [10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]	
<b>ZUS:</b> U-, Stadt-, S-Bahn Underground, urban and rapid transit system	39,839	(0,700)	2.855,0	(50,0)	45,533	(2,600)	2.707,0	(0,0)	38,173	(0,000)	2.707,0	(0,0)
<b>ZB:</b> Fernbahn Main-line railway	174,629	(0,000)	18.996,0	(0,0)	180,766	(6,910)	21.924,0	(0,0)	196,327	(0,000)	21.924,0	(0,0)
<b>ZS:</b> Straßen Road	173,013	(16,616)	21.593,6	(1.466,4)	154,758	(9,009)	19.739,0	(1.206,0)	159,667	(12,286)	19.739,0	(1.206,0)
<b>Verkehrstunnel Traffic tunnels</b>	<b>387,481</b>	<b>(17,316)</b>	<b>43.444,6</b>	<b>(1.516,4)</b>	<b>381,057</b>	<b>(17,246)</b>	<b>44.370,0</b>	<b>(1.206,0)</b>	<b>394,167</b>	<b>(12,286)</b>	<b>44.370,0</b>	<b>(1.206,0)</b>
<b>ZA:</b> Abwasser Sewage	55,380	(0,000)	501,3	(0,0)	57,880	(2,880)	500,0	(0,0)	55,000	(0,000)	500,0	(0,0)
<b>ZV:</b> Versorgung Utility lines	0,000	(0,000)	0,0	(0,0)	0,000	(0,000)	0,0	(0,0)	0,000	(0,000)	0,0	(0,0)
<b>ZSo:</b> Sonstiges Others	4,430	(0,000)	802,4	(0,0)	4,430	(0,000)	471,0	(106,0)	5,464	(1,760)	471,0	(106,0)
<b>Gesamt Total</b>	<b>447,291</b>	<b>(17,316)</b>	<b>44.748,3</b>	<b>(1.517,5)</b>	<b>443,367</b>	<b>(20,126)</b>	<b>45.341,0</b>	<b>(1.312,0)</b>	<b>454,631</b>	<b>(14,046)</b>	<b>45.341,0</b>	<b>(1.312,0)</b>
<b>ZGS:</b> Grundsanieerung von Tunneln Redevelopments of tunnels	19,854	(0,000)			20,261	(1,254)			20,553	(0,691)		
Die Klammerwerte geben die zum betrachteten Jahreswechsel neu erfassten Tunnelbaukilometer bzw. m <sup>3</sup> Ausbruchvolumen an The values in brackets relate to the newly compiled tunnel construction km and m <sup>3</sup> of excavated volume at the given turn-of-the-year												

Tabelle 2: Auffahrlänge und Ausbruchvolumen der jeweils zum Jahreswechsel (Baubeginn) geplanten Tunnel

Table 2: Driven length and excavated volume of tunnels under construction at the given turn-of-the-year

den Baufirmen und den Ingenieurbüros erhaltenen Zahlenmaterials ist nur schwer abzuschätzen. Um in dieser Hinsicht eine größere Zuverlässigkeit sicherzustellen, wurden im Rahmen der Erhebung 2010/11 wie in den Vorjahren auch die im U-, Stadt- und S-Bahnbau tätigen Städte sowie die Deutsche Bahn AG angeschrieben. Die Daten für die Tunnel der Bundesfernstraßen wurden vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung bereitgestellt [4]. In zahlreichen Fällen erbrachten die Antworten dieser Behörden sowie der Deutschen Bahn AG wichtige Ergänzungen und Korrekturen. Dem Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung,

der Deutschen Bahn AG, den anderen genannten Behörden und Bauherren, den Planungsbüros sowie den beteiligten Baufirmen sei an dieser Stelle für die Mitarbeit bei der statistischen Erfassung laufender Tunnelbauvorhaben ausdrücklich gedankt.

Im Folgenden wird das Ergebnis der Erhebung per Dezember 2010 in verschiedener Hinsicht genauer ausgewertet, um so einen aktuellen Überblick über den Tunnelbau in Deutschland zu erhalten. Zur Vertiefung sei auf die umfassenden Erläuterungen in der Dokumentation „Unterirdisches Bauen Deutschland 2010“ mit zahlreichen in Wort und Bild dargestellten Beispielen verwiesen [5].

lengths. However, the following should be observed when comparing the excavated volume: whereas the excavated volumes for trenchless construction measures can be determined with certainty, the comparative value for cut-and-cover methods can only be obtained by subtracting the amount of soil required for refilling from the total excavated.

Table 1 provides a picture of the overall tunnelling length under construction at the end of the year in question and the related construction volume. For the turn of the year 2010/2011, Fig. 1 also contains the driven length and the excavation volume in accordance with the type of tunnel utilisation shown in graphic form.

A general comparison of the figures in Table 1 again reveals a clear increase in the driven length of transportation tunnels as at the turn of the year 2010/2011, with a total of almost 174 km compared with some 159 km the previous year. Increase in building activities was generally evenly spread throughout all sectors (Underground, Urban and Rapid Transport, Main-Line Rail and Road).

If one considers the data relating to excavated volume, there is a length-related ratio of almost 9:1 as against a volume-related one of around 71:1 when comparing transportation tunnels on the one hand with supply and disposal facilities on the other (please also see Fig. 1).

# DIE MISCHUNG MACHT'S – MODIFIZIERTER SPRITZBETON IM TUNNELBAU

**STUVA**  
**TAGUNG'11**  
STUVA CONFERENCE'11

6. – 8. DEZEMBER 2011  
BERLIN, GERMANY  
Besuchen Sie uns in Halle 20,  
Stand D119

**ETONIS®**

Gesteinswechsel, Wasserdruck und Neigung – beim Bau eines Tunnels ist kein Meter wie der andere. Mit unserem neuen Modifiziermittel ETONIS® passen Sie den Spritzbeton individuell der Situation an. Modifizierter Spritzbeton haftet hervorragend an jedem Gestein und reduziert den Rückprall signifikant, selbst auf feuchten Untergründen. Vorausgesetzt die Mischung stimmt. Nicht nur zwischen Beton und Modifiziermittel, sondern auch zwischen Ihren Wünschen und unserer Beratung. Für beides engagieren sich unsere Experten vor Ort.

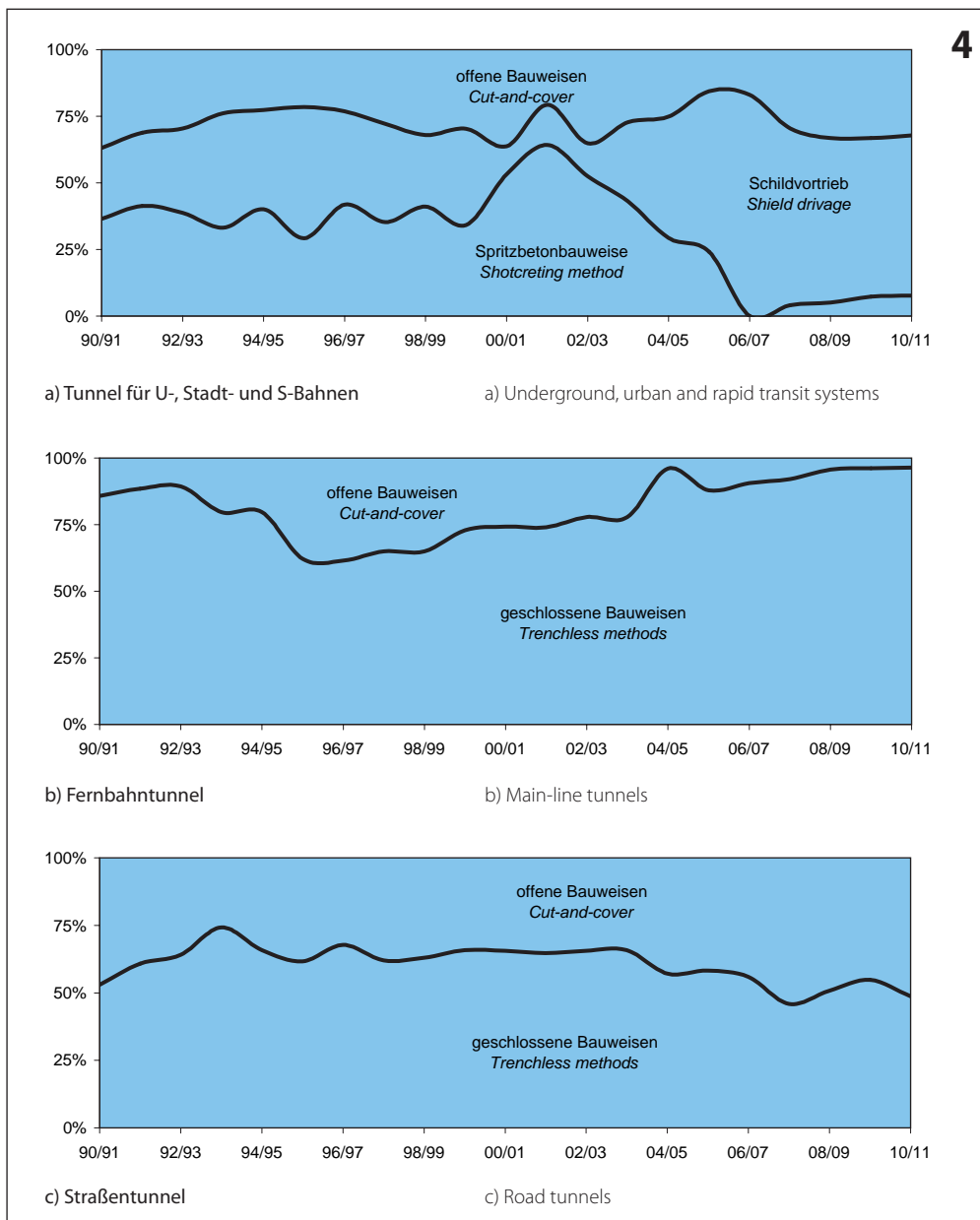
- Der Schwerpunkt des innerstädtischen Bahntunnelbaus (Tabellenteil US) liegt auch in diesem Jahr in Köln, wo sich zum Jahreswechsel 2010/11 knapp 6,8 km U- bzw. Stadtbahntunnel im Bau befanden. In Hamburg werden zurzeit etwa 6,6 km U-Bahntunnel aufgeföhren. Weitere Tunnelstecken sind in Berlin (5,7 km), Stuttgart (3,4 km), Düsseldorf (3,3 km), München (3,2 km), Karlsruhe (2,9 km) und Nürnberg (1,4 km) im Bau.
- Der längenbezogene Anteil der geschlossenen Bauweisen am innerstädtischen Bahntunnelbau betrug mit 22,5 km Ende 2010 knapp 68% des bundesweiten Gesamtbauvolumens für U-, Stadt- und S-Bahnen. Da-

The question of the completeness of the data obtained from the survey of construction contractors and consultants is difficult to assess. In order to arrive at greater reliability in this respect, the cities engaged in Underground, Urban and Rapid Transit construction activities, and also Deutsche Bahn AG, were requested to supply data within the scope of the 2010/2011 sur-

vey, as was the case in previous years. The Federal Ministry of Transport, Building and Urban Affairs provided data for federal trunk road tunnels [4]. In a large number of cases, the replies from these authorities and from Deutsche Bahn AG resulted in important additions and corrections. At this point, a special word of thanks goes to the Federal Ministry of Transport, Building and Urban Affairs, Deutsche Bahn AG, the other authorities and clients mentioned and the architects and contractors involved, for their assistance in compiling the statistics for current tunnelling projects.

In the following, the results of the survey as of December 2010 are evaluated more thoroughly in various ways in order to obtain an up-to-date overview of tunnelling in Germany. In order to substantiate this, the comprehensive explanatory notes relating to the structures to be found in "Underground Construction in Germany 2010", containing a large number of examples presented in both illustrated and written form are referred to [5].

- This year, the main activities relating to inner-urban rail tunnelling (Table section US) took place in Cologne (Fig. 2), where a total of just on 6.8 km of Underground and Rapid Transit tunnels was under construction at the turn of the year 2010/2011. Currently around 6.6 km of Underground Railway tunnels are under construction in Hamburg. Further tunnel projects are underway in Berlin (5.7 km), Stuttgart (3.4), Düsseldorf (3.3 km), Munich (3.2 km), Karlsruhe (2.9) and Nuremberg (1.4 km).



Längenbezogener Anteil der geschlossenen bzw. offenen Bauweisen bei den jeweils zum Jahreswechsel im Bau befindlichen Verkehrstunneln

Length-related data on trenchless and cut-and-cover construction methods in conjunction with transportation tunnels under construction at turn-of-the-year

von entfallen nahezu 8 % auf die Spritzbetonbauweisen (Vorjahr 7 %) und zum Vorjahr unverändert etwa 60 % auf den Schildvortrieb. Eine Übersicht über den Anteil der verschiedenen Tunnelbauverfahren gibt Bild 3a. Ergänzend hierzu zeigt das Diagramm in Bild 4a den längenbezogenen Anteil der geschlossenen Bauweisen im U-, Stadt- und S-Bahn-bau während der letzten 20 Jahre. In diesem Diagramm ist die Unterteilung der geschlossenen Bauweisen nach Spritzbetonbauweisen und Schildvortrieb gesondert gekennzeichnet.

- Die im Teil B aufgeführten Fernbahntunnel betreffen

überwiegend Maßnahmen im Zuge des Ausbau- bzw. Neubauprogramms für die Schnellfahrstrecken der Deutschen Bahn AG. Von den derzeit laufenden Tunnelbaumaßnahmen (insgesamt 97 km) entfallen knapp 37 km auf die NBS Nürnberg–Erfurt und rund 31 km auf die NBS Erfurt–Halle/Leipzig. Auf der ABS/NBS Karlsruhe–Basel sind ca. 19 km Fernbahntunnel im Bau. Die Fernbahntunnel werden zum größten Teil in geschlossener Bauweise erstellt (Bild 4b) und zwar zu 61 % in Spritzbetonbauweise und 35 % maschinell (Bild 2).

- Der Straßentunnelbau (Tabellenteil S) unterlag in

- The length-related proportion of trenchless construction methods with regard to inner-urban rail tunnel construction amounted to 22.5 km at the end of 2010, accounting for approx. 68 % of the total national construction volume for Underground Railway, Urban and Rapid Transit rail systems. Of this total, some 8 % was accounted for by shotcreting methods (7 % the previous year) and roughly 60 % as in the previous year by shield driving. Fig. 3a provides a survey of the percentages accounted for by the various tunnelling methods. In this context, the diagram in Fig. 4a shows the length-related proportion of trenchless construction me-

thods in Underground Railway, Urban and Rapid Transit rail construction during the last 20 years. In this diagram, the division of trenchless construction methods into shotcreting and shield drive work is featured.

- The main-line rail tunnels listed in Part B largely relate to works in conjunction with the new-line and upgrading programme for Deutsche Bahn AG's high-speed routes. Of the tunnelling projects currently being implemented (a total of 97 km), almost 37 km is accounted for by the new Nuremberg to Erfurt and some 31 km by the Erfurt to Halle/Leipzig lines. Some 19 km of main-line rail tunnels are un-



**Waldemar Scherer, Project Manager and Christian Wagner, Foreman**  
Schleith GmbH  
Rheinfelden, Germany



"We are in good hands with PERI and the cooperation has been exemplary. With the VARIOKIT formwork carriage, we could achieve the planned weekly cycle with a 5-day week."



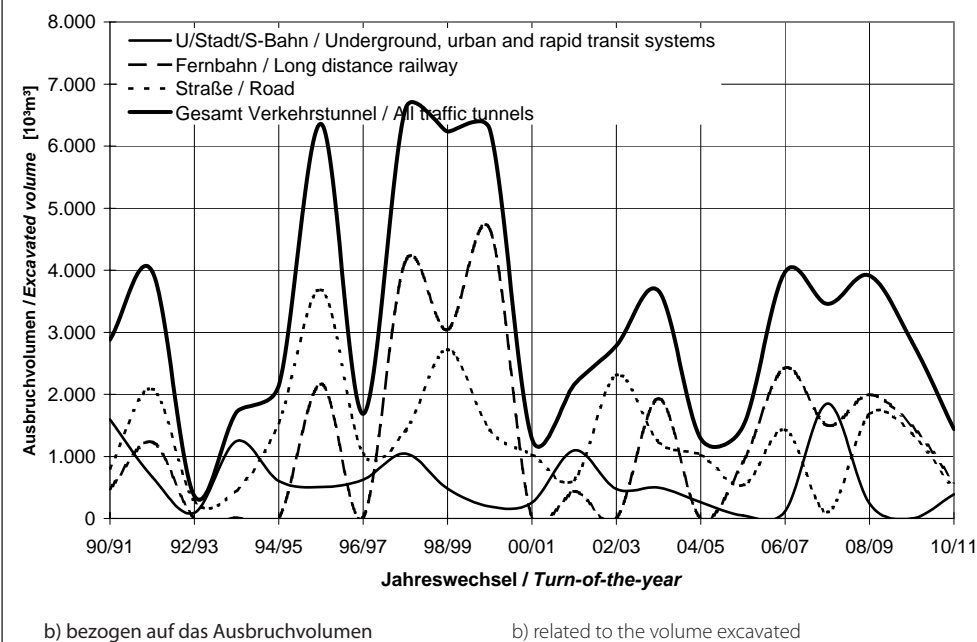
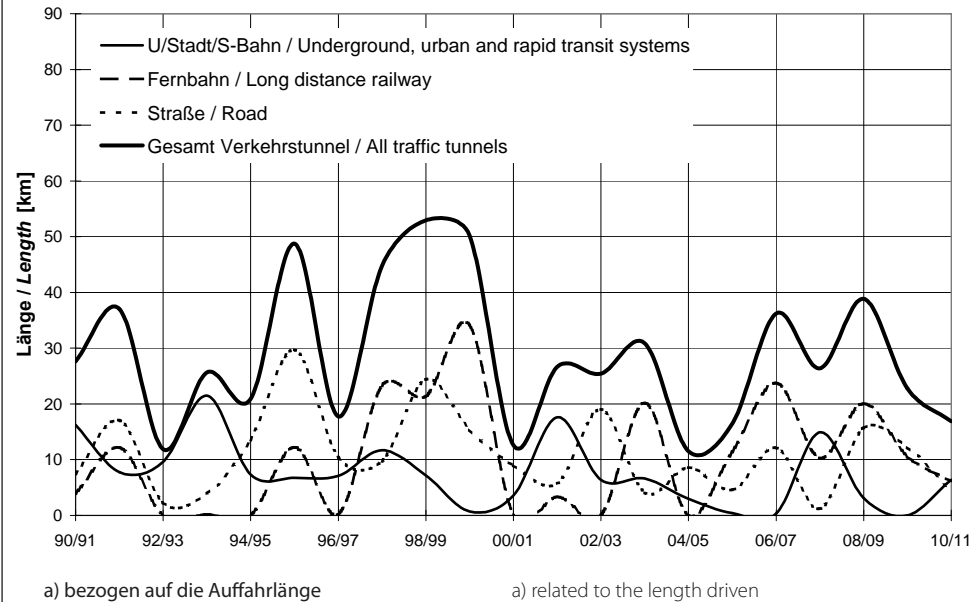
Murg Tunnel  
Bad Säckingen, Germany

## Cost-effective VARIOKIT solutions with standardised components



**Formwork  
Scaffolding  
Engineering**  
[www.peri.com](http://www.peri.com)

5



Vergabeverlauf im Verkehrstunnelbau der letzten 20 Jahre

Course of awards for transportation tunnel construction during last 20 years

den letzten Jahren ebenso wie die beiden anderen Verkehrsbereiche starken Vergabeschwankungen. Dies lässt sich klar aus der Vergabekurve in Bild 5 und vor allem aus der Blockgrafik zu den vergabemäßigen längenbezogenen Anteilen

der Verkehrsträger in Bild 6 ableiten. Die Straßentunnel werden zu etwa gleichen längenbezogenen Anteilen in offener und geschlossener Bauweise erstellt (Bild 4c). Bei den geschlossenen Bauweisen überwiegt die Spritzbetonbauweise in Verbindung

der construction on the Karlsruhe – Basle upgrading/new line section. These main-line rail tunnel projects predominantly employ underground („trenchless“) tunnelling (Fig. 4b), 61 % using shotcreting and 35 % mechanised methods (Fig. 2).

- Road tunnel construction (Part S of the table), like the two other transportation tunnel sectors, has constantly been subject to pronounced fluctuations in contracting in recent years. This becomes clearly evident from the award curve in Fig. 5 and above all, from the curve pertaining to the award and length-related percentages in Fig. 6. Road tunnels related to their lengths are driven both by mining means and by cut-and-cover in roughly equal proportions. In this connection, shotcreting together with drill + blast predominate in the majority of cases as far as trenchless projects are concerned (please see Fig. 4c). As far as trenchless construction methods are concerned shotcreting in conjunction with drill+blast dominates in the majority of cases.

In the V and A sections of the table, relating to supply and disposal tunnels, only those of larger diameter – as initially explained – are listed. The smallest cross-sections dealt with are roughly 1.0 m in diameter, the largest around 3–4 m. All the supply and disposal tunnels assessed at the turn of the year are driven by trenchless means. In the case of waste disposal tunnels, pipe-jacking continues to prevail as it has in previous years. Furthermore, in compiling drain/sewer statistics, it should be pointed out that only main drains are included here. The considerably greater part accounted for by drains of smaller cross-section, mostly driven close to the surface by means of cut-and-cover, is not listed here, as this is generally not classified as tunnelling.

The distribution by federal states (Länder) of the tunnels under construction at the end

mit dem Sprengvortrieb in der Zahl der Anwendungsfälle.

In den Tabellenteilen V und A für die Ver- und Entsorgungstunnel sind – wie eingangs ausgeführt – nur solche mit größerem Durchmesser aufgelistet. Die kleinsten hier erfassten Querschnitte weisen einen Durchmesser von etwa 1,0 m auf, die größten einen von 3 bis 4 m. Alle zum Jahreswechsel erfassten Ver- und Entsorgungstunnel werden unterirdisch erstellt. Bei den Abwassertunneln überwiegt von den Bauverfahren her – wie in den Vorjahren – die Rohrvorpressung. Generell ist zu der Zusammenstellung der

Abwassertunnel außerdem anzumerken, dass es sich hier nur um größere Hauptsammler handelt. Der erheblich größere Anteil, meist in offener Bauweise oberflächennah erstellter Sammler mit kleineren Querschnitten ist hier nicht aufgeführt, da er i.A. nicht zum Tunnelbau gerechnet wird.

Bezüglich der zum Jahresende 2010 im Bau befindlichen Tunnel erscheint zusätzlich die Verteilung auf die Bundesländer von Interesse. Hierüber geben Tabelle 3 und Bild 7 nähere Auskunft.

Wertet man für die Verkehrstunnel aus der Statistik der letzten Jahre die jeweils zum Jahreswechsel neu erfassten Auffahrlängen und

of 2010 is also of interest. Table 3 and Fig. 7 provide more details of this.

If one compares the newly obtained driven lengths and excavated volumes for the turn of the year for transportation tunnels based on the statistics of recent years, then a revealing picture of just how contracts are awarded is obtained. In this connection, Fig. 5 clearly shows the important influence of the DB's new lines and displays the continuing fickleness on the part of public authorities in awarding new tunnelling contracts, a fact which constantly gives rise to complaints by the construction industry and consultants. After a steep rise in awards from 1996 to 2000 (resulting above all from ac-

tivity in conjunction with the new Cologne – Rhine/Main route), an equally steep downturn then set in for the next 2 to 3 years (Fig. 6). As a consequence, as far as providing work for the available capacities in the tunnelling industry (design and execution) is concerned, expectations are still concentrated on engineering works in conjunction with further new and upgraded lines for Deutsche Bahn AG, and also in the national trunk roads sector (please refer to Chapter 2).

## 2 Planned Tunnelling Projects

The results of the survey relating to confirmed tunnel projects and those due to be awarded in the near future are naturally of spe-



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



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

**GROUTING SYSTEMS**

**HÄNY**



Bundesland	Tunnellängen Length [km]				Anteil Shares [%]
	US	B	S	gesamt total	
<b>BW</b> Baden-Württemberg	6,314	18,770	11,466	36,550	21,0
<b>BY</b> Bayern	4,571	10,891	9,434	24,896	14,3
<b>BE</b> Berlin	5,700	0,000	0,000	5,700	3,3
<b>BB</b> Brandenburg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
<b>HB</b> Bremen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
<b>HH</b> Hamburg	6,559	0,000	0,000	6,559	3,8
<b>HE</b> Hessen	0,000	5,025	5,170	10,195	5,9
<b>MV</b> Mecklenburg-Vorpommern	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
<b>NI</b> Niedersachsen	0,000	0,000	0,294	0,294	0,2
<b>NRW</b> Nordrhein-Westfalen	10,105	0,000	5,285	15,390	8,8
<b>RP</b> Rheinland-Pfalz	0,000	4,200	1,312	5,512	3,2
<b>SL</b> Saarland	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
<b>SN</b> Sachsen	0,000	5,630	0,195	5,825	3,3
<b>ST</b> Sachsen-Anhalt	0,000	30,772	0,000	30,772	17,7
<b>SH</b> Schleswig Holstein	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
<b>TH</b> Thüringen	0,000	21,651	10,563	32,214	18,5
<b>Alle Bundesländer</b> <b>All Federal States</b>	<b>33,249</b>	<b>96,939</b>	<b>43,719</b>	<b>173,907</b>	<b>100,0</b>

Tabelle 3: Regionale Zuordnung der zum Jahreswechsel 2010/11 im Bau befindlichen Verkehrstunnelprojekte

Table 3: Regional distribution of the transportation tunnels under construction at the turn-of-the-year 2010/2011

Ausbruchvolumina vergleichend aus, so ergibt sich ein aufschlussreiches Bild über den Vergabeverlauf. Bild 5 lässt in diesem Zusammenhang den herausragenden Einfluss der DB-Neubaustrecken erkennen und zeigt unverändert deutlich die von der Bauindustrie und den Ingenieurbüros seit Jahren beklagte Unstetigkeit in der Vergabe des Tunnelneubaus durch die öffentliche Hand.

Nach einem steilen Vergabeanstieg in den Jahren 1996 bis 2000 (bedingt vor allem durch die Aktivitäten im Zuge der NBS Köln-Rhein/Main) ist im Bereich der Fernbahntunnel für die darauffolgenden 2 bis 3 Jahre ein ebenso steiler Rückgang festzustellen (Bild 6). Für die Auslastung der Kapazitäten in der Tunnelbauindustrie (Planung und Ausführung) konzentrieren sich daher die Erwartungen

Bundesland	Tunnellängen Length [km]				Anteil Shares [%]
	ZUS	ZB	ZS	gesamt total	
<b>BW</b> Baden-Württemberg	6,150	125,222	52,309	183,681	47,4
<b>BY</b> Bayern	25,058	18,034	26,377	69,469	17,9
<b>BE</b> Berlin	0,000	0,000	3,456	3,456	0,9
<b>BB</b> Brandenburg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
<b>HB</b> Bremen	0,000	0,000	3,562	3,562	0,9
<b>HH</b> Hamburg	0,057	0,000	3,052	3,109	0,8
<b>HE</b> Hessen	2,600	23,178	40,057	65,835	17,0
<b>MV</b> Mecklenburg-Vorpommern	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
<b>NI</b> Niedersachsen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
<b>NRW</b> Nordrhein-Westfalen	5,974	2,580	10,195	18,749	4,8
<b>RP</b> Rheinland-Pfalz	0,000	0,000	2,175	2,175	0,6
<b>SL</b> Saarland	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
<b>SN</b> Sachsen	0,000	2,472	15,863	18,335	4,7
<b>ST</b> Sachsen-Anhalt	0,000	0,000	0,914	0,914	0,2
<b>SH</b> Schleswig Holstein	0,000	0,000	13,953	13,953	3,6
<b>TH</b> Thüringen	0,000	3,143	1,100	4,243	1,1
<b>Alle Bundesländer</b> <b>All Federal States</b>	<b>39,839</b>	<b>174,629</b>	<b>173,013</b>	<b>387,481</b>	<b>100,0</b>

Tabelle 4: Regionale Zuordnung der geplanten Verkehrstunnelprojekte (Baubeginn ab 2011)

Table 4: Regional distribution of planned transportation tunnel projects (start of construction as from 2011)

cial interest to the construction industry and consultants. Table 2 shows the award period starting in 2011.

Examination of the data in Table 2 clearly indicates that the greater planning volume for Underground, Urban and Rapid Transit rail tunnels, registered the previous year has practically "normalised", i.e., the state has awarded an increasing amount of projects (please also

see Table 1). In this context, the remaining planned volume for the city of Munich, comprising just on 22 km, is conspicuous. A good 6 km of tunnel is planned for Stuttgart, in conjunction with the Stuttgart 21 project. Further tunnel construction, up to roughly 3 km in each case, is scheduled for Augsburg, Cologne, Dortmund, Düsseldorf, Duisburg, Frankfurt/Main, Hamburg and Nuremberg.



unverändert auf die Baumaßnahmen im Zuge der weiteren Neu- und Ausbaustrecken der Deutschen Bahn AG sowie im Bereich der Bundesfernstraßen (siehe hierzu die Ausführungen unter Kapitel 2.).

## 2 Geplante Tunnelbauvorhaben

Das Ergebnis der Umfrage zu den konkret geplanten und in naher Zukunft zur Vergabe anstehenden Tunnel ist für die bauausführende Industrie und die Planungsbüros naturgemäß von besonderem Interesse. Es ist für den Vergabezeitraum ab 2011 in Tabelle 2 dargestellt.

Bei einer Bewertung des Zahlenmaterials in Tabelle 2 fällt auf, dass sich das im Vorjahr größere Planungsvolumen an U-, Stadt- und S-Bahntunneln wieder „normalisiert“ hat, d.h. die öffentliche Hand hat in stärkerem Maße Projekte vergeben (vgl. auch Tabelle 1). Unter den Projekten ragt nach wie vor das Planvolumen der Stadt München mit gut 22 km heraus. In Stuttgart sind, vor allem im Zusammenhang mit dem Projekt Stuttgart 21, etwa 6 km neue Tunnelstrecken geplant. Weitere Tunnelstrecken bis etwa 3 km Länge sind in Augsburg, Dortmund, Düsseldorf, Duisburg, Frankfurt/M., Hamburg, Köln und Nürnberg vorgesehen.

Zu dem umfangreichen Planvolumen bei den Fernbahntunneln ist festzustellen, dass sich hier vor allem der hohe Tunnelanteil der Projekte NBS Wendlingen–Ulm mit gut 58 km, Fernbahn Stuttgart 21 mit rund 57 km sowie ABS/NBS Nürnberg–Erfurt mit etwa 12 km Tunnelstrecke auswirkt.

Auf unverändert hohem Niveau bewegt sich auch das Volumen der geplanten Straßentunnel. Die aufgeführten Projekte betreffen zu etwa 90% die Alten Bundesländer (vgl. Tabelle 4). Die in den Neuen Bundesländern in Vorbereitung befindlichen Maßnahmen stehen in großer Zahl immer noch im Stadium der Vorplanung und sind demzufolge für eine Aufnahme in die Statistik noch nicht ausreichend abgesichert. Ihre Planung erfolgt vor allem im Zuge der „Projekte Deutsche Einheit Straße“.

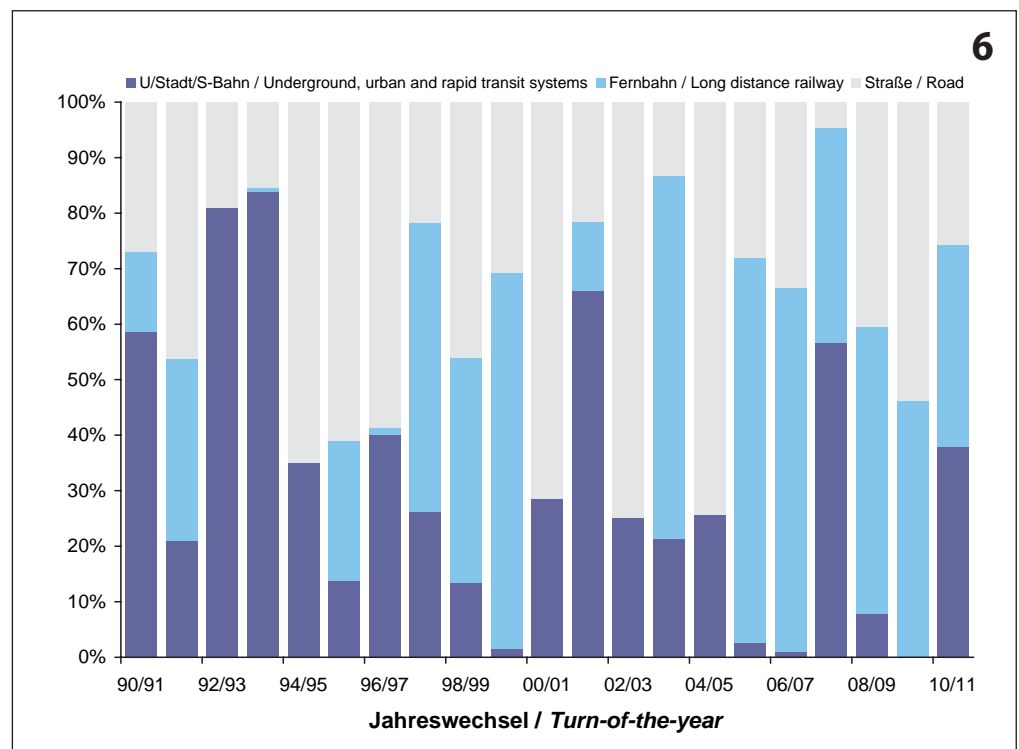
Die in Tabelle 2 aufgeführten 173 km an geplanten Straßentunneln haben in der Regel mindestens das Stadium der Planfeststellung erreicht. Das trifft in jedem Fall für die Tunnel im Zuge der genannten Bundesfernstraßen, d.h. in der Baulast des Bundes stehende Projekte (entsprechende Zahlen der Länder und Kommunen liegen

Regarding the particularly high proportion of main-line rail tunnels, it should be noted that this is principally the result of the high tunnel content of the new Wendlingen – Ulm line, with a good 58 km, the Stuttgart 21 main-line project (around 57 km) and the Nuremberg – Erfurt upgrading/new line project (around 12 km).

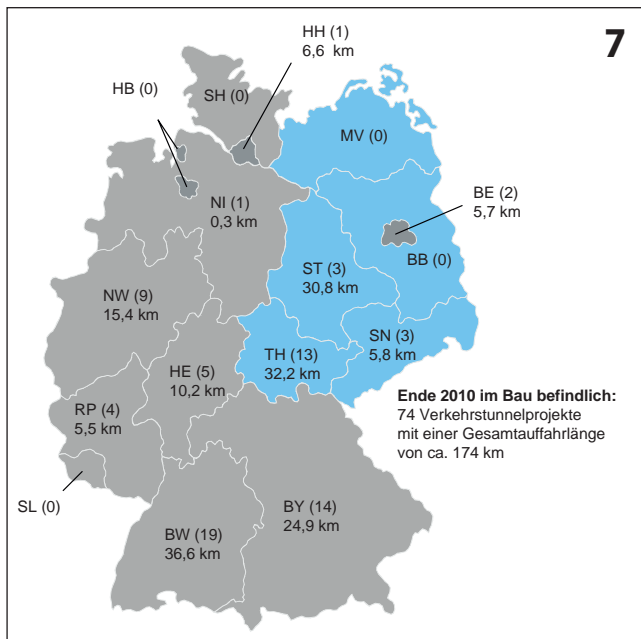
Furthermore, the unaltered high volume of projected road tunnels remains conspicuous. More than 90% of the projects listed are in the old (western) federal states of Germany (please refer to Table 4). The measures that are being planned in the new (eastern) federal states are mainly at the preliminary planning stage and are consequently not yet sufficiently advanced to be included in the statistics. The planning in this sector is primarily being carried out in conjunction with „German Unity Projects – Road“.

The 173 km of planned road tunnels listed in Table 2 has at least generally reached the planning approval stage. This applies principally to the tunnels on federal trunk roads, i.e. those for whose construction the federal government is responsible (no figures are available for the federal states and municipalities). Further road tunnels totalling almost 80 km in length are also under consideration, and these must be added to the figures shown in Table 2. For a number of these projects, the environmental impact assessment (EIA) has already been concluded or the route alignment has been finalised. Their implementation is not yet totally certain, however, either in terms of scheduling or financing.

Technical details relating to the planned tunnels included in Table 2 can be found in the relevant tables (available from <http://www.stuva.de/tun->



Vergabemäßiger, auf die Länge bezogener Anteil der Verkehrsträger im Verkehrstunnelbau der letzten 20 Jahre  
Contract-related and length-related data relating to clients for transportation tunnels constructed last 20 years



7

Längenmäßige Zuordnung der zum Jahreswechsel 2010/11 im Bau befindlichen Verkehrstunnelprojekte auf die Bundesländer (vgl. Tabelle 3); in Klammern jeweils die Anzahl der gemeldeten Verkehrstunnelprojekte

Length-related classification according to federal states (Table 3) for planned transportation tunnel projects at the turn-of-the-year 2010/2011; with the number of registered transportation tunnel projects given in brackets

nicht vor) zu. Darüber hinaus sind weitere Straßentunnel mit einer Gesamtlänge von nahezu 80 km angedacht. Sie wären den Werten der Tabelle 2 noch hinzuzurechnen. Für einen Teil dieser Projekte ist die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) bereits abgeschlossen bzw. die Linienfestlegung erfolgt. Ihre Realisierung ist aber noch nicht endgültig gesichert, und zwar weder in zeitlicher noch in finanzieller Hinsicht.

Technische Details zu den in Tabelle 2 erfassten geplanten Tunneln gehen aus den zugehörigen Tabellen (abrufbar unter <http://www.stuva.de/tunnelbau-bautechnik/tunnelstatistik.html>) hervor. Sie sind vom Grundsatz her in gleicher Weise gegliedert wie die in Abschnitt 1 erläuterte Statistik der in Ausführung befindlichen Tunnelprojekte. Für die kennzeichnende und unterscheidende Nummerierung

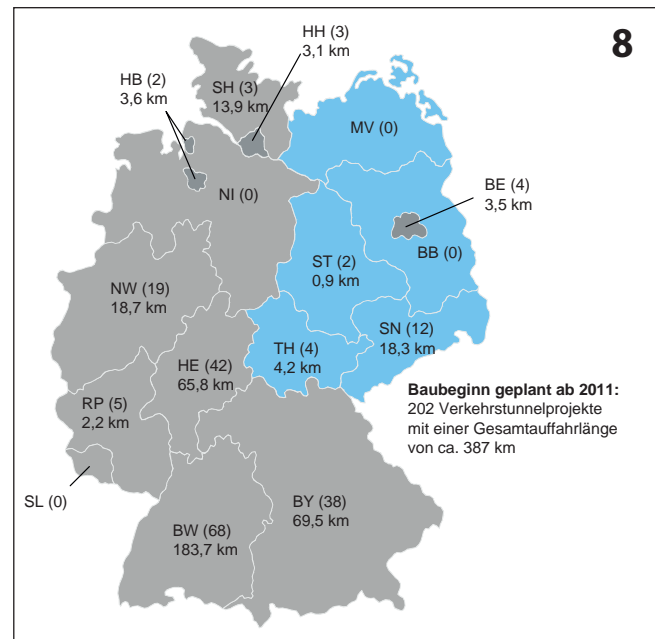
der einzelnen Tunnelprojekte wurde dieselbe Systematik gewählt. Ergänzt ist nur der jeweils vorangestellte Kennbuchstabe „Z“ zur Verdeutlichung, dass es sich um eine „zukünft-

Erneuerung des Frauenberger Tunnels auf der DB-Strecke Bingen-Saarbrücken bei Idar-Oberstein im Jahr 2011 (Quelle: DB ProjektBau GmbH)

Renovation of the Frauenberg Tunnel on the DB route Bingen-Saarbrücken to Idar-Oberstein in 2011 (Source: DB ProjektBau GmbH)



9



8

Längenmäßige Zuordnung der geplanten Verkehrstunnelprojekte (Baubeginn ab 2011) auf die Bundesländer (vgl. Tabelle 4); in Klammern jeweils die Anzahl der gemeldeten Verkehrstunnelprojekte

Length-related classification of planned transportation tunnel projects (start of construction as from 2011) according to federal states (please see Table 4); with the number of registered transportation tunnel projects given in brackets

nelbau-bautechnik/tunnelstatistik.html). Essentially, these are structured in the same manner as the statistics on tunnel projects which are in the process of implementation, as presented

in Section 1. The same approach was selected to identify and differentiate the individual tunnel projects. However, the letter "Z" has been added to make quite clear that the tunnel construction measure in question is a "future" one. As a consequence, no details are provided concerning the responsible construction company or consortium, whereas these can be found in the statistics on current tunnel projects.


Generally speaking, as far as assessing the detailed data relating to future tunnel projects is concerned, it must be observed that alterations can occur during the planning approval and award stages, above all, due to special proposals, relating primarily to the tunnelling method. Various project clients expressly pointed this out. Alterations can of course, also result with respect to project starting and completion dates.

tige“ Tunnelbaumaßnahme handelt. Dementsprechend fehlen auch Angaben zu den ausführenden Baufirmen oder zur Arge wie sie in der Statistik der laufenden Tunnelprojekte enthalten sind.

Allgemein ist bei einer Bewertung der Detailangaben zu den künftigen Tunnelbauprojekten zu beachten, dass sich im Zuge der Planfeststellung bzw. der Vergabe z.B. aufgrund von Sondervorschlägen Änderungen vor allem in der Frage des anzuwendenden Vortriebsverfahrens ergeben können. Hierauf wurde von verschiedenen Bauherren ausdrücklich hingewiesen. Änderungen können sich natürlich auch bezüglich der voraussichtlichen Anfangs- und Endtermine der Bauausführung einstellen.

Für die Bauindustrie und die planenden Ingenieure ist bezüglich der künftigen Tunnelprojekte wiederum von besonderem Interesse, in welcher Region diese sich schwerpunktmäßig befinden. Entsprechende Angaben enthalten Tabelle 4 und Bild 8 mit einer Gliederung nach den Bundesländern.


### 3 Geplante Tunnelanierungen

Bei den alten Eisenbahntunneln stehen in beachtlichem Maße auch Teil- und Vollanierungen an. Diese Maßnahmen erfordern in der Regel ganz besondere organisatorische und logistische Überlegungen, vor allem, wenn sie bei laufendem Bahnbetrieb durchzuführen sind. Beispiele hierzu sind die inzwischen abgeschlossenen Profilaufweitungen beim Jährodt- und Mausemühlen-Tunnel sowie die Erneuerung des Frauenberger und des Kupferheck-Tunnels auf der Nahestrecke Bingen – Saarbrücken (Bild 9). Diese Strecke ging im Jahre 1860 in Betrieb. In näherer Zukunft ist die Grundsanierung bzw. Profilerweiterung von insgesamt beachtlichen 20 km Tunnelstrecke geplant. Einzelheiten hierzu sind im Teilleitteil „ZGS“ zusammengestellt. Kennzeichnung und Beschreibung der einzelnen Projekte entsprechen im Einzelnen den künftigen Neubauprojekten aus Tabelle 2. 

It is also of interest for the construction industry and the consultants involved to be aware of the regions for which implementation of the planned tunnel projects is mainly scheduled. Table 4 and Fig. 8 show the relevant details, categorised by federal state.

### 3 Tunnel Modernisation Plans

To an increasing extent, partial and complete refurbishing schemes are now being scheduled for existing rail tunnels. Generally speaking, such measures call for special organisational and logistical provisions, particularly if these projects are to be implemented without causing disruption to rail traffic (Fig. 9). Recent examples of this are

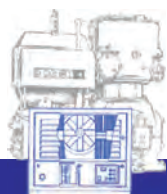
provided by the enlargement of the cross-sections of two rail tunnels, which have now been completed, i.e., the Jährodt and Mausemühlen tunnels as well as the renovation of the Frauenberger and Kupferheck tunnels on the Nahe valley line between Bingen and Saarbrücken, a route which opened to traffic in 1860. In the near future, comprehensive modernisation and/or cross-sectional enlargement of no less than 20 km of tunnel is scheduled. Table Section “ZGS” contains the relevant details. The identification and description of the individual projects correspond to the future new construction projects found in Table 2. 

#### Literatur / References

- [1] <http://www.ita-aites.org>
- [2] Haack, A.: Tunnelbauvolumen in der Bundesrepublik Deutschland; Straßen- und Tiefbau 33 (1979) 10, pp. 33-40
- [3] Haack, A.; Schäfer, M.: Tunnelbau in Deutschland: Statistik (2009/2010), Analyse und Ausblick; Tunnel 28 (2010) 8, pp. 14-24
- [4] Aktuelle statistische Angaben des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung zum Tunnelbau im Zuge der Bundesfernstraßen (Stand Frühjahr 2011)
- [5] Unterirdisches Bauen Deutschland 2010 – Underground Construction Germany 2010; Hrsg. von der STUVA und dem Deutschen Ausschuss für unterirdisches Bauen e.V. (DAUB) zur STUVA-Tagung '09 in Hamburg, Dez. 2009

**PRESSLUFT  
FRANTZ**

Baumaschinen- und  
Ersatzteilhandels GmbH



Wir bieten Druckluftlösungen für den Tunnel- und Spezialtiefbau:

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

Qualität ist kein Zufall

[www.pressluft-frantz.de](http://www.pressluft-frantz.de)

We offer compressed-air solutions for tunnel 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

Quality is no coincidence

## Brandversuche zu Wassernebel-Brandbekämpfungsanlagen

Im Rahmen des Projektes SOLIT2 wurde anhand von über 30 Großbrandversuchen im Mai/Juni 2011 die Wirksamkeit von Wassernebel-Brandbekämpfungsanlagen in Verbindung mit der Brandlüftung in Straßentunneln erprobt. Der folgende Beitrag, ein Vortrag anlässlich der STUVA-Tagung 2011 in Berlin, zeigt die dabei erzielten Ergebnisse auf.

Für das Projekt SOLIT2 wurde im Mai und Juni 2011 anhand von über 30 Großbrandversuchen die Wirksamkeit von Wassernebel-Brandbekämpfungsanlagen in Verbindung mit der Brandlüftung in Straßentunneln erprobt. Im Maßstab 1:1 wurden dabei je zur Hälfte Flüssigkeitsbrände („Poolfires“) mit Brandlasten zwischen 30 und 100 MW sowie Feststoffbrände mit kompletten Lkw-Ladungen (Brandlast 100 MW, bestehend aus Holzpaletten) ausgeführt. Neben der Überprüfung der Wirksamkeit waren die Wechselwirkungen zwischen Wassernebel-Brandbekämpfungsanlagen und anderen Sicherheitseinrichtungen in Tunneln von besonderem Interesse, um mithilfe eines ganzheitlichen Sicherheitskonzeptes mögliche Einsparpotenziale identifizieren und praxisgerechte Lösungen entwickeln zu können.

### 1 Einleitung

Das deutsche Projekt „Safety of Life in Tunnels 2“ (SOLIT2) wurde im Jahr 2009 mit der Zielsetzung gestartet, die

---

**Dr.-Ing. Roland Leucker**, Geschäftsführer, STUVA e.V., Köln/D  
**Dipl.-Ing. Stefan Kratzmeir**, Geschäftsführer, IFAB Ingenieure für angewandte Brandschutzforschung GmbH, Rostock/D

---

Wechselwirkungen zwischen Wassernebel-Brandbekämpfungsanlagen (WN-BBA) und anderen Sicherheitseinrichtungen in Straßentunneln, wie z.B. der Brandlüftung, zu untersuchen. Da die nachgewiesenen Vorteile einer Brandbekämpfungsanlage als reine Zusatzausstattung jedoch zusätzliche Kosten nach sich ziehen, wurde von Anfang an das Ziel verfolgt, die Kosten für die gesamte Sicherheitsinstallation im Tunnel nicht zu erhöhen. Stattdessen sollte mit einem ganzheitlichen Ansatz die Kompensation von anderen Maßnahmen untersucht werden.

Neben der Entwicklung und Verbesserung der Anlagentechnik umfasst die Bearbeitung im Projekt auch die Entwicklung und Validierung von Simulationswerkzeugen zur mathematisch-numerischen Erfassung der Interaktion zwischen Wassernebel, Brand und Lüftung. Darüber hinaus rundet eine

## Fire Tests for Water Mist Fire Suppression Systems

In May/June 2011 more than 30 major fire tests were carried out within the scope of the SOLIT2 project to establish the efficacy of water mist fire suppression systems in conjunction with the fire ventilation in road tunnels. The following report, presented on the occasion of the 2011 STUVA Conference in Berlin, shows the results that were achieved.

In May and June 2011 more than 30 major fire tests were carried out on water mist fire suppression systems in conjunction with fire ventilation in road tunnels to establish their efficacy for the SOLIT2 project. On a 1:1 scale the half of these fires were executed as pool fires with fire loads ranging from 30 to 100 MW; the others as solid matter fires involving complete lorry-loads (fire load 100 MW consisting of wooden pallets). In addition to checking the efficacy the interaction between the water mist fire suppression systems and other safety installations in tunnels was of particular interest in order to be able to identify possible savings potentials with the help of a holistic safety concept and develop practice-oriented solutions.

### 1 Introduction

The German project “Safety of Life in Tunnels 2” (SOLIT2) was started in 2009 with the aim of investigating the interaction

between water mist fire suppression systems and other safety installations in road tunnels, as e.g. the fire ventilation. As the proven advantages of a fire suppression system incur additional costs as a pure extra installation, from the very onset the target was pursued to avoid increasing the costs for the entire safety installations in the tunnel. Instead the notion was to examine how other measures could be compensated for by means of a holistic approach.

Apart from developing and improving the process technology the project also embraced the development and validation of simulation tools for the mathematical-numerical appraisal of the interaction between water mist, fire and ventilation. The programme was rounded off by a holistic evaluation of the utilisation cycle costs as well as the compilation of a planning guideline.

The project was sponsored financially by the Federal Ministry for Economics and Technology as a result of a decision reached by the German Bundestag. It runs until 2012. In

ganzheitliche Betrachtung der Nutzungszykluskosten sowie die Erstellung eines Planungsleitfadens das Programm ab.

Das Projekt wird finanziell gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Die Laufzeit endet 2012. Neben der STUVA sind folgende Partner beteiligt: Fogtec Brandschutz GmbH & Co. KG, BUNG Ingenieure AG, Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb der Ruhr Universität Bochum sowie TÜV Süd Rail GmbH. Die Brandversuche wurden unterstützt durch das Institut für angewandte Brandschutzforschung und das Institut der Feuerwehr Sachsen-Anhalt.

Von zentraler Bedeutung für das Projekt sind die Erkenntnisse, welche im Rahmen von über 30 Großbrandversuchen im Mai und Juni 2011 in einem Versuchstunnel in Spanien gewonnen wurden (Bild 1). Dabei kamen je zur Hälfte Flüssigkeitsbrände („Poolfires“) mit Brandlasten zwischen 30 und 100 MW sowie Feststoffbrände mit kompletten Lkw-Ladungen (bestehend aus einer 100 MW-„Ersatzbrandlast“ aus Holzpaletten) zum Einsatz.

Im Folgenden werden die Durchführung der Großversuche erläutert sowie ausgewählte Ergebnisse vorgestellt.

## 2 Durchführung der Brandversuche

### 2.1 Versuchstunnelgeometrie

Die Brandversuche wurden in der spanischen Versuchseinrichtung „Tunnel Safety Testing“ (TST) in San Pedro de Anes durchgeführt. Der dort verfügbare Versuchstunnel besitzt eine Länge von insge-



Versuchstunnel San Pedro de Anes in Spanien  
San Pedro de Anes test tunnel in Spain

samt 600 m und ist im Grundriss leicht S-förmig angelegt. Er besitzt eine Längsneigung von 2‰ und weist im Rohbau einen für Straßentunnel charakteristischen Hufeisenquerschnitt auf (9,55 m breit und 8,10 m hoch, Bild 2).

in addition to the STUVA it involves the following partners: Fogtec Brandschutz GmbH & Co. KG, BUNG Ingenieure AG, the Chair for Tunnelling, Pipe Technology and Construction Management at the Ruhr University Bochum as well as TÜV Süd Rail GmbH. The

fire tests were supported by the Institute for applied Fire Protection Research and the Fire Service Institute of Saxony-Anhalt.

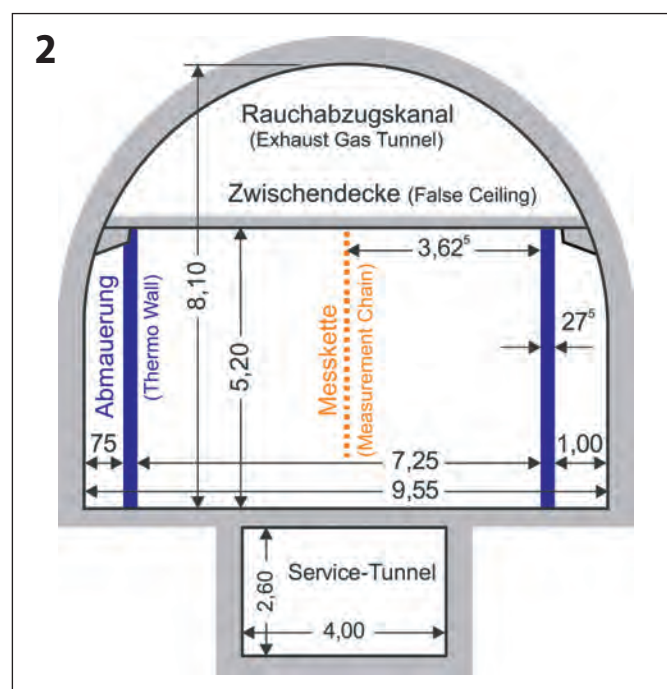
The findings obtained within the scope of more than 30 major fire tests in May and June 2011 in a test tunnel in Spain (Fig. 1) were of central importance for the project. Towards this end half of the tests were carried out as pool fires featuring fire loads of between 30 and 100 MW; the other half were solid matter fires with complete lorry-loads (consisting of a 100 MW “substitute fire load” of wooden pallets).

In the following the procedures of these major fire tests are explained and selected results presented.

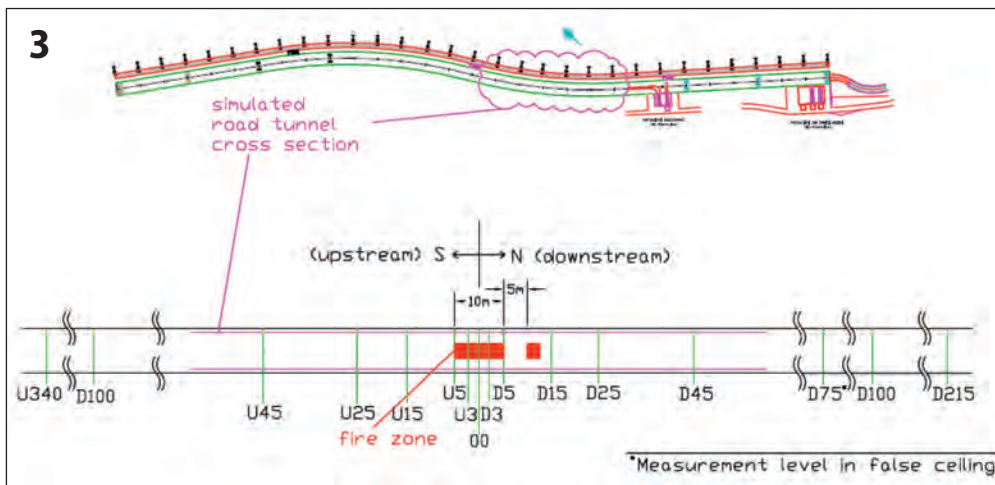
## 2 Executing the Fire Tests

### 2.1 Test Tunnel Geometry

The fire tests were executed in the Spanish test facility “Tunnel Safety Testing” (TST) at San Pedro de Anes. The test tunnel available there possesses a total length of 600 m and is slightly S-shaped. It



Querschnitt Versuchstunnel  
Cross-section of test tunnel



Grundriss Versuchstunnel mit Messquerschnitten

Layout of test tunnel with measurement cross-section

Um im Brandbereich die Betonkonstruktion des Tunnels vor zu hohen Temperaturen zu schützen, musste dort durch den Einbau von seitlichen Abmauerungen der Versuchsquerschnitt auf 7,25 m Breite eingeschränkt werden (Bild 2). Die Höhe des Versuchsbereichs war durch die mit einem Brandschutzputz geschützte Zwischendecke auf 5,20 m festgelegt. Der Raum über der Zwischendecke wurde als Abzugskanal für die Halbquerlüftung genutzt. Hinter den seitlichen Abmauerungen wurden die umfangreichen Mess- und Aufzeichnungsgeräte installiert.

Für alle Entfernungsbezeichnungen wurde die Mitte der Brandlast in Tunnellängsrichtung zu 0,00 festgelegt. In Strömungsrichtung erfolgt die Bezeichnung von Messquerschnitten u.Ä. mit „D“ (für „Downstream“) und der entsprechenden Meterzahl. Gegen die Strömungsrichtung erfolgt die Zählung dementsprechend mit „U“ (für „Upstream“). Ein Messquerschnitt, der beispielsweise 45 m hinter der Mitte der Brandlast angeordnet ist, wird also mit „D045“ bezeichnet (Bild 3).

## 2.2 Wassernebel-Brandbekämpfungsanlage

Zur Durchführung der Versuche wurde im Versuchsbereich des Tunnels über 60 m Länge temporär eine Wassernebel-Brandbekämpfungsanlage installiert. In Längsrichtung waren 2 Reihen mit Düsen unterhalb der Zwischendecke befestigt. Die Hauptversorgungsleitung war auf der Zwischendecke verlegt (Bild 4).

Die Wasserversorgung der Anlage erfolgte über dieselbetriebene Pumpen, die in einem Container außerhalb des Tunnels positioniert waren. Die volle Leistung der Pumpen stand 30 Sekunden nach ihrem Start zur Verfügung. Sie wurden aus einem 500 m<sup>3</sup> großen Speicher gespeist.

Nach anfänglichen Optimierungen an der Anlage hinsichtlich verschiedener Düsentypen und Düsenanordnungen wurden die Parameter in den darauf folgenden Versuchen nicht mehr variiert, um möglichst vergleichbare Ergebnisse zu erhalten. Unverändert blieben: die Art der Düse, der Abstand zwischen den Düsen, die Ausrichtung der Düsen (Winkel zur Vertikalen), der Abstand

has a longitudinal incline of 2 ‰ and in its rough state possesses a horseshoe cross-section characteristic of road tunnels (9.95 m wide and 8.10 m high, Fig. 2).

In order to protect the concrete structure of the tunnel from excessively high temperatures in the fire zone, walls had to be set up at the sides restricting the test cross-section to a width of 7.25 m (Fig. 2). The test zone's height was restricted to 5.20 m thanks to an intermediate ceiling protected by a fire protection plaster. The space above the intermediate ceiling was used as an exhaust duct for the semi-cross ventilation. Behind the walls at the sides there was room to install the extensive measuring and recording equipment.

The middle of the fire load in the tunnel's longitudinal direction was defined as 0.00 for all distance measurements. In the direction of flow measurement cross-sections included „D“ (for „downstream“) and the corresponding metre number. Against the direction of flow measurements were undertaken accordingly with „U“ (for „upstream“). A measurement cross-section, which for instance is set up 45 m behind the middle of the fire load, is thus designated as „D045“ (Fig. 3).

## 2.2 Water Mist Fire Suppression System

For executing the tests a water mist fire suppression system was temporarily installed in the test zone over a distance of 60 m. Two rows with nozzles were attached to the intermediate ceiling in a longitudinal direction. The main supply line was fixed to the intermediate ceiling (Fig. 4).

The system's water supply came from diesel-driven pumps, which were set up in a container outside the tunnel. The pumps operated at full capacity 30 seconds after being switched on. They were fed from a 500 m<sup>3</sup> large storage tank.

The system was first optimized regarding the types of different nozzles and their set-ups but then the parameters remained unaltered through the subsequent tests so that comparative results could be attained. The type of nozzle, the gap between the nozzles, the alignment of the nozzles (angle to the vertical), the gap between the pipes and the pressure on the nozzle furthest away from the pump remained unchanged.

## 2.3 Ventilation

The tunnel is fitted with a system for longitudinal and semi-cross ventilation. Longitudinal currents of 1 to 6 m/s can be accomplished with the jet fans attached to the ceiling. The optional semi-cross ventilation expels up to 120 m<sup>3</sup>/s via a ventilation station at the northern end of the tunnel above the intermediate ceiling (air speed of up to 30 m/s). Fourteen ventilation flaps are installed in the ceiling between the tunnel and the exhaust duct – each with a gross cross-sectional area of 1.5 m<sup>2</sup>. The semi-cross ventilation is dimensioned for fires releasing up to around 30 MW of heat.

zwischen den Rohren und der Druck an der am weitesten von der Pumpe entfernten Düse.

### 2.3 Lüftung

Der Tunnel ist mit einer Ventilationsanlage für Längs- und Halbquerlüftung ausgestattet. Mit 6 an der Decke befestigten Strahlventilatoren können Längsströmungen von 1 bis 6 m/s realisiert werden. Die optional zuschaltbare Halbquerlüftung saugt über eine Lüftungsstation am nördlichen Ende des Tunnels oberhalb der Zwischendecke bis zu 120 m<sup>3</sup>/s Abluft ab (Luftgeschwindigkeiten bis zu 30 m/s). In der Decke zwischen Tunnel und Abluftkanal sind 14 Lüftungsklappen mit je 1,5 m<sup>2</sup> Bruttoquerschnittsfläche installiert. Die Halbquerlüftung ist für Brände bis rund 30 MW Wärme-freisetzung dimensioniert.

### 2.4 Feststoffbrände (Lkw-Brand)

Der Versuchsaufbau für einen Feststoffbrand (100 MW) bestand jeweils aus 408 Standard-Euro-Holzpaletten. Dies entspricht einem Gewicht von rund 9 t und einem Gesamtenergiegehalt von 110 bis 140 GJ. Die Brandlast hatte eine Länge von 10 m, eine Breite von 2,40 m und war damit in der äußeren Kubatur einem Lkw nachempfunden. In Tunnelängsrichtung war sie symmetrisch zum Nullpunkt platziert (Station U005 bis D005).

Ein Teil der Feststoffbrandversuche wurde auf einem Podest von rund 1,50 m Höhe durchgeführt, welches ungefähr die Höhe der Ladefläche eines Lkw widerspiegelt. Die Gesamthöhe mit Brandlast (H = 2,50 m) von 4 m entspricht der Höhe eines beladenen Lkw.

Ein weiterer Teil der Feststoffbrandversuche sollte die Situation in einem höheren Tunnel widerspiegeln (z.B. ein Tunnel mit reiner Längslüftung und einer deshalb größeren Höhe). Deshalb wurde die Brandlast nur auf einem Sockel von ca. 0,20 m platziert. Damit errechnet sich eine Gesamthöhe mit Brandlast von 2,70 m. Wenn die Oberkante des Sockels wieder die Oberkante der Ladefläche repräsentiert, entspräche dies einer Tunnelhöhe von 6,50 m (statt 5,20 m bei den anderen Versuchen).

Bei der Mehrzahl der Feststoffbrandversuche (11 von 15) wurden die Paletten mit einer PVC-Plane abgedeckt. Dies spiegelt einerseits eine realistische Situation im Straßenverkehr wider, bei der ein Brand auf der Ladefläche unter der Plane entsteht. Andererseits stellt dies ungünstige Randbedingungen für die Wassernebel-Brandbekämpfungsanlage dar, weil der Brand relativ lange vor dem von oben versprühten Wassernebel geschützt wird.

Um beim Abbrennen ein vorzeitiges Auseinanderbrechen des Palettenstapels zu verhindern, wurde dieser mit Stahlrahmen in Position gehalten. Die Strömungsbehinderung durch das Führerhaus wurde durch eine Stahlplatte vor den Paletten (im Anström-bereich) nachgebildet. Genau so wurden die heute üblichen, am Ende der Ladefläche eines Lkw angeordneten Türen durch eine Stahlplatte simuliert.

Zur Zündung der Palettenstapel wurden jeweils 3 Brandwannen gefüllt mit je 2 l Benzin verwendet. Dies entspricht einem Zündinitial von insgesamt ungefähr 400 kW.

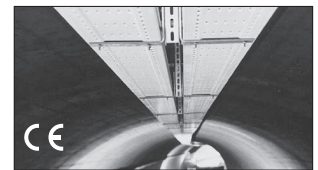
Zur Überprüfung, ob bei einem

### 2.4 Solid Matter Fires (Lorry Fire)

The test set-up for a solid matter fire (100 MW) in each case consisted of 408 standard Euro wooden pallets. This corresponds to a weight of some 9t with a total energy content of 110 to 140 GJ. The fire load was roughly 10 m long, 2.40 m wide and 2.50 m high thus resembling a lorry-load. In the tunnel's longitudinal direction it was set up symmetrically to the zero point (station U005 to D005).

Some of the solid matter tests were undertaken on a platform approx. 1.50 m in height, thus roughly corresponding to the height of a lorry's loading area.

The total height with fire load (H = 2.50 m) equalling 4 m corresponds to the height of a loaded lorry. Other solid matter tests were meant to simulate the situation in a higher tunnel (e.g. a tunnel with pure longitudinal ventilation and a correspondingly greater height). Consequently the fire load was placed on a platform only 0.20 m high. In this way an overall height of 2.70 m with fire load was attained. With the upper edge of the platform again representing the upper edge of the loading area, this corresponds to a tunnel height of 6.50 m (instead of 5.20 m as in the case of the other tests).



### Die sichere Rohr- und Kabelführung für Stollen, Bahn- und Strassentunnel von LANZ zu international konkurrenzfähigen Preisen:

- LANZ Weitspann-Multibahnen Kabelleiter nach IEC 61537. Bahnen für hohe Belastung und grosse Stützabstände.
- LANZ MULTIFIX Trägermaterial (pat.) C-Profil mit eingewinkelten, 5 mm verzahnten Flanken für die solide, abrutschsichere Montage von LANZ Weitspann-Mb und Rohrschellen.
- Elektro-Installationsrohre LANZ-ESTA Ø M16 – M63.
- MULTIFIX Rohrschellen (pat.) für Rohre Ø 15 mm – 115 mm.
- Handläufe mit Beleuchtung für max. Personensicherheit.

- ➔ Aus Stahl tauchfeuerverzinkt oder aus Stahl rostfrei A4 WN 1.4571 und 1.4539 für höchste Korrosionsresistenz.
- ➔ Geprüft für Funktionserhalt im Brandfall E 30 / E 90.
- ➔ Schockgeprüft 3 bar und Basisschutz.

Beratung, Offerte, rasche preisgünstige Lieferung weltweit von **lanz oensingen ag 4702 Oensingen** Tel. 062 388 21 21 e-mail [info@lanz-oens.com](mailto:info@lanz-oens.com) Fax 062 388 24 24

Mich interessieren ..... Bitte senden Sie Unterlagen.

Könnten Sie mich besuchen? Bitte tel. Voranmeldung!

Name / Adresse / Tel. \_\_\_\_\_

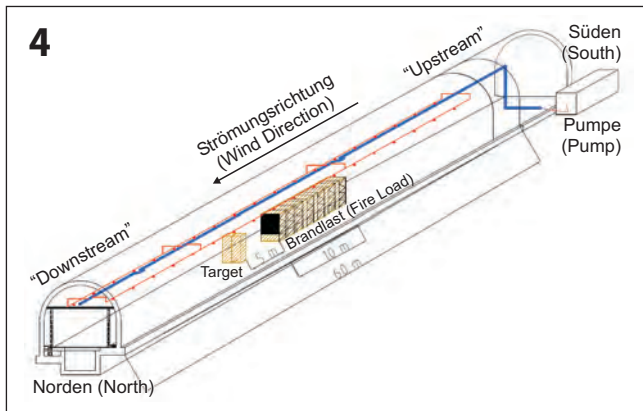
K4



**lanz oensingen ag**

CH-4702 Oensingen  
Telefon 062 388 21 21  
[www.lanz-oens.com](http://www.lanz-oens.com)

Südringstrasse 2  
Fax 062 388 24 24  
[info@lanz-oens.com](mailto:info@lanz-oens.com)



Wassernebel-Brandbekämpfungsanlage und Brandlastanordnung  
Water mist fire suppression system and fire load set-up

Brand ein Brandübersprung zwischen 2 Fahrzeugen stattfindet, wurde auf der Abstromseite - also in Strömungsrichtung hinter der Brandlast („Downstream“) - in 5 m Entfernung (bei Station D010) ein Palettenstapel aufgebaut („Target“). Dieser Palettenstapel hatte dieselbe Höhe und dieselbe Breite wie die Brandlast (Bild 4).

## 2.5 Flüssigkeitsbrände

Für die Flüssigkeitsbrände wurden Stahlwannen verwendet, die mit Diesel gefüllt waren. Je nach gewünschter Wärmefreisetzungsrate (z.B. 30, 60 oder 100 MW) wurde eine unterschiedliche Anzahl von 2,5 m breiten und 40cm hohen Wannen verwendet (je ca. 2 bis 4 m<sup>2</sup>, in Summe z.B. 16, 28 oder 51 m<sup>2</sup> Oberfläche), die mit 330, 630 bzw. 1.140 l Diesel befüllt waren. Zur Zündung wurde zusätzlich je Wanne 1 l Benzin verwendet.

## 2.6 Messsystem

Während eines Brandversuchs wurden die relevanten Messgrößen mit insgesamt 152 Sensoren im Tunnel alle 2 Sekunden aufgezeichnet. Zu den je nach Versuchsdauer bis ca. 350.000 pro Versuch aufgezeichneten Messwerten gehören:

- Temperatur
- Wärmestrahlung
- Luftgeschwindigkeit
- Gaskonzentration (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO)
- Druck und Durchflussrate der Brandbekämpfungsanlage
- Luftfeuchtigkeit

Bei jedem Versuch wurden die Wetterdaten außerhalb des Tunnels gemessen. Bei den Feststoffbränden wurde vor den Versuchen die Feuchtigkeit der Brandlast (Holz) ermittelt. Darüber hinaus wurden kontinuierlich mit Normal- und Infrarotvideoaufzeichnung das Temperaturfeld und die Sichtbedingungen festgehalten. Die Versuche wurden mit Fotos dokumentiert.

Mit den Temperaturmessungen wurde im Wesentlichen die Temperatur der Luft gemessen. Einige Messstellen waren so nah an einer Oberfläche angeordnet (Wand oder Zwischendecke), dass die dort erfassten Werte (auf der sicheren Seite liegend) auch als Oberflächentemperatur interpretiert werden können. Die reale Temperatur der Oberfläche lag jedoch unterhalb der so gemessenen Werte. Um Vergleichswerte für die Tempera-

For the majority of the solid matter tests (11 from 15) the pallets were covered by PVC sheeting. On the one hand this reflected a realistic situation in road traffic during which a fire occurs on the loading area beneath the sheeting. On the other this represents unfavourable conditions for the water mist fire suppression system because the fire is protected from the water mist sprayed from above for a lengthy period.

In order to prevent the stack of pallets breaking apart prematurely during the combustion phase steel frames were used to hold them in position. The obstacle to the flow of air presented by the driver's cab was simulated by a steel plate set in front of the pallets (in the oncoming air zone). In similar fashion the doors usually to be found at the end of the loading area were simulated by a steel plate.

In each case 3 fire trays were filled with 2 l of petrol. This corresponds to an ignition source of roughly 400 kW.

In order to discover whether a fire flashover occurs between 2 vehicles a stack of pallets was set up („target“) at a distance of 5 m (at station D010) downstream – in other words in the direction of flow behind the fire load. This stack of pallets possessed the same height and width as the fire load (Fig. 4).

## 2.5 Pool Fires

Steel trays, which were filled with diesel, were used for the pool fires. Depending on the desired heat release rate (e.g. 30, 60 or 100 MW) a varying number of 2.5 m wide and 40 cm high trays were used (each roughly 2 to 4 m<sup>2</sup>, in total e.g. 16, 28 or 51 m<sup>2</sup> surface area), which were filled with 330, 630 or 1,140 l of diesel. 1 l of petrol was additionally used per tray for ignition purposes.

## 2.6 Measurement System

During a fire test the relevant parameters were registered every 2 seconds with altogether 152 sensors in the tunnel. Depending on the test duration up to around 350,000 measurement values were recorded per test including:

- temperature
- heat radiation
- air speed
- gas concentration (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO)
- pressure and flow rate of the fire suppression system
- air humidity

For each test the weather data outside the tunnel were measured. Prior to the solid matter fires the humidity of the fire load (wood) was established. Furthermore the temperature field and the visibility conditions were constantly determined through normal and infra-red recordings. Photos were taken to document the tests.

By and large the temperature measurements were employed to measure the air temperature. Some measuring points were set up so close to a surface (wall or intermediate ceiling) that the values obtained there (lying on the safe side) can also be interpreted as surface temperature. However the real temperature of the surface actually lay beneath the values measured in this manner. In order to obtain comparative values for the temperature development within a structural component, a concrete slab was attached beneath the tunnel ceiling approx. 7.5 m behind the zero position (roughly 2.5 m behind the end of the fire load for solid matter fires). Five temperature sensors were installed in this slab at 1 cm gaps. In this way it was possible to establish the time-re-



turentwicklung innerhalb eines Bauteils zu erhalten, wurde ca. 7,5 m hinter der Nullposition (ca. 2,5 m hinter dem Ende der Brandlast bei Feststoffbränden) eine Betonplatte unter der Tunneldecke befestigt. In dieser Platte waren 5 Temperatursensoren im Abstand von 1 cm montiert. So konnte in unterschiedlichen Tiefen (ca. 1, 2, 3, 4 und 5 cm von außen/unten) die zeitabhängige Temperaturentwicklung im Material erfasst werden.

### 2.7 Versuchsablauf

Bei der Durchführung eines Brandversuchs wurde zunächst die Messdatenerfassung aktiviert sowie das Lüftungssystem gestartet und auf die geforderte Strömungsgeschwindigkeit

justiert. Anschließend wurde die Brandlast entzündet.

Bei Feststoffbränden wurde die Wasserdampfanlage in der Regel nach 4 Minuten aktiviert. Hierbei wurde davon ausgegangen, dass von der Entstehung bis zur Detektion eines Brandes 2 Minuten vergehen und nach weiteren 2 Minuten die vollständige Aktivierung der Wasserdampfanlage erfolgt ist. Bei Flüssigkeitsbränden erfolgte die Aktivierung der Anlage aufgrund der nahezu sofortigen Brandentwicklung bereits 30 Sekunden nachdem die letzte Brandwanne entzündet wurde.

Die Versuchsdauer und damit die Zeitdauer, in der sich der Brand – nur durch die Wasserdampfanlage beeinflusst

lating temperature development in the material at varying depths (approx. 1, 2, 3, 4 and 5 cm from outside/below).

### 2.7 Test Set-Up

When carrying out a fire test firstly the processing of the measurement data was activated and the ventilation system started and adjusted to the required flow speed. Subsequently the fire load was ignited.

For solid matter fires the water mist system was generally activated after 4 minutes. In this connection it was presumed that 2 minutes elapse between a fire breaking out until it is detected and a further 2 minutes until the water mist system is completely activated. In the case of pool fires the system was activated only

30 seconds following ignition of the last fire tray on account of the almost immediate fire development.

The fire duration and in turn the time period during which the fire could develop freely – influenced only by the water mist system – amounted to some 30 minutes. Then the fire was extinguished by the fire service. Only then was the water mist system switched off and the processing of the measurement data completed.

### 3 Evaluation of the Fire Tests

In the following the manner of working of the water mist system is explained taking the examples of 2 pool fires and 2 solid matter fires.



**Implenia® Gratulation zum längsten Tunnel!**



– frei entwickeln konnte, betrug rund 30 Minuten. Anschließend wurde der Brand durch die Feuerwehr gelöscht. Erst danach wurde die Wassernebelanlage abgeschaltet und abschließend die Messdatenerfassung beendet.

### 3 Auswertung der Brandversuche

An jeweils 2 Flüssigkeits- und 2 Feststoffbränden wird im Folgenden exemplarisch die Wirkungsweise der Wassernebelanlage veranschaulicht.

#### 3.1 Flüssigkeitsbrand

Bei den Flüssigkeitsbränden wird exemplarisch ein „kleiner“ Freibrand (ohne Aktivierung der Wassernebelanlage) mit einer geplanten Wärmefreisetzungsrate von 30 MW mit einem „großen“ Brand mit einer Wärmefreisetzung von 100 MW bei Einsatz einer Wassernebelanlage verglichen. Damit soll gezeigt werden, dass bei Einsatz von Wassernebel ein größerer Brand bei noch dazu ungünstigeren Lüftungsverhältnissen beherrscht werden kann.

Bei beiden Versuchen war die Längslüftung auf rund 3 m/s Strömungsgeschwindigkeit eingestellt. Beim Freibrand (30 MW) wurde zusätzlich die Halbquerlüftung aktiviert: Über den Rauchabsaugkanal oberhalb des Tunnels wurden 120 m<sup>3</sup>/s Rauchgase abgesaugt. Beim Einsatz der Wassernebelanlage (100 MW-Brand) waren die Düsen 5,0 m über der Fahrbahn positioniert. Die Wassernebelanlage wurde 30 Sekunden nach Entzündung der letzten Brandwanne gestartet (Bild 5). Die wesentlichen Randbedingungen der Versuche sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Schon während der Durchführung der zuvor beschriebenen Versuche war zu beobachten, dass beim Freibrand (30 MW) ein sogenanntes „Backlayering“ auftritt. Dabei bewegen sich unter der Decke heiße Brandgase entgegen der Längsströmung („Upstream“) und bewirken im oberen Bereich des Tunnelquerschnitts eine dichte Verrauchung (Bild 5). Die Messwerte für die Luftströmung zeigen deshalb 5 Minuten nach Zündung im oberen Bereich negative Werte und die gemessenen Temperaturen liegen bei knapp unter 200 °C (Bild 6). Demgegenüber zeigen die Messwerte für den Brand mit aktivierter Wassernebelanlage (100 MW-Brand) nur positive Geschwindigkeiten sowie niedrige Temperaturen

#### 3.1 Pool Fire

In the case of the pool fires a “small” free fire (without the water mist system being activated) with a planned heat release rate of 30 MW was compared exemplarily with a “large” fire with a heat release rate of 100 MW in conjunction with the activation of a water mist system. In this way it was intended to show that a larger fire can be controlled when water mist is used even when more unfavourable ventilation conditions are prevailing.

For both tests the longitudinal ventilation was set at roughly 3 m/s flow speed. In the case of the free fire (30 MW) the semi-cross ventilation was also activated: 120 m<sup>3</sup>/s of smoke gases were removed via the smoke extraction duct above the tunnel. When using the water mist

system (100 MW fire) the nozzles were positioned 5.0 m above the carriageway. The water mist system was started 30 seconds after the last fire tray was ignited (Fig. 5). Table 1 contains the essential marginal conditions for the tests.

Even during the execution of the previously described tests it could be observed that what is known as “backlayering” occurred during the free fire (30 MW). In this connection hot fire gases moved against the longitudinal flow (“upstream”) and caused a thick cloud of smoke in the upper sector of the tunnel cross-section (Fig. 5). As a result the measurement values for the air flow revealed negative values in the upper sector 5 minutes after ignition and the measured temperatures amounted to just



Flüssigkeitsbrand ca. 20 Sekunden nach Entzündung

Pool fire approx. 20 seconds after ignition

## Unschlagbar dicht

(ca. 15 °C, Umgebungstemperatur). Ein Backlayering konnte hier nicht beobachtet werden.

Kurz vor dem Ende des Versuchstunnels, 215 m hinter der Mitte der Brandlast, spielt weniger die Wassernebelanlage als vielmehr der Einsatz der Halbquerlüftung eine Rolle. Durch die Absaugung der Rauchgase beim Freibrand (30 MW) wird auch vom Ende des Tunnels her Außen-

below 200 °C (Fig. 6). On the other hand the measurement values for the fire with activated water mist system (100 MW fire) revealed only positive speeds as well as low temperatures (approx. 15 °C, surrounding temperature). No backlayering could be observed in this case.

Shortly before the end of the test tunnel, 215 m behind the middle of the fire load, the application of the semi-cross

		Freibrand 30 MW (Nr. 11060701, ohne Wassernebel)	Brandlast 100 MW (Nr. 11060601, mit Wassernebel)
Längslüftung, Strömungsgeschwindigkeit	[m/s]	3,0	3,0
Halbquerlüftung, Absaugvolumen	[m³/s]	120	–
Höhe UK Sprühkopf über Fahrbahn	[m]	–	5,00

Tabelle 1: Randbedingungen Flüssigkeitsbrände

		Fire load 30 MW (No. 11060701, without water mist)	Fire load 100 MW (No. 11060601, with water mist)
Longitudinal ventilation Flow speed	[m/s]	3,0	3,0
Semi-cross ventilation, Extraction volume	[m³/s]	120	–
Height upper edge of spraying head above carriageway	[m]	–	5,00

Table 1: Marginal Conditions for Pool Fires

luft angesaugt. Dies ist an den über die gesamte Höhe negativen Geschwindigkeitswerten erkennbar (Bild 7). Die Temperaturen entsprechen deshalb denen der Umgebung (ca. 15 °C).

Beim Versuch mit Wassernebel und nur mit Längslüftung (ohne Rauchabsaugung über die Zwischendecke, 100 MW) müssen die heißen Brandgase zwangsläufig am Portal ausgeblasen werden, sodass hier die nominelle Strömungsgeschwindigkeit von rund 3 m/s vorherrscht. Daneben sind die Lufttemperaturen mit 100 bis unter 200 °C höher als die Umgebungstemperaturen außerhalb des Tunnels. Dennoch ist hier der positive kühlende Effekt der Wassernebelanlage zu erkennen (Bild 7).

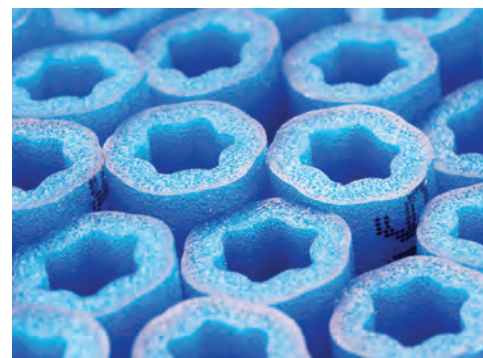
Beispielhaft zeigen die rund 45 m hinter der Mitte der Brandlast (D045) gemessenen Temperaturen den Kühleffekt des Wassernebels. Hatten die Heißgase am Entstehungsort (D005) noch Temperaturen zwischen 1.000 und 1.200 °C, so

ventilation has a role to play rather than the water mist system. Through the extraction of the smoke gases caused by the free fire (30 MW) outside air is also sucked in from the end of the tunnel. This is discernible from the negative speed values prevailing over the entire height (Fig. 7). As a consequence the temperatures correspond to those of the surroundings (approx. 15 °C).

During the test with water mist and only longitudinal ventilation (without smoke extraction via the intermediate ceiling, 100 MW) the hot fire gases must inevitably be blown out at the portal so that the nominal flow speed of about 3 m/s prevails here. Furthermore the air temperatures of 100 to 200 °C are higher than the surrounding temperatures outside the tunnel. Nonetheless the positive cooling effect of the water mist system is evident (Fig. 7).

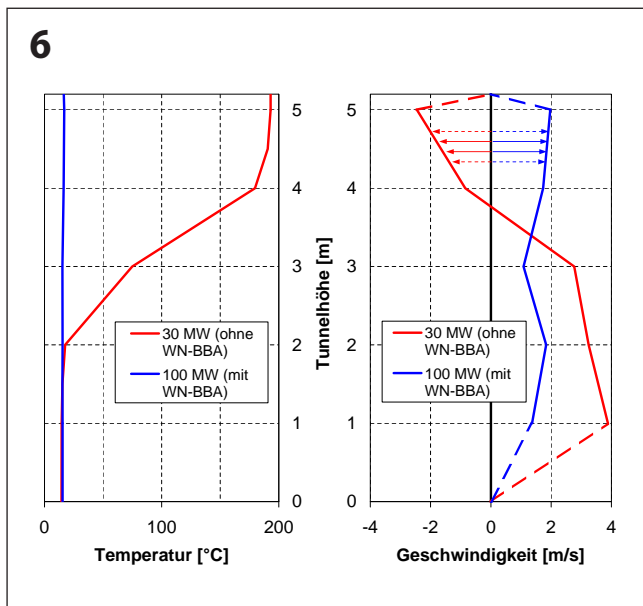
As an example the temperatures measured some 45 m behind the middle

Der Injektionsschlauch WaterproofX® 100 zur Betonabdichtung bietet ein optimales Verhältnis von Wandmaterial zu Volumen. Das Material lässt sich mit geringem Druck von 1 bar in den Beton einspritzen. Ein „Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis“ (AbP) bestätigt, dass WaterproofX® 100 auch für Überlängen (von bis zu 30 Metern) und Mehrfachinjektionen geeignet ist.



### WaterproofX® 100 hält dicht, ist robust und absolut sicher:

- hexagonaler Injektionskanal mit maximalem Kerndurchmesser von 8,3 mm. Dadurch ist auch die Injektion mit abrasiven Injektionsmaterialien möglich
- statische oder dichtende Verpressung
- Injektion mit Schaum, PUR, Epoxid, Gel, Ultrafeinstzement
- Einfach-/Mehrfachverpressung bis zu 30 m (geprüft)
- Abknicken des hexagonalen Querschnitts – praktisch nicht möglich
- vielfach geprüfte Sicherheit für jeden Anwendungsfall
- bauaufsichtlich geprüft (AbP)



Backlayering 45 m vor der Brandlast (U045) 5 Minuten nach Zündung, Luftströmungsgeschwindigkeit und Temperaturen im Vergleich

Backlayering 45 m in front of the fire load (U045) 5 minutes after ignition, air flow speed and temperature in comparison

waren bei D045 nur noch Temperaturen von maximal rund 300 °C zu messen (Bild 8). Darüber hinaus war bei Einsatz der Wassernebelanlage der Brand in den meisten Wannen verloschen, obwohl noch nicht die gesamte Brandlast verbrannt war.

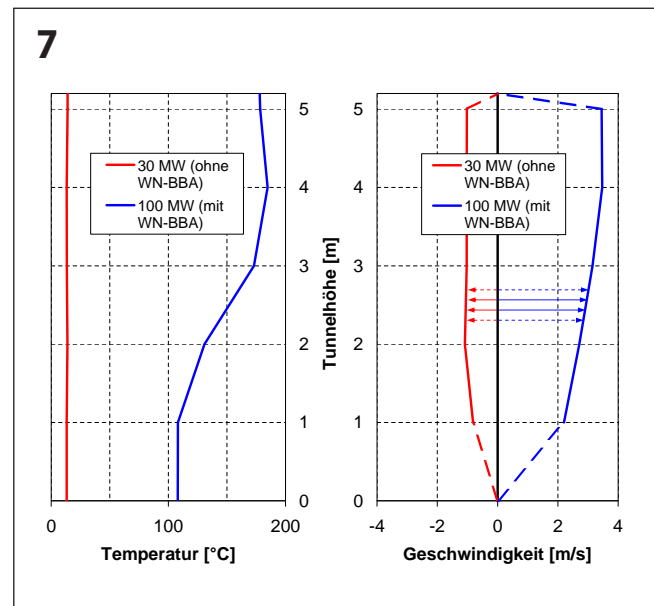
### 3.2 Feststoffbrände

Bei den Feststoffbränden wird exemplarisch ein Brand mit der üblichen Auslöseverzögerung der Wassernebelanlage (4 Minuten nach Entzündung der Brandlast) mit einer verzögerten Auslösung der Anlagen (12 Minuten nach Entzündung) verglichen. Die planmäßige Wärmefreisetzungsrate betrug wie bei allen durchgeführten Feststoffbränden 100 MW. Die Höhe der Brandlast maß insgesamt 4,0 m (einschließlich Sockel von 1,5 m Höhe). Beide Brandlasten waren mit einer PVC-Plane abgedeckt.

Bei beiden Versuchen war die Längslüftung auf rund 3 m/s Strömungsgeschwindigkeit

eingestellt. Beim Brand mit der üblichen Auslöseverzögerung der Wassernebelanlage (4 Minuten nach Zündung der Brandlast) wurde zusätzlich die Halbquerlüftung aktiviert: Über den Rauchabsaugkanal oberhalb des Tunnels wurden 120 m<sup>3</sup>/s Brandgase abgesaugt. Die Düsen der Wassernebelanlagen waren 5,0 m über der Fahrbahn positioniert. Die wesentlichen Randbedingungen der Versuche sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Vergleicht man die Temperaturentwicklung unter der Zwischendecke unmittelbar im Brandlastbereich (3 m hinter der Mitte der Brandlast, D003), so ist deutlich der Zeitpunkt der Aktivierung der Wassernebelanlage zu erkennen. Beim Versuch mit der üblichen Aktivierungszeit (4 Minuten) steigt die Temperatur unter der Zwischendecke bis auf nahezu 300 °C, um nach der Aktivierung wieder auf rund 50 °C abzusinken (Bild 9). Qualitativ der gleiche Temperaturverlauf



Luftströmungsgeschwindigkeit und Temperaturen kurz vor Ende des Versuchstunnels (D215) 5 Minuten nach Zündung

Air flow speed and temperatures just before the end of the test tunnel (D215) 5 minutes after ignition

of the fire load (D045) reveal the cooling effect of the water mist. If the hot gases at the fire source (D005) had still possessed temperatures of between 1,000 and 1,200 °C then temperatures of only a maximum of 300 °C would have been measured at D045 (Fig. 8). Furthermore the fire in most trays would have been extinguished given the application of the water mist system although the entire fire load had still not burned.

### 3.2 Solid Matter Fires

For the solid matter fires an example is provided taking the form of a fire with the customary delay in activating the water mist system (4 minutes after igniting the fire load) compared with delayed activation of the systems (12 minutes after ignition. As in the case of all solid matter fires undertaken the scheduled heat release rate amounted to 100 MW. The height of the fire load amounted to 4.0 m (including the 1.5 m high platform). Both

fire loads were covered with PVC sheeting.

The longitudinal ventilation was set at roughly 3 m/s flow speed for both tests. For the fire involving the customary delay in activating the water mist system (4 minutes after igniting the fire load) the semi-cross ventilation was additionally activated: 120 m<sup>3</sup>/s of fire gases was expelled via the smoke exhaust duct above the tunnel. The water mist system's nozzles were positioned 5.0 m above the carriageway. Table 2 provides the essential marginal conditions for the tests.

If one compares the temperature development beneath the intermediate ceiling directly in the fire load zone (3 m behind the middle of the fire load, D003) the time point of activation of the water mist system is clearly evident. In the test with the customary activation time (4 minutes) the temperature beneath the intermediate ceiling increases to almost 300 °C only to drop back to around 50 °C fol-

ist auch beim Versuch mit verlängerter Vorbrenndauer zu sehen. Allerdings steigt die Temperatur unter der Zwischendecke bis zur Aktivierung der Wasserdampfanlage bis auf knapp über 1.000 °C an. Nach Aktivierung fällt auch hier die Temperatur, allerdings erwartungsgemäß nicht so tief wie beim vorherigen Versuch, sondern „nur“ bis auf ca. 370 °C (Bild 9).

Die in Bild 9 dargestellten Temperaturen unter der Zwischendecke im direkten Brandbereich erreichen mehrere Minuten nach Aktivierung der Wasserdampfanlage – nach dem zuvor beschriebenen vorübergehenden Abfall – wieder Werte zwischen 800 und 900 °C. Diese Temperaturen sind jedoch unterhalb der De-







Auslöseverzögerung Wasserdampfanlage		4 Minuten (Nr. 11061401)	12 Minuten (Nr. 11062401)
Brandlast (rechnerisch)	[MW]	100	100
Höhe OK Brandlast (mit PVC-Plane)	[m]	4,00	4,00
Längslüftung, Strömungsgeschwindigkeit	[m/s]	3,0	3,0
Halbquerlüftung, Absaugvolumen	[m <sup>3</sup> /s]	120	–
Höhe UK Sprühkopf über Fahrbahn	[m]	5,00	5,00

Tabelle 2: Randbedingungen Feststoffbrände

Delay in activation for water mist system		4 minutes (No. 11061401)	12 minutes (No. 11062401)
Fire load (calculated)	[MW]	100	100
Height of upper edge fire load (with PVC sheeting)	[m]	4,00	4,00
Longitudinal ventilation, Flow speed	[m/s]	3,0	3,0
Semi-cross ventilation, Exhaust volume	[m <sup>3</sup> /s]	120	–
Height of upper edge spraying head above carriageway	[m]	5,00	5,00

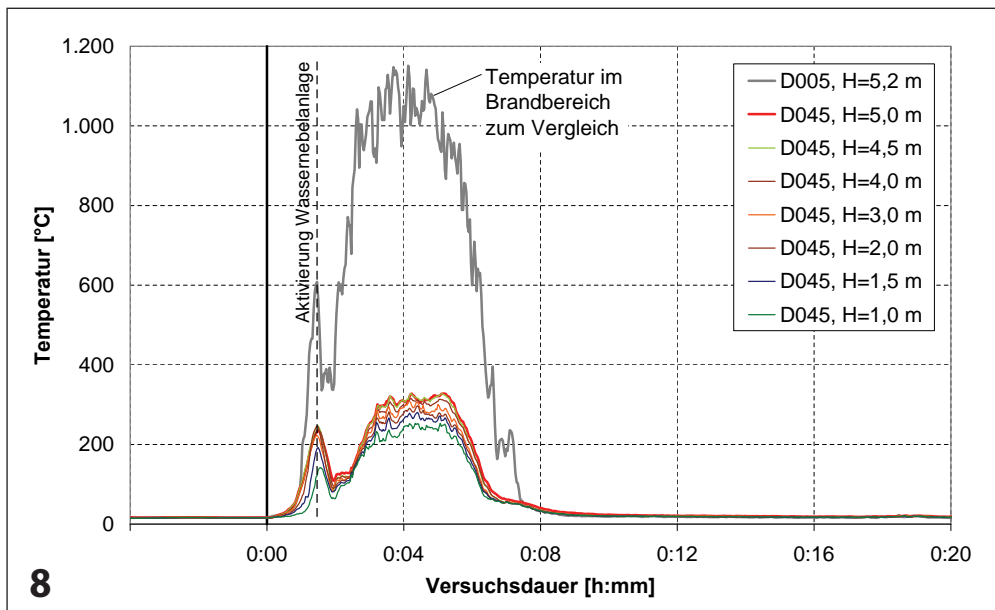
Table 2: Marginal Conditions for Solid Matter Fires

# TUNNEL LINING SYSTEMS

-  Langlebige Tunnelbahnen aus Polyolefinen Werkstoffen
-  Easy Fix - Innovative Befestigungssysteme bis zu einer Breite von 4 m
-  Hot-Melt-System
-  Hot-Air-System
-  Velcro System
-  Fugenbandprofile mit integrierter Halterung für Injektionsschläuche

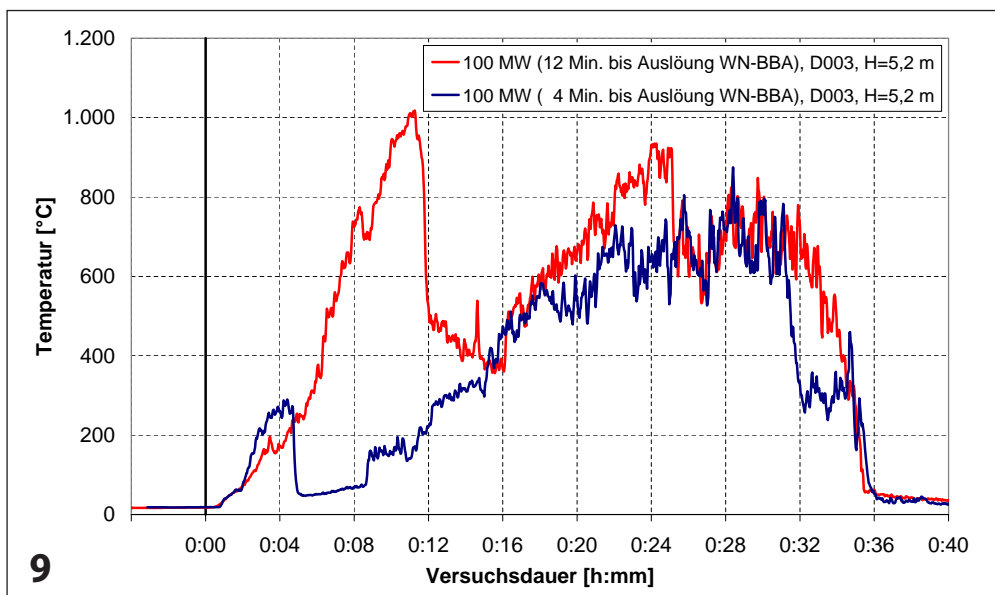
AGRU Kunststofftechnik  
Ing. Pesendorferstraße 31 • A-4540 Bad Hall  
tel.: +43 (0) 7258 790-0 • fax.: +43 (0) 7258 3863  
mail: office@agru.at • www.agru.at





8 Temperaturen im Querschnitt 45 m hinter der Mitte der Brandlast (100 MW-Brand mit Wassernebel)

Temperatures in the cross-section 45 m behind the middle of the fire load (100 MW fire with water mist)



9 Temperaturen unter der Zwischendecke im Bereich der Brandlast (3 m hinter der Mitte der Brandlast)

Temperatures beneath the intermediate ceiling in the fire load zone (3 m behind the middle of the fire load)

cke gemessen worden und sind durch direkten Kontakt mit den Flammen zu erklären. Sie können deshalb nicht ohne Weiteres zur Beurteilung der Wirksamkeit der Wassernebelanlage herangezogen werden.

Deutlicher und repräsentativer ist der positive Effekt der Wassernebelanlage im Querschnitt 10 m hinter der Brandlast erkennbar (15 m hinter

der Mitte der Brandlast, D015, Bild 10). Nach 4 Minuten ist die Temperatur im oberen Bereich (auf 5,0 m Höhe, also 0,2 m unter der Zwischendecke) auf 150 bis 175 °C angestiegen. Nach Aktivierung der Wassernebelanlage (beim Versuch mit 4-minütiger Vorbrennzeit) fällt die Temperatur auf unter 40 °C. In den nächsten Minuten steigt sie dann auf ca. 60 °C. Beim

lowing activation. Qualitatively speaking the same temperature course can also be discerned in the case of the test with extended ignition duration. However the temperature beneath the intermediate ceiling increases to just below 1,000 °C until the water mist system is activated. After activation here too the temperature drops albeit as expected not so steeply as during

the previous test – but “only” to around 370 °C (Fig. 9).

The temperatures presented in Fig. 9 beneath the intermediate veiling in the direct fire zone again regain values of between 800 and 900 °C several minutes after the water mist system is activated – following the previously described drop. These temperatures are however measured beneath the ceiling and can be explained by their direct contact with the flames. Consequently they cannot as such be taken to assess the efficacy of the water mist system.

The positive effect of the water mist system in the cross-section 10 m behind the fire load (15 m behind the middle of the fire load, D015, Fig. 10) can be recognised as clearer and more representative. After 4 minutes the temperature in the upper zone (at a height of 5 m, in other words 0.2 m beneath the intermediate ceiling) rises to 150 to 175 °C. After activating the water mist system (in the test with 4-minute ignition time) the temperature drops to roughly 60 °C. In the test with extended ignition period (12 minutes) the temperature first increases unchanged and at the time point when the water mist system is activated reaches about 650 °C. After the system is activated it drops rapidly to reach some 65 °C.

In addition to the measurement values obtained the target (stack of pallets, see above) set up 5 m away from the fire load also displays the effect the water mist system possesses in suppressing the fire. Both after the fire with a delay in ignition lasting 4 minutes as well as the fire with a 12 minute long delay in ignition the target was unharmed (Fig. 11) – only revealing traces of soot – although the

Versuch mit verlängerter Vorbrennzeit (12 Minuten) steigt die Temperatur zunächst un- vermindert weiter und erreicht zum Zeitpunkt der Aktivierung der Wassernebelanlage rund 650 °C. Nach Aktivierung der Anlage fällt sie rapide auf ca. 65 °C ab.

Neben den erfassten Messwerten zeigt auch das in 5 m Entfernung zur Brandlast angeordnete Target (Palettenstapel, s.o.) die ausmaßmindernde Wirkung einer Wassernebelanlage. Sowohl beim Brand mit 4-minütiger als auch beim Brand mit 12-minütiger Auslöserverzögerung war das Target unversehrt (Bild 11) und wies lediglich Rußspuren auf, obwohl

die Brandlast nahezu vollständig verbrannt war (beim Brand mit 4-minütiger Vorbrennzeit waren 80 % der Paletten verbrannt, der Rest war größtenteils verkohlt; beim Brand mit 12-minütiger Vorbrennzeit waren die Paletten vollständig verbrannt).

### 3.3 Bewertung der Ergebnisse

Die dargestellten Versuchsergebnisse zeigen, dass eine Wassernebelanlage die Entwicklung sowohl von Feststoffbränden als auch Flüssigkeitsbränden positiv beeinflussen kann. In beiden Fällen übt der Wassernebel eine kühlende Wirkung auf die Brandlast und auf die Umgebung aus, sodass die Temperaturen weni-

ger als ohne Wassernebel ausfallen (die Brandlast wurde fast vollständig verbrannt (im Falle der Brandlast mit einer Verzögerung der Zündung nach 4 Minuten 80 % der Paletten hatten gebrannt, der Rest war größtenteils verkohlt; die Paletten wurden im Falle der Brandlast mit einer 12-minütigen Verzögerung der Zündung vollständig verbrannt)).

### 3.3 Assessing the Results

The presented test results reveal that a water mist system can positively influence the development of solid matter fires as well as pool fires. In both cases the water mist has a cooling effect on the fire load and on the environment so that the temperatures increase less rapidly. This effect makes itself felt first and foremost a few

metres behind the fire load (in the direction of flow). In this way the danger of fire flashing over to other vehicles – as the "targets" showed – is reduced to a great extent. Furthermore the lower temperatures around the fire first make it possible for the fire service to tackle the blaze.

Generally it is important to activate the system as soon as possible so that the positive cooling effect sets in at an early stage. In this way structural damage resulting from temperature is confined to a relatively small zone or even totally avoided. In this connection the size of the fire load (e.g. 100 MW) represents only a subordinated criterion in assessing the outcome.

**PENELL GmbH**  
Bahnhofstrasse 32  
D-64372 Ober-Ramstadt  
☎ +49.(0)6154.6251-0  
Fax +49.(0)6154.51269  
E-Mail info@penell-gmbh.de



**SYNCHRO PLUS Ges.m.b.H.**  
Oberallach 2  
A-9852 Trebesing (K)  
☎ +43.(0)664.2008440  
Fax +43.(0)4732.37044  
E-Mail info@synchro-plus.eu

## Wir sind IHR PARTNER in Fragen der Elektroversorgung.

Lösungsvorschläge - nach Ihrer Aufgabenstellung - Planung, Beratung sowie der Verkauf von

- Kabelsystemen & Konfektionierung
- Schaltanlagen
- Erdungsanlagen
- Beleuchtungsanlagen
- Klima- und Haustechnik
- z. B.: - Telefon- und Rufanlagen
- Antennenanlagen
- Elektronikbauteilen

gehören zu unserem Liefer- und Leistungsprogramm.

Wir haben umfangreiche Erfahrungen auf dem Gebiet der Elektroprojektierung, z.B. in den folgenden Bereichen:

- Tunnel-, Hoch- und Tiefbau
- NS- und MS-Schaltanlagen bis 42 kV
- Aggregate und Notbeleuchtung
- Industrieanlagen, Überwachungsanlagen
- Schulen, Freizeit- und Sportstätten
- Krankenhäuser

Gerne unterbreiten wir Ihnen ein unverbindliches Angebot und stellen unsere Leistungsfähigkeit unter Beweis.

**Nutzen Sie unseren 24h-Lieferservice. Ein Notdienst ist auch an Sonn- und Feiertagen für Sie bereit.**

**SYNCHRO PLUS GmbH**  
Montageplatz  
D-03130 Haidemühl  
☎ (035751) 15345  
Fax (035751) 15346  
E-Mail synchro.plus@t-online.de  
Internet www.synchroplus.de

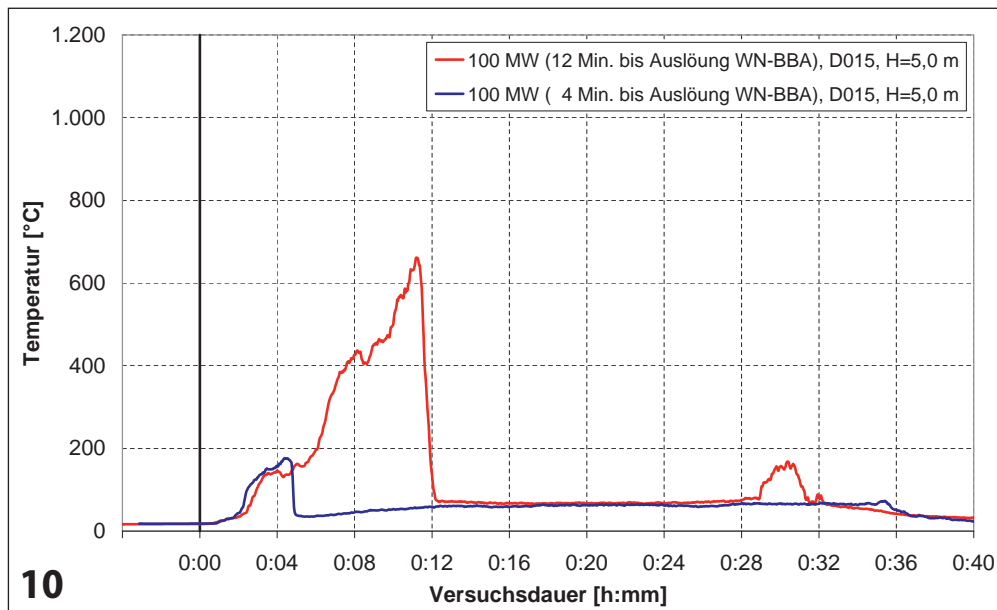
Unsere Monteure sind sofort vor Ort einsetzbar mittels eigener Meß-, Vulkanisations- und Spulwagen.  
Unsere Monteure sind spezialisiert und qualifiziert in den Bereichen Niederspannung, Mittel- und Hochspannung und LWL.  
Genauere Informationen über uns und unser Leistungsspektrum finden Sie auf unserer Internetseite.

**Unser Bereitschaftsdienst steht Ihnen auch an Sonn- und Feiertagen zu Ihrer Verfügung.**



### Energietechnik & Montagen

- von 1 kV bis 330 kV
- Kabel · Leitungen · Fernmelde · LWL
- Muffen · Endverschlüsse · Verlegung
- Vulkanisation · Mantelreparaturen
- Steckermontagen · Cadweld-Muffen
- Prüfungen · Fehlerortungen



10 Temperaturverlauf unter der Zwischendecke 10 m hinter der Brandlast  
Temperature curve beneath the intermediate ceiling 10 m behind the fire load

ger schnell ansteigen. Besonders positiv macht sich dieser Effekt einige Meter hinter der Brandlast bemerkbar (in Strömungsrichtung). Damit wird die Gefahr des Brandübersprungs auf andere Fahrzeuge – wie es die „Targets“ gezeigt haben – sehr stark reduziert. Darüber hinaus wird durch die geringeren Temperaturen im Brandumfeld ein Löschangriff durch die Feuerwehr oft überhaupt erst möglich.

Generell ist es wichtig, die Anlage möglichst früh zu aktivieren, weil sich so die positive Wirkung der Kühlung früher entfaltet. Damit werden temperaturbedingte Bauwerkschäden auf einen relativ kleinen Bereich eingegrenzt oder sogar vollständig vermieden. Die Größe der Brandlast (z.B. 100 MW) stellt dabei nur noch ein untergeordnetes Kriterium zur Bewertung der Folgen dar.

Insbesondere bei den beschriebenen Flüssigkeitsbränden wurde beobachtet, dass durch den Einsatz der Wassernebelanlage die Rauchen-

entwicklung deutlich reduziert werden konnte. So trat bei dem durchgeführten Brandversuch mit 30 MW Energiefreisetzung und aktivierter Halbquerlüftung (Rauchabsaugung über die Zwischendecke), aber ohne den Einsatz einer Wassernebelanlage ein deutliches Backlayering auf. Mit Aktivierung der Wassernebelanlage konnte selbst bei einem Brand mit 100 MW Energiefreisetzung auch ohne Halbquerlüftung das Backlayering verhindert werden. Dies zeigt deutlich, dass bei Einsatz einer Wassernebelanlage auch Brände beherrscht werden können, für die die vorhandene Lüftung eigentlich nicht ausgelegt ist.

#### 4 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen des Forschungsvorhabens SOLIT2 wurden im Mai und Juni 2011 mehr als 30 Großbrandversuche durchgeführt. In Summe sind rund 6.000 Euro-Paletten für Feststoffbrände und ungefähr 8.000 l Diesel für Flüssigkeitsbrände verbrannt worden. Für

velopment of smoke could be considerably reduced. Thus obvious backlayering occurred in the case of the fire tested carried out with 30 MW energy release rate and activated semi-cross ventilation (smoke removal via the intermediate ceiling) – but without the application of a water mist system. Backlayering could be prevented also in the case of a fire with 100 MW energy release rate even without semi-cross ventilation. This clearly shows that when a water mist system is applied even fires for which the existing ventilation is not designed can be mastered.

#### 4 Summary and Outlook

Within the scope of the SOLIT2 research project more than 30 major fire tests were carried out in May and June 2011. Altogether some 6,000 Euro pallets for

It was observed in particular in the case of the described pool fires that through the application of the water mist system the de-

Unbeschädigtes Target nach Ende des Brandversuchs (100 MW-Brand, 12-minütige Auslöseverzögerung der Wassernebelanlage)

Undamaged target after the conclusion of the fire test (100 MW fire, 12-minute delay in activating the water mist system)






den Betrieb der Wasserdampf-Brandbekämpfungsanlage und für die Löscharbeiten durch die Feuerwehr wurden 1.200 m<sup>3</sup> Wasser verbraucht.

Mithilfe der durchgeführten Versuche konnte zum Ersten die Wirksamkeit von Wasserdampf-Brandbekämpfungsanlagen in Straßentunneln nochmals bestätigt werden. Zum Zweiten konnten wichtige Daten gewonnen werden, mit denen die Entwicklung mathematischer numerischer Modelle zur Abbildung der komplexen Vorgänge beim Einsatz von Wasserdampf im Brandbereich nachgebildet werden kann. Zum Dritten wurden reale Daten gewonnen, die für die Beurteilung von Kompensationsmöglichkeiten bei

Einsatz von Wasserdampfanlagen gebraucht werden.


Die Versuche haben gezeigt, dass durch den Einsatz der Wasserdampfanlage die Fremddrehung unterstützt wird, indem eine unmittelbare Annäherung auch an sehr große Brände (z.B. 100 MW) möglich wird. So wird ein Löschangriff der Einsatzkräfte effektiv unterstützt bzw. bei Großbränden überhaupt erst möglich.

Die positiven Versuchsergebnisse belegen, dass das angestrebte Kompensationspotenzial technisch vorhanden ist. Die finanzielle Bewertung der Kompensation im Rahmen einer Lebenszykluskostenberechnung wird in den nächsten Monaten erfolgen. 

solid matter fires and approx. 8,000 l of diesel for pool fires were burned. 1,200 m<sup>3</sup> of water was used for operating the water mist fire suppression system and for the extinguishing operations tackled by the fire service.

With the help of the executed tests firstly the efficacy of water mist fire suppression systems in road tunnels could be reconfirmed. Secondly important data were gained by means of which the development of mathematical-numerical models to simulate the complex processes involved in applying water mist in fire zones could be construed. Thirdly real data were obtained, which can be used for assessing compensation possibilities when applying water mist systems.

The tests have revealed that through applying water mist systems external rescue is supported by enabling even very large fires (e.g. 100 MW) to be approached. Thus efforts to extinguish the blaze on the part of the emergency services are effectively supported or made at all possible in the case of major fires.

The positive test results confirm that the compensation potential strived for is technically available. The financial evaluation of compensation within the scope of a life cycle cost calculation will take place within the next few months. 

**Bochumer Eisenhütte  
Heintzmann**



**STUVA** Berlin 6. – 8.12., Halle: 20; Stand D101



**Bergbau, Tunnelbau – Mining, Tunnelling**

**TH-, GI-, HEB- und Sternprofile**

TH-, GI-, HEB- and Star-Profile

**2-, 3- und 4-Gurt-Gitterträger**

2-, 3- and 4-bar Lattice Girders

**Sonderkonstruktionen für Großräume**

Special Construction for big excavation areas

**Ankersysteme – Bolting System**

**Jackpots und Donuts – Jackpots and Donuts**

**Stachelemente – Stress Controller**

**Wärmebehandlung – Heat Treatment**

**Verstellbarer, nachgiebiger Tübbingausbau**



**HEINTZMANN** | Group

**Für den  
weltweiten Außendienst**

**suchen wir den/die engagierte/n  
Export-Leiter/in**

Wir freuen uns auf Ihre aussagekräftige Bewerbung!  
Schicken Sie uns Ihre Unterlagen an:  
Bochumer Eisenhütte GmbH & Co. KG,  
Herrn Klocke, Klosterstraße 46,  
44787 Bochum oder per mail: klocke@be-heico.de.



Klosterstraße 46 . 44787 Bochum, GERMANY . Tel.: + 49 (0) 234 - 9118 - 0  
Fax: + 49 (0) 234 - 9118 - 228 www.be-heico.de . email: info@be-heico.de

## Schnittstellenoptimierung bei Schildvortrieben in Sochi

Im russischen Sochi laufen die Vorbereitungen für die Olympischen Winterspiele 2014 auf Hochtouren. Hierzu gehört auch die Realisierung umfangreicher Infrastruktur-Baumaßnahmen. Die Besonderheiten bei der Umsetzung der Tunnelvortriebe wird im folgenden Beitrag an einem Beispiel dargestellt, das ihm Rahmen der STUVA-Tagung 2011 in Berlin ebenfalls vorgestellt wurde.

Im russischen Sochi werden die olympischen Winterspiele im Jahr 2014 mit Hochdruck vorbereitet. Neben dem Bau von Sportstätten und Unterkünften entsteht eine hochmoderne leistungsfähige Verkehrsinfrastruktur. Zur Erschließung des Gebietes werden zwischen der Schwarzmeerküste und dem Skigebiet Alpika-Servis im

**Dr.-Ing. E.h. Martin Herrenknecht; Dr.-Ing. Gerhard Wehrmeyer,**  
Herrenknecht AG, Schwanau/D

Kaukasus eine kombinierte Eisenbahnlinie und Schnellstraße gebaut, die das Kernstück der Verkehrsinfrastruktur darstellt. Auf der 48 km langen Strecke zwischen dem Flughafen Adler und der Skistation Krasnaja Poljana werden 6 der insgesamt 12

## Optimising Interfaces for Shield Drives in Sochi

The preparations for the 2014 Winter Olympics are forging ahead in Sochi in Russia. This includes the accomplishing of extensive infrastructural building measures. The following report, which was also presented at the 2011 STUVA Conference in Berlin, looks into the special features associated with the tunnel drives based on an example.

Preparations are in full swing for the 2014 Winter Olympics in Sochi, Russia. Apart from sports facilities and accommodation, an ultra-modern and efficient traffic infrastructure is also being built. In order to develop the area, a railway line and highway combi-

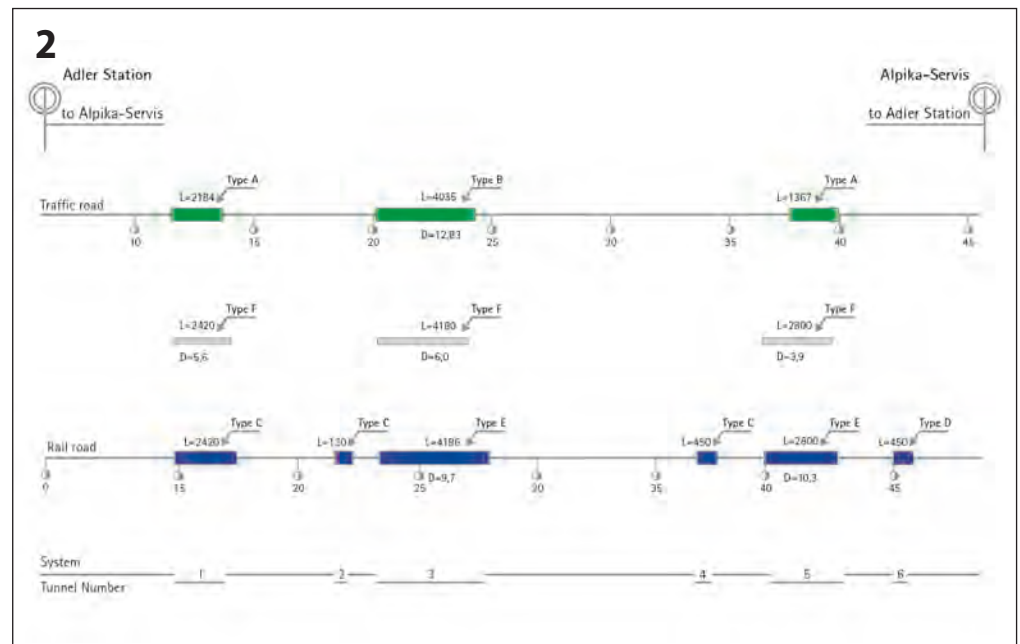
nation is being built between the Black Sea coast and the Alpika-Servis ski resort in the Caucasus which represents the core piece of the traffic infrastructure. Along the 48 km route between Adler Airport and the Krasnaya Polyana ski resort, 6 of a total of 12 tunnels extending more than 20 km are being mechanically driven. In the complex geology, an EPB Shield with a diameter of 10.62 m is being deployed for railway tunnel no. 5 and a single-shield TBM with a diameter of 13.21 m for road tunnel no. 3.

The tight realization schedule for this major project makes high operative demands on the construction companies. To comply with this challenge in an optimum manner, the individual technical equipment and systems involved in and around the tunnel must be perfectly coordinated to achieve the primary goal of high and consistent production output. With its full-range concept, Herrenknecht is moving closer to this goal. Apart from cutting-edge tunnel boring machines, additional equipment and services



Tunnel mit einer Gesamtlänge von mehr als 20 km maschinell aufgeföhren. In der komplexen Geologie kommt für den Eisenbahntunnel Nr. 5 ein Erddruckschild mit einem Durchmesser von 10,62 m und für den Straßentunnel Nr. 3 ein Einfachschild mit einem Durchmesser von 13,21 m zum Einsatz.

Der eng gesteckte Realisierungszeitplan dieses Großprojektes stellt hohe operative Anforderungen an die bauausführenden Unternehmen. Um dieser Herausforderung optimal zu entsprechen, müssen die einzelnen technischen Einrichtungen und Systeme, die am und um den Tunnelvortrieb beteiligt sind, ideal aufeinander abgestimmt sein, um das primäre Ziel einer hohen, durchgängigen Produktionsleistung erreichen zu können. Herrenknecht kommt diesem Ziel mit seinem Full-Range-Konzept näher. Neben modernen Tunnelvortriebsmaschinen wurde zusätzliches Equipment aus dem eigenen Haus und Servicedienstleistungen für das Großprojekt zur Verfügung gestellt. So lieferte die Herrenknecht Tochter H+E Logistik 3 maßgeschneiderte Bandanlagen, die einen schnellen Transport des Abraums



Übersicht Tunnel Adler – Alpika Servis

Overview of Adler Tunnel – Alpika Servis

garantieren. Um die Baustelle just in time mit Tübbing zu versorgen, wurde von der Herrenknecht subsidiary H+E Logistik Formwork Technology GmbH die derzeit größte Tübbingfabrik der Welt konzipiert und geliefert. Weitere Baustelleneinrichtungen wie Portalkräne, Multi-Service-Fahrzeuge, Kühltürme und Mörtelmischanlagen sowie Servicepersonal wurden ebenfalls zur Verfügung gestellt. Die Optimierung von technischen und operativen Schnittstellen ist das Resultat.

have also been made available for this major project. Herrenknecht subsidiary H+E Logistik, for example, has supplied 3 tailor-made conveyor plants guaranteeing fast transport of the excavated material. In order to supply the site just in time with segments, Herrenknecht Formwork Technology GmbH has designed and delivered the world's largest segment factory. Other site equipment such as gantry cranes, multi-service vehicles, cooling towers and grout mixers as well as service personnel has

also been made available. The result is optimized technical and operative interfaces.

## 1 Project

On the occasion of the 2014 Winter Olympics in Sochi, an efficient traffic infrastructure is currently being built on the Russian side with the aim of creating optimum connections between the various venues. Accordingly, one project involves a road and rail combination extending 21 km between Adler Airport and the Alpika-Servis ski resort as

Maschinen  
Stahlbau



Dresden  
Holding der Herrenknecht AG

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

Ihr Spezialist für

# Schachtinstallationen in jedem Winkel.

Besuchen Sie uns für weitere Lösungen  
unter [www.msd-dresden.de](http://www.msd-dresden.de)

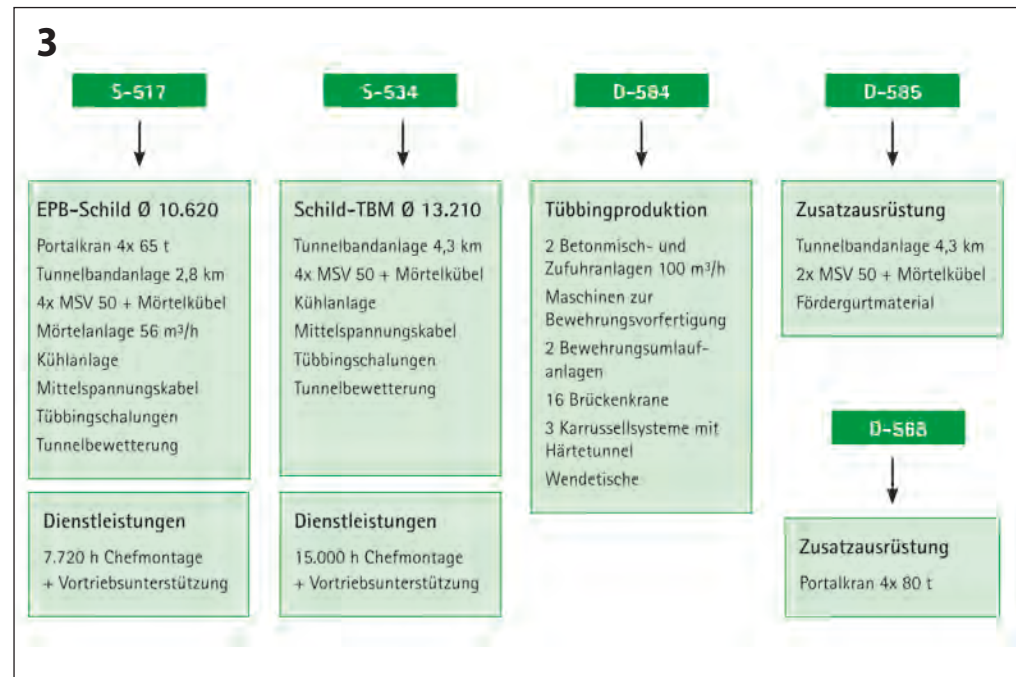


Schrägschacht St. Petersburg, Schachtinstallationen und Logistik.

## 1 Projekt

Für die olympischen Winterspiele 2014 in Sotchi erfolgt von russischer Seite gegenwärtig die Schaffung einer leistungsfähigen Verkehrsinfrastruktur, um die verschiedenen Austragungsstätten optimal mit einander zu verbinden. So wird u.a. eine kombinierte Straßen- und Eisenbahnverbindung über 21 km Länge zwischen dem Flughafen Adler und dem Skigebiet Alpika-Servis als Austragungsort der alpinen Wettbewerbe nahe dem Gebirgsort Krasnaja Poljana gebaut (Bild 1). Aufgrund der gebirgigen Topologie des Kaukasus sind dazu diverse Ingenieurbauwerke, d.h. insgesamt 12 Tunnel in maschineller und bergmännischer Bauweise sowie mehrere Brücken erforderlich. Im Bereich der erforderlichen Tunnelbauwerke erfolgt die Bündelung der verschiedenen Verkehrsträger durch eine jeweils außen liegende zweispurige Schnellstraße und eine zweigleisige Eisenbahnlinie. Zur Versorgung der Verkehrstunnel ist in der Mitte dazwischen jeweils ein Servicetunnel angeordnet. Dieses Grundprinzip wurde bei den Tunneln Nr. 1 (Tunnellängen 2.184 bis 2.420 m), Nr. 3 (Tunnellängen 3.169 bis 4.565 m) und Nr. 5 (Tunnellängen 1.367 bis 2.864 m) angewendet. Aufgrund der systembedingt geringeren Steigfähigkeit der Eisenbahn benötigt die Eisenbahnverbindung 3 weitere kürzere Tunnel (Bild 2).

In der Ursprungsplanung der russischen Auftraggeber war vorgesehen, die Vortriebsmaschine mit Erddruckschild (EPB) S-517 (10,62 m Durchmesser) von Herrenknecht für den Tunnel Nr. 4 (2 x 4.150 m) einzusetzen,



Leistungs- und Lieferumfang Herrenknecht für Großprojekt Sotchi

Scope of services supplied by Herrenknecht for the Sochi major project

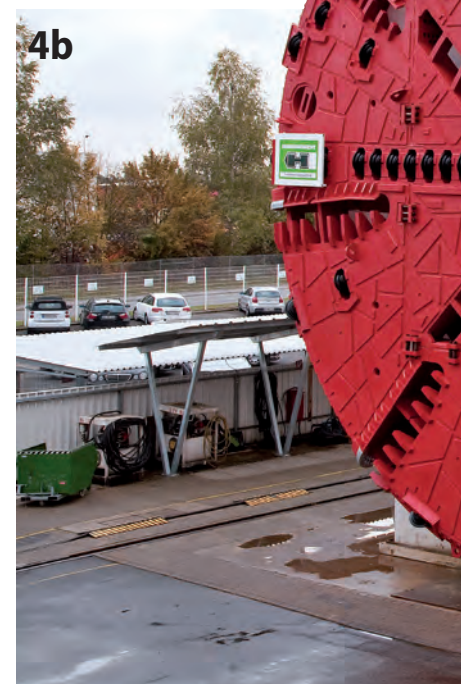
den, welcher sich entlang der parallel zur Schwarzmeerküste verlaufenden Verbindung zwischen Rostov am Don und der Olympiaregion Sotchi befindet (Bild 1). Aufgrund der engen Termsituation der Verbin-

gung wird ein Tunnelbauwerk als ein Bauwerk für die Abfertigung der Wettbewerbsveranstaltungen in der Olympiaregion Sotchi, d.h. ein Tunnelbauwerk, welches sich entlang der parallel zur Schwarzmeerküste verlaufenden Verbindung zwischen Rostov am Don und der Olympiaregion Sotchi befindet (Bild 1). Aufgrund der engen Termsituation der Verbin-

den, welcher sich entlang der parallel zur Schwarzmeerküste verlaufenden Verbindung zwischen Rostov am Don und der Olympiaregion Sotchi befindet (Bild 1). Aufgrund der engen Termsituation der Verbin-

Tunnelvortriebsmaschinen Sotchi (S-517 EPB-Schild links, S-534 Schild-TBM rechts)

Sochi tunnelling machines (S-517 EPB shield on the left, S-534 shield TBM on the right)



derung Adler-Krasnaja-Poljana und zur Sicherstellung der Fertigstellung des Gesamtprojektes wurde entschieden, den Erddruckschild S-517 beim Eisenbahntunnel Nr. 5 (L = 2.864 m) einzusetzen (Bild 2). In Übereinstimmung zur Ursprungsplanung kam der Einachschild S-534 (13,21 m Durchmesser) beim maschinellen Vortrieb des Straßentunnels Nr. 3 (L = 3.169 m) zum Einsatz.

## 2 Full-Range-Konzept

Der eng gesteckte Realisierungszeitraum eines Großprojektes und die hohen operativen Anforderungen an die bauausführenden Firmen stellen für einen Maschinenlieferanten besondere Herausforderungen dar, insbesondere wenn sich der mögliche Liefer- und Leistungsumfang

nicht nur auf die Maschine beschränkt. Mit dem Anspruch als Komplettanbieter für den maschinellen Tunnelvortrieb bot sich die Chance, sich den Herausforderungen dieses Großprojektes mit einem übergeordneten Projektmanagement zu stellen. So stand ein zentraler Ansprechpartner dem russischen Kunden, der OAO USK Most bzw. BAMtunnelstroy als übergeordneter Auftraggeber, gegenüber, welcher wiederum im Projektverlauf mehrere Arbeits- und Leistungspakete an verschiedene russische Baufirmen unter vergab. Die straffe Projektorganisation erwies sich deshalb im weiteren Projektverlauf neben den wechselnden Ausführungspartnern auf Kundenseite als günstig bei der Erstellung maßgeschneiderter technischer Lösungen und bei der enormen logistischen Abwicklung der Lieferungen. So ergeben sich mit dem Anspruch „Alles aus einer Hand“ für den Kunden

with a service tunnel arranged in between to ensure supplies to the traffic tunnels. This basic principle was applied for tunnel nos. 1 (tunnel lengths of 2,184 to 2,420 m), 3 (tunnel lengths of 3,169 to 4,565 m) and 5 (tunnel lengths of 1,367 to 2,864 m). On account of the low system-related pitch associated with railways, the railway connection requires three additional shorter tunnels (Fig. 2).

The Russian client's original plans envisaged using the Herrenknecht S-517 EPB (10.62 m diameter) for tunnel no. 4 (2 x 4,150 m) along the connection parallel to the Black Sea coast between Rostov on the Don and the Olympic region of Sochi (Fig. 1). Owing to the tight schedule associated with the Adler-Krasnaya Polyanna connection and to ensure completion of the overall project, a decision was made to use the S-517 Earth Pressure Balance Shield for railway tunnel no. 5 (L = 2,864 m) (Fig. 2). In agreement with the original plans, the S-534 Single Shield TBM (13.21 m diameter) was used for mechanized tunnelling of road tunnel no. 3 (L = 3,169 m).

## 2 Full-range concept

The tight realization schedule for such a major project and the high operative requirements on the construction companies involved represent particular challenges for a machine supplier, especially when the possible scope of delivery and performance is not limited to a single machine. In our capacity as a full-range provider of mechanized tunnelling services, we took advantage of the opportunity to face the challenges offered by this major project by applying superordinate project management. With the result that a central contact person was available to our Russian client, OAO USK Most and BAMtunnelstroy, as a superordinate client who, in turn, awarded performance and service packages to various Russian construction companies during the course of the project. The lean project organization proved favorable as the project went on in terms of developing tailor-made technical solutions and the enormous logistical effort involved in handling deliveries as well as continuously changing construction partners on the client side as the project progressed. True to the motto of „everything from a single source“, the client was able to benefit from technical and economical advantages by transferring responsibility for the various interfaces to the machine manufacturer. Worth mentioning in this context: this safeguarded the logistics, short delivery times, schedule reliability, flexibility and adaptability to modifications within the project. Apart from the ambitious schedule and logistical targets associated with such a wide-ranging project (handling volume of 32,000 m<sup>3</sup>; weight: 9,250 t with a total of 276 con-



durch die Übertragung der Schnittstellenverantwortung auf den Maschinenhersteller technische und wirtschaftliche Vorteile. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang die Sicherstellung der Logistik, kurze Lieferzeiten, Terminsicherheit und Flexibilität und Anpassungsfähigkeit bei Änderungen im Projekt. Neben den hochgesteckten terminlichen und logistischen Zielen dieses ehrgeizigen Großprojektes (Umschlagvolumen: 32.000 m<sup>3</sup>; Gewicht: 9.250 t mit insgesamt 276 Containern auf 7 Seeschiffen) bietet das Full-Range-Konzept die Realisierung neuer technisch erforderlicher Lösungen, welche ein Großprojekt oftmals erst ermöglichen. Einen Überblick über den Leistungs- und Lieferumfang für das Großprojekt Sochi durch Herrenknecht vermittelt Bild 3.

### 3 Erläuterung der einzelnen Komponenten

#### 3.1 Tunnelbohrmaschinen (TBM)

Zum Auffahren des Eisenbahntunnels Nr. 4 mit einer Vortriebslänge von 4.150 m wurde ein Erddruckschild S-517 mit einem Schilddurchmesser von 10,62 m angeboten und beauftragt (Bild 4a). Die Maschine wurde als Erddruckschild zum Auffahren von Lehm-, Sand- und Kiesschichten mit der Option für festere Gesteine ausgelegt. Aufgrund der Änderungen im Gesamtprojekt ergab sich die Fragestellung, ob der bereits im Bau befindliche Erddruckschild zum Auffahren des Eisenbahntunnels Nr. 5 (L = 2.864 m) geeignet sei. Fragestellungen wie die Eignung des zwischengeschalteten Schneckenförderers im Materialtransport des EPB-Schildes im

		Erddruckschild S-517	Einfachschild-TBM S-534
<b>Projekt</b>		<b>Sotchi Eisenbahntunnel Nr. 5</b>	<b>Sotchi Straßentunnel Nr.3</b>
Tunnellänge	[m]	2.864	4.035 (3.169)
<b>Tübbing</b>	[-]	6+1	8+1
Außen-/Innendurchmesser	[mm]	10.300/9.400	12.830/11.830
Ringlänge	[mm]	1.800	1.800
Schilddurchmesser	[mm]	10.620	13.210
Schildlänge	[mm]	9.365	10.245
Gesamtgewicht Schildmaschine	[t]	1.068	1.493
Nominale Vortriebskraft	[kN]	70.500	63.000
<b>Abraumförderung</b>	[mm]	1.150, Schneckenförderer	Muckring Bohrkopfzentrum
Bohrdurchmesser	[mm]	10.650	13.260
<b>Abbauwerkzeuge</b>	[-]	62 x 17" wedge lock Schneidrollen back loading	76 x 17" wedge lock back loading
Gesamtleistung Schneidradantrieb	[kW]	2.800, elektro-hydraulisch	3.520, elektrisch mit FU
Drehmoment 1. Stufe		21.203 kNm @ 0,85 min <sup>-1</sup>	-
Drehmoment 2. Stufe		9.117 kNm @ 1,95 min <sup>-1</sup>	-
Nenn Drehmoment		-	13.424 kNm @ 2,34 min <sup>-1</sup>
Überlastmoment		-	20.136 kNm @ 2,34 min <sup>-1</sup>
Installierte Anpresskraft	[kN]	33.778	28.953
Gesamtlänge Nachläufer	[m]	54	80
Gesamtgewicht Nachläufer	[t]	560	713
<b>Tübbingumschlag</b>		Andienung per MSV 2er Stapel, NL-Umschlag: Tübbingkran (11 t) & segment feeder	Andienung per MSV 3er Stapel, NL-Umschlag: Tübbingkran (15 t) & segment feeder
<b>Abraumförderung</b>	[mm]	1.000, Nachläuferband	1.200, Nachläuferband + 1.400, Querband
Tunnelband Gurtbreite	[mm]	800	1.000

Tabelle 1: Technische Daten der Vortriebsmaschinen Sochi

Hinblick auf die aufzufahrende Tunnellänge wurden intensiv diskutiert. Die anstehende Geologie im Eisenbahntunnel Nr. 5 mit Sandstein, Mergel erwies sich für das Auffahren des Tunnels durch einen EPB-Schild im Open Mode als geeignet und die kurzfristige Umplanung des Maschineneinsatzes wie der beauftragten Zusatzeinrichtungen wurde begonnen.

Für den Straßentunnel Nr. 3 (ursprünglich L = 4.035 m, in Ausführung dann L = 3.169 m) im Kalkstein wurde eine offene Schild-TBM für einen Straßentunnel im Bereich > 13 m angefragt. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Komponenten wurde ein Einfachschild mit

containers on 7 ships), the full-range concept enables the realization of new technical solutions often only ever possible within the confines of a major project. Fig. 3 provides an overview of the scope of performance and delivery by Herrenknecht for this major project in Sochi.

### 3 Explanations to individual components

#### 3.1 Tunnel Boring Machines (TBMs)

In order to drive railway tunnel no. 4 with a tunnelling length of 4,150 m, an S-517 Earth Pressure Balance Shield with a shield diameter of 10.62 m was offered and commissioned (Fig. 4a). The machine was designed as an Earth

Pressure Balance Shield for tunnelling through layers of loam, sand and grit with an option for more consolidated rock. On account of modifications to the project as a whole, the question arose as to whether the Earth Pressure Balance Shield already in use for driving railway tunnel no. 5 (L = 2,864 m) was suitable. Aspects such as the suitability of the screw conveyor involved in material transport for the EPB Shield were discussed intensively as regards the tunnel length to be driven. The sandstone and marl geology prevalent in railway tunnel no. 5 proved to be suitable for driving the tunnel using an EPB Shield in open mode and machine deploy-

einem Schilddurchmesser von 13,21 m und einem elektrischen Antrieb (3.520 kW) mit 5,6 m Lagerdurchmesser angeboten (Bild 4b). Die technischen Daten beider Vortriebsmaschinen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

### 3.2 Materialtransport

Bestandteil des Liefer- und Leistungsumfangs für den Materialtransport waren weiterhin 3 Tunnelbandanlagen der H+E Logistik GmbH. Zwei Bandanlagen mit einer Bandbreite von 1.000 mm und einer Kapazität von 1.300 t/h wurden mit einer Bandlänge von 4.320 m (Straßentunnel Nr. 3, S-534) bzw. 4.900 m (Eisenbahntunnel Nr. 5, S-517) beauftragt. Die Antriebsleistung betrug jeweils 2 x 355 kW zuzüglich

einer Boosterstation für den Ober- und Untergurt im Tunnel von jeweils 90 kW. Eine weitere Bandanlage mit einem 800er Band wurde für eine Kapazität von 1.000 t/h bei einer Bandlänge von 2.850 m (Eisenbahntunnel Nr. 5, S-517) dimensioniert. Installiert waren 3 x 160 kW. Alle Anlagen wiesen einen vertikalen Bandspeicherturm mit einer Speicherkapazität von jeweils 400 m auf (Bild 5).

### 3.3 Tübbingfertigung

Für die Tübbingversorgung aller maschinell aufzufahren den Tunnel wurde vom Auftraggeber, der OAO USK Most, eine zentrale Tübbingproduktion auf einer Fläche von rund 180.000 m<sup>2</sup> in Vesolye (Adler-Distrikt) vorgesehen (Bild 6). Die

ment and additional equipment was swiftly planned anew. The client inquired about an open TBM shield for road tunnel no. 3 (with an original length of 4,035 m and then changed to 3,169 m) in limestone and within the range of > 13 m. On the basis of the components available, a Single Shield TBM was offered with a shield diameter of 13.21 m and an electric drive (3,520 kW) featuring a bearing diameter of 5.6 m (Fig. 4b). The technical data on both TBMs is indicated in Table 1.

### 3.2 Material transport

Another component of the scope of performance and delivery for material transport by the Herrenknecht Group involved 3 tunnel belt systems from H+E Logistik GmbH. Two conveyor plants

with a belt width of 1,000 mm and a capacity of 1,300 t/h were commissioned along with a belt length of 4,320 m (road tunnel no. 3, S-534) and 4,900 m (railway tunnel no. 3, S-517). The drive output was 2 x 355 kW plus a booster station with 90 kW for the upper and lower belts in the tunnel. Another conveyor plant with an 800 mm belt was dimensioned for a capacity of 1,000 t/h and a belt length of 2,850 m (railway tunnel no. 5, S-517). 3 x 160 kW plants were installed, each of which featured a vertical belt storage tower with a storage capacity of 400 m (Fig. 5).

### 3.3 Segment manufacture

The client, OAO USK Most, planned central segment production on an area spanning 178,149 m<sup>2</sup>



## Wir können es besser. Und wirtschaftlicher.



Rowa vereint hohe Kompetenz im Anlagenbau und langjährige Erfahrung im Untertagebau. Intelligente Gesamtlösungen vom Vortrieb bis zur Deponie sind unser Markenzeichen: Sie garantieren eine überdurchschnittliche Betriebssicherheit und eine hohe Wirtschaftlichkeit.

Wir können es besser – weltweit. Das Vertrauen unserer Kunden beweist es.

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

Größe und Leistung der Anlage zur Tübbingproduktion wurde zur parallelen Versorgung von 4 TBM ausgelegt. Das Konzept sieht eine flexible Gesamtanlage vor, die später nach Abschluss der Tübbingproduktion für das Sochi-Projekt in 4 Einzelanlagen getrennt werden kann, die dann bei weiteren Tunnelprojekten unabhängig voneinander genutzt werden können. Für die Tübbingproduktionsanlage des Sochi-Projekts wurden 3 vollautomatische Tübbingumlaufanlagen mit Kränen, Handlinggeräten und Härtetunnel mit Heizung (Tübbingversorgung Straßentunnel Nr. 3, 11,83 m Innendurchmesser, und Eisenbahntunnel Nr. 5, 9,40 m Innendurchmesser) sowie eine Halle mit Einrichtungen zur Beschickung von Standschalungen (Servicetunnel Nr. 3, 4,50 bis 5,80 m Innendurchmesser) geliefert.

Der Lieferumfang der Herenknecht Formwork Technology GmbH sah weiter Maschinen zur Bewehrungsvorfertigung (Stäbe herstellen und biegen, Schneiden der Bewehrungsstäbe auf Länge) und 2 Bewehrungskorbkarusselle mit je 5 Arbeitsplätzen zum Schweißen der Bewehrungskörbe vor. Daneben wurden 2 x 6 Schalsätze (54 bzw. 42 Tübbingschalungen) zur Umlauffertigung für die Tunnel Nr. 3 (S-534) und Nr. 5 (S-517) geliefert. Betonmisch-, Betonzufuhr- und Krananlagen runden neben Pressrahmen zur Montage der Tübbingdichtungen, Vakuumsaugplatten und Wendetischen den Lieferumfang ab. Dabei lag die Komplettplanung und Chefmontage der schlüsselfertigen Produktionsanlagen inklusive Inbetriebnahme in einer Hand.

		Earth Pressure Balance Shield S-517	Single Shield TBM S-534
<b>Project</b>		<b>Sochi railway tunnel no. 5</b>	<b>Sochi road tunnel no. 3</b>
Tunnel length	[m]	2,864	4,035 (3,169)
Segment dimensions	[-]	6+1	8+1
Outer/Inner diameter	[mm]	10,300/9,400	12,830/11,830
Length of ring	[mm]	1,800	1,800
Shield diameter	[mm]	10,620	13,210
Shield length	[mm]	9,365	10,245
Total weight of shield machine	[t]	1,068	1,493
Nominal tunnelling force	[kN]	70,500	63,000
<b>Excavated material transport</b>	[mm]	1,150, Screw conveyor	Muck ring cutterhead center
Drill diameter	[mm]	10,650	13,260
<b>Cutting tools</b>	[-]	62 x 17" wedge lock back-loading	76 x 17" wedge lock back-loading
Disc cutters			
Total power, drive	[kW]	2,800, electro-hydraulic	3,520, electrical with FC
Torque, 1 <sup>st</sup> stage		21,203 kNm @ 0.85 rpm	-
Torque, 2 <sup>nd</sup> stage		9,117 kNm @ 1.95 rpm	-
Nominal torque		-	13,424 kNm @ 2.34 rpm
Overload torque		-	20,136 kNm @ 2.34 rpm
Installed contact force	[kN]	33,778	28,953
Total length	[m]	54	80
Total weight	[t]	560	713
<b>Segment handling</b>		Access via MSV, stacks of 2, back-up handling: Segment crane (11 t) & segment feeder	Access via MSV, stacks of 3, back-up handling: Segment crane (15 t) & segment feeder
<b>Excavated material transport</b>	[mm]	1,000, Back-up belt conveyor	1,200, Back-up belt conveyor + 1,400, cross belt conveyor
Tunnel belt width	[mm]	800	1,000

Table 1: Technical data on Sochi TBMs

Materialtransport und Peripherieausrüstung: (1) Mörtelmischanlage, (2) Kühlturm, (3) Bandanlage, (4) Multi-Service-Fahrzeug

Material transport and peripheral equipment: (1) mortar mixing unit, (2) cooling tower, (3) conveyor system, (4) multi service vehicle







Tübbingproduktionsanlage zur Versorgung von 4 TBM: (1) – (4) Produktionslinien 1-4, (5) Bewehrungskorbproduktion, (6) Betonlager, (7) Tübbinglager

Segment production plant for supplying the 4 TBMs: (1) – (4) production lines 1-4, (5) reinforcing cage production, (6) concrete storage, (7) segment storage

Im April 2009 wurde mit dem Start der Bauarbeiten auf der „grünen Wiese“ begonnen. Im Dezember 2009 war die Anlage unter voller Produktion und er-

reichte damit ihre Nennleistung 9 Monate nach Auftragsvergabe. Mit einer Hallenfläche von über 20.000 m<sup>2</sup> ist sie gegenwärtig das weltgrößte Tübbing-

in Vesyolye (Adler District) to ensure segment supplies for all mechanized tunnelling projects (Fig. 6). The size and output of the plant for segment production

was designed to supply 4 TBMs simultaneously. The concept envisaged a flexible overall plant which can be segregated into 4 individual plants after completion of segment production for the Sochi project enabling them to be used independently in other tunnel projects. Three fully-automatic segment circulating lines with cranes, handling equipment and heated curing tunnel were delivered for the segment production plant required by the Sochi project (segment supply for road tunnel no. 3 with 11.83 m inner diameter and railway tunnel no. 5 with 9.40 m inner diameter) as well as a hall with equipment for supplying stationary moulds (service tunnel no. 3 with 4.50 to 5.80 m inner diameter).

## Ihr zuverlässiger Partner im Tunnelbau Separieranlagen - Technologie weltweit



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

**SCHAUENBURG MAB**

werk. Die Gesamtherstellkapazität beträgt 350 Tübbinge/Tag, welches einer Länge von 90 m Tunnel entspricht.

### 3.4 Weiterer Lieferumfang

Als weiterer Lieferumfang wurden die Steuerleitsysteme der Tunnelvortriebsmaschinen (VMT GmbH), 10 Multi-Service-Fahrzeuge mit einer Zuladung von 50 t (Techni Métal Entreprise), Mörtelbehälter (10 Stück), separate Personenkabine, Tübbinggreifer und Saugplatten (Maschinen- und Stahlbau Dresden) sowie Mörtelmischanlagen (56 m<sup>3</sup>/h) zur Ringspaltmörtelproduktion, Kühlturmanlagen und Rücksteifen geliefert.

## 4 Projektverlauf

### 4.1 Eisenbahntunnel Nr. 5

(L = 2.864 m; EPB-Schild S-517; 10,62 m Durchmesser)

Im Januar/Februar 2010 begann die Baustellenmontage der TBM, der Bandanlage sowie der weiteren Peripherieausrüstungen (Mörtelanlage, Kühlturm). Die erforderliche Rücksteife (nach Zeichnungsvorgaben Herrenknecht) zum Anfahren der Vortriebsmaschine erfolgte durch lokale Beschaffung. Mit dem Vortrieb wurde am 4. April 2010 begonnen. Der Start erfolgte in einem schleifenden Anschnitt, infolgedessen die Vortriebsmannschaften eingeringfügiges Absacken der Maschine über die ersten 3 Ringe und einen schleichenden Einbruch bewältigen mussten. So waren die ersten Wochen durch die Interaktion Mensch-Maschine-Gebirge und die damit verbundene typische Lernkurve (Mörtel, Konditionierung) und anfängliche Stillstände geprägt.

Nach Bewältigung dieser Anfangsschwierigkeiten und des Verständnisses aller Betei-

ligten für die Anforderungen des offenen EPB-Vortriebs stiegen die Vortriebsleistungen kontinuierlich an. So konnten Bestleistungen von 23,4 m/Tag oder 450,6 m/Monat erzielt werden. Während des Vortriebs wurde je eine Schneidrad- und eine Förderschneckenrevision durchgeführt. Unabhängig von diesen Ereignissen erreichte die Vortriebsmaschine eine durchschnittliche Wochenleistung von 49 Ringen/Woche (oder 88 m/Woche). Das Ende des Vortriebs konnte mit dem Durchschlag in die Zielkaverne am Gegenportal am 8./9. Februar 2011 vollzogen werden. Die Demontage der TBM war ab August 2011 vorgesehen.

### 4.2 Straßentunnel Nr. 3

(L = 3.169 m; Einachschild-TBM S-534; 13,21 m Durchmesser)

Im Zeitraum März bis April 2010 erfolgte die Baustellenmontage der TBM und der Bandanlage. Für die TBM-Montage wurde ein Portalkran mit Hubwerken von 4 x 80 t genutzt.

Aufgrund der anstehenden Geologie war ein Voreinschnitt mit Kalottenvortrieb im Schutze eines Rohrschirms für die ersten 150 m Tunnel vorgesehen, ehe standfester Kalkstein für den offenen Maschinenvortrieb prognostiziert wurde. Im Schutze dieses Rohrschirms sollte die Maschine die verbliebene Strosse und Sohle auffahren und den Restquerschnitt der Ortsbrust mit dem Bohrkopf und den Fördereinrichtungen als Partial Face Excavation auffahren. Aufgrund der Interpretation der angetroffenen Geologie und der engen terminlichen Vorgaben mit der Zielsetzung des Einhaltens des Starttermins wurde dieser Rohrschirm aber auf die ersten 75 m beschränkt.

The scope of supply by Herrenknecht Formwork Technology GmbH also involved additional machinery for reinforcement prefabrication (manufacturing and bending rods, cutting the reinforcing rods to length) and 2 reinforcing basket carousels each with 5 workstations for welding the reinforcing baskets. 2 x 6 sets of moulds (54 and 42 segment moulds) were also supplied for carousel production for tunnel nos. 3 (S-534) and 5 (S-517). The scope of supply was rounded off by concrete mixers, concrete feed and crane systems as well as press frames for installing the segment sealings, vacuum suction plates and turning benches, whereby the entire planning and chief assembly of the turn-key production plants including commissioning was realized from a single source.

April 2009 saw commencement of construction work in the „green belt“. By December 2009, the plant was in full production mode thereby achieving its nominal output a mere 9 months after the contract had been awarded. With a hall area of more than 20,000 m<sup>2</sup>, it is currently the largest segment plant in the world with overall manufacturing capacity comprising 350 segments/day which is equivalent to 90 m of tunnel.

### 3.4 Additional scope of supply

Further scope of supply involved the guidance systems for the tunnel boring machines (VMT GmbH), 10 multi-service vehicles with a payload of 50 t (Techni Métal Entreprise), grout tanks (10 pieces), separate personnel cabs, segment grabs and suction plates (Maschinen- und Stahlbau Dresden) as well as grout mixers (56 m<sup>3</sup>/h) for annular gap grout production, cooling tower plants and reaction frames.

## 4 Project process

### 4.1 Railway tunnel no. 5

(L = 2,864 m; S-517 EPB Shield; 10.62 m diameter)

January/February 2010 saw commencement of site assembly for the TBM, the conveyor plant and other additional peripheral equipment (grout plant, cooling tower). The requisite reaction frame according to Herrenknecht drawing specifications for driving the TBM was provided locally. Tunnelling commenced April 4, 2010 in a grinding cut necessitating the tunnelling teams to cope with minor sagging by the machine across the first 3 rings as well as gradual collapse. The first few weeks were therefore characterized by the interaction between man, machine and the mountainous terrain as well as the typical learning curve (grout, conditioning) and initial downtimes associated with such a process.

After mastering these initial difficulties and once everyone had understood the requirements of open EPB tunnelling, tunnelling output steadily increased – enabling top performances of 23.4 m/day or 450.6 m/month. During the tunnelling process, both the cutting wheel and screw conveyor were revised. Independent of these results, the TBM achieved an average weekly output of 49 rings/week (or 88 m/week). Tunnelling was completed on breaking through to the target cavern on the other side on February 8-9, 2011. Dismantling of the TBM is planned as of August 2011.

### 4.2 Road tunnel no. 3

(L = 3,169 m; Single Shield TBM S-534; 13.21 m diameter)

Over the period March through April 2010, the TBM and conveyor plant were assembled on

Das Auffahren der Strosse und Sohle als Partial Face Excavation mit der Schild-TBM erwies sich als problemlos, sodass mit dem Vortrieb am 15. Mai 2010 begonnen wurde. Es zeigte sich unmittelbar, dass die Festlegung eines Voreinschnitts richtig, dieser aber nicht weit genug ausgeführt worden war. So war die Geologie aufgrund fehlender Standfestigkeit für einen offenen Maschinenvortrieb noch nicht geeignet. Es kam zu einem Verbruch der Maschine mit Blockade des Schneidrades. Zur Bewältigung der Vortriebs-situation wurden Injektionen von oben und das Bohren von Rohrschirmen aus der Maschine ausgeführt. Parallel dazu

wurden über Querschläge bergmännische Hilfsvortriebe ausgeführt.

Auf maschinentechnischer Seite wurde eine Änderung der Getriebeübersetzung des Bohrkopfantriebs vorgenommen. Durch den Einbau neuer Getriebe mit reduzierter Übersetzung (geringere Drehzahl, aber größeres übertragbares Drehmoment) konnte die Situation verbessert werden, die geologischen Probleme aber nicht grundlegend gelöst werden. In der Einbruchsituation hätte auch die Installation des fünffachen Drehmoments nicht ausgereicht, die Lage zu bewältigen.

Auf der Basis der Erkenntnisse aus dem Vortrieb kann

site. A gantry crane with lifting devices of 4 x 80 t was used for dismantling the TBM.

Owing to the prevailing geology, a preliminary cut was planned with crown heading protected by a pipe arch for the first 150 m of tunnel before stable limestone was projected for open mechanized tunnelling. Protected by this pipe arch, the machine was intended to tunnel through the remaining bench and invert excavating the residual cross-section of the tunnel face with the cutterhead and conveyor equipment as partial-face excavation. On account of how the prevailing geology was interpreted and the tight schedule restrictions aimed at

maintaining the starting date, this pipe arch was however limited to the first 75 m.

Driving the bench and invert by means of partial-face excavation using a shield TBM did not result in any problems enabling commencement of tunnelling on May 15, 2010. It soon became evident that although specifying a preliminary cut was the right decision, this process had not been performed to the requisite extent. Accordingly, poor stability meant that the geology was not yet suitable for open mechanized tunnelling and collapsing material blocked the cutting wheel. In order to handle this tunnelling situation, injections were performed from above



## 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


rückblickend abgeleitet werden: Mit einem um 100 m längeren Voreinschnitt oder dem Einsatz einer Erddruckmaschine wären die beschriebenen Schwierigkeiten zu vermeiden gewesen. Im eng gesteckten Projektzeitplan kann hier eine Ursache für die Schwierigkeiten gesehen werden. Um ihn zu bewältigen, war die bekannte Geologie des Nachbarberges entlang eines Tales auf den Streckenabschnitt des Tunnels Nr. 5 übertragen worden, ohne die aufzufahrende Trasse selbst geologisch analysieren zu können. Grundsätzlich ließ die gewachsene Geologie diese Vorgehensweise zwar noch zu, die Lage und Ausdehnung der Verbruchzonen jedoch nicht.

Mit den Erfahrungen aus dem Vortrieb aller 3 Tunnel Nr. 3 (Straße, Schiene, Service) wurden für den Straßentunnel Nr. 5 drei weitere Querschläge und Stollen in schlechter Geologie vorangetrieben. Für den Straßen- und den Servicetunnel wurde eine Verkürzung der Vortriebsstrecke aufgrund der Geologie von 4.200 auf 3.169 m bei entsprechender Änderung der Trasse vorgenommen.

Mitte Juli 2011 hat die Maschine mittlerweile 1.776 m Tunnel aufgefahren. Die Vortriebsleistungen betragen rund 300 m/Monat. Zielsetzung für das Ende des Vortriebs ist um den Jahreswechsel 2011/2012.

## 5 Zusammenfassung

Im russischen Sotchi entstehen umfangreiche Ingenieurbauwerke, die insgesamt eine leistungsfähige Straßen- und Schieneninfrastruktur für die Olympischen Winterspiele 2014 zum Ziel haben. Unter anderem entstehen mehrere Großdurchmesser-Tunnel. Die Herausfor-

derungen eines solchen Großprojektes verlangen erhebliche technisch maßgeschneiderte und logistisch anspruchsvolle Lösungen, von denen jede einzelne auf hohem Niveau konzipiert und umgesetzt werden muss. Darüber hinaus spielt die Optimierung der großen Zahl von Schnittstellen zwischen den Komponenten und Baustellenabläufen eine herausragende Rolle für hohe und verlässliche Produktionsleistungen. Das Full-Range-Konzept mit integrierten Tunnelbau-Lösungen für Maschinenteknik, Zusatzeinrichtungen sowie Serviceleistungen schafft hier die Voraussetzungen. Es beinhaltet gleichzeitig die Verantwortung, den Kunden bei der Realisierung und bei Änderungen im Projekt zu begleiten und kurzfristige Lösungen für alle Bereiche bereitzuhalten. Der bisherige Verlauf dieses Großprojektes zeugt von einer starken Bereitschaft aller Beteiligten, das Projekt in Angriff zu nehmen und es trotz aller Widrigkeiten im gesteckten Rahmen abzuschließen. Insgesamt zeigt das Vorhaben Sotchi, dass durchdacht aufeinander abgestimmte Systemlösungen für das bauausführende Unternehmen eine gute Basis schaffen um hohe Vortriebsleistungen im maschinellen Tunnelvortrieb zu erreichen. 

and a pipe arch was drilled out of the machine. Additional smaller auxiliary headings were also performed in parallel by means of cross-passages.

On the technical side, a modification was made to the cutterhead drive gear ratio. By fitting new gears with a reduced transmission ratio (lower speed yet greater transmissible torque), it was possible to improve the situation although the geological problems could not be fundamentally solved. The installation of a five-fold torque would not even have sufficed in such a collapse.


Based on the discoveries made during tunnelling, it is possible to derive the following information in retrospect: with a 100-meter preliminary cut or the use of an Earth Pressure Balance Shield, the difficulties described would have been avoidable. The tight project schedule can be regarded as a reason for the difficulties encountered. In order to handle these difficulties, the familiar geology of the neighbouring mountain along a valley on the section was transferred to tunnel no. 5 without being able to analyze the geology of the actual route to be driven. The respective geology allowed this approach in general but the location and expansion of the collapse zones did not.

Using the experience gained in tunnelling each of the 3 sections in tunnel no. 3 (road, rail and service), 3 additional crosscuts and tunnels were driven in poor geology for road tunnel no. 5. Necessitated by this geology, the tunnelling route for the road and service tunnel was reduced from 4,200 to 3,169 m and the route altered accordingly.

By mid-July 2011, the machine had meanwhile driven 1,776

m of tunnel. Tunnelling output comprises around 300 m/month. The tunnelling completion date is planned for the turn of the year 2011/2012.

## 5 Summary

Extensive engineering projects aimed at constructing an efficient road and rail infrastructure in time for the 2014 Winter Olympics are currently underway in Sochi, Russia. One aspect involves the construction of several large-diameter tunnels. The challenges of such a major project demand significant technical tailor-made and logistically demanding solutions – each of which needs to be designed and implemented at a high level. Furthermore, optimization of the large number of interfaces between the components and site processes also plays an outstanding role in terms of high and reliable production output. The full-range concept featuring integrated tunnelling solutions for machine technology, additional equipment and services provides the basis for these conditions. It also includes the responsibility associated with supporting the client during realization and modifications to the project as well as coming up with speedy solutions in all areas. The progress made by this major project to date bears witness to the great willingness by everyone involved to meet the challenges presented and complete the project within the specified timeframe despite all of the difficulties encountered along the way. All in all, the Sochi project is evidence of the fact that well-conceived and coordinated system solutions create a good basis for the construction company when it comes to achieving high tunnelling output rates in mechanized tunnelling processes. 

# 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 GB kostenlos dazu!**

## Jetzt ausfüllen und Prämie sichern

Firmenanschrift

Privatanschrift

Firmenname

Branche

Vorname, Name

Straße

PLZ, Ort

Telefon

eMail

Datum/Unterschrift

2011TUA02V0

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

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

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

## Rollenmeißel-Fernüberwachung im Tunnelbau

Die Analyse per Wireless-Technologie hält nun auch Einzug in den Tunnelbau. Wie dies in der Praxis umgesetzt werden kann, zeigt der folgende Beitrag über das Rollenmeißel-Fernüberwachungssystem von Robbins.

Vor noch nicht allzu langer Zeit wurde im Tunnelbau die Möglichkeit, die Abnutzung von in Tunnelvortriebsmaschinen (TVM) eingesetzten Rollenmeißeln ohne direkten Zugang zur Ortsbrust zu überwachen, von Experten als Zukunftsmusik betrachtet. Mit dem neuen, von Robbins entwickelten Fernüberwachungssystem für die Rollenmeißel von Hartgesteins-TVM ist diese Möglichkeit nun zum Greifen nahe. Mit dem neuen System, das kurz vor dem Abschluss seiner Erprobungsphase steht, kann der Maschinenführer sich Informationen zur Vibrationsstärke, Meißelgeschwindigkeit und -temperatur anzeigen lassen. Dank kabelloser Datenübertragungstechnik können diese Daten gegebenenfalls z.B. auch an die Bauleitung oben auf der Baustelle weitergeleitet werden.

### Entwicklung und Funktionsweise des Überwachungssystems

Die Nachfrage und der Wunsch, die Lebensdauer von Rollenmeißeln zu verlängern, waren die Gründe, Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Konzeption eines Schneidrollen-Fernüberwachungssystems

**Desiree Willis**, Technical Writer; **A. Shanahan**, Applications Engineer; **Z. Box**, Mining Engineer, The Robbins Company, Kent, WA/USA  
[www.TheRobbinsCompany.com](http://www.TheRobbinsCompany.com)

aufzunehmen. Dieses wurde dann erstmals 2009 im Rahmen des Niagara Tunnel Project an Rollenmeißeln mit einem Durchmesser von 20 Zoll (ca. 51 cm) getestet.

Die in der Branche bis dahin realisierten Ansätze zur Entwicklung eines Rollenmeißel-Überwachungssystems basierten auf Dehnungsmessern, die in den Schneidrollenachsen integriert wurden, um so die Ablenkung zu messen und die auf den Meißel einwirkende Kraft zu bestimmen. Daneben wurden die Rollenmeißel auch mit kabellosen Signalgebern bestückt, die nur dann mit Strom versorgt werden konnten, wenn gleichzeitig die Schneidrolle in Bewegung war. Wenn also beim Einsatz dieses Systems der Sensor keine Signale weiterleitete, so konnte rückgeschlossen werden, dass der Rollenmeißel sich nicht bewegte.

Mit dem Einsatz dieser Methoden standen so die meisten Daten über die Meißel erst dann zur Verfügung, nachdem die TVM ihren Bohrzyklus beendet hatte und das Bohrerwartungsteam den Bohrkopf an der Ortsbrust inspizieren

## Remote Disc Cutter Monitoring in Tunnelling

The wireless TBM analysis goes underground now. How it is used on site and how the remote disc cutter monitoring of Robbins works is shown in this article.

Monitoring TBM cutter wear without accessing the cutting face was once something discussed as a future goal in tunneling. This advancement is now near reality with a new remote cutter monitoring system for hard rock TBMs, developed Robbins. The system, now in full-scale testing, allows the TBM operator to monitor vibration data, cutter rpm, and cutter temperature - all in a wireless format that can be transmitted above ground if necessary.

### Developing the System

The demand and desire to increase the life of disc cutters in difficult ground were the main factors that drove engineers to begin research and development of the remote cutter monitoring system, first tested on 20-inch diameter cutters at the Niagara Tunnel Project in 2009.

Past attempts at a cutter monitoring system within the industry have involved strain gages placed inside the shafts of cutters, so that deflections can be measured and equated to a force acting on the cutter. Wireless transmitters have been installed on cutters, which could

only be powered while the cutter was turning. With this system, when no signal was detected from the device, it could be inferred that the cutter was not rotating.

Using these methods, most of the cutter information became available only after the machine had finished its boring stroke and the cutter inspection crew entered the cutterhead to check the cutters. Therefore, no immediate prevention of undesirable cutter conditions was possible while the machine was boring. When damaged cutters were found, the inspection crew could only speculate on when the damage occurred - not only in reference to the time it occurred, but also at what point in the cutterhead rotation the damage happened.

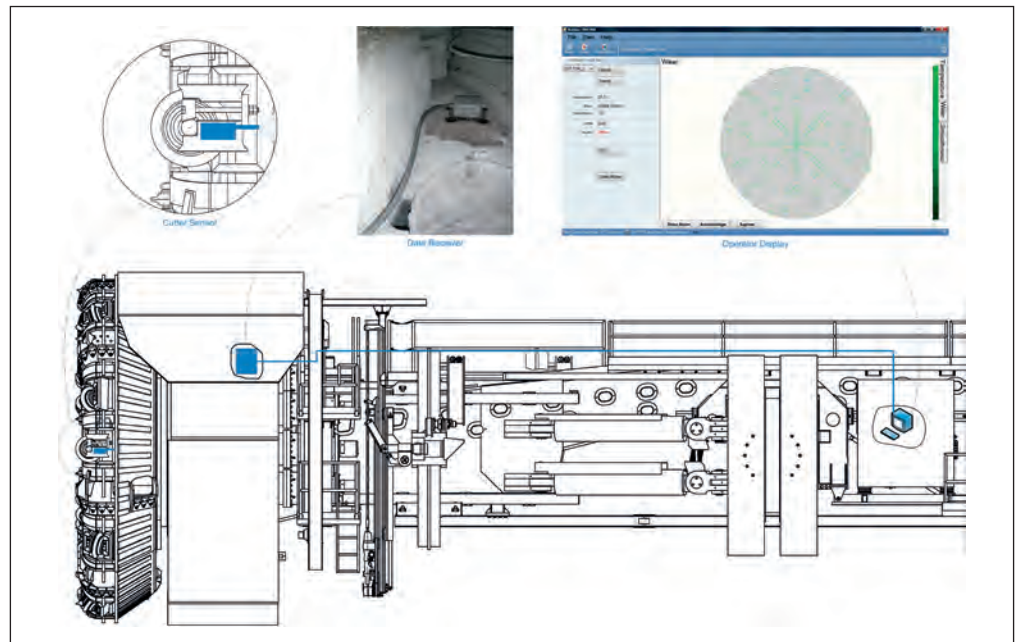
When designing the prototype system for the 14.4 m diameter TBM at the Niagara Tunnel Project, Robbins researchers knew they needed a system that could withstand difficult and fractured ground. They also knew it would not be feasible to run electrical wiring from the cutters to a data system. After several rounds of preliminary designs and development of prototypes, a wireless system was developed. Packages con-

konnte. Somit war es während des Betriebs einer TVM nicht möglich, sofort einzuschreiten, wenn diese auf schwierige Gesteinsverhältnisse traf. Wenn das Wartungsteam dann vor einem beschädigten Meißel stand, konnte es nur mutmaßen, wann sich der Schaden ereignet hat, d.h. nicht nur in Bezug auf den Zeitpunkt des Schadenseintritts, sondern auch auf die Stellung, in der sich der rotierende Bohrkopf befand, als der Schaden auftrat.

Bei der Konzeption des Prototypensystems zur Überwachung der Meißel in der von Robbins beim Niagara Tunnel Project eingesetzten TVM mit einem Durchmesser von 14,4 m waren sich die Entwickler darüber im Klaren, dass eine Kabelleitung von den Meißeln zu einem Datenempfangsgerät eine nicht praktikable Lösung darstellen würde. Nachdem mehrere Vorabkonzepte erstellt und Prototypen erarbeitet wurden, lief schließlich alles auf die Entwicklung eines kabellosen Überwachungssystems hinaus. Die vor diesem Hintergrund ausgearbeitete Lösung umfasste Messgeräte, eine Stromquelle sowie einen kabellosen Signalgeber, die von einem geschützten Gehäuse umschlossen wurden, das in jedes Meißelgehäuse integriert werden konnte.

### Welche Parameter werden gemessen?

Das System überwacht die für den Meißel und dessen direkte Umgebung wichtigsten Parameter. Es misst die Rohdaten der einzelnen Parameter und kann den Maschinenführer per Warnsignal informieren, wenn ein gemessener Wert überschritten wird.



The cutter monitoring system consists of cutter sensors that relay information to a display in the operator's cab

Informationen zur Rotationsgeschwindigkeit der Meißel geben Aufschluss darüber, wie leichtgängig diese arbeiten. Mit Drehzahlangaben können Rückschlüsse sowohl auf den Zustand der Schneidrolle wie auch auf die Beschaffenheit des Abbaugesteins gezogen werden. Eine gleichmäßige Geschwindigkeit des Rollenmeißels lässt darauf schließen, dass dessen Lager und Abdichtung intakt sind und dass die gerade abgetragene Gesteinsschicht kompakt ist und keine größeren Veränderungen aufweist. Dagegen deutet eine ungleichmäßige Geschwindigkeit dem Maschinenführer an, dass möglicherweise ungünstige Gesteinsschichten, etwa Blockgestein, abgetragen werden, die z.B. den Bohrkopf blockieren oder den Maschinenvorschub beeinträchtigen können.

Messungen der Meißeltemperatur helfen, ungewöhnliche Betriebsbedingungen zu erkennen. Ein blockierter Meißel, der nicht mehr rotiert, ist an einem

sisted of measurement devices, a power source, and a wireless transmitter within a protective case that could be installed inside each cutter housing.

### What it Measures

Each setup monitors key parameters for the cutter environment. The system measures the raw data for each parameter, and can alert the TBM operator if any values are exceeded with an alarm.

Rotational data, obtained from the cutter RPM, provides an indication of how smoothly the cutters are performing. Rotational data can be used to detect both the condition of the cutter and also the condition of the rock face. A constant cutter RPM indicates that the cutter bearings and seals are functioning properly, and also indicates that the rock being bored is competent and without major variations. A variable RPM provides a warning to the operator of possible undesirable situations, including a locked-up cutter, improper machine thrust, or blocky ground.

Measuring the temperature of a cutter can provide indications of anomalous operating conditions. If a cutter becomes blocked by fines and is not rotating, it will show a rapid increase in temperature. The effectiveness of water spray or chemical spray systems intended to cool the cutters can also be tested by measuring cutter temperature in real-time.

Vibration data, the third parameter, gives some idea of the load that a cutter is under. Changes in the amount of cutter vibration could indicate a change in the geology, a blocky face, or a possible problem with the cutter, among many other things. With proper filtering, detailed analysis of cutter vibration can reveal such conditions as an overloaded bearing, mounting system problems, or damaged disc rings.

### The Setup while Boring

Engineers created a system utilizing an electronic sensor that mounts onto each cutter wedge bolt. Measurement devices on the current generation of sen-

schnellen Temperaturanstieg zu erkennen. Somit kann die Wirksamkeit von Sprühwasser- oder Sprühchemikalienanlagen zur Kühlung eines erhitzten Meißels ebenfalls mithilfe einer Echtzeittemperaturmessung verfolgt werden.

Mit Vibrationsmessungen, dem dritten Messparameter, können Aussagen zur Belastung getroffen werden, die auf den Meißel einwirkt. Die Intensität von Vibrationen am Meißel kann u.a. Aufschluss über eine Veränderung der geologischen Verhältnisse, den Übergang in eine Blockgesteinsschicht oder ein mögliches Problem mit dem Meißel geben. Über eine geeignete Datenfilterung und -aufbereitung kann eine Detailanalyse der an der Schneidrolle gemessenen Vibrationen Hinweise auf ein überstrapaziertes Lager, Probleme mit der Aufhängung oder beschädigte Schneidringe geben.

### Einsatz des Systems im Bohrbetrieb

Das konzipierte System basiert auf einem elektronischen Sensor, der pro Schneidrolle montiert werden kann. Zu den derzeit in den Geräten installierten Sensoren zählen Beschleunigungs-, Drehzahl- sowie Temperaturmesser.

Ein Datenempfänger ist in einem geschützten Gehäuse eingebaut und in den Bohrkopf integriert. Das Empfangsgerät erkennt und verarbeitet die von den einzelnen Sensoren am Meißel ausgesandten Daten. Der Empfänger verfügt über einen Prozessor, der ebenfalls mit den Informationen der an den Meißeln angebrachten Sensoren programmiert wurde, und ist somit in der Lage, die Signale von den einzelnen



The cutter monitoring system detects anomalies such as a non-turning cutter, preventing problems such as failed cutter bearings (pictured)

Meißelsensoren zu erkennen und zu verarbeiten. Der Empfänger sendet entweder per Kabelleitung oder kabellos die eingegangenen Daten an den Computer/das Anzeigegerät des Maschinenführers.

Auf dem Arbeitsbildschirm kann der Maschinenführer die für ihn relevanten Betriebsparameter der Schneidrollen ablesen, die in unterschiedlichen Formaten dargestellt werden können. Über ein Balkendiagramm werden die Rohbetriebsparameter der einzelnen Meißel übersichtlich dargestellt. Auf der grafischen Darstellung des Bohrkopfes mit Anzeige der einzelnen Meißelpositionen werden die Meißel hervorgehoben, deren Betriebsparameter außerhalb eines vorgegebenen Sicherheitsintervalls liegen. Das Display verfügt über einen Touchscreen, über den der Maschinenführer per Fingerdruck Meißel mit abweichenden Betriebsparametern auswählen

sors include accelerometers, rotational sensors, and temperature sensors.

A data receiver is mounted in a protective housing and installed inside the cutterhead. The receiver detects and processes the transmissions emitted from each cutter sensor. The data receiver contains a processor that is programmed with the same information as the cutter sensors and so is able to detect and process the signal from each cutter sensor. The receiver then takes the received data and transmits it to the operator's display computer either over wire or wirelessly.

The operator's display allows the operator to identify the cutter operational parameters of interest and displays it in several formats. A chart with a column for each cutter displays the raw data for all cutters at once, while a graphical image of the cutterhead, with cutter locations noted, flags cutters operating outside a pre-established safety range.

A touch screen is used for the display, allowing the operator to touch the cutter that is flagging for an anomalous condition and read the data values causing the alarms directly.

### Complete Wireless System

Using wireless operator's cab systems and routers for laptop access, cutter data can be combined with other types of TBM data and analyzed from anywhere on the TBM. The design offers an added benefit due to the system integration and Ethernet connection - all data can be transmitted to the surface via fiber optic cables for viewing. Ultimately, this means that, if necessary, expert engineering help could be patched in to assist with troubleshooting directly. These types of operator's cabs are becoming standard on all new Robbins machines, and are in use on multiple machines in Malaysia and China.



kann, um direkt weitere Daten zu Störungsmeldungen zu erhalten.

### Kabelloses Gesamtsystem

Durch die Konzeption einer Führerkabine mit einem kabellosen Datensystem und Routern für einen Laptop-Zugang können die gesammelten Informationen zu den Meißeln mit den Daten anderer TVM zusammengeführt und überall auf der TVM analysiert werden. Diese Ausgestaltung als integriertes System und mit Ethernet-Konnektivität bietet einen zusätzlichen Vorteil: Sämtliche Daten können für weitere Analysezwecke per Glasfaserkabel an die Oberfläche übertragen werden. Letztendlich bedeutet dies, dass im Falle einer Störung gegebenenfalls Techniker direkt hinzugezogen werden können. Alle neuen Maschinen von Robbins werden zunehmend mit solchen Führerkabinen ausgestattet. Gegenwärtig werden sie bereits auf einer Vielzahl von Maschinen in Malaysia und China eingesetzt.

Für Ingenieure und das Bedienpersonal auf TVM bietet die Möglichkeit, Messgeräte in den Rollenmeißeln zu integrieren,

eine Vielzahl von Vorteilen. Für einen Maschinenführer besteht der Sinn und Zweck eines jeden Datenmesssystems letztendlich darin, in Echtzeit einen dem tatsächlichen Zustand entsprechenden Überblick über die Funktionsweise der eingesetzten Rollenmeißel zu erhalten, um zu verstehen, wie sich Änderungen der Arbeitsweise einer TVM auf die Meißel auswirken.

### Erkennen von Problemen noch vor einem Ausfall

Es liegt auf der Hand, dass einer der größten Vorteile einer Überwachung der TVM-Meißel darin besteht, frühzeitig mögliche Betriebsprobleme zu erkennen. Sobald ungewöhnliche Betriebsparameter an einem Meißel gemessen werden, wird der Maschinenführer über die dort herrschenden Einsatzbedingungen informiert, sodass noch vor einem möglicherweise daraus resultierenden Ausfall entsprechende Maßnahmen ergriffen werden können. Derartige Ausfälle können in Form einer kompletten Blockierung oder eines sporadischen Aussetzens der Rotationsbewegungen des Bohrkopfes,

### Benefits of Remote Cutter Monitoring in Detail

Engineers and TBM operators alike recognize many benefits to installing sensors on disc cutters. The ultimate goal of an instrumentation system is for the machine operator to obtain a true picture of how the cutters are operating in real-time, and to understand how changes in machine operation affect the cutters.

### Identifying Problems before Failure

One of the clearest benefits of cutter monitoring is the early identification of potential pitfalls. If an anomalous condition is detected on a cutter, the operator is notified of the condition immediately so that proper action can be taken before the anomaly leads to a failure. Some of the anomalies that may arise include a non-turning or intermittently turning cutter, high vibration shocks, and high temperatures.

A non-rolling cutter can indicate a problem with the cutter bearings - a serious development that would need to be addressed immediately. A cutter turning only intermittently could not only be due to a bearing problem, but could also indicate that there are voids in the face of the rock where

the cutter is not contacting any rock. When a void is present, there are fewer cutters to take the machine thrust load. Therefore, if the machine is operating at the maximum specified thrust rating and voids are present, the cutters in contact with the face are exceeding their design load limits and bearing damage is possible.

High vibration shocks are another condition that may be indicative of mixed face or blocky conditions, as well as debris in the invert of the tunnel. A shock occurs that is registered by the sensors every time the cutter comes back into contact with rock blocks after travelling in a void.

High temperatures are an anomaly that may indicate a problem with a single cutter. If severe enough, the machine can be stopped and the cutter inspected before failure occurs. If all cutters show a temperature approximately equal and not elevated, then no problems are indicated.

### Improving Cutter Life

TBMs are very solidly supported in the tunnel while boring, so it can be difficult to judge the efficacy of the rock fracturing process on machine reactions alone. Observations of the rock chips being formed can help indicate

## Tunnelling and Foundation Engineering

Consulting ■ Design ■ Supervision



Heinrich-Heine-Str. 1  
D-80686 Munich

tel. +49 89 578396-0  
[www.psp-tunnel.de](http://www.psp-tunnel.de)

Experts for shield driven  
and shotcrete tunnels

Specialists for segmental  
lining for 40 years





Cutter monitoring allows contractors to keep track of cutter RPM, vibration, and temperature, allowing them to better plan cutter changes

größerer Schwingungen und Erschütterungen sowie hoher Temperaturen auftreten.

Ein sich nicht drehender Meißel kann auf ein Problem mit dem Meißellager hindeuten. Da ein solcher Ausfall mit weitreichenden Folgen verbunden wäre, müsste hier sofort gehandelt werden. Das zeitweise Aussetzen der Rotationsbewegung einer Schneidrolle lässt einerseits ein Lagerproblem als möglich erscheinen, andererseits könnte aber auch der Meißel auf Hohlräume in der Gesteinsschicht gestoßen sein, an denen es nicht zu einem

Kontakt zwischen dem Meißel und dem Erdreich gekommen ist. Im Falle eines Hohlraumes müssen weniger Schneidrollen die Vorschublast der TVM aufnehmen. Sollte also die TVM mit der maximal zulässigen Vorschubleistung arbeiten und auf Hohlräume stoßen, überschreiten die Meißel, die mit der Ortsbrust in Kontakt kommen, ihre maximale konstruktionsbedingte Belastungsgrenze, was zu einem Lagerschaden führen kann.

Große schwingungsbedingte Erschütterungen stellen einen weiteren Umstand dar,

how well the cutters are performing, but they do not provide the complete picture.

TBMs usually have enough power installed that the cutterhead will turn no matter how efficiently the rock chipping is performed - non-rotating cutters will not cause enough drag force on the cutterhead rotation to stop the cutterhead. By receiving real-time information about the cutting environment, the machine operator can be alerted to any anomalous situations and adjust both the cutterhead rpm and machine thrust accordingly, achieving the ideal operational setup.

### Minimizing Cutter Inspections

Disc ring wear is the most common reason for replacing cutters. Maintenance crews spend a portion of each shift in the cutterhead or in front of the machine measuring the wear on each cutter. Cutter inspections are usually a daily occurrence while boring, with each cutter's disc wear measured and recorded. When real-time cutter rotational speed data is available, the diameter of the cutter's disc ring can be calculated - a great benefit in planning or reducing inspections. Fewer cutter inspec-

der auf eine Wechsellagerung oder Blockgesteinsschicht wie auch einen Murgang in der Tunnelsohle schließen lässt. Erschütterungen werden mit den Messgeräten aufgezeichnet und treten immer dann auf, wenn der Meißel nach Durchlaufen eines Hohlraumes wieder in Kontakt mit Gesteinsblöcken kommt.

Hohe Temperaturen sind immer ungewöhnlich und können auf ein Problem mit einem einzelnen Meißel hindeuten. Falls die Temperaturverhältnisse als zu hoch erachtet werden, kann die TVM zwecks Sichtprüfung der Schneidrolle angehalten werden, um so einen möglichen Ausfall zu vermeiden. Sofern alle Meißel eine mehr oder weniger einheitliche und nicht überhöhte Temperatur aufweisen, so kann von einem normalen Betrieb ausgegangen werden.

### Verlängerung der Lebensdauer von Meißeln

Während des Bohrvorgangs werden TVM sehr zuverlässig und stabil abgestützt. Somit ist es schwierig, die Effizienz der Gesteinsaufbrechung alleine anhand der mechanischen Reaktionen der Maschine einzuschätzen. Zwar kann die ständige Beurteilung des abgetragenen und abtransportierten Gerölls hierbei Aufschluss über die Einsatzfähigkeit der in Betrieb befindlichen Meißel geben, einen vollständigen Überblick erhält man so jedoch nicht.

In der Regel verfügen TVM über ausreichend Betriebsleistung, sodass sichergestellt werden kann, dass sich der Bohrkopf unabhängig von der Effizienz der Gesteinsaufbrechung weiterdreht. Nicht

rotierende Meißel erzeugen nicht genug Zugkraft am Bohrkopf, um diesen zum Stillstand zu bringen. Mithilfe von Echtzeitdaten zur unmittelbaren Bohrumgebung kann der Maschinenführer auf ungewöhnliche Bedingungen aufmerksam gemacht werden und die Geschwindigkeit des Bohrkopfes und den Maschinenvortrieb entsprechend einstellen, um so für die idealen Betriebseinstellungen zu sorgen.

### Verringerung des Wartungsaufwands für die Schneidrollen

Abgenutzte Schneidringe sind der häufigste Grund für den Austausch von Meißeln. Wartungsteams arbeiten in jeder Schicht im Bohrkopf oder an der Stirnseite der TVM und messen dabei den Abnutzungsgrad der einzelnen Meißel. In der Regel findet im Bohrbetrieb täglich eine Überprüfung der Meißel statt. In diesem Zuge wird der Abnutzungsgrad der einzelnen Schneidrollen gemessen und dokumentiert.

Bei Zugang zu Echtzeitdaten über die Rotationsgeschwindigkeit eines Meißels kann der Durchmesser des Meißelschneidringes errechnet werden – ein Vorteil bei der Planung bzw. Reduzierung von Wartungsarbeiten: weniger Wartungsarbeiten an den Meißeln bedeuten längere Bohrzeiten.

### Vermeidung von Wipe-outs

Ein blockierter Meißel, der sich nicht mehr drehen kann, führt zu einer höheren Last, die von den umliegenden Meißeln aufgenommen werden muss. Dies kann im ungünstigsten Fall zu einem kaskadierenden



Cutter wipe outs caused when cutters become blocked can be monitored and prevented using real-time rotational data

tions means the machine has more available time to bore.

### Preventing Wipe Outs

When one cutter gets blocked and stops rotating, it leads to

a higher load on adjacent cutters, with a possibility of a cascading failure (also known as a "wipe out") of all the cutters in the worst cases. Wipe outs are costly, both because of the da-



## Durstmüller

Bergbau- und Drucklufttechnik



**Der Spezialist für:**

- Kopflampen
- Personenerfassung
- Gasmessung
- Luftstrommessung
- Evakuierung
- Arbeitsbekleidung

**The Specialist for:**

- Cap-Lamps
- Tagging Systems
- Gas Monitoring
- Airflow Monitoring
- Evacuation
- Working Clothing

**Durstmüller GmbH**  
Salzburger Str. 59  
4650 Lambach, Austria  
Tel: +43 7245 28250  
Fax: +43 7245 28250-50  
e-mail: office@dula.at  
web: [www.dula.at](http://www.dula.at)




Ausfall („Wipe-out“) aller Meißel führen. Schäden infolge eines Wipe-out sind mit hohen Kosten verbunden, zum einen wegen des Schadens an den Meißelkomponenten und zum anderen aufgrund des Zeitaufwands zum Austausch aller ausgefallenen Schneidrollen. Ein schwerwiegender Wipe-out kann auch Schäden am Bohrkopf verursachen und u.U. umfassende Reparaturen an diesem nach sich ziehen. Mithilfe von Echtzeitdaten zur Drehgeschwindigkeit der Meißel kann ein Maschinenführer sofort einschreiten, wenn ein Meißel zum Stillstand kommt, um so einen kaskadierenden Schaden zu verhindern oder einzugrenzen.

### Testphase in Malaysia und Kanada unter härtesten Bedingungen

Fünf Meißel wurden bei der ersten Testphase im Rahmen des Niagara Tunnel Projects in Kanada eingesetzt. Am Ende überzeugten 4 Geräte für das bohrkopfseitige Erfassen von Messdaten. Diese 4 Geräte sammelten über einen Zeitraum von 19 Stunden kontinuierlich Daten zur Meißelgeschwindigkeit, -temperatur und Schwingungsintensität. Diese Daten wurden dann analysiert, insbesondere die Daten zur Rotationsgeschwindigkeit, die in allen Meißelpositionen nachvollzogen werden konnte, und so konnte das Überwachungssystem entsprechend angepasst werden.

Derzeit wird der Feldversuch in der vorgesehenen Dimensionierung beim Pahang Selangor Raw Water Tunnel Project in Malaysia durchgeführt, wo mit 3 Main-Beam-TVM mit einem Durchmesser von 5,2

m von Robbins Granitgestein abgetragen wird. Im Frühjahr 2010 wurden mehrere Meißel mit Messgeräten ausgestattet. Auch zeigen die ersten Ergebnisse nachvollziehbare Drehzahlwerte bei den verschiedenen Meißelstellungen. Anhand der gewonnenen Ergebnisse sind die Ingenieure von Robbins zu der Erkenntnis gekommen, dass die Instrumentengehäuse geringfügig schmaler konzipiert werden müssen, um zu verhindern, dass sich Ausbruchsmaterial im Bereich des Schneidrollengehäuses ablagert. Die Ausgestaltung der Messgeräte und deren Gehäuse wurde optimiert und im Oktober 2011 in alle 3 TVM eingebaut.

### Eine Entwicklung für die Zukunft

Meißelsensoren werden zukünftig zur technischen Standardausstattung beim Tunnelbau in Hartgesteinschichten, insbesondere bei längeren Bohrstrecken, zählen. Das Überwachungssystem kann auch nach Kundenspezifikationen mit nur bestimmten Sensoren ausgestattet und angepasst werden.

Der nächste Schritt in der Entwicklung dieses Überwachungssystems sollte nun darin bestehen, eine Korrelation zwischen den gefilterten Schwingungsdaten und dem physikalischen Phänomen herzustellen, das mit diesen Daten wiedergegeben wird, um dann diese Daten umfassend in den Betrieb der Maschine einzubinden. Diese Entwicklung wird Tunnelvortriebsmaschinen einen Schritt weiter in Richtung automatisierten Bergbau bringen.

Auch wenn die Technologie vielversprechend ist, so sind ihrer aktuellen Ausgestaltung



In this hypothetical illustration, an operator sees flagged cutters that are above a threshold limit indicating the presence of a fault zone

maged cutter components and because of the time needed to replace all of the failed cutters. Severe wipe outs can also cause damage to the cutterhead, and possibly require extensive cutterhead repairs. By utilizing real-time rotational data, an operator can take immediate action when a cutter stops rotating, thereby preventing or minimizing the cascading failure.

### Rigorous Testing in Malaysia and Canada

Five cutters made up initial tests at Canada's Niagara Tunnel Project, with 4 devices ultimately providing a good spectrum of data measurement across the cutterhead. These 4 devices produced 19 hours of continuous data on cutter RPM, temperature, and vibration. Engineers analyzed the measurements, particularly, the rpm data, which remained consistent at all cutter positions, then adjusted the system accordingly.

Full-scale testing is now underway at Malaysia's Pahang Selangor Raw Water Tunnel, where three 5.2 m diameter Robbins Main Beam TBMs are excavating granite rock. Multiple cutters were fitted with sensors beginning in 2010, with initial results

again showing consistent RPM for the various cutter positions. Engineers determined from the results that the instrument housings would need to be slightly narrower to keep fine dust material from lodging in the channel area of each cutter housing. The designs have been refined and were being installed on all 3 machines as of October 2011.

### Forward Progress


Ultimately, cutter sensors will become a standard for hard rock tunnels, particularly at longer distances. The systems could also be streamlined and customized with only some measured variables to fit a contractor's needs.

What remains for the instrumentation system is to develop corollaries between filtered data and the physical phenomena this data represents, then to fully integrate that data with the operation of the machines. These observed trends will advance tunnel boring machines one step closer to an automated method of excavation.

While the technology is promising, there are some limitations to the current setup - the system is now only available for 19-inch cutter diameters, which is the most commonly recom-


dennoch Grenzen gesetzt. So kann das System derzeit nur bei Meißeln mit einem Durchmesser von 19 Zoll (ca. 48 cm) und 18 Zoll (ca. 51 cm) eingesetzt werden. In naher Zukunft könnte es für die Meißeldimension 17 Zoll (ca. 43 cm) adaptiert werden und somit auch dort Anwendung finden. Das System eignet sich nicht für kleinere Meißelgrößen, wo die Sensorengruppe nicht in das Meißelgehäuse passt, oder für sehr kurze Tunnelausbaustrecken, wo eine übermäßige Abnutzung der Meißel kaum auftreten dürfte.

Schließlich spielen die Bodenverhältnisse auch noch eine entscheidende Rolle. Bei Weichgestein ist eine Über-

wachung der Meißel von größerer Bedeutung, da das Erdreich eine höhere Abriebwirkung aufweist und eher Wechsellagerungen zu erwarten sind. Das System könnte in der Zukunft auch Anwendung bei Rollenmeißeln mit Hartmetalleinlagen finden. Hierbei würde es jedoch in Weichgestein zu Problemen bei der Signalübertragung kommen. Da das System auf Funkwellen basiert, könnten die Signale in der verflüssigten Dickstoffmasse verlieren oder durch die Druckwand gestört werden. Ein Überwachungssystem, das in Weichgestein eingesetzt werden soll, müsste auf der Übertragung eines komplett anderen Signals basieren. 

mended cutter size for difficult rock conditions. However, the system could be adapted for 17-inch and 20-inch sizes in the near future. The system would not be practical for smaller cutter sizes, where the monitor box would not fit inside the cutter housing, or for very short tunnels, where significant cutter wear would not be expected.

In addition, geology plays an important role. Softer rock has a higher need for cutter monitoring, as the ground tends to be more abrasive and more prone to mixed conditions that can wear unevenly on cutters. The systems could eventually be adapted to carbide-insert roller cutters, but would face signal transmission problems in soft ground. Since

the system uses radio waves, the signal could be lost in the fluidized muck or interrupted by the pressure bulkhead. Any monitoring system for soft ground would need to utilize an entirely different type of signal. 

## The Global Tunnelling Partner

Reaching  
**HIGHEST AVAILABILITY**  
of your conveyor systems



**Conveyor system**  
at 1300m above sea level

- Belt fitting to the highest standard - worldwide!
  - Effective tunnel driving support
  - Belt retrieval after completion of tunnelling
  - Preparing your belt for redeployment
- ...and much more.**

**germanBelt**®

germanBelt Group

visit us at  
STUVA CONFERENCE'11  
germanBelt in Hall 20 - Stand A105  
December 6-8

Christian Veder Colloquium 2011

## Tiefe Baugruben unter schwierigen Randbedingungen

26. Christian Veder Colloquium, Graz 28./29. April 2011 Österreich. Gesellschaft für Grundbau, Gruppe Geotechnik Graz. Herausgeber: M. Dietzel, S. Kieffer, W. Schubert, F.H. Schweiger und S. Semprich. 350 Seiten (DIN A5) mit 255 Abb./Tab. und 57 Quellen. ISBN 978-3-900484-57-6; geh. 30,-- EUR. Heft 40, Institut für Bodenmechanik und Grundbau, TU Graz.

Jede einzelne Baugrube stellt wie auch die anderen geotechnischen Bauwerke eine im Entwurf zu berücksichtigende Besonderheit dar; die bei der Ausführung auftretenden Schwierigkeiten sind im Allgemeinen sehr projektspezifisch. Trotzdem können daraus für ähnlich gelagerte Fälle Schlussfolgerungen gezogen und Anregungen gewonnen werden. Aus den gebrachten Beiträgen gehen die vielfältigen Anforderungen, die an Entwurf und Ausführung tiefer Baugruben gestellt werden, deutlich hervor, wie der Einfluss des Grundwassers und die Beherrschung beengter Platzverhältnisse im innerstädtischen Bereich, was beim Ausbau der öffentlichen Infrastruktur in Ballungsräumen zu logistischen Herausforderungen führt, sowie die Erdbebenproblematik. Einige Beiträge über Baugruben im Fels und in sehr weichen Böden zeigen das weite Anforderungsspektrum, das an den Entwurf und die Ausführung gestellt wird. – Hier interessieren die Berichte aus dem Tunnel- und Kraftwerksbau, wie

- die einschalige Tunnelkonstruktion in Deckelbauweise im Erdbebengebiet

für die Metro Thessaloniki mit zwei 9,6 km langen, eingleisigen Tunnelröhren und 13 Stationen mit Mittelbahnsteig,

- Start- und Zielgrube (45,5/9,5/25 m) für die Unterfahrung des historischen Kaufhauses an der Königsallee in Düsseldorf im Schutze einer vollständigen Vereisung beim Bau der Wehrhahn-Linie (Schildvortrieb 4,50 m Durchmesser, 2254 m),
- Startschacht Klimmtgasse (25/12/35 m, unmittelbar neben einer fünfgleisigen Eisenbahnstrecke) des 12,5 km langen, zweigleisigen Lainzer Tunnels als Schlüssel zum Erfolg,
- Ausgeführte Lösungen bei der Herstellung von elf bis zu 40 m tiefen Rettungsbauwerken im Abstand von 500 m (Schächte und Stollen im Rohrvortrieb) beim Bau des 5835 m langen, zweigleisigen Tunnels (Baulos H3-4) der Unterinntalbahn, sowie
- Herstellen eines 35 m tiefen Schachtes (23/18/45 m) im Grundwasser für das Speicherkraftwerk Koralpe (160 GWh/a) in Kärnten – mit Düsenstrahlverfahren für die Baugrubenumschließung im oberen Bereich statt der aus- geschriebenen Schlitzwandlösung.

G.B.



Christian Veder Colloquium 2011

## Deep Construction Pits under tricky marginal Conditions

26<sup>th</sup> Christian Veder Colloquium, Graz/A April 28/29, 2011. Association of Underground Engineering, Group for Geotechnics Graz. Edited by: M. Dietzel, S. Kieffer, W. Schubert, F.H. Schweiger and B. Semprich. 350 pp (DIN A5) with 255 Ills./Tables and 57 Sources. ISBN 978-3-900484-57-6; bound. 30.00 euros. Booklet 40, Institute for Soil Mechanics and Underground Engineering, TU Graz. Just like other geotechnical structures each individual construction pit represents a special feature that also has to be taken into consideration at the design stage; difficulties which occur during execution are generally project related. Nonetheless conclusions can be reached for similarly situated cases. The papers that were presented provide manifold requirements, which are posed on designing and executing deep excavation pits, clearly indicating how the influence of groundwater and mastering constricted spatial condition leads to logistical challenges in developing public infrastructure in built-up areas as well as seismic problems. A number of contributions dealing with excavation pits in rock and in extremely soft soils reveal the wide range of demands placed on design and execution. – In this connection reports stemming from tunnel and power station construction are of interest such as

- Monocoque tunnel construction using the top cover method in a seismic region for the Thessalonica Metro with two 9.6 km long, single-track tunnel bores and 13 stations with central platform,

- Starting and target pits (45.5/9.5/5.25 m) for underpassing the historic department store on the Düsseldorf Königsallee protected by complete freezing during the production of the Wehrhahn Line (shield drive 4.50 m diameter, 2,254 m),
- Klimmtgasse starting shaft (25/12/35 m, directly alongside a 5-track railway route) for the 12.5 km long, twin-track Lainz Tunnel as the key to success,
- Solutions executed during the production of 11 up to 40 m deep evacuation structures at gaps of 500 m (shafts and galleries via pipe-jacking) during the building of the 6,835 m long, twin-track tunnel (contract section H3-4) on the Lower Inn Valley Railway as well as
- Creating a 35 m deep shaft (23/18/45 m) in groundwater for the Koralpe storage power station (160 GWh/a) in Kärnten – with the jet grouting method for enclosing the construction pit in the upper sector instead of the diaphragm wall solution that was called for.

G.B.



## Merkblatt

## Merkblatt für die Kontrolle, Wartung und Pflege von Straßentunneln (M KWPT)

Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV). 2011, 36 Seiten (DIN A4) mit 14 Abb., 10 Tab. und 20 Quellen. FGSV 419, ISBN 978-3-941790-82-7. EUR 32,00. Bestellung über Profil-Buchhandlung (siehe Kasten). Das vom Arbeitskreis für betriebliche Unterhaltung von Straßentunneln der FGSV erarbeitete Merkblatt beschreibt den bei Straßentunneln erforderlichen Aufgabenumfang zur Kontrolle und Wartung dieser Ingenieurbauwerke (Sicht- und

Funktionskontrolle) sowie Pflege (Reinigung, Instandhalten usw.) derselben. Es nennt die dafür vorgesehenen Tunnelbestandteile mit den zugehörigen Nebenanlagen (Flucht- und Rettungswege, Betriebsräume, Entwässerung, Drainagen und Grundwasserdüker, sowie technische Ausstattung und Löscheinrichtungen). Außerdem werden Organisationshinweise zur Durchführung der Arbeiten gegeben – mit Hinweis auf einen zeitlichen Zyklus bei regelmäßig wiederkehrenden Arbeiten und

zu beachtenden Hersteller- und tunnelspezifischen Vorgaben. Für den Betrieb in Straßentunneln sind auch die 3 Anhänge des Merkblattes (Erfassung von Besichtigung/Beobachtung und Beispiele für tunnelspezifische Reinigungshinweise für Tunnelwände und die Ressourcenplanung als Teil eines Betriebskonzepts) eine gute Hilfe. Näher eingegangen wird auch auf die betreffenden technischen Regelwerke. – Als Straßentunnel im Sinne dieses Merkblattes gelten alle für den Kraftfahrzeugverkehr



**PROFIL**  
BUCHHANDLUNG IM BAUVERLAG

**fachbuchtip**

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](mailto:profil@bauverlag.de)  
[www.profil-buchhandlung.de](http://www.profil-buchhandlung.de)

bestimmten Tunnel nach den „Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln“ (RABT/GFSV 339). G.B.

## Code of Practice

## Code of Practice for the Control, Maintenance and Servicing of Road Tunnels (M KWTP)

Edited by: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV). 2011, 36 pp (DIN A4) with 14 Ills., 10 Tables and 20 Sources. FGSV 419, ISBN 978-3-94-790-82-7. 32.00 euros. Available from the book trade (see box). The code of practice was compiled by the working group for the operational maintenance of road tunnels of the FGSV and describes the necessary number of tasks for controlling and servicing such structures (visual and functional checks) as well as their servicing (cleaning, repair etc.). In this connection it refers to the relevant tunnel elements with the related secondary features (evacuation and rescue routes, operating rooms, drainage and groundwater syphons as well as technical furnishings and extinguishing equipment). In

addition organisational directions for executing such work are provided – indicating a time cycle for regularly recurring jobs and manufacturing and tunnel-specific specifications that have to be observed. Three appendices of the code of practice (compilation of inspections/observations and examples of tunnel-specific directions for cleaning tunnel walls and resource planning as part of an operating concept) represent useful assistance. The related technical standards are also looked at in depth. – Road tunnels in keeping with this code of practice are regarded as all tunnels intended for road traffic in accordance with the “Guidelines for Furnishing and Operating Road Tunnels” (RABT/GFSV 339). G.B.

## TROCKEN und DICHT mit ADEKA ! Waterswelling Sealing Material

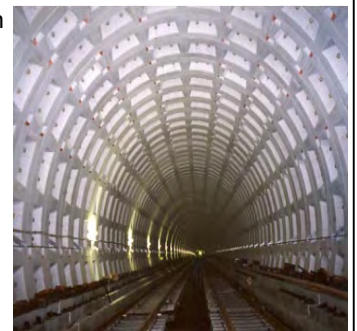
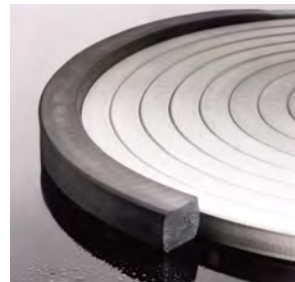
**ADEKA ULTRA SEAL** wasserquellfähige Dichtungsmaterialien gewährleisten eine zuverlässige Abdichtung für zahlreiche Anwendungsgebiete und ist sehr einfach, sauber und wirtschaftlich zu verarbeiten.

Speziell entwickelte Profile auf Naturkautschuk-Basis für:

- Arbeitsfugen
- Dehnfugen
- Anschlussfugen
- Rohrdurchführungen
- Sanierungen

bieten dem Anwender optimale Abdichtungs-lösungen

**ADEKA P-201** kann sowohl als eigenständige Paste als auch zum Anbringen und Hinterfüllen der Bandprofile von ADEKA verwendet werden.



**ITEC Consult GmbH + Co. KG**  
Höglwörther Straße 1, D-81369 München  
Tel: +49 89 74361-0  
Fax: +49 89 74361-292  
[sales@itec-online.com](mailto:sales@itec-online.com)



Bautechnik-Tag 2011

## Qualität und Verantwortung

Deutscher Bautechnik-Tag (BTT), Berlin 11. – 13. Mai 2011. Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (DBV) gemeinsam mit dem Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) Vortragsband zum BTT 2011: 120 Seiten (DIN A4) mit 83 Abb./Tab. und 27 Quellen, sowie mit CD. EUR. 80,00. Heft 21, DBV, D-10785 Berlin, www.betonverein.de.

Eingang wird auf „Qualität und Verantwortung“ beim Bauen näher eingegangen, so auf die Qualität beim Bauen von Unikaten, die Erwartungen des Auftraggebers an die Qualität und Verantwortung als Schlüsselbegriffe für Bauunternehmen. Planer und Ausführende stehen meist nicht unmittelbar in einem gegenseitigen Vertragsverhältnis, sondern jeder für sich hat einen Werkvertrag mit dem Bauherrn. Von der Güte der Schnittstelle zwischen Planer und Ausführenden hängt deshalb ganz wesentlich die Qualität des Bauwerks ab. Deshalb ist die Auswahl von Planer und Bauausführenden mit die wichtigste Aufgabe des Bauherrn. Die 40 Beiträge der anschließenden Fachsitzungen befassen sich mit den Themengruppen Bauen im Dialog, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit von Gebäuden, Einfluss der EU auf die Bauwirtschaft, Bauen im Ausland, Forschung, Entwicklung und neue Regelwerke, sowie Bauen im Bestand und Verkehrsinfrastruktur im In- und Ausland – mit Tunnelbauten, wie

- Bau von 3 U-Bahnhöfen (Ceintuurbaan, Vijzelgracht und Rokin) im Zuge der

Nord-Süd-Linie in Amsterdam teilweise mit vereinten Schlitzwandfugen zum Schutz gegen eindringendes Grundwasser und Arbeiten unter Druckluft sowie besonderer Projektsteuerung,

- Bau der 16,2 km langen Liefkenshoek-Bahnverbindung in Antwerpen vom Rangierbahnhof Bundel Zuid auf dem linken Scheldeufer zur Bahnlinie 11 auf dem rechten Ufer (Tunnel 3/2011, S. 41 – 48).
- Ausbau der Metro in Algier: Linie 1 mit 7 km Tunnel und 8 unterirdischen Bahnhöfen mit Hauptlüftungsbauwerken (Schächte und Kavernen), aufgefahren in bergmännischer Bauweise (NATM) (80 bzw. 145 m<sup>2</sup> Ausbruchquerschnitt) mit wu-Betonsohle, Regenschirmabdichtung und Betoninnenschale (40 cm).
- Sanierung eines 1368 m langen, begehbaren Fernwärmemetunnels unter der bis 34 m tiefen Kieler Förde wegen stark fortgeschrittener Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) über ein Rohr in Rohr System anstelle der ausgeschriebenen Tübbingauskleidung (452 Rohranschlüsse aus wu-Beton C35/45, 3,90 m Durchmesser) unter Verbleib der Versorgungsleitungen für Fernwärme und Strom während der Baumaßnahme bei auf 4,5 Monate verkürzter Kernbauzeit in der heizfreien Jahreszeit.

G.B.



Construction Technology Day 2011

## Quality and Responsibility

German Construction Technology Day (BTT), Berlin May 11 – 13, 2011. The German Society for Concrete and Construction Technology Inc. (DBV) in conjunction with the German Committee for Structural Concrete (DAfStb): proceedings relating to the BTT 2011: 120 pp (DIN A4) with 83 Ills./Tables and 27 Sources as well as accompanying CD. 80.00 euros. Booklet 21, DBV, D-10785 Berlin, www.betonverein.de.

Initially the publication is mainly devoted to “Quality and Responsibility” during construction relating to quality when building unique projects, expectations on the part of the client with respect to quality and responsibility as key terms for building contractors. Planners and contractors generally do not possess a mutual contract with each other but individually have a works contract with the client. Thus the structure’s quality largely depends on the relationship between the planner and contractor. As a result the client’s most important task lies in selecting the architect and contractor. The 40 papers referring to the ensuing sessions relate to groups of topics such as constructing in accordance with dialogue, energy efficiency and sustainability of buildings, EU influence on the construction industry, constructing abroad, research, development and new codes of practice as well as reconstruction and transport infrastructure at home and abroad – with tunnels such as

- building 3 Metro stations (Ceintuurbaan, Vijzelgracht and Rokin) as part of the Amsterdam North-South Line partially with frozen di-

aphragm wall joints for protection against ingressing underground water and working under compressed air as well as special project control.

- Producing the 16.2 km long Liefkenshoek rail link in Antwerp from the Bundel Zuid marshalling yard on the left bank of the Schelde to rail line 11 on the right bank (tunnel 3/2011, pp 41 – 48).
- Extending the Metro in Algiers: Line 1 with 7 km of tunnel and 8 underground stations with main ventilation structures (shafts and caverns) driven by mining means (NATM) (80 and 145 m<sup>2</sup> excavated cross-section) with watertight concrete floor, umbrella seal and concrete inner shell (40 cm).
- Redeveloping a 1,368 m long, accessible distance heating tunnel below the up to 34 m deep Kiel Fjord owing to highly advanced alkali-silica reaction (ASR) via a pipe-in-pipe system instead of the proposed segmental lining (452 pipe connections consisting of C35/45 watertight concrete, 3.90 m diameter) while retaining the supply lines for distance heating and electricity during the construction scheme given a core construction period reduced to 4.5 months during the part of the year when heating is not required.

G.B.





**STUVA-Tagung '11**

6. bis 8. Dezember 2011,  
Berlin/D,  
*STUVA Conference '11*  
*Messe Berlin*  
6. + 7.12.2011:  
Vortragsveranstaltung mit  
begleitender Fachausstellung  
8.12.2011: Besichtigungen  
STUVA e.V.  
Mathias-Brüggen-Straße 41,  
D-50827 Köln,  
Tel.: + 49 (0) 221 / 59795-0  
Fax: + 49 (0) 221 / 59795-50  
E-Mail: info@stuva.de  
www.stuva.de

**Spritzbeton-Tagung  
2012**

12. + 13. Januar 2012  
Congress Centrum Alpbach,  
Tirol/A  
*Spritzbeton im Tunnel- und  
Tiefbau, für Betoninstandset-  
zung und Neubau*  
Informationen:  
Prof. Wolfgang Kusterle/Agne-  
ta Kusterle  
Dörreweg 6,  
A-6173 Oberperfuss  
Tel.: +43 (0) 650 / 8244610  
E-Mail: spritzbeton@kusterle.net  
www.spritzbeton-tagung.com

**Forum Forschung und  
Praxis im WBI-Haus**

Norra Länken Los 35: Inner-  
städtischer Autobahntunnel  
in Stockholm – Erfahrungen  
bei Planung und Bau einer  
neuartigen Innenschalen-  
konstruktion im Hartgestein  
25. Januar 2012, ab 17.30 Uhr  
WBI-Haus, Aachen/D  
Prof. Dr.-Ing. W. Wittke  
Beratende Ingenieure für  
Grundbau und Felsbau GmbH  
Henricistraße 50, 52072  
Aachen/D  
Tel.: +49 (0) 242 / 88987-0  
Fax: +49 (0) 242 / 88987-33  
E-Mail: wbi@wbionline.de  
www.wbionline.de

**5. BrennerCongress  
2012**

*Internationales Symposium  
Brenner Basistunnel*  
16. – 17. Februar 2012,  
Innsbruck/Österreich  
Wissenschaftliche Leitung:  
Univ.-Prof. Konrad Bergmeis-  
ter, Universität für Bodenkul-  
tur Wien  
Univ.-Prof. Walter Purrer,  
Fakultät für Bauingenieurwis-  
senschaften der Leopold Fran-  
zens Universität Innsbruck  
Informationen:  
www.brennercongress.com

**South American  
Tunnelling – SAT 2012**

*3<sup>rd</sup> Brazilian Congress on  
Tunnels and Underground  
Structures*  
20<sup>th</sup> – 22<sup>nd</sup> March 2012  
Location: Centro Fecomercio  
de Eventos São Paulo/Brazil,  
Information:  
Executive Secretariat  
Acqua Consultoria  
Cadastr: 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**

*2<sup>nd</sup> Tunnel Colloquium*  
12<sup>th</sup> – 14<sup>th</sup> 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*  
Beitragsanmeldungen bis  
17. Oktober 2011 per E-Mail.  
Institut für Bodenmechanik  
und Grundbau  
Ao.Univ.-Prof. Dr. techn. Hel-  
mut 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**

23<sup>th</sup> – 25<sup>th</sup> 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

**INSOLVENCY AUCTION  
Online auction****TORO Bausanierungs- und  
HandelsgesmbH & Co KG**

Several two-component hot spray guns UNIPRE C6523, construction year: 1998; high pressure two-component airless pump unit WAGNER 2K70-250-250, construction year: 2004; compressor ATLAS COPCO GA15FF; concrete grouting apparatus OBERMANN; a large car pool consisting of delivery vehicle/carrier IVECO Daily 65C14 3.0HPI, registration date: 2006, diesel, 100 kW; mobile job compressor ATLAS COPCO XAS46; various factory equipment as tool cabinets, drawer cabinets, electric side loader JUNGHEINRICH ETV 1-12; electric powered lifting truck JUNGHEINRICH, rack systems as: threepart cantilever type shelves, pallet heavy load racks, high-quality computing and office equipment; and many more.

**Auction information**

End of auction: Thursday, December 15th 2011, at 10.00 a.m. - local time  
Viewing: Wednesday, December 14th 2011 from 09.00 a.m. up to 04.00 p.m. - local time  
Viewing location: in the factory of TORO Bausanierungs- und HandelsgesmbH & Co KG, Maculangasse 12, A-1220 Wien

**www.karner-dechow.at**



# A.S.T. Bochum

Armaturen- Schlauch- und Tunneltechnik

Special fittings, hoses and tunnelling equipment  
Raccords, Flexibles, technologie de tunnel



Weltweit über 500 belieferte  
Tunnelbauprojekte

More than 500 tunnelling  
project supplies worldwide

Livré plus 500 projets  
dans le monde



- Baustelleneinrichtung
- Maschinenausrüstung
- Micro-Vortrieb
- NÖT-Vortrieb
- Pressluftversorgung
- Schalungstechnik
- Spezialtiefbau
- Spritzbetontechnik
- TBM-Vortrieb
- Vereisungstechnik
- Verschleißschutz
- Rohrsysteme



- Erection plant
- Machine requirements
- Microtunnelling
- Drill&Blast tunnelling
- Air pressure supply
- Concrete formwork engineering
- Special civil engineering
- Shot concrete engineering
- TBM tunnelling
- Freezing engineering
- Wearing protection
- Pipe-Systems



- Installation de chantier
- NATM creusement
- Béton Projeté/Gunite
- TBM-creusement
- Le microtunnelier
- Alimentation d'air comprimé
- Travaux publics spécialisés
- La technologie à tube
- Coffrage

Sandvik Maschinen für den Sprengvortrieb ...



Kompetenz im Tunnelbau

... und Teilschnittmaschinen

## Sandvik – Ihr zuverlässiger Partner für den Tunnelbau

Gewinnen Sie mit uns den Wettlauf gegen die Zeit!

Gemeinsam finden wir die für Ihre Anwendung passende Vortriebsmethode. Basierend auf unserem umfassenden Wissen und langjähriger Erfahrung im Tunnelbau mit Sprengvortrieb oder mit Teilschnittmaschinen können wir Sie bestmöglich bei Ihren Tunnelbauprojekten beraten und unterstützen.

Sandvik – Kompetenz im Tunnelbau!

SANDVIK MINING AND CONSTRUCTION CENTRAL EUROPE GMBH D-45356 ESSEN DEUTSCHLAND  
TEL +49 (0) 201-1785-300 [www.mc.sandvik.com/eu](http://www.mc.sandvik.com/eu)

**EINLADUNG**

Besuchen Sie uns auf der  
STUVA-Tagung in Berlin  
Stand C108

**SANDVIK**