

www.tunnel-online.info

# tunnel

4

July

Offizielles Organ der STUVA · Official Journal of the STUVA

2016

New Two-Component Annular Gap Mortar Formula | 12  
World Tunnel Congress 2016 in San Francisco | 22  
Seepage Water Tunnel of the Sylvenstein Reservoir | 36



**bau || || verlag**

Wir geben Ideen Raum



# CREG Underground Solution



## Cutting tools



17" disc



18" disc



19" disc



Inserted Blade Cutter



Center Single Cutter

### + China:

Contact: [cregoverseas@crectbm.com](mailto:cregoverseas@crectbm.com)  
 Phone: +86 371 60608837  
 Address:  
 No.99,6th Avenue  
 National Economic & Technical Development Zone  
 450016 Zhengzhou, Henan Province  
 People's Republic of China

### + Asia & Africa:

Contact: [enquiries@cte-limited.com](mailto:enquiries@cte-limited.com)  
 Phone: +603 7954 0314  
 Address:  
 Unit 908,Block B,Phileo Damansara II  
 No.15,Jalan 16/11 off Jalan Damansara  
 Section 16, 46350 Petaling Jaya  
 Selangor, Malaysia

### + Europe & Latin America:

Contact: [info@creg-germany.com](mailto:info@creg-germany.com)  
 Phone: +49 2431 9011 533  
 Address:  
 CREG TBM Germany GmbH  
 Jülicherstraße 10-12  
 41812 Erkelenz  
 Germany

Website: [www.crectbm.com](http://www.crectbm.com)

# tunnel 4/16

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



World Tunnel Congress 2016: Auf der diesjährigen Vollversammlung in San Francisco wurde Professor Tarcisio B. Celestino (Brasilien) zum neuen ITA-Präsidenten gewählt

World Tunnel Congress 2016: At this year's General Assembly in San Francisco Professor Tarcisio B. Celestino (Brazil) was elected as the new ITA president for a period of three years

Quelle/credit: Marvin Klostermeier

(Seite/page 22)

## Title

Für Norwegens derzeit größtes Infrastrukturprojekt liefert Herrenknecht vier Doppelschild-TBM (Ø 9900 mm). Sie erstellen 18,5 km Tunnel für eine 22 km lange, zweigleisige Bahnverbindung, das Follo-Line-Projekt. Diese Verbindung wird das künftige Kernstück des InterCity-Ausbaus südlich von Oslo werden

For Norway's currently largest infrastructure project, Herrenknecht delivers four Double Shield TBMs (Ø 9900 mm). They are going to tunnel 18,5 km for a 22 km new double track railway line, the Follo Line Project. It will form the core part of the InterCity development south of Oslo

Quelle/credit: Herrenknecht

## Nachrichten / News

2

## Hauptbeiträge / Main Articles

### Neuentwicklung einer Zwei-Komponenten-Ringspaltmörtelrezeptur

12

New Development of a Two-Component Annular Gap Mortar Formula

Prof. Dr.-Ing. Dietmar Mähner; Matthias Hausmann, M. Sc.;

Dr.-Ing. Dieter Handke; Dipl.-Ing. Dennis Edelhoff, MBA

### ITA-Jahrestagung und World Tunnel Congress 2016 in San Francisco

22

ITA Annual Meeting and World Tunnel Congress 2016 in San Francisco

Dr.-Ing. Roland Leucker

## Abdichtung / Sealing

### Sylvensteinspeicher: Abdichtung des Sickerwasserstollens

36

Sylvenstein Reservoir: Waterproofing of the Seepage Water Tunnel

Götz Tintelnot

## Fachtagungen / Conferences

### 23. Darmstädter Geotechnik-Kolloquium

40

23<sup>rd</sup> Darmstadt Geotechnics Colloquium

### 5. Münchener Tunnelbau Symposium: BIM und Nachhaltigkeit im Tunnelbau

42

5<sup>th</sup> Munich Tunnelling Symposium: BIM and Sustainability in Tunnelling

## Fachbücher / Technical Books

### Umfassendes Ingenieur-Fachbuch: Tunnelling the Gotthard

44

Comprehensive Engineering Book: Tunnelling the Gotthard

## Informationen / Information

### Veranstaltungen / Events


47

Impressum / Imprint

48


## Frankreich

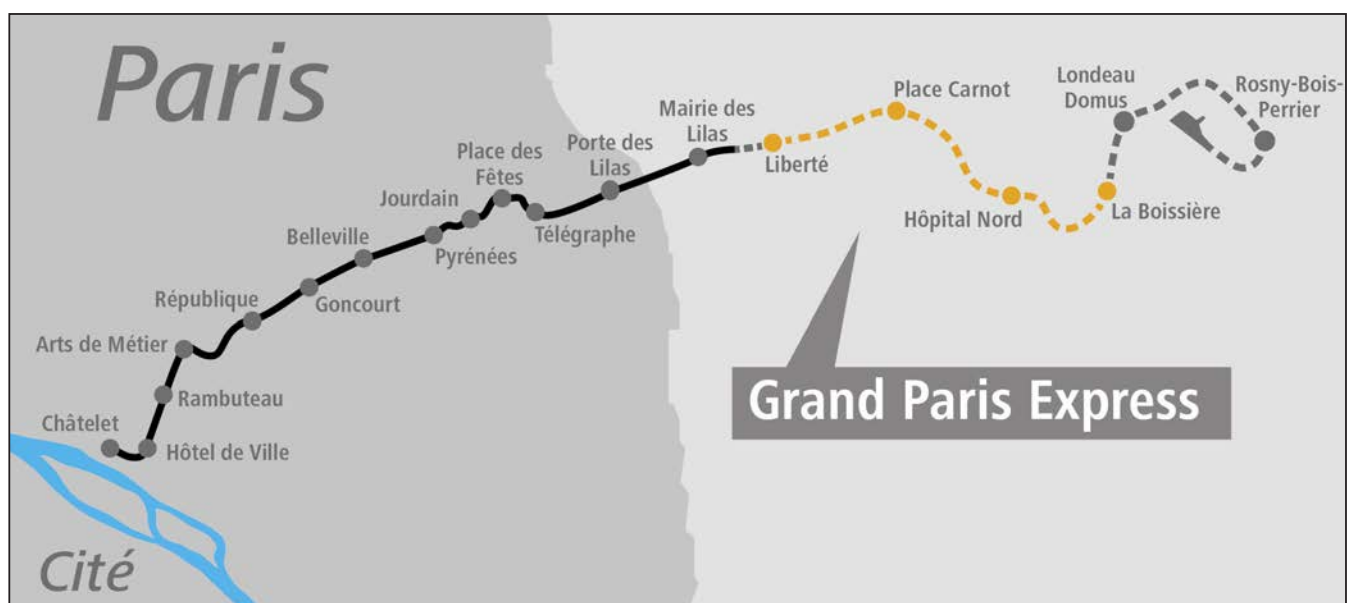
## Grand Paris Express: Verlängerung der U-Bahn-Linie 11 um vier Stationen

Implemia hat Ende Juni 2016 den Vertrag für den Bauabschnitt „Lot GC01“ im Osten von Paris unterschrieben. Dabei geht es um die Verlängerung der Linie 11 der „Régie autonome des transports parisiens“ (RATP), dem staatlichen Betreiber des öffentlichen Personennahverkehrs der Hauptstadt. Der Infrastrukturauftrag ist Teil des Großprojekts „Grand Paris Express“. Implemia übernimmt den Auftrag gemeinsam mit den Konsortialpartnern NGE (Frankreich), Demathieu & Bard (Frankreich) und Pizzarotti (Italien). Mit dem „Grand Paris Express“ entsteht bis 2030 ein aus sechs fahrerlosen U-Bahn-Linien bestehendes Verkehrsnetz, das die Metropole besser mit der Großregion Paris (Île-de-France) verbindet. Insgesamt bedeutet dies rund 210 km neue Tunnelstrecken sowie knapp 70 neue unterirdische Bahnhöfe. Für eines der größten Infrastrukturprojekte Europas werden in den nächsten Jahren weitere Lose vergeben. Implemia hat zusammen mit Pizzarotti die technische Federführung für die Tunnelarbeiten des Bauabschnitts „Lot GC01“ inne. Eine TVM wird dort einen 3 km langen Tunnel mit einem Innendurchmesser von mehr als 9 m bohren. Ein 200 m langer Abschnitt wird zudem in Tagbauweise erstellt. Außerdem schafft das Baukonsortium mittels Erdaushub sowie der Erstellung von Schlitzwänden und Schächten die Basis für den Bau der vier künftigen Metrostationen. Die Arbeiten beginnen im Oktober 2016 und dauern rund vier Jahre. Finanziert wird der Auftrag vom „Syndicat des transports d’Île-de-France“ (STIF) – dem für den öffentlichen Personennahverkehr zuständige Aufgabenträger, der Société du Grand Paris und dem Conseil Général de Seine-Saint-Denis. 

## France

## Grand Paris Express: Métro Line 11 to be extended by four Stations

In late June 2016 Implemia signed the contract for construction of the “Lot GC01” section of the Line 11 extension to the east of Paris. Line 11 is run by the “Régie autonome des transports parisiens” (RATP), the state operator of public passenger transport in the capital of France. This infrastructure contract forms part of the major “Grand Paris Express” project. Implemia is taking on the job together with consortium partners NGE (France), Demathieu & Bard (France) and Pizzarotti (Italy). The “Grand Paris Express” project aims to improve links between the French capital and neighbouring residential areas in the Greater Paris region (Île-de-France) by building a transport network of six driverless underground railway lines by 2030. The project will require 210 km of tunnel and nearly 70 new underground stations. Further sections of the project – one of the largest infrastructure projects in Europe – will be awarded over the next few years. Implemia, together with Pizzarotti, has been made technical lead for the tunnelling work on the “Lot GC01” section. A tunnel boring machine will drill a 3 km tunnel with an internal diameter of more than 9 m. A 200 m long section will be made using the cut and cover method. The consortium will also be responsible for the preparatory work for the four new Métro stations, including excavation and the creation of diaphragm walls and shafts. Work begins in October 2016 and will take about four years to complete. The contract is being funded by the “Syndicat des transports d’Île-de-France” (STIF) – the body responsible for local public transport, the Société du Grand Paris and the Conseil Général de Seine-Saint-Denis. 




Geographische Lage des Bauabschnitts „Lot GC01“ für die Verlängerung der Linie 11 in Paris

Location of the “Lot GC01” section of the Line 11 extension in Paris

Deutschland


## Neuer Pforzheimer Tunnel wird bis 2025 gebaut

Der von 1858 bis 1860 erbaute, 903 m lange Pforzheimer Tunnel, zwischen Ispringen und Pforzheim auf der Eisenbahnstrecke Pforzheim–Mühlacker, war zuletzt 1984 saniert worden und wird nun durch einen neuen Tunnel ersetzt. Dieser Neubau wird parallel zum bestehenden Bahntunnel als wasserundurchlässige Konstruktion in bergmännischer Bauweise erstellt. Aufgrund der unmittelbaren Nähe zur Bestandsröhre kommt ein gebirgschonendes und erschütterungsfreies Verfahren mit einer Teilschnittmaschine zum Einsatz. Die neue Tunnelröhre wird 909 m lang und zweigleisig, mit 4 m Gleisabstand (statt zuvor 3,64 m). Mitte Januar 2016 wurde mit dem Bau am Portal Ispringen begonnen; mit der Bauausführung wurde die Firma Baresel GmbH beauftragt. Für den Neuen Pforzheimer Tunnel ist eine Bauzeit von rund viereinhalb Jahren angesetzt, und der Kostenrahmen beläuft sich auf Gesamtinvestitionen von rund 88 Millionen Euro. Nach Fertigstellung des Projekts soll die alte Tunnelröhre verfüllt werden. 

G. B.

Germany

## New Pforzheim Tunnel to be completed by 2025

The 903 m long Pforzheim rail tunnel, constructed from 1858 to 1860 between Ispringen and Pforzheim on the Pforzheim–Mühlacker line, most recently underwent refurbishing in 1984 and is now to be replaced; a new tunnel is currently under construction, using underground tunnelling methods, and will take the form of a waterproofed structure running parallel to the old tunnel. Low-impact, low-vibration tunnelling employing a partial-face excavation machine has been selected, in view of the close proximity of the existing bore. The new bore will have a length of 909 m and will be of double-track configuration, with a track spacing of 4 m (instead of the previous 3.64 m). Work on the construction of the Ispringen portal by the contractor, Baresel GmbH, began in mid-January 2016. The construction time for the new Pforzheim Tunnel is estimated at around four and a half years, with an investment budget totalling some 88 million euros. The original bore is to be filled in after completion of the new tunnel. 

G. B.

III EDITION  
**BOLOGNA ITALY**  
**19-21 OCTOBER**  
**2016**

THE INTERNATIONAL  
MEETING PLACE  
FOR TUNNELLING  
PROFESSIONALS  
COMING FROM  
32 COUNTRIES

EXPO **Tunnel**

UNDERGROUND TECHNOLOGIES  
AND MAJOR WORKS EXHIBITION

AN EVENT BY



ORGANIZING SECRETARIAT



Via De' Buttieri 5/a  
40125 Bologna, Italy  
+39 051 4298311  
info@expotunnel.it

WWW.EXPOTUNNEL.IT

## Österreich

## Tunnelkette Klaus: Durchschlag beim Tunnel Klaus im März 2016

Die österreichische Pyhrn Autobahn A9 an der slowakischen Grenze ist bis auf die Tunnelkette Klaus und den Gleinalmtunnel voll ausgebaut. Seit Ende 2014 laufen die Arbeiten an der Tunnelkette Klaus für die zweiten Röhren von Spering- und Falkensteintunnel, und ab Mai 2015 wurden auch der Tunnel Klaus und der Traunfriedtunnel in Angriff genommen. Den letzten Durchschlag in der Tunnelkette gab es am 3. März im Tunnel Klaus; nach der baulichen und elektrotechnischen Ausstattung soll bereits 2017 der Verkehr durch die neue Tunnelröhre laufen.

Zum insgesamt 7,6 km langen Vollausbau der Tunnelkette Klaus gehören fünf Brückenbauwerke mit Längen von 50 bis 270 m. Alle Brücken sind zugleich auch die Zufahrtsstrecken für den Bau der zweiten Röhren bei den Tunneln Klaus (2,2 km), Spering (2,9 km), Traunfried (450 m) und Falkenstein (750 m), wobei die beiden letzteren völlig neu ausgebrochen werden müssen. Die beiden längeren Tunnel Spering und Klaus verfügen bereits über jeweils durchgehende Fluchtstollen, die entsprechend aufgeweitet werden.

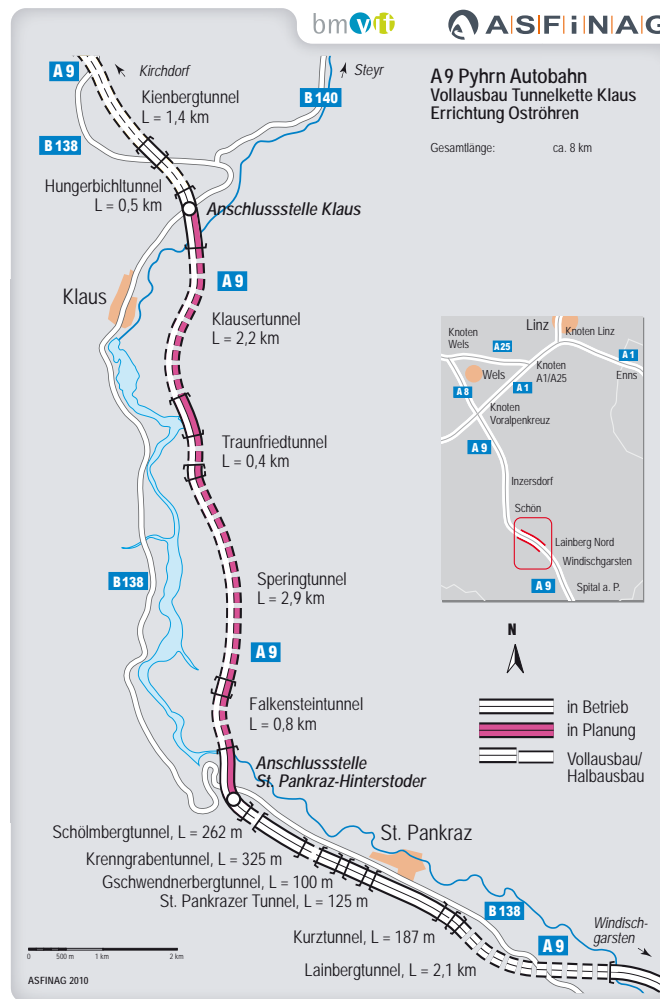
Zur Verbesserung der Sicherheit werden die neuen und bestehenden Tunnel ausgestattet mit Beleuchtung, Lüftung, Funk, Notruf, Brandmeldeanlagen, Videoüberwachung, Wechselverkehrszeichen, LED-Bordsteinreflektoren – und als Neuerung das akustische Monitoring AKUT, das untypische Geräusche im Tunnel rasch erkennt und die Überwachungszentrale alarmiert.

Ende 2017 wird der Verkehr in die neuen Tunnelröhren verlegt. Im Anschluss daran werden die Bestandsröhren saniert. Der Vollausbau der Tunnelkette Klaus, die aktuell eine tägliche Verkehrslast von rund 18 000 Fahrzeugen bewältigt, wird die Infrastrukturgesellschaft ASFINAG rund 180 Millionen Euro kosten; Die Gesamtverkehrs freigabe ist für Ende 2018 geplant.



## Austria

## The Klaus chain of tunnels: Klaus Tunnel Breakthrough in March



Die Tunnelkette Klaus der österreichischen Autobahn A9. Die farbige Strecke markiert den derzeit laufenden Vollausbau

The Klaus chain of tunnels on Austria's A9 autobahn. The currently ongoing final-phase completion project is marked in colour

Quelle/credit: ASFINAG

With the exception of the Klaus chain of tunnels and the Gleinalmtunnel, Austria's Pyhrn Autobahn A9 toward the Slovakian border is fully completed. Work on the Klaus tunnels, specifically on the second bores of the Spering and Falkenstein tunnels, has been ongoing since the end of 2014, and started on the Klaus and Traunfried tunnels in May 2015. The most recent breakthrough in this series of tunnels took place on 3 March in the Klaus Tunnel; the new bore is to open to traffic as early as 2017, following civil-engineering finishing work and electrical fitting-out.

The Klaus chain of tunnels, which will have a 7.6 km total length after completion, includes five bridge structures of lengths from 50 to 270 m. All these bridges function simultaneously as the approach routes for construction of the second bores of the Klaus (2.2 km), Spering (2.9 km), Traunfried (450 m) and Falkenstein (750 m) tunnels, with the latter two both needing to be excavated from new. The two longer Spering and Klaus tunnels already feature complete escape tunnel

systems, which are being correspondingly widened.

Both the new and the existing tunnels are being equipped with lighting, ventilation, tunnel radio, an emergency call system, fire-alarm installations, video surveillance, variable-message traffic signs, LED roadside reflectors and – an innovation – the AKUT acoustic monitoring system, which rapidly detects atypical noises in the tunnel and alerts the tunnel control center.

Traffic will be diverted into the new bores in late 2017, after which the existing bores will be refurbished. Final-phase completion of the Klaus chain of tunnels, which currently handles daily traffic of some 18 000 vehicles, will cost the state-owned ASFINAG infrastructure corporation around 180 million euros; opening to traffic of all bores is scheduled for late 2018.



## Deutschland

## Die Hälfte der Tunnel auf der Neubaustrecke Wendlingen–Ulm ist vorgetrieben

Auf der Neubaustrecke (NBS) Wendlingen–Ulm ist ein weiterer Meilenstein erreicht worden, als am 19. Juni die Mi-neure die Marke von 30 796 m überschritten. Damit ist die Hälfte aller Tunnel auf der Neubaustrecke vorgetrieben. Rund 12 km der vorgetriebenen Tunnel sind zudem im Rohbau fertiggestellt, also bereits mit einer Innenschale ausgestattet. Laut der DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH wird desweiteren Anfang 2017 der Durchschlag des Albstiegstunnels in Ulm erwartet.

### Ein Viertel der Tunnel von Stuttgart 21 ist vorgetrieben

Für die Neuordnung des Bahn-knotens Stuttgart mit insge-samt drei neuen Personen-bahnhöfen und einem Abstellbahnhof sind über 15 km – und damit bereits über ein Viertel – von insgesamt 59 km Tunnelröhren vorgetrieben. Um die Jahreswende 2016/17 werden sowohl am Nord- als auch am Südkopf des künftigen Durchgangsbahnhofs Tunneldurchschläge erwartet.



Quelle/credit: Armin Kilgus

Innenansicht des Boßlertunnels – einer von neunTunnels auf der NBS Wendlingen–Ulm

View from inside the Boßler Tunnel – one of the nine tunnels of the new railway line Wendlingen–Ulm

## Germany

## Half of the Tunnels for the new Railway Line Wendlingen–Ulm are excavated

Another milestone was accom-plished on the new railway line Wendlingen–Ulm when the tun-nellers crossed over the 30 796 m mark on 19 June. Hence, half of all tunnels on the new railway line are driven. Furthermore, the shell construction of approximately 12 km of the driven tunnels has been completed and equipped with an inner lining. In addition to that, the breakthrough of the Albstieg Tunnel in Ulm is expected for the beginning of 2017 according to DB Project Stuttgart-Ulm GmbH.

### A quarter of the Stuttgart 21 tunnels is driven

For the rearrangement of the rail hub Stuttgart with a total of three new railway stations and one siding station 15 km of a total of 59 km of tunnels are driven – which corresponds to more than one quarter of the excavation works. Tunnel breakthroughs are expected at the turn of the year 2016/17 at the north as well as the south section of the future railway through station.

DESOI GmbH  
Gewerbestraße 16  
D-36148 Kalbach/Rhön

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

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

## INJEKTIONSTECHNIK IM TUNNELBAU




## Schweden

## Sandvik-Geschäftsbereiche Mining und Construction zusammengeführt

Der schwedische Sandvik-Konzern hat zum 1. Juli 2016 seine bislang getrennten Geschäftsbereiche „Mining“ und „Construction“ in einer gemeinsamen Business Area zusammengeführt. Die „Sandvik Mining and Rock Technology“, eine von nunmehr vier Sandvik Business Areas soll nach Auskunft des Unternehmens in einem dezentralen Geschäftsmodell organisiert werden. Die darin enthaltenen Produktbereiche sollen eigenständig und eigenverantwortlich operieren.

„Produkte, die für die Kundensegmente Mining und Construction entwickelt werden, basieren weitgehend auf denselben Technologien mit einem vergleichbaren Ersatzteilangebot“, erklärt Björn Rosengren, Präsident und CEO von Sandvik. „Hinzu kommt, dass sich beide Bereiche bereits weitgehend Produktionsstätten und in einem gewissen Umfang auch Vertriebs- und Servicepersonal geteilt haben.“ Das Zusammenführen sei auf eine schlankere und effizientere Unternehmensstruktur angelegt, so Rosengren weiter, die sich für den Kunden in schnelleren Reaktionszeiten bemerkbar machen soll.

Lars Engström, bislang Präsident von Sandvik Mining, wurde zum Präsidenten der neuen Einheit Mining and Rock Technology ernannt. Dinggui Gao, Präsident von Sandvik Construction, hat das Unternehmen zum 1. Juli 2016 verlassen.

Der 11 651 Mitarbeiter starke Geschäftsbereich Mining hatte 2015 einen Umsatz von rund 3 Milliarden Euro vorzuweisen, Sandvik Construction mit 2927 Mitarbeitern einen Umsatz von rund 935 Millionen Euro. Der Jahresumsatz der gesamten Sandvik-Gruppe mit 46 000 Mitarbeitern und Niederlassungen in 150 Ländern betrug im Jahr 2015 rund 9,78 Milliarden Euro. 

## Sweden

## Sandvik merges Business Areas „Mining“ and „Construction“



Quelle/credit: Sandvik

Bohrwagen wie der Sandvik DT 922i kommen weltweit bei Tunnelbauprojekten zum Einsatz  
Tunneling jumbos like this Sandvik DT 922i are used for tunnelling projects around the world

As from 1 July 2016 Sandvik has merged its operations „Mining“ and „Construction“. Sandvik Mining and Rock Technology is now one of four remaining business areas. According to Sandvik it will be organized in a de-centralized business model with separate product areas. Each product area will have full responsibility and accountability for its respective business.

“Products developed for the customer segments mining and construction are based on common technologies with a similar after-market offering. In addition, manufacturing units are already largely shared, with to some extent shared front line resources,” says Björn Rosengren, Sandvik’s President and CEO. By joining the operations into one business area the company aims at achieving a leaner, more efficient structure and faster response to customers.


Lars Engström, former President of Sandvik Mining has been appointed President of the new business area, Sandvik Mining and Rock Technology. Dinggui Gao, President of Sandvik Construction has left the company on 1 July 2016.

The Mining business area with 11 651 employees generated annual sales of around 3 billion euros in 2015; Sandvik Construction achieved annual sales of 935 million euros with 2927 employees. In 2015 the Sandvik group as a whole, with 46 000 employees and subsidiaries in 150 countries, reached annual sales of 9,78 billion euros. 



## Schweiz

## Galgenbucktunnel: Vortrieb abgeschlossen

Der Anschluss Schaffhausen Süd der Schweizer Autobahn A4 soll umgestaltet und das Straßennetz der Stadt Schaffhausen mit dem Klettgau verbunden sowie die Gemeinde Neuhausen am Rheinfall vom Durchgangsverkehr mit täglich bis zu 27 000 Fahrzeugen befreit werden. Zu den umfangreichen Baumaßnahmen gehört der 1138 m lange Galgenbucktunnel zwischen Engi und Bahntal, mit zwei Fahrspuren im Gegenverkehr. Nach zweieinhalb Jahren Bauzeit fand im Februar 2016 der Durchschlag des mit 4,5 % Gefälle von Engi her ausgebrochenen Tunnels statt. Es folgten Sprengarbeiten für die Ausweitung zweier Sondierstollen auf dem letzten 125 m bis zum Portal Bahntal, die Ende Juni 2016 abgeschlossen wurden. Nun stehen die Arbeiten für den zweischaligen Ausbau mit Abdichtung auf dem Programm, ebenso die Zwischendecke mit Brandklappen sowie der Einbau von Betriebs- und Sicherheitseinrichtungen; der Tunnel erhält drei Notausgänge. 2019 soll der Galgenbucktunnel voraussichtlich dem Verkehr übergeben werden. Nach Inbetriebnahme des Tunnels soll sich der Durchgangsverkehr durch Neuhausen um bis zu 70 % verringern. Für den Tunnelbau wurde eine Investitionssumme von rund 220 Millionen Euro veranschlagt.  G. B.




Nach zweieinhalb Jahren Bauzeit fand im Februar 2016 der Durchschlag am Galgenbucktunnel statt  
The Galgenbucktunnel had its breakthrough in February 2016 after two and a half years of construction

## Switzerland

## Galgenbuck Tunnel: Excavation completed

The connection Schaffhausen south of the Swiss autobahn A4 is to be rearranged, the road network of the city Schaffhausen will be connected to the Klettgau and the municipality of Neuhausen at the Rhine falls is to be relieved of its traffic congestion with up to 27 000 vehicles passing through daily. The 1138 m long Galgenbuck Tunnel between Engi and Bahntal with its two bi-directional lanes is one of the more extensive construction sites. It was excavated starting at Engi with a 4.5 % decline and had its breakthrough in February 2016 after two and a half years of construction, followed by a drill and blast excavation on the last 125 m of tunnel all the way to the Bahntal portal, which was completed in late June 2016. Lining works start subsequently with the implementation of a double-lining with waterproofing and a ceiling with fire dampers as well as the installation of operational and safety equipment; the tunnel will be equipped with three emergency exits.

The Galgenbuck Tunnel is expected to be opened for traffic in 2019. Transit traffic through Neuhausen should be reduced by almost 70 % after the tunnel is put into service. For the construction of the tunnel a total investment volume was estimated at about 220 million euros. 

G. B.

Specialist for  
tunneling  
equipment  
and  
logistic systems

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

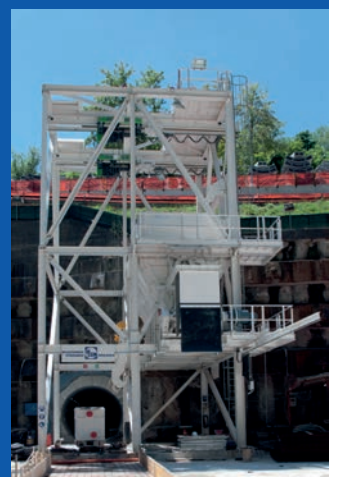
Equipment for segment production  
plant, Jenbach, Austria



Emscher sewer tunnel - pipe factory,  
Gelsenkirchen, Germany, Lifting beam  
for concrete pipe segments



Unloading towers, Pavoncelli Tunnel,  
Caposele, Italy



## Schweiz

## Die Schweiz feiert den Gotthard-Basistunnel



Quelle/credit(3): Gottardo 2016

Eröffnungsfeier am 1. Juni in Erstfeld  
Opening celebration on 1 June in Erstfeld

Am 1. Juni 2016, 17 Jahre nach der ersten Sprengung im Hauptstollen, ist der Gotthard-Basistunnel nun offiziell im Rahmen einer fünfständigen Feier eröffnet worden. Politiker aus dem In- und Ausland, darunter die deutsche Bundeskanzlerin Angela Merkel, der französische Staatspräsident François Hollande und der italienische Premier Matteo Renzi, waren der Einladung gefolgt. Umrahmt vom Schweizer Bundesrat schnitt Bundespräsident Schneider-Ammann am Nachmittag symbolisch das Band durch und übergab den Tunnel an die SBB.

Der Haupttunnel, bestehend aus zwei Einspurröhren, ist mit 57 km der längste Eisenbahntunnel der Welt; zählt man alle Verbindungs- und Zugangstollen sowie Schächte zusammen, misst das gesamte Tunnelsystem mehr als 152 km.

Der neue Tunnel hat am darauffolgenden Festwochenende über 100 000 Menschen bewegt: Gut 80 000 Besucher kamen zu den vier Festplätzen am Gotthard. Weitere 25 000 Personen feierten zudem an den Bahnhoffesten am Samstag in Aarau, Biel, Bern, Genf, Zürich und Winterthur. Am meisten Besucher wurden mit rund 10 000 in Zürich gezählt.

Mehr als 35 000 Gäste nutzen zudem die Gelegenheit für eine Fahrt durch den neuen Gotthardtunnel. Die Passagiere lobten durchgehend die gute Mobilfunkabdeckung im 57 km langen Bahntunnel, der eine Felsüberlagerung von bis zu 2300 m aufweist und damit auch der am tiefsten unter Tage liegende Eisenbahntunnel der Welt ist. Die Festbesucher reisten aus allen Landesteilen und dem nahen Ausland an. Die Bevölkerung aus den Kantonen Uri und Tessin war ebenfalls stark auf den Festplätzen vertreten.

In Erstfeld und Rynächt (Norden) sowie Pollegio und Biasca (Süden) wurde ein reichhaltiges Programm mit Informationen, Kultur,

## Switzerland

## Switzerland celebrates the Gotthard Base Tunnel



Die ersten Züge, die den Gotthard-Basistunnel durchfuhren, wurden an beiden Portalen mit Feuerwerk und großem Applaus begrüßt

The first trains, which ran through the Gotthard Base tunnel were greeted at both portals with fireworks and great applause

On 1 June 2016, 17 years after the first blast in the main tunnel, the Gotthard Base Tunnel was officially opened at a five-hour ceremony. Politicians from Switzerland and other countries accepted invitations to attend, including the German chancellor Angela Merkel, the French president François Hollande and the Italian prime minister Matteo Renzi. Surrounded by members of the Swiss Federal Council, Swiss president Schneider-Ammann symbolically cut through the tape in the afternoon and handed over the tunnel to Swiss Railways SBB.

The main tunnel consisting of two single track bores is 57 km long, the longest rail tunnel in the world; if all connecting and access tunnels and shafts are included, the entire tunnel system amounts to more than 152 km.

The new tunnel attracted more than 100 000 people to the following weekend events: a good 80 000 visitors came to the four large sites at the Gotthard. In addition, another 25 000 people visited events at the stations in Aarau, Biel, Bern, Geneva, Zürich and Winterthur, the largest number being the 10 000 who came to Zürich.

More than 35 000 guests also took the opportunity to travel through the new Gotthard tunnel. The passengers unanimously praised the good mobile phone reception in the 57 km long rail tunnel, which runs under rock overburden up to 2300 m deep and is thus also the deepest underground rail tunnel in the world. The visitors to the ceremonies travelled from all parts of the country and adjacent countries. The people of the cantons of Uri and Tessin were also well represented among the visitors.

In Erstfeld and Rynächt (north) as well as Pollegio and Biasca (south), an extensive programme was on offer with information, culture and entertainment for children. The visitors also gained an exclusive outlook into future mobility. The ETZ universities of Zürich and




Der schweizerische Bundespräsident Johann Schneider-Ammann (Mitte) weihet den Gotthard-Basistunnel ein. Links SBB-Chef Andreas Meyer, rechts Verkehrsministerin Doris Leuthard

Together with SBB CEO Andreas Meyer (left) and minister of transport Doris Leuthard (right), the president of the Swiss confederation, Johann Schneider-Ammann (middle), inaugurated the Gotthard Base Tunnel


und Kinderunterhaltung geboten. Die Besucher erhielten zudem einen exklusiven Ausblick auf die Mobilität der Zukunft. Die Eidgenössischen Technischen Hochschulen von Zürich und Lausanne, die Universität St. Gallen und weitere Partner zeigten, wie man morgen unterwegs sein könnte und welche Möglichkeiten der technologische und gesellschaftliche Wandel bieten.

### Intensiver Probetrieb

Die fahrplanmäßigen Inbetriebnahme des Gotthard-Basistunnels soll am 11. Dezember 2016 stattfinden. Im Sommer werden im Rahmen des Probetriebs erste kommerzielle Züge den Basistunnel befahren. Dabei werden die Abläufe in den Bereichen Betrieb, Erhaltung und Sicherheit weiter trainiert und verfeinert. Auch die Schulung von 3900 Mitarbeitenden der SBB und von Drittfirmen auf die spezifischen Bedingungen im längsten Eisenbahntunnel der Welt wird bis zum Fahrplanwechsel abgeschlossen sein. 

Lausanne, the university of St. Gallen and further partners showed what travel could look like in the future and what opportunities these technological and societal changes can offer.

### Intensive Trial Operation

Regular timetable services through the Gotthard Base Tunnel should start on 11 December 2016. In the summer, the first commercial trains will run through the base tunnel as part of trial operations. Working practices will be further trained and refined in the fields of operations, maintenance and safety. The training of 3900 employees of SBB and other companies for the specific conditions in the longest rail tunnel in the world will also be completed by the start of regular services. 

# RELUX<sup>®</sup>

ReluxTunnel payware for professional tunnel lighting calculation and simulation [www.relux.com](http://www.relux.com)


## Deutschland

## Bundesverwaltungsgericht erklärt S-21-Mitfinanzierung der Stadt Stuttgart für zulässig

Das Bundesverwaltungsgericht mit Sitz in Leipzig hat am 14. Juni 2016 in letzter Instanz entschieden, dass die Beteiligung des Landes und der beklagten Landeshauptstadt Stuttgart an der Finanzierung des Bahnprojekts „keine unzulässige Mitfinanzierung fremder öffentlicher Aufgaben“ darstellt. Somit erklärte das Gericht ein Bürgerbegehren, mit dem Projektgegner einen Bürgerentscheid über den Ausstieg der Landeshauptstadt aus ihren vertraglichen Finanzierungsverpflichtungen erreichen wollten, für unzulässig.

„Nach diesem Urteil des Bundesverwaltungsgerichts besteht nun die Möglichkeit, eine vernünftige Lösung zur Finanzierung der Mehrkosten bei Stuttgart 21 zu finden“, sagt Peter Sturm, Geschäftsführer der DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH. Im 2009 unterzeichneten Finanzierungsvertrag für das Bahnprojekt Stuttgart 21 hatten die Projektpartner fixiert, dass die Bahn und das Land Gespräche aufnehmen, falls die Projektkosten einen Betrag in Höhe von 4,526 Milliarden Euro übersteigen.

Der Aufsichtsrat der Deutschen Bahn AG genehmigte am 5. März 2013 eine Gesamtkostenschätzung für die Neuordnung des Bahnknotens Stuttgart 21 in Höhe von 5,987 Milliarden Euro sowie einen weiteren Risikopuffer in Höhe von 539 Millionen Euro. Seitdem beträgt der Finanzierungsrahmen für Stuttgart 21 insgesamt 6,526 Milliarden Euro.

Die Landeshauptstadt Stuttgart ist über mehrere zwischen 1995 und 2009 geschlossene Verträge der Projektpartner an der Zusammenarbeit und der Finanzierung von Stuttgart 21 beteiligt. 2011 beantragten die Kläger als Vertrauensleute eines von mehr als 35 000 Stuttgartern unterzeichneten Bürgerbegehrens die Durchführung eines Bürgerentscheids „Ausstieg der Stadt aus dem Projekt Stuttgart 21“. Dadurch sollte erreicht werden, dass die Stadt sich gegenüber ihren Projektpartnern auf die Verfassungswidrigkeit der Mitfinanzierung beruft und weitere Zahlungen zum Projekt unterlässt. Der Gemeinderat der Landeshauptstadt lehnte die Zulassung des Bürgerbegehrens ab. Die Klage der Vertrauensleute des Bürgerbegehrens hiergegen war in erster und zweiter Instanz abgewiesen worden, auch die Revisionen der Kläger blieben ohne Erfolg. 


## Germany

## Federal Administrative Court declares City of Stuttgart's co-financing of S 21 constitutional

The German Federal Administrative Court, sitting in Leipzig, ruled on 14 June 2016 as the final court of appeal that the involvement of the federal state and the respondent, the state capital of Stuttgart, in the financing of the Stuttgart 21 rail project does not constitute “inadmissible co-financing of third-party public works”. The court thus declared inadmissible a citizens’ initiative, via which the opponents of the project hoped to achieve a referendum on the state capital’s withdrawal from its contractually agreed financial obligations.

“This verdict by the Federal Administrative Court now means that there is a chance of finding a rational solution for financing of the extra costs of Stuttgart 21”, commented Peter Sturm, CEO of DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH. The project participants had laid down in the financing agreement signed in 2009 for the Stuttgart 21 rail project that Deutsche Bahn AG (German Railways) and the federal state should enter negotiations if the project costs exceeded 4.526 billion euros.

On 5 March 2013, the Deutsche Bahn AG supervisory board approved an overall cost estimate of 5.987 billion euros for the restructuring of the Stuttgart 21 rail hub, plus a further 539 million euros as a contingency buffer. The overall financial scope of Stuttgart 21 has, since this date, been 6.526 billion euros.


State capital Stuttgart cooperates on and is involved in the financing of Stuttgart 21 via a series of contracts made between the project participants between 1995 and 2009. In 2011, the plaintiffs, representing a citizens’ initiative signed by more than 35 000 Stuttgart residents, petitioned for the holding of a referendum on “Withdrawal of the City from the Stuttgart 21 project”. Their aim was to oblige the city to cite to its project associates the alleged unconstitutionality of its co-financing activities and to refrain from making any further payments toward the project. The state capital’s municipal council declined the admission of the initiative. The legal action by the initiative’s representatives was then dismissed at the initial and second hearings; subsequent appeals also failed. 

## Deutschland

## Zerna Planen und Prüfen umbenannt in ZPP

Das Bochumer Ingenieur-Unternehmen Zerna Planen und Prüfen hat sich im Rahmen einer langfristig angelegten Unternehmensstrategie Anfang 2016 umbenannt und firmiert jetzt unter ZPP Ingenieure GmbH. Die Unternehmensgruppe agiert an neun Standorten mit nahezu 200 Spezialisten – verstärkt in internationalen Märkten und vorrangig in hochkomplexen Projekten wie aktuell in BIM-Projekten (Building Information Modeling) für die Deutsche Bahn oder beim Emscher-Umbau. Die Geschäftsführung der ZPP Ingenieure GmbH besteht aus Dr.-Ing. Ludger Speier, Dr.-Ing. Dieter Lehnen, Dipl.-Ing. Joachim Meyer und Dr.-Ing. Ingo Spohr.

Zu einem planerischen Schwerpunkt des Unternehmens hat sich die BIM-Projektierung entwickelt. So ist ZPP beim aktuellen Pilotprojekt der Deutschen Bahn zum Thema BIM, dem Umbau des Hauptbahnhofs Hannover, maßgeblich beteiligt. Beim Abwasserkanal Emscher lässt sich gut nachvollziehen, was rundum vernetztes Arbeiten zu leisten vermag. Das von ZPP federführend entwickelte Monitoringprogramm erlaubt bei einem in Tübbingbauweise erstellten, 10 km langen Kanalabschnitt in Echtzeit vom Schreibtisch aus den direkten Zugriff bis auf die Ebene einzelner Bauteile.


Infolge der erhöhten Nachfrage nach BIM-Leistungen hat ZPP aufgestockt: neben den BIM-erfahrenen Ingenieuren in den laufenden Projekten ist eine Arbeitsgruppe von BIM-Spezialisten mit übergeordneten Aufgaben und Weiterentwicklungen der digital vernetzten Prozesse befasst. Zudem wurden Geschäftsführer Dipl.-Ing. Joachim Meyer und ZPP-Teamleiter Dr.-Ing. Felix Nagel im Januar in BIM-Richtlinienausschüsse des VDI berufen. 

## Germany

## „Zerna Planen und Prüfen“ has been renamed „ZPP“

The Bochum engineering company Zerna Planen und Prüfen re-named itself at the start of 2016 as part of a long-term business strategy and is now known as ZPP Ingenieure GmbH. The group is based at nine locations with almost 200 specialists – involved in international markets, mainly in top-calibre projects such as the current BIM (Building Information Modelling) projects for the Deutsche Bahn or the Emscher conversion. The fortunes of ZPP Ingenieure GmbH are guided by Dr.-Ing. Ludger Speier, Dr.-Ing. Dieter Lehnen, Dipl.-Ing. Joachim Meyer and Dr.-Ing. Ingo Spohr.

The company sets one main focus on planning BIM projects. For example, ZPP is greatly involved in the Deutsche Bahn's current BIM pilot project, revamping Hanover Central Station. The Emscher Interceptor sewage project illustrates what completely networked activities are capable of. The monitoring programme devised largely by ZPP enables direct access in real time from office desk to the level of individual components in the case of a 10 km long sewer section produced with segments.

Owing to the increasing demand for BIM projects, ZPP has made the appropriate provisions: apart from experienced BIM engineers engaged in ongoing projects, a working group of BIM specialists is involved with superordinated tasks and further developments of digitally networked processes. Furthermore, CEO Dipl.-Ing. Joachim Meyer and ZPP team leader Dr.-Ing. Felix Nagel were appointed to the VDI's (Association of German Engineers) standards committee in January. 

**BRUGG**  **CONTEC**  
Strong fibers.

**Concrix**

THE alternative to steel fibers: more than 1'000 Joule with less than 4 kg/m<sup>3</sup>  
Reduces reinforcement costs. No corrosion. No creeping. With structural calculation.

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



## Neuentwicklung einer Zwei-Komponenten-Ringspaltmörtel-rezeptur

Beim Schildvortrieb mit Tübbingausbau und Ringspaltmörtelverpressung wirken auf die Tübbingringe nach Verlassen des Schildschwanzes Auftriebskräfte, die zu starken Versätzen benachbarter Ringe und Beschädigungen in der Ringfuge sowie Dichtigkeitsverlust führen können. Zur Vermeidung dieser Schäden kann ein Zwei-Komponenten-Mörtel verwendet werden, der nach dem Vermischen der Komponenten im Ringspalt in kurzer Zeit die nötige Steifigkeit zur Stützung der Tübbings erreicht. Über die zielgerichtete Neuentwicklung und Optimierung mit der Definition eines expliziten Anforderungsprofils sowie über die Verwendung von Zuschlag kann eine frühzeitige, steife Bettung der jungen Tübbingringe sichergestellt und gleichzeitig Beschleuniger eingespart werden.

## New Development of a Two-Component Annular Gap Mortar Formula

In the case of shield driving with a segmental support and annular gap mortar grouting, lifting forces act on the segment rings once they leave the shield tail. These forces can lead to pronounced misalignments of neighbouring rings, damage to the ring joint and diminished leak tightness. A two-component mortar can be applied to avoid this damage, which reaches the necessary stiffness to support the segments once the components have been mixed in the annular gap. This report deals with the targeted new development and optimization of the mortar. An explicit set of requirements is defined and it is explained how aggregate is used to arrive at an early, stiff bedding for the young segment rings while at the same time saving on accelerator.

Prof. Dr.-Ing. Dietmar Mähner, Matthias Hausmann, M. Sc., Institut für unterirdisches Bauen (IuB), Fachhochschule Münster, Deutschland/Germany  
Dr.-Ing. Dieter Handke, Dipl.-Ing. Dennis Edelhoff, MBA, IMM Maidl & Maidl Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG, Bochum, Deutschland/Germany

### 1 Einleitung und Zielsetzung

Beim maschinellen Tunnelbau mit Schildvortriebsmaschinen wird der anstehende Baugrund mittels Schneidrad an der Ortsbrust abgebaut. Mithilfe des Schildmantels wird der umgebende Baugrund temporär gestützt und die endgültige Tunnelauskleidung in Form von Stahlbetontübbings hergestellt. Der entstehende Ringspalt zwischen Ausbruchlaibung und Tübbingausbau wird kontinuierlich mit dem Vortrieb der Maschine verfüllt, um schädliche Baugrundverformungen zu vermeiden und den Tübbingringen eine möglichst steife Bettung zu



1 Beschädigungen des Tübbingausbaus  
Damage to the tunnel lining

### 1 Introduction and Objective

In the case of mechanized tunnelling with shield tunnel boring machines the prevailing ground is excavated by a cutting wheel at the face. The surrounding ground is temporarily supported by the shield jacket and the definitive lining produced in the form of reinforced concrete segments. The annular gap created between the excavation wall and the segmental lining is filled continuously as the machine progresses in order to avoid harmful ground deformations and provide the segment rings with a bedding as stiff as possible. This leads to the planned effect of the segments floating in the liquid mortar as

Quelle/Credit: IMM

bieten. Dabei kommt es unter hydrostatischen Einwirkungen zu einem planmäßigen Aufschwimmen der Tübbings in dem flüssigen Mörtel. Diese Aufschwimmtendenz muss durch ein rechtzeitiges Ansteifen des Verpressmaterials begrenzt werden, da es andernfalls bei zu großen Verformungen und Versätzen zu lokalen Überbeanspruchungen und Beschädigungen der Tübbings (**Bild 1**) sowie gegebenenfalls zum Versagen des Abdichtungssystems kommen kann. Die Folge sind kosten- und zeitintensive Sanierungsmaßnahmen.

Neben der möglichst zügig zu erreichenden Mindestscherfestigkeit zur Verhinderung der Aufschwimmtendenzen ist zudem eine ausreichend lange Verarbeit- bzw. Pumpbarkeit des Mörtels zu gewährleisten. Andererseits besteht, insbesondere bei Vortriebsunterbrechungen, die Gefahr des Verstopfens der Mörtelleitungen. Da die herkömmlich verwendeten konventionellen Zementmörtel aufgrund eines nur begrenzt einstellbaren Erstarrungs- und Erhärtungsverhaltens diese Anforderungen teils nicht ausreichend erfüllen können, werden vermehrt Zwei-Komponenten-Mörtelsysteme verwendet. Zwei-Komponenten-Mörtel setzen sich aus der zementhaltigen Komponente A und dem Beschleuniger als Komponente B zusammen. Die beiden Komponenten werden in relativ flüssiger Form bis kurz vor den Ringspalt getrennt befördert und erst kurz vor dem Eintritt in den Ringspalt vermischt. Nach dem Vermischen führt eine kurze Reaktionszeit zu einer sofortigen Gelierung und einem raschen Aushärten des Mörtels.

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens, gefördert durch das deutsche Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM), wurde ein innovativer Ringspaltmörtel entwickelt. Im Umfang dieses Forschungsvorhabens wurden neben den üblicherweise verwendeten Ein-Komponenten-Ringspaltmörteln auch die etwas jüngeren Zwei-Komponenten-Mörtelsysteme untersucht und eine neuartige Mischungszusammensetzung entwickelt. Der Bericht über die Entwicklung eines Ein-Komponenten-Ringspaltmörtels für den maschinellen Tunnelbau wurde in *tunnel*-Ausgabe 3/2016 [1] behandelt. Im vorliegenden Beitrag wird nun über die Entwicklung dieses neuartigen Zwei-Komponenten-Systems berichtet. Ziel dieser Untersuchungen war es, die Wirtschaftlichkeit der Zwei-Komponenten-Variante durch die gezielte Neuentwicklung eines Zwei-Komponenten-Mörtels mit Gesteinskörnung und durch die damit einhergehende Einsparung von kostenintensivem Beschleuniger zu optimieren.

Anhand einer rechnerischen Betrachtung des Kräftegleichgewichts der Tübbingröhre wurde die Anzahl der aufschwimmenden Tübbingringe in Abhängigkeit vom Scherwiderstand des Ringspaltmörtels ermittelt. Der hierfür zu entwickelnde Mörtel wurde zunächst über die Variation des Beschleunigeranteils so eingestellt, dass die zum Kräftegleichgewicht erforderliche Scherfestigkeit spätestens nach einer maximal zu tolerierenden Aushärtungszeit erreicht wird, so dass in Korrelation mit der Vortriebsleistung die Beherrschung der Aufschwimmtendenz ermöglicht wird.

a result of hydrostatic influences. This flotation tendency has to be restricted through the grouted material stiffening in time, otherwise overstresses and damage can be caused to the segments, locally resulting in excessively large deformations and misalignments (**Fig. 1**) as well as possible failure of the waterproofing system. Expensive and time-consuming redevelopment measures are the outcome. A minimum shearing strength designed to prevent flotation tendencies must be attained as quickly as possible. Furthermore, a sufficiently long period for processing and pumping the mortar must be assured. At the same time, there is the danger of the mortar pipes clogging especially if there are interruptions in tunnelling. Two-component mortar systems are being used increasingly as the conventional cement mortars normally applied fail to fulfil these demands properly to a large extent as their setting and hardening behaviour can only be adjusted to a limited degree. Two-component mortars consist of component A, containing cement, and an accelerator as component B. The two components are supplied separately in relevant liquid form and are mixed just prior to entering the annular gap. After mixing, a brief reaction period leads to the mortar gelifying immediately and rapidly hardening.

Within the scope of a research project sponsored by the German Federal Ministry of Economic Affairs and Energy within the Central Innovation Programme (ZIM) for SMEs, an innovative annular gap mortar was devised. Within the bounds of this research programme, in addition to one-component annular gap mortars that are usually applied, rather more recent two-component mortar systems were investigated and a novel mix composition developed. Following up on the report dealing with developing a one-component annular gap mortar for mechanized tunnelling in the 3/2016 issue of *tunnel* [1], this report now examines the development of the innovative two-component system.

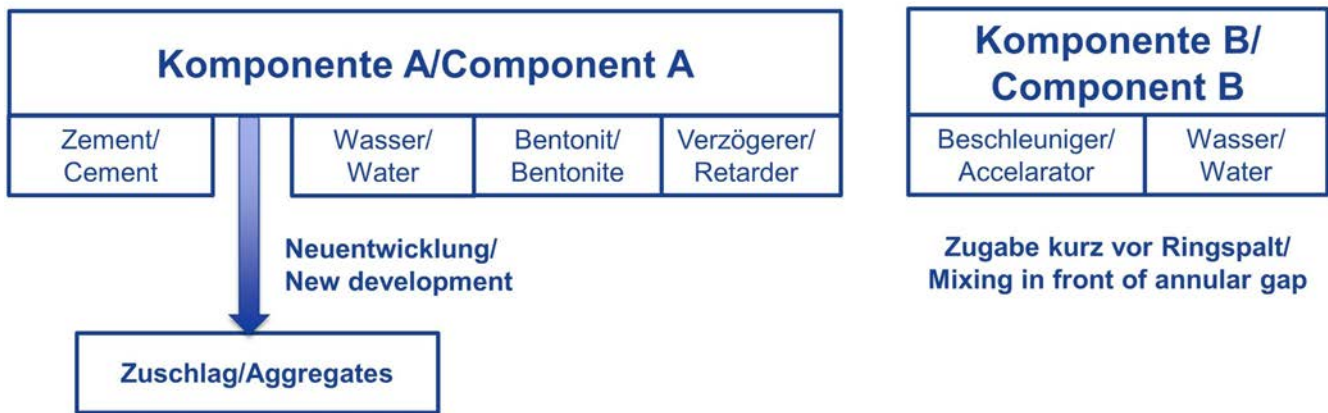
These investigations were aimed at optimizing the economy of the two-component alternative by the targeted new development of a two-component mortar with aggregate and through the related saving of cost-intensive accelerator.

Based on calculations relating to the force equilibrium of the segment tube, the number of floating segment rings depending on the shearing resistance of the annular gap mortar was determined. The mortar devised for this purpose was first of all adjusted by varying the amount of accelerator in such a way that the required shearing strength was attained within a maximum tolerable hardening time, so that it was possible to master the flotation tendency correlated to the rate of advance.

Further examinations were undertaken to establish whether a further increase in the material's shearing strength could be obtained through adding aggregate to component A, which would in turn allow for a reduction of the necessary amount of accelerator. In addition, the development of a shrinkage value for the hardened mortar related to time was investigated in order to test volumetric stability.

### 1.1 State of Technology

Two-component annular gap mortars constitute firstly of component A adjusted to be extremely fluid. It is comprised of cement



2 Zusammensetzung von Zwei-Komponenten-Mörtel  
Composition of two-component-mortar

Um weitere Optimierungen zu erzielen, wurde zusätzlich untersucht, ob sich durch die Zugabe von Gesteinskörnung in die Komponente A eine weitere Steigerung der Scherfestigkeit des Materials und somit eine Reduzierung des erforderlichen Beschleunigeranteils ergibt. Zur Überprüfung der Volumenstabilität ist außerdem die Entwicklung des Schwindmaßes des erhärteten Mörtels in Abhängigkeit von der Zeit untersucht worden.

### 1.1 Stand der Technik

Zwei-Komponenten-Ringspaltmörtel bestehen zum einen aus der sehr fließfähig eingestellten Komponente A, die sich zusammensetzt aus Zement und Wasser, einem Stabilisator, wie z. B. Natriumbentonit, und einem Abbindeverzögerer. Die Komponente A des Zwei-Komponenten-Mörtels ist durch die Wirkung des Verzögerers über einen deutlich längeren Zeitraum verarbeitbar und pumpbar als entsprechende Ein-Komponenten-Mörtel. Zum anderen wird der Mischung bei der Verpressung des Ringspalts unmittelbar vor der Auspressöffnung die Komponente B, ein Gemisch aus Wasser und einem chemischen Erstarrungsbeschleuniger, hinzugegeben (Bild 2).

Ringspaltmörtel nach dem Zwei-Komponenten-Prinzip werden meist mit einer sehr geringen Topfzeit eingestellt, so dass die Mischung innerhalb von Sekunden einen gelartigen, plastischen Zustand erreicht und bereits nach wenigen Minuten eine sehr hohe Scherfestigkeit aufweist. Um diese schnelle Festigkeitsentwicklung zu ermöglichen, wird jedoch ein relativ hoher Anteil an Erstarrungsbeschleuniger benötigt (vgl. Beispielrezeptur aus [2], Tab. 3: 18 % bezogen auf das Zementgewicht).

## 2 Belastungen am Tübbingring im jungen Einbauzustand/Einwirkung aus dem Auftrieb

In einer Parameterstudie wurde das Kräftegleichgewicht der an den Ringen der Tübbingröhre angreifenden Kräfte aufgestellt, um die Voraussetzungen für die Beherrschung der Aufschwimmenden eines Tunnels in Abhängigkeit von der Fugenreibung aus den Vortriebspresenkräften [3], von den Abmessungen der eingebauten Ringe und der Scherfestigkeit des Mörtels zu errechnen.

and water, a stabilizer, as e.g. sodium bentonite, and a retarding agent. Component A of the two-component mortar is more processable and pumpable over a considerably longer period of time than corresponding one-component mortars thanks to the effect of the retarder. Furthermore, component B, consisting of water and a chemical accelerator, is added to the mix immediately in front of the grouting aperture (Fig. 2).

Annular gap mortars according to the two-component principle are normally provided with a very low pot life so that a gel-like, plastic state is attained within seconds, which possesses extremely high shearing strength after only a few minutes. However, a relatively high amount of accelerator is required to achieve this strength development (compare exemplary formula from [2], Tab. 3: 18 % related to the weight of cement).

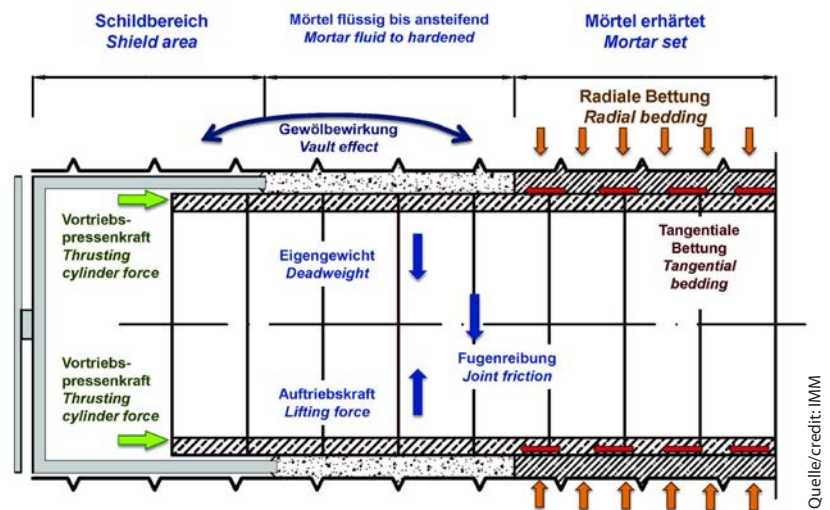
## 2 Loads on the Segment Ring in early Installation State/Effect posed by Flotation

The equilibrium of the forces affecting the rings of the segment tube was furnished in a parameter study. This was calculated to provide the prerequisites for mastering the flotation tendencies for a tunnel depending on the joint friction from the thrusting forces of the drive [3], the dimensions of the installed rings and the shearing strength of the mortar. Fig. 3 shows schematically the applied force equilibrium of the segment tube. The complete explanation for this approach can be found in the previous report on one-component mortar [1]. For a tunnel with an annular gap height of 15 cm a minimum shearing strength of  $\tau = 2.0 \text{ kN/m}^2$  is necessary to prevent flotation in the liquid mortar phase even without the application of thrusting forces from driving. In the following, the two-component mortar is adjusted to attaining the desired shearing strength of  $\tau = 2.0 \text{ kN/m}^2$  established by calculation after six hours of hardening time.

## 3 Mix Development and Executing Testing

In the following the ingredients used for the production of the two-component mortar are briefly presented. Within the scope of this work first of all, the composition of component A was optimized in order to facilitate the addition of aggregate with the help of the





3 Kräftegleichgewicht Tübbingröhre und Vortriebsleistung  
Force equilibrium of segment tube and rate of advance

**Bild 3** zeigt schematisch das angesetzte Kräftegleichgewicht der Tübbingröhre. Die vollständige Erläuterung des Ansatzes findet sich in dem vorhergehenden Beitrag zum Ein-Komponenten-Ringspaltmörtel [1].

Für einen Tunnel mit einer Ringspalthöhe von 15 cm ergibt sich eine Mindestscherfestigkeit von  $\tau = 2,0 \text{ kN/m}^2$ , die ein Aufschwimmen in der flüssigen Mörtelphase auch ohne Ansatz von Vortriebspressenkräften verhindert. Der Zwei-Komponenten-Mörtel wird im Folgenden auf das Erreichen der angestrebten, rechnerisch ermittelten Scherfestigkeit von  $\tau = 2,0 \text{ kN/m}^2$  nach sechs Stunden Aushärtungszeit eingestellt.

### 3 Mischungsentwicklung und Versuchsdurchführung

Im Folgenden werden kurz die zur Herstellung des Zwei-Komponenten-Mörtels verwendeten Stoffe vorgestellt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde zunächst die Zusammensetzung der Komponente A optimiert, um mit Hilfe der Verwendung von Füllern und stabilisierenden Zusatzstoffen den Zusatz von Gesteinskörnung unter Beachtung des Fließverhaltens und der Sedimentationsstabilität zu ermöglichen. Im Rahmen der Untersuchungen wurden diverse Mischungen ausprobiert. Über einen Teil davon wird nachfolgend berichtet.

#### 3.1 Komponente A

##### Zement

Als Zement wurde ein Portlandzement mit Sulfatträgern als Erstarrungsregler verwendet. Der Zement bietet durch einen hohen Portlandzementklinkergehalt eine hohe Anfangsfestigkeit und ist insbesondere für die Herstellung von Fertigteilen geeignet. Alternativ ist auch die Verwendung eines Portlandkompositzementes mit ebenfalls schneller Festigkeitsentwicklung möglich. Die Menge des Anmachwassers und folglich des Wasserzementwertes ist nicht pauschal festgelegt, sondern im Bereich von 1,5–2,6 variiert worden.

application of fillers and stabilizing additives while observing the flow behaviour and sedimentation stability. Within the course of these investigations various mixes were tried out. Some of them are dealt with as follows.

#### 3.1 Component A

##### Cement

A Portland cement with sulphate carriers as setting regulators was used as the cement. The cement provides high initial strength thanks to its high Portland cement clinker content and is especially suitable for producing ready-cast parts. Alternatively, a Portland composite cement can be applied, which also possesses rapid strength development. The amount of mixing water and in turn, the water-cement value is not determined globally but varies in the range of 1.5–2.6.

##### Bentonite Suspension

Sodium bentonite was used to stabilize the components. The amount of bentonite suspension was chosen in a range of 25–50  $\text{kg/m}^3$  based on extensive source and project research. When aggregate was used this amount then rose to 100–150  $\text{kg/m}^3$  in order to counter the aggregate's possible inclination for sedimentation.

##### Aggregate

The aggregate's largest grain of 8 mm was selected in advance to ensure pumpability in grout supply lines with the customary diameter (DN 50). However, a strong proclivity towards sedimentation displayed by the aggregate in the relatively fluid component A led immediately to the entire aggregate sedimenting. As a result, the maximum grain ultimately used was 4 mm. This continued to take into consideration the potentially reduced pipe diameter used for delivering two-component mortars, e.g. in the specially developed two-component grouting system from Böppler [4].

##### Fly Ash

In order to prevent sedimentation of the aggregate, fly ash according to DIN EN 450-1 [1] was used. It had already been established during the development of the one-component mortar formula that fly ash

### **Bentonitsuspension**

Zur Stabilisierung der Komponente A wurde Natriumbentonit verwendet. Auf Grundlage einer umfassenden Literatur- und Projektrecherche wurde der Anteil der Bentonitsuspension in einer Bandbreite von 25–50 kg/m<sup>3</sup> gewählt. Bei der Verwendung von Gesteinskörnung erfolgte schließlich eine Steigerung dieses Anteils auf 100–150 kg/m<sup>3</sup>, um der möglichen Sedimentationsneigung des Zuschlags entgegen zu wirken.

### **Gesteinskörnung**

Das Größtkorn der Gesteinskörnung wurde zur Sicherstellung der Pumpbarkeit in Lisenen üblicher Durchmesser (DN 50) vorab zu 8 mm gewählt. Eine starke Sedimentationsneigung der Gesteinskörnung in der relativ flüssig eingestellten Komponente A führte jedoch dazu, dass sich der gesamte Zuschlag unmittelbar absetzte. Daher wurde letztlich ein Größtkorn von 4 mm verwendet. Dies berücksichtigt weiterhin die bei der Förderung von Zwei-Komponenten-Mörtel möglicherweise reduzierten Leitungsdurchmesser, z. B. in dem von Bäßler [4] speziell entwickelten Zwei-Komponenten-Verpresssystem.

### **Flugasche**

Um die Sedimentation der Gesteinskörnung zu verhindern, wurde Flugasche nach DIN EN 450-1 [i] verwendet. Es wurde bereits im Rahmen der Entwicklung der Ein-Komponenten-Rezeptur festgestellt, dass die Flugasche bei der Verwendung großer Mengen einen erheblichen Einfluss auf die Festigkeitsentwicklung des Mörtels hat und unterschiedliche Chargen Flugasche eventuell zu abweichenden Eigenschaften führen (vgl. [1]). Die Flugasche wird mit dem Faktor  $k = 0,4$  bei der Berechnung des äquivalenten Wasserzementwertes  $(w/z)_{eq}$  berücksichtigt.

### **Fuller Kurve**

Analog zur Entwicklung des Ein-Komponenten-Mörtels in [1] wurde auch die Sieblinie des Zuschlags für die Zwei-Komponenten-Mischung angelehnt an die Fuller-Kurve nach Fuller & Thompson [5] eingestellt, um eine optimale Verarbeitbarkeit sowie eine hohlraumfreie Verfüllung des Ringspalts zu erreichen. Bei der Erstellung der Sieblinie wurde auch die Flugasche berücksichtigt, um eine Kornverteilung nahe der Fuller-Kurve bis in den Bereich von Korngrößen  $<10 \mu\text{m}$  zu erreichen (vgl. [1]). **Bild 4** zeigt die Sieblinie des Zuschlags unter Einbindung des Flugaschenanteils. Der Gesamtanteil der Gesteinskörnung inklusive des zugehörigen Flugaschenanteils wurde in Kombination mit dem Wasser- und dem Bentonit-suspensionsanteil zwecks Erhalt eines sedimentationsfreien und pumpbaren Materials eingestellt. Der Anteil der Gesteinskörnung und des Feinkorns an der Komponente A beträgt ca. 40–60 M-%.

### **Verzögerer**

Als Verzögerer wurde ein flüssiger Abbindeverzögerer verwendet, der beispielsweise für die Stabilisierung von Spritzbeton empfohlen wird. Die empfohlene Dosierung beträgt laut Hersteller 0,1–2 % des Zementgewichts.

exerted a major influence on the mortar's strength development when large quantities are utilized, with different batches of fly ash possibly leading to divergent properties (compare [1]). The fly ash is allocated the factor  $k = 0.4$  for calculating the equivalent water-cement value  $(w/c)_{eq}$ .

### **Fuller Curve**

The grading curve for the aggregate for the two-component mortar was geared to the Fuller curve according to Fuller & Thompson [5] in similar fashion to the development of the one-component mortar. This was to cater for optimal processability as well as to ensure that the annular gap was filled free of voids. The fly ash was also taken into consideration when compiling the grading curve in order to arrive at a grain distribution approximating the Fuller curve extending to the range of grain sizes  $<10 \mu\text{m}$  (compare [1]).

**Fig. 4** displays the aggregate's grading curve with the inclusion of the proportion of fly ash. The total share of aggregate including the related amount of fly ash was adjusted in combination with the water and the bentonite suspension in order to obtain a sedimentation-free and pumpable material. The aggregate and the fine grain account for roughly 40–60 M-% of component A.

### **Retarder**

A liquid retarder was applied, which is recommended for example to stabilize shotcrete. The recommended dose according to the manufacturer is 0.1–2 % of the weight of cement.

## **3.2 Component B**

### **Accelerator**

A liquid accelerator on the basis of non-alkaline, anorganic salts was applied to accelerate the mortar setting. The manufacturer also recommends it for use with shotcretes. The recommended dose in this case amounts to approx. 3–8 % of the weight of cement.

### **Water**

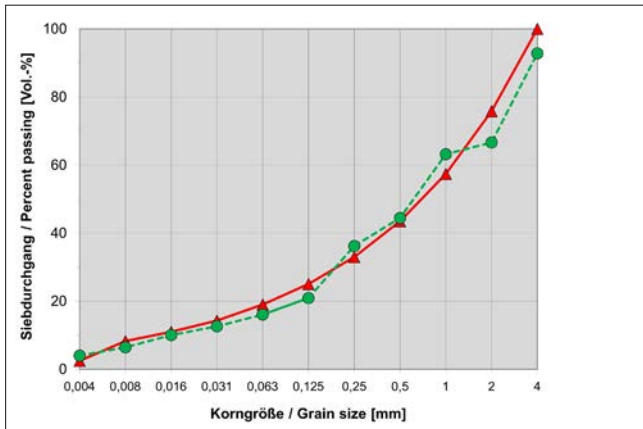
The accelerator is mixed with water in order to ensure the correct dosing of component B in the event of a very small quantity of accelerator.

## **3.3 Determining the Processing Period**

Following the optimization of component A for the application of aggregate, while observing sufficient pumpability and sedimentation stability, the processing period could then be determined by adapting the equivalent water-cement value and the amount of retarder. In this connection, the required minimum limit was set at sufficiently high processability after 24 h.

The slump according to DIN 1015-3 [ii] was established to assess the consistency or processability of the mortar. As a concrete goal the mortar should not display a slump of less than  $20 \text{ cm} \pm 5 \text{ cm}$  after 24 hours of hardening time (compare [2] Tab. 2). The equivalent water-cement value for component A was set at  $(w/c)_{eq} = 1.7$  in order to attain sufficient initial processability.

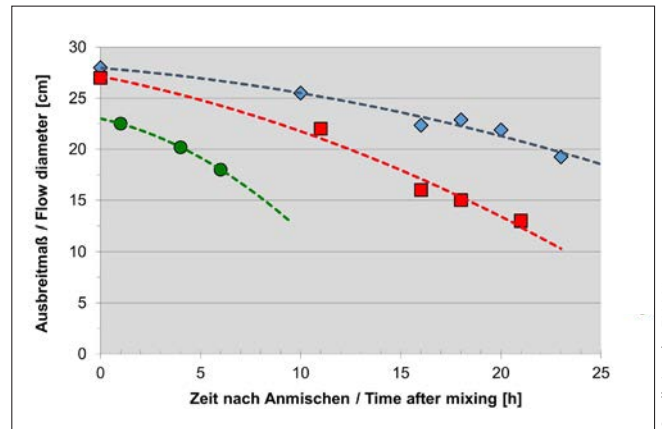
**Fig. 5** shows the slump of component A established on the Hägermann



Quelle/credit: FH Münster

4 Sieblinie Ringspaltmörtel  
Grading curve for annular gap mortar

—▲— Fuller-Kurve/  
Fuller-Curve  
—●— Näherung/  
Approximation



Quelle/credit: FH Münster

5 Ausbreitmaß Komponente A  
Slump for component A

—◆— Komponente A Mischung V1/  
Component A mix V1  
—■— Komponente A Mischung V2/  
Component A mix V2  
—●— Komponente A, nicht optimierte Sieblinie/  
Component A, grading curve not optimized

3.2 Komponente B

Beschleuniger

Zur Beschleunigung der Erstarrung des Mörtels wurde ein flüssiger Erstarrungsbeschleuniger auf Basis alkalifreier, anorganischer Salze verwendet, der vom Hersteller auch für die Anwendung an Spritzbetonen empfohlen wird. Die empfohlene Dosierung beträgt hierbei ca. 3–8 % des Zementgewichts.

Wasser

Um die korrekt dosierte Zugabe von Komponente B im Falle einer sehr geringen Beschleunigermenge zu erleichtern, wird der Beschleuniger mit Wasser vermischt.

3.3 Einstellung der Verarbeitungsdauer

Nach der erfolgreichen Optimierung der Komponente A für die Verwendung von Gesteinskörnung, unter Beachtung ausreichender Pumpbarkeit und Sedimentationsstabilität, konnte anschließend die Verarbeitungsdauer über die Anpassung des äquivalenten Wasserzementwerts und des Verzögereranteils eingestellt werden. Die geforderte Mindestgrenze wurde dabei auf eine ausreichend hohe Verarbeitbarkeit nach 24 Stunden festgelegt.

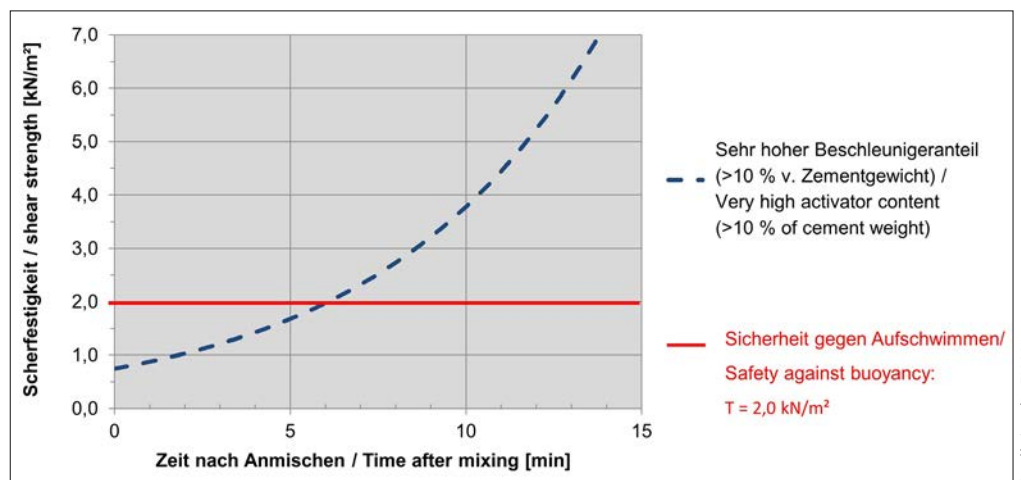
Zur Bewertung der Konsistenz bzw. der Verarbeitbarkeit des Mörtels ist das Ausbreitmaß nach DIN 1015-3 [ii] ermittelt worden. Als konkretes Ziel sollte der Mörtel ein Ausbreitmaß von 20 cm ± 5 cm nach 24 Stunden Aushärtungszeit

table depending on time. The material was briefly stirred by hand prior to the test to simulate mixing the mortar by agitators sometimes used in practice in mortar supply tanks. Component A of mix V1 with a relatively large proportion of retarder possesses very high initial processability with a slump of 27 cm. It can be recognized that a slump of 20 cm is undershot first after 24 hours of rest time. Should a lower processing time be needed, the amount of retarder can be reduced in accordance with mix V2. Furthermore, the effectiveness is indicated by comparing mixes V1 and V2, which possess optimal grading curves, with a mix whose grading curve is not adjusted to the Fuller curve.

4 Optimizing the Proportion of Accelerator, Effectiveness of the Aggregate

4.1 Development of Shearing Strength

The effectiveness of the accelerator geared to the strength development of the mortar was subsequently worked out in the following



Quelle/credit: FH Münster

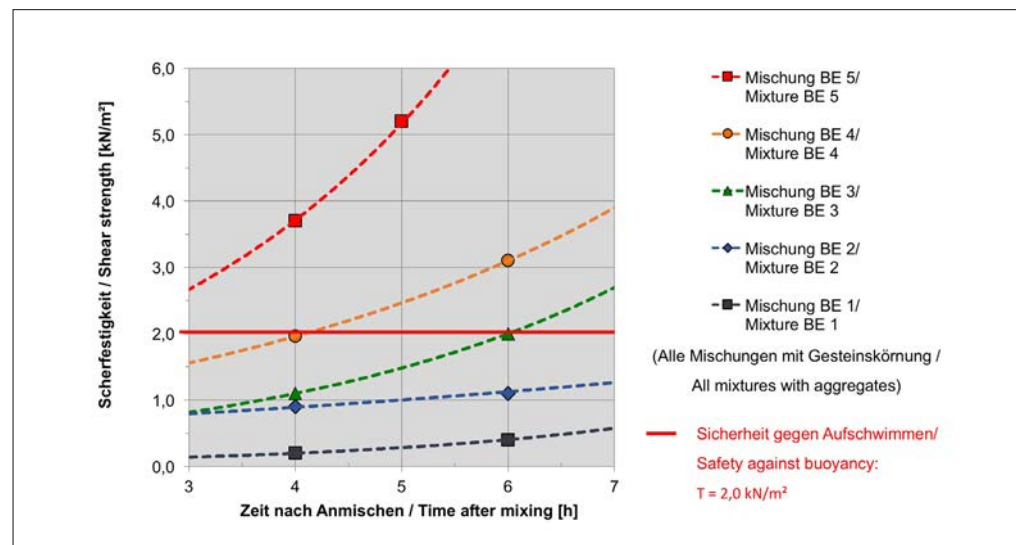
6 Kurzzeitscherfestigkeitsentwicklung  
Short-term shearing strength development

Sehr hoher Beschleunigeranteil  
(>10 % v. Zementgewicht) /  
Very high activator content  
(>10 % of cement weight)

— Sicherheit gegen Aufschwimmen/  
Safety against buoyancy:  
T = 2,0 kN/m<sup>2</sup>

## 7 Scherfestigkeit bei unterschiedlichem Beschleunigergehalt

Shearing strength given different proportions of accelerator



Quelle/Credit: FH Münster

nicht unterschreiten (vgl. [2] Tab. 2). Der äquivalente Wasserzementwert der Komponente A wurde zwecks einer ausreichenden Anfangsverarbeitbarkeit auf  $(w/z)_{eq} = 1,7$  eingestellt.

**Bild 5** zeigt das am Hägermann-Tisch nach DIN 1015-3 ermittelte Ausbreitmaß der Komponente A in Abhängigkeit von der Zeit. Das Material wurde vor der Prüfung jeweils kurz händisch aufgerührt, um die Aufmischung des Mörtels in Mörtelvorratsbehältern durch in der Praxis teilweise verwendete Agitatoren abzubilden. Die Komponente A der Mischung V1 mit einem relativ großen Verzögereranteil weist eine sehr hohe Anfangsverarbeitbarkeit mit einem Ausbreitmaß von 27 cm auf. Es ist zu erkennen, dass erst nach 24 Stunden Ruhezeit ein Ausbreitmaß von 20 cm unterschritten wird.

Ist eine geringere Verarbeitungsdauer gefordert, kann der Verzögereranteil entsprechend der Mischung V2 niedriger gewählt werden. Des Weiteren zeigt sich hier die Wirksamkeit bei Vergleich der Mischungen V1 und V2, die eine optimierte Sieblinie aufweisen, mit einer Mischung, deren Sieblinie nicht an die Fuller-Kurve angepasst ist.

## 4 Optimierung des Beschleunigeranteils und Wirksamkeit der Gesteinskörnung

### 4.1 Entwicklung der Scherfestigkeit

In folgenden Optimierungsschritten wurde anschließend die Wirksamkeit des Beschleunigers in Bezug zur Festigkeitsentwicklung des Mörtels ergründet. Dazu wurde die Flügelscherfestigkeit der gemischten Komponenten A und B nach verschiedenen Aushärtungszeiten mittels einer Flügelsonde nach DIN 4094-4 [iii] bestimmt.

**Bild 6** zeigt die Entwicklung der Scherfestigkeit eines Zwei-Komponenten-Mörtels in den ersten 15 Minuten nach Mischen der beiden Komponenten. Es ist erkennbar, dass ein sehr hoher Beschleunigeranteil das Erreichen der eingangs definierten Scherfestigkeit von  $\tau = 2,0 \text{ kN/m}^2$  zur Sicherstellung des Kräftegleichgewichts bereits innerhalb der ersten 10 Minuten ermöglicht.

optimization steps. Towards this end, the vane shearing strength of mixed components A and B was ascertained in accordance with various hardening times using a field vane in keeping with DIN 4094-4 [iii].

**Fig. 6** displays the shearing strength development of a two-component mortar during the initial 15 minutes after the two components are mixed. It can be discerned that a very high share of accelerator enables the previously defined shearing strength of  $\tau = 2.0 \text{ kN/m}^2$  for securing the force equilibrium to be attained within the first ten minutes.

In keeping with the initially defined specification for the shearing strength after six hours of hardening time to avoid flotation, subsequently the share of accelerator was gradually reduced. For economic reasons, an amount of accelerator that was as small as possible was to be aimed for.

**Fig. 7** shows the shearing strength development for mortar with reduced proportions of accelerator ranging from 0–10% of the weight of cement during the period of 3–7 hours after the two components are mixed. Mix BE 5 possesses the greatest share of accelerator. The influence of the share of accelerator on the chronological development and degree of shearing strength at the age under consideration can be clearly discerned. Mix BE 3 attains the aspired value after six hours with respect to the previous considerations about the force equilibrium and the desired shearing strength of  $\tau = 2.0 \text{ kN/m}^2$ .

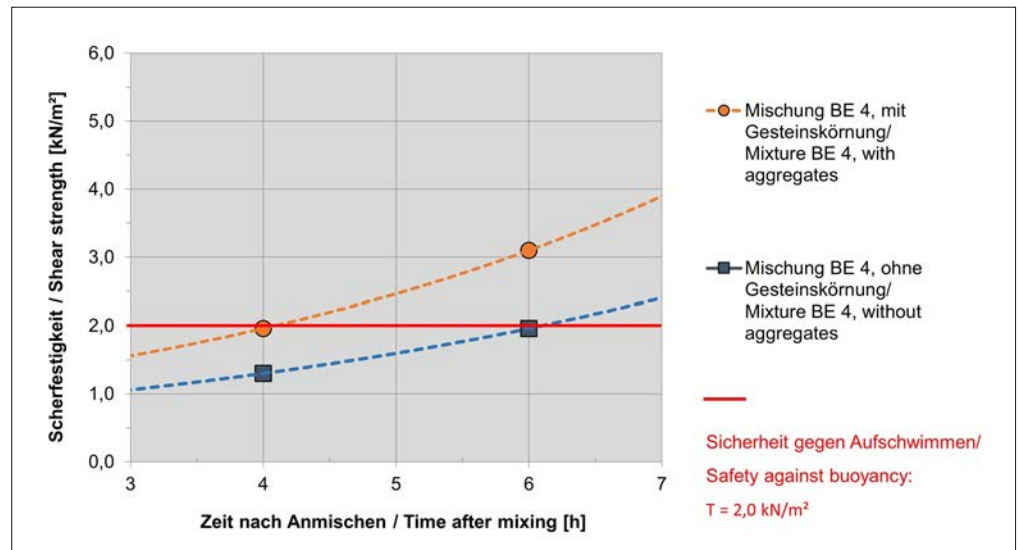
A comparison of the formula with aggregate and a corresponding one without aggregate (**Fig. 8**) indicates the relatively high vane shearing strength, which results after adding aggregate. The two-component mortar from mix BE 4 with aggregate reaches the required shearing strength some two hours earlier than the corresponding mix without aggregate; thus accelerator can be saved through adding aggregate.

### 4.2 Degree of Shrinkage

In order to ensure the annular gap is filled permanently and free of voids and to avoid surface settlements, the annular gap mortar should sustain as little loss in volume as possible. Therefore the

### 8 Vergleich von Rezepturen mit und ohne Gesteinskörnung

Comparing formulae with and without aggregate



Entsprechend der eingangs definierten Vorgabe für die Scherfestigkeit nach sechs Stunden Aushärungszeit, zur Vermeidung des Aufschwimmens, wurde anschließend der Beschleunigeranteil sukzessive reduziert. Aus wirtschaftlichen Gründen sollte eine möglichst geringe Beschleunigermenge angestrebt werden.

degree of shrinkage in keeping with DIN 53450:1985-08 [iv] was ascertained on prisms 40x40x160 mm in size to evaluate the volumetric stability of the two-component mortar and the effect of aggregate. Mortar samples aged one, three, seven and 21 days were made use of for the analysis.

## LINING SYSTEMS

### LASTING CORROSION PROTECTION FOR TUNNEL CONSTRUCTIONS

#### LASTING CORROSION PROTECTION

- Protects the inner concrete shell from aggressive mountain water

#### HEALTH AND ENVIRONMENT FRIENDLY

- Plasticizer-free VLDPE for harmless welding operations

#### ONE STOP SHOPPING

- Tunnel liners, water stop profiles, perforated pipes, discs available

#### PROVEN QUALITY PRODUCTS

- Tunnel liners are in compliance with many international standards

#### HIGH SUPPLY CAPABILITY

- Global distribution network and high production capacities



**agru**  
The Plastics Experts.

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

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

[www.agru.at](http://www.agru.at)

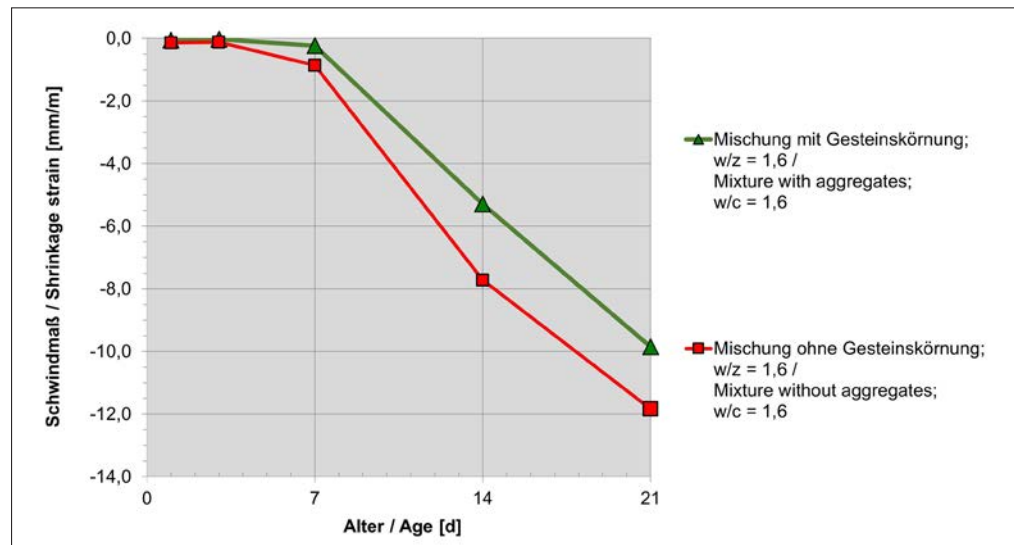
**Bild 7** zeigt die Scherfestigkeitsentwicklung für Mörtel mit reduzierten Beschleunigeranteilen im Bereich von 0–10 % des Zementgewichts im Zeitraum von 3–7 Stunden nach Vermischen der beiden Komponenten. Die Mischung BE 5 weist den größten Beschleunigeranteil auf. Deutlich zu erkennen ist der Einfluss des Beschleunigeranteils auf die zeitliche Entwicklung und Höhe der Scherfestigkeit im betrachteten Alter. In Bezug auf die bisherigen Überlegungen zum Kräftegleichgewicht und eine angestrebte Scherfestigkeit von  $\tau = 2,0 \text{ kN/m}^2$  erreicht die Mischung BE 3 nach sechs Stunden den geforderten Wert. Ein Vergleich der Rezeptur mit Gesteinskörnung und einer entsprechenden Rezeptur ohne Gesteinskörnung (**Bild 8**) zeigt die relativ höhere Flügelscherfestigkeit, die sich aus der Hinzugabe von Gesteinskörnung ergibt. Der Zwei-Komponenten-Mörtel der Mischung BE 4 mit Gesteinskörnung erreicht die geforderte Scherfestigkeit rund zwei Stunden früher als die entsprechende Mischung ohne Gesteinskörnung; somit lässt sich durch die Zugabe von Gesteinskörnung Beschleuniger einsparen.

#### 4.2 Schwindmaß

Um eine dauerhaft hohlraumfreie Verfüllung des Ringspalts zu gewährleisten und Oberflächensetzungen zu vermeiden, sollte der Volumenverlust des Ringspaltmörtels möglichst gering sein. Zur Beurteilung der Volumenstabilität des Zwei-Komponenten-Mörtels und der Auswirkung der Gesteinskörnung wurde daher das Schwindmaß in Anlehnung an DIN 52450:1985-08 [iv] an Prismen der Größe  $40 \times 40 \times 160 \text{ mm}$  bestimmt. Für die Analyse wurden Mörtelproben im Alter von einem, drei, sieben und 21 Tagen verwendet. **Bild 9** zeigt den Vergleich des Schwindmaßes einer Mischung mit Zusatz von Gesteinskörnung mit einer Mischung ohne Zuschlag. Es wird deutlich, dass das Schwindmaß unter Zugabe von Gesteinskörnung geringer ausfällt. Für einen Ringspalt mit einer Ringspaltstärke von 15 cm ergeben sich nach 21 Tagen absolute Schwindmaße von 1,8 mm (ohne Gesteinskörnung) und 1,5 mm (mit Gesteinskörnung). Die Zugabe von Gesteinskörnung hat für eine Langzeit-Volumenstabilität also einen geringfügig positiven Effekt.

## 5 Fazit und Ausblick

Es wurde ein Zwei-Komponenten-Mörtel entwickelt, der sich nach Vorgaben aus verfahrenstechnischen Randbedingungen beliebig in Ausbreitmaß und Scherfestigkeit einstellen lässt. Die Scherfestigkeit des Mörtels kann entsprechend der Geometrie der Tunnelröhre (Ringspaltstärke, Durchmesser, Tübbinggeometrie)



9 Vergleich Schwindmaß  
Comparison of shrinkage value

**Fig. 9** displays a comparison of the degree of shrinkage of a mix with added aggregate and one without aggregate. It becomes evident that the degree of shrinkage is less when aggregate has been added. In the case of an annular gap with a width of 15 cm, an absolute degree of shrinkage of 1.8 mm (without aggregate) and 1.5 mm (with aggregate) results after 21 days. The addition of aggregate thus exercises a slight positive effect on the long-term volumetric stability.

## 5 Conclusion and Outlook


A two-component mortar was developed, whose slump and shearing strength can be adjusted as desired in keeping with process technological general conditions. The shearing strength of the mortar can be controlled in accordance with the tunnel tube's geometry (annular gap thickness, diameter, segment geometry) and the given rate of advance in such a way that a defined number of rings is maintained in equilibrium through the thrusting force produced by driving. In addition, the processability of component A of the mortar can be geared to maximum processability and thus to anticipated standstill times.

It is thus possible to save on added ingredients and increase economy accordingly in the case of two-component annular gap mortars through the use of aggregate as well as by adjusting the amount of accelerator and the minimum required shearing strength. Therefore the proportion of accelerator generally depends on the required shearing resistance, which results from considering the force equilibrium for the segment tube and the aspired maximum rate of advance. Establishing the required amount of retarder must take place in relation to the project in the context of the process technological requirements.

An adjustment of nozzle technology is essential for the successful implementation of two-component mortars with aggregate and fly ash. The aggregate could cause considerable wear to the nozzle systems used until now. It appears advisable to use technology with properties similar to systems suitable for shotcreting.

und der jeweiligen Vortriebsleistung so gesteuert werden, dass eine definierte Anzahl an Ringen durch die Vortriebspresenkraft im Gleichgewicht gehalten wird. Des Weiteren kann die Verarbeitbarkeit der Komponente A des Mörtels gezielt auf eine maximale Verarbeitbarkeit und somit auf zu erwartende Stillstandszeiten abgestimmt werden.

Bei Zwei-Komponenten-Ringspalzmörteln kann daher durch die Verwendung von Gesteinskörnung sowie durch eine Anpassung des Beschleunigeranteils auf die mindestens erforderliche Scherfestigkeit Zusatzmittel eingespart und die Wirtschaftlichkeit so gegebenenfalls erhöht werden. Die Steuerung des Beschleunigeranteils erfolgt demnach allgemein in Abhängigkeit des erforderlichen Scherwiderstands, der sich aus der Betrachtung des Kräftegleichgewichts der Tübbingröhre und der angestrebten maximalen Vortriebsleistung ergibt. Die Festlegung der erforderlichen Menge von Abbindeverzögerer muss projektspezifisch im Kontext der verfahrenstechnischen Anforderungen erfolgen.

Für einen erfolgreichen Einsatz von Zwei-Komponenten-Mörteln mit Gesteinskörnung und Flugasche ist eine Anpassung der Düsenteknologie erforderlich. Die Gesteinskörnung könnte in bisher verwendeten Düsensystemen zu einem nicht unerheblichen Verschleiß führen. Eine Anlehnung an Systeme des Spritzbetonverfahrens erscheint hier sinnvoll. 

#### Literatur/References

- [1] Hausmann, M.; Edelhoft, D.; Mähner, D.; Handke, D.: Neuentwicklung eines Ringspaltverpressmörtels für den maschinellen Tunnelbau. Tunnel 3/2016. Bauverlag. 2016
- [2] Thewes, M.; Budach, C.: Mörtel im Tunnelbau – Stand der Technik und aktuelle Entwicklungen zur Verfüllung des Ringspalts bei Tunnelvortriebsmaschinen; BauPortal (2009); Heft 12; S.706–711
- [3] Handke, D.; Schulte, D.; Mähner, D.; Korte, A.: Innovatives Fugensystem zur Tübbingkopplung; Tunnelbau 2014; Ernst & Sohn Verlag; Berlin; 2013
- [4] Bäßler, K.: Entwicklung eines Zweikomponenten-Verpresssystems für Ringspaltverpressung beim Schildvortrieb; Taschenbuch Tunnelbau 2008; VGE Verlag; 2008
- [5] Fuller, W. B.; Thomson, S.: The Laws of Proportioning Concrete; American Society of Civil Engineers 33 (1907); S. 223–298

#### Normen/Standards




- [i] DIN EN 450-1:2012-10: Flugasche für Beton – Teil 1: Definition, Anforderungen und Konformitätskriterien; Deutsche Fassung EN 450-1:2012
- [ii] DIN EN 1015-3:2007-05: Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk – Teil 3: Bestimmung der Konsistenz von Frischmörtel (mit Ausbreittisch); Deutsche Fassung EN 1015-3:1999+A1:2004+A2:2006
- [iii] DIN 4094-4:2002-01: Baugrund – Felduntersuchungen – Teil 4: Flügelscherversuche
- [iv] DIN 52450:1985-08: Prüfung anorganischer nichtmetallischer Baustoffe; Bestimmung des Schwindens und Quellens an kleinen Probekörpern



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**

**MASTER®  
BUILDERS  
SOLUTIONS**



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

**»»**

**I NEED SAFE AND  
EFFICIENT TUNNELING.**

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

For more information please visit  
[www.master-builders-solutions.com](http://www.master-builders-solutions.com)

**BASF**  
We create chemistry

## ITA-Jahrestagung und World Tunnel Congress 2016 in San Francisco

Mehr als 2300 Tunnelbauer aus 54 Ländern trafen sich vom 22. bis 27. April 2016 in San Francisco, USA. Anlass war die 42. Jahrestagung der ITA (International Tunnelling and Underground Space Association) in Verbindung mit dem World Tunnel Congress (WTC) 2016.

## ITA Annual Meeting and World Tunnel Congress 2016 in San Francisco

More than 2300 tunnellers from 54 countries gathered from April 22 to 27, 2016 in San Francisco, USA. The occasion was the 42<sup>nd</sup> Annual Meeting of the ITA (International Tunnelling and Underground Space Association) in conjunction with the 2016 World Tunnel Congress (WTC).

---

**Dr.-Ing. Roland Leucker**, Geschäftsführer der STUVA, Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen e. V.;  
Geschäftsführer des DAUB, Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen; Köln, Deutschland/Germany  
CEO of the STUVA, the Research Association for Tunnels and Transportation Facilities Inc., Cologne/Germany;  
CEO of the DAUB, German Tunnelling Committee, Cologne/Germany

---

Der vom US-amerikanischen Tunnelbaukomitee UCA of SME (Underground Construction Association, Division of Society for Mining, Metallurgy & Exploration Inc.) in Zusammenarbeit mit der ITA organisierte Tunnelkongress trug das Tagungsmotto „Uniting our Industry“. Von den 73 ITA-Mitgliedsländern waren 57 in San Francisco vertreten. Mit 78 % lag der Anteil der vertretenen Länder damit genauso hoch wie im letzten Jahr in Kroatien (siehe Infokasten auf Seite 25).

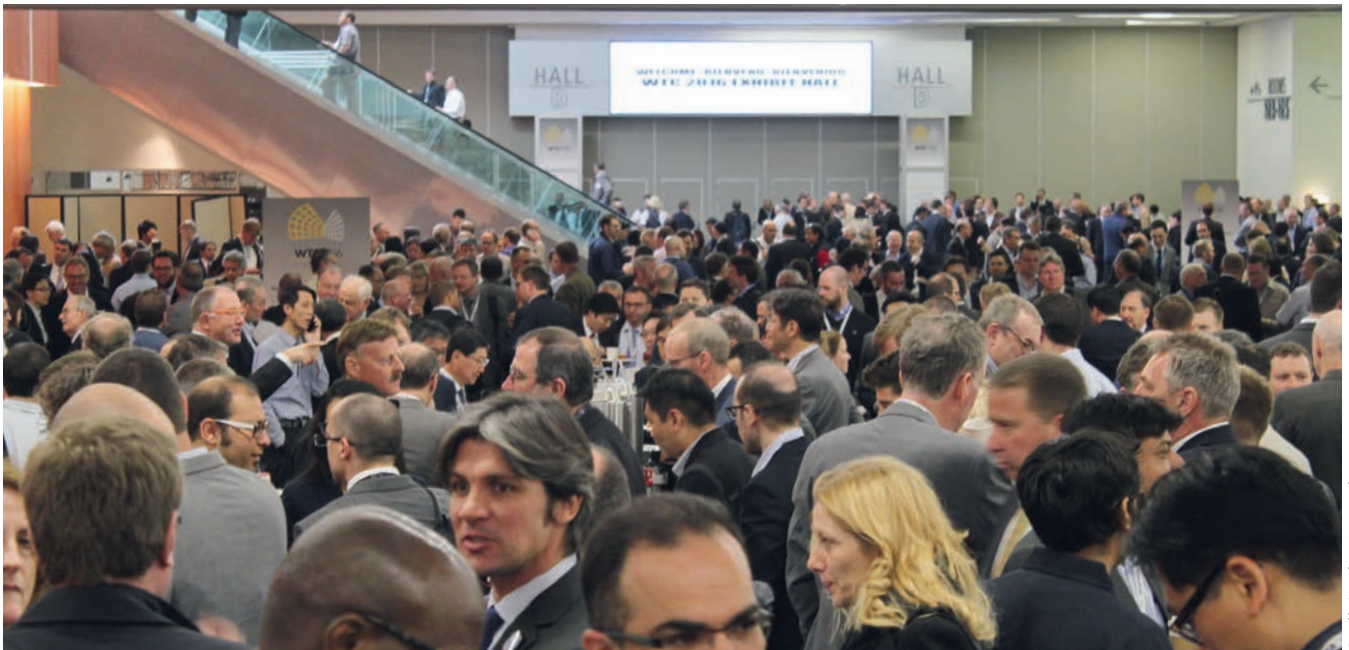
The Tunnel Congress was organized by the UCA of SME (Underground Construction Association, Division of Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc.) in conjunction with the ITA. It was captioned “Uniting our Industry“. 57 of the 73 ITA member nations were present in San Francisco. The proportion of countries attending stood at 78 % – the same figure as last year in Croatia (please see infobox on page 25).



Quelle/credit: Roland Leucker

1 Veranstaltungsort für den World Tunnel Congress 2016 war San Francisco  
San Francisco was the venue for the 2016 World Tunnel Congress





Quelle/credit: Marvin Klostermeier

2 Mehr als 2300 Tunnelbauer aus 54 Ländern nahmen an der sechstägigen Veranstaltung teil  
More than 2300 tunnellers from 54 countries attended the six-day event

## 1 World Tunnel Congress 2016

Das Haupttagungsprogramm des Kongresses umfasste 18 thematische Schwerpunkte:

1. Sicherheit in Konstruktion und Bau
2. Konventionelle Vortriebsmethoden und Kavernen
3. Tunnelausbau – Beherrschung des Untergrunds
4. Fortschritte durch Innovationen
5. Fallstudien und schwierige Geologie
6. Instrumentierung und Überwachung
7. Komplexe Vortriebe im Fels und dafür notwendige Technologien
8. Wechselwirkung zwischen Boden und Ausbau
9. Tunnelvortriebsmaschinen in Lockerböden & Mikrotunnelvortriebe
10. Planung, Finanzierung und Erkundung
11. Risikomanagement und Vergabepaxis
12. Bodenverbesserungen und Schächte
13. Tunnelvortriebsmaschinen in Lockerböden – Vorhersage, Betrieb und Untersuchungen
14. Maschinelle Vortriebe und alternative Vortriebsverfahren
15. Sanierung sowie Betrieb & Wartung
16. Zukünftige Projekte
17. Umwelt und Stadtplanung
18. Tunnelvortriebsmaschinen in Lockerböden – Herausforderungen im städtischen Umfeld

Darüber hinaus gab es noch weitere separate Vortragsblöcke:

- eine Vortrags- und Diskussionsrunde unter dem Titel „Think Deep“ zur Stadtplanung für den unterirdischen Raum, organisiert vom Committee on Underground Space (ITACUS); dieser Block zeigt auf, inwiefern unterirdische Anlagen die

## 1 2016 World Tunnel Congress

The main congress programme was devoted to 18 main topics:

1. Safety in Design and Construction
2. Sequential Excavation Method (SEM) and Caverns
3. Underground Support – Controlling the Ground
4. Tunnelling Advances through Innovation
5. Case Histories and Difficult Ground
6. Instrumentation and Monitoring
7. Complex Projects in Rock and Related Technology
8. Tunnel Interactions with Ground and Structures
9. Soft Ground TBMs & Microtunnelling
10. Planning, Finance, and Site Investigations
11. Risk Management and Contracting Practices
12. Ground Improvement and Shafts
13. Soft Ground TBMs – Prediction, Operation and Analysis
14. TBM Tunnels and Alternative Approaches
15. Rehabilitation and Operations & Maintenance
16. Future Projects
17. Environmental and Urban Planning
18. Soft Ground TBMs – Urban Challenges

In addition, there were further separate blocks of topics:

- A round involving a lecture and discussion captioned “Think Deep” on urban planning for underground space organized by the Committee on Underground Space (ITACUS); this block revealed to what extent underground facilities can support city planning, people’s mobility and the challenge posed by climate change in a positive way thus ultimately helping to create cities worth living in
- A block on the effects of digitalization on tunnelling organized by the Committee on Technologies and Development (ITA-TECH); the possibilities provided by the “Internet of Things” (also known



Quelle/Credit: Roland Leucker



- 3 Dr. Jurij Karlovšek hat den BIM-Workshop geleitet

Dr. Jurij Karlovšek headed the BIM Workshop

- 4 Zusätzlich zu den 185 Vorträgen im Hauptprogramm des WTC wurden weitere 170 Beiträge als Posterpräsentationen ausgestellt

A further 170 contributions in the form of poster presentations rounded off the 185 lectures in the WTC's main programme

Stadtentwicklung, die Mobilität der Bevölkerung sowie die Herausforderungen des Klimawandels positiv unterstützen können und so letztendlich dazu beitragen lebenswerte Städte zu erschaffen

- einen Block zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf den Tunnelbau, organisiert vom Committee on Technologies and Development (ITA-TECH); darin wurden insbesondere die Möglichkeiten des „Internet der Dinge“ beleuchtet (auch als 4. industrielle Revolution bezeichnet) und die Frage diskutiert, welche Auswirkungen die Beschleunigung der digitalen Evolution auf den Tunnelbau hat
  - einen ITA-BIM-Workshop, in dem die Bedeutung von Building Information Modelling (BIM) für das unterirdische Bauen und die sich damit verändernde Art der Planung und Umsetzung von Projekten beleuchtet wurde (**Bild 3**); neben der Erstellung und Echtzeitverwaltung der Informationsmodelle standen die Entscheidungsfindung sowie die möglichen Effizienzsteigerungen und damit verbundenen Kosteneinsparungen im Vordergrund
- Die 185 Vorträge des Hauptprogramms wurden in 20 technischen Sitzungen präsentiert; daneben gab es rund 170 Posterpräsentationen, in denen die Beiträge durch Erläuterungen eines Posters den Interessierten näher gebracht wurden (**Bild 4**). Die Langfassungen aller Vorträge und Posterpräsentationen sind im digitalen Tagungsband zum World Tunnel Congress veröffentlicht.

Die hohe Zahl der Vorträge und sonstigen Veranstaltungen hat – ähnlich wie den Vorjahren – dazu geführt, dass normalerweise sieben Vorträge parallel stattgefunden haben: zum einen in fünf parallelen „technischen Sitzungen“, zum anderen in den zusätzlichen o. a. Sonderblöcken und darüber hinaus noch in weiteren Arbeitsgruppensitzungen und Posterpräsentationen. Gegenüber dem Vorjahr (in Dubrovnik) war die Organisation und die Ausschilderung deutlich besser. Dazu hat auch beigetragen, dass die Vortragsräume in einem einzigen Konferenzzentrum untergebracht waren und nicht, wie 2015, über verschiedene Hotels verstreut lagen.

as the 4<sup>th</sup> industrial revolution) were examined and the question was discussed regarding which effects the speeding up of digital evolution has on tunnelling

- An ITA-BIM Workshop, at which the significance of Building Information Modelling (BIM) for underground construction was presented with the related means of planning and accomplishing of projects (**Fig. 3**); the focus was on the setting up and real-time administering of the information model also involving making decisions and possible increases in efficiency and in turn, cost savings.

The 185 papers in the main programme were presented at 20 technical sessions; in addition there were some 170 poster presentations, in which contributions were explained by means of a poster (**Fig. 4**). The long versions of all lectures and poster presentations have been published in the digital proceedings for the World Tunnel Congress. The high number of papers and other events led to a situation – similar to former years – where normally seven lectures were being presented parallel to one another: firstly, in five parallel “technical sessions” and then in the additional above mentioned special blocks, quite apart from various Working Group sessions and poster presentations. Compared to the previous year (Dubrovnik), the organization and signposting were substantially better. A contributing factor was that the lecture rooms were all located at a single conference centre and not as in 2015 scattered around several hotels.

226 companies presented their products and services at the accompanying trade fair in a more than ample hall. The net exhibition space of roughly 2750 m<sup>2</sup> was of similar size to the latest STUVA Conference in Dortmund (more than 2600 m<sup>2</sup>).

#### ITA Training Course

A special ITA training course has always taken place prior to the congress in previous years. In San Francisco two such courses were held parallel to one another on April 22 and 23, 2016. They were organized jointly by the US tunnelling committee, the Committee on



Quelle/Credit (3): Marvin Klostermeier

**5** Grußworte von Mike Smithson, dem Vorsitzenden des diesjährigen World Tunnel Congress

Words of welcome from Mike Smithson, the chairman of this year's WTC

In der begleitenden Fachausstellung haben 226 Unternehmen ihre Produkte und Dienstleistungen in einer mehr als geräumigen Halle präsentiert. Die Netto-Ausstellungsfläche lag mit rund 2750 m<sup>2</sup> in einer ähnlichen Größenordnung wie auf der letzten STUVA-Tagung in Dortmund (mehr als 2600 m<sup>2</sup>).

### ITA-Trainingskurs

In den Vorjahren fand im Vorlauf zum Kongress jeweils ein spezieller ITA-Trainingskurs statt. In San Francisco wurden am 22. und 23. April 2016 gleich zwei solche Kurse parallel angeboten, die vom US-amerikanischen Tunnelbaukomitee, dem Committee on Education and Training (ITACET) und der ITACET-Stiftung gemeinsam organisiert worden waren. Die an junge Berufstätige gerichteten Kurse trugen die Titel „Überwachung und Kontrolle im Tunnelbau“ sowie „Nutzung des unterirdischen Raums“. Insgesamt 70 Teilnehmer nutzten an den beiden Tagen die Gelegenheit, ihr Wissen über die vorgenannten Themen zu vertiefen.

Im ersten Kurs berichteten international anerkannte Fachleute aus dem akademischen und unternehmerischen Umfeld in rund 20 Vorträgen über den Zweck und die verschiedenen Methoden des Monitorings. Dabei wurde sowohl auf Sicherheitsaspekte beim Vortrieb als auch auf eine Schädigung benachbarter Bebauung und Versorgungsinfrastruktur über oder neben dem herzustellenden Tunnel eingegangen. Die Einzelthemen umfassen Bodenverhältnisse, Instrumentierung (Geräte und typische Anwendungen), Interpretation der Daten, Risikomanagement, vertragliche Aspekte und Beispiele. Der zweite, in Zusammenarbeit mit ITACUS organisierte Kurs richtete sich an Ingenieure, Architekten und Planer, die sich mit der Nutzung des unterirdischen Raums beschäftigen, um das Wohnumfeld und die Nachhaltigkeit in städtischen Gebieten zu verbessern. Diesbezüglich wurde in rund 15 Vorträgen durch die Fachleute aufgezeigt, welche Hauptaspekte bei der Planung zu berücksichtigen sind und wie diese bei Projekten aus aller Welt umgesetzt worden sind.



**6** Søren Degn Eskesen, Präsident der ITA, eröffnete den Kongress 2016

Søren Degn Eskesen, ITA president, opened the 2016 Congress

Education and Training (ITACET) and the ITACET Foundation. These courses directed at young professionals were captioned "Monitoring and Control in Tunnelling" and "Underground Space Use". A total of 70 participants took avail of the opportunity during these two days to consolidate their knowledge in the mentioned fields.

During the first course, international experts from academic and entrepreneurial fields explained the purpose and various methods of monitoring in around 20 papers. In this connection, both the safety aspects of driving and damage to neighbouring buildings and supply infrastructure above or next to the evolving tunnel were examined. Individual topics touched on ground conditions, instrumentation (equipment and typical applications), interpreting the data, risk management, contractual aspects and examples.

The second course, staged in collaboration with ITACUS, was aimed at engineers, architects and planners, who are involved in exploiting underground space in order to improve the residential environment and sustainability in urban areas. In this connection, experts

**ITA-Mitgliedsländer vertreten auf der Vollversammlung  
ITA Member Nations present or represented at the General Assembly**

Argentina, Australia, Austria, Belarus, Belgium, Bhutan, Bolivia, Bosnia-Herzegovina, Brazil, Canada, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Croatia, Czech Republic, Denmark, Ecuador, Finland, France, Germany, Greece, Guatemala, Hungary, Iceland, India, Iran, Israel, Italy, Japan, Republic of Korea, Malaysia, Mexico, Montenegro, Myanmar, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Qatar, Romania, Russia, Saudi Arabia, Serbia, Singapore, Slovakia, Slovenia, South Africa, Spain, Sweden, Switzerland, Thailand, Turkey, United Arab Emirates, United Kingdom, USA, Vietnam

**ITA-Mitgliedsländer nicht vertreten auf der Vollversammlung  
ITA Member Nations not present at the General Assembly**

Algeria, Azerbaijan, Bulgaria, Cambodia, Egypt, Indonesia, Kazakhstan, Lao PDR, Lesotho, Macedonia (FYROM), Morocco, Nepal, Panama, Peru, Venezuela, Vietnam



7 Felix Amberg überreichte den ITACET-Award 2016 an AMITOS

Felix Amberg presented the 2016 ITACET Award to AMITOS



8 Roberto González Izquierdo (AMITOS) bedankte sich für den ITACET-Award

Roberto González Izquierdo (AMITOS) expressed his thanks for the ITACET Award

Quelle/credit (3): Roland Leucker



9 Piergiorgio Grasso, Vize-Präsident der ITACET-Stiftung (rechts), würdigte Dr. Harald Wagner für sein großes Engagement in der ITA

Piergiorgio Grasso, vice-president of the ITACET Foundation (on the right) acknowledging Dr. Harald Wagner's great involvement in the ITA

Quelle/credit: Marvin Klostermeier

## Eröffnung

In der Eröffnungsveranstaltung am Montag wurden zunächst Grußworte von Mike Smithson (Vorsitzender der Konferenz, **Bild 5**), Arthur Silber (Vorsitzender UCA of SME) und Søren Degn Eskesen (ITA-Präsident, **Bild 6**) gesprochen. Entgegen der sonst üblichen Praxis wurden die Teilnehmer nicht durch Vertreter der gastgebenden Stadt oder von Ministerien begrüßt.

Im Anschluss verlieh Felix Amberg (**Bild 7**), Schatzmeister und Vorstandsmitglied der ITACET-Stiftung (Schweiz), den ITACET-Award 2016 an den mexikanischen ITA-Verband „AMITOS“. Roberto González Izquierdo (**Bild 8**) nahm den Preis entgegen, der die besonderen Anstrengungen von AMITOS für Weiterbildung würdigt und eine Anerkennung der in den letzten drei Jahren regelmäßig durchgeführten Trainingskurse darstellt.

Der Vize-Präsident der ITACET-Stiftung, Piergiorgio Grasso (Italien), verlieh einen weiteren ITACET-Award an Dr. Harald Wagner (Österreich/Thailand, **Bild 9**) für sein großes Engagement in der Weiterbildung sowie für seine aktive Unterstützung der ITA und insbesondere für seine Mitarbeit bei ITACET.

Beim diesjährigen WTC wurde auch der siebte Vortrag im Gedenken an Sir Alan Muir-Wood gehalten. In dieser „Muir-Wood Lecture“ trug Dr. Peter Kaiser (**Bild 10**), emeritierter Professor der Laurentian University (Sudbury, Ontario, Kanada), über hochbelastete Sicherungen bei sehr tiefen unterirdischen Tunnelbauwerken und Bergbaustollen vor (Originaltitel: „Ground Support for Deep Underground Construction: Challenges of Managing Highly Stressed Ground in Civil and Mining Projects“). Die Schriftfassung des Vortrags steht auf der Webseite der ITA zum Download zur Verfügung. In diesem Zusammenhang ist desweiteren zu berichten, dass Professor Håkan Stille (Schweden) vom ITA-Vorstand ausgewählt wurde, die nächste Muir-Wood-Lecture auf dem WTC 2017 in Bergen zu halten.

Im zweiten Teil der Eröffnungsveranstaltung wurden die Teilnehmer von der Marchingband der University of California mit

demonstrated in around 15 papers the main aspects to be observed during planning and how they are applied in projects throughout the world.

## Opening

The opening event on the Monday first saw Mike Smithson (conference chairman, **Fig. 5**), Arthur Silber (chairman UCA of SME) and Søren Degn Eskesen (ITA president, **Fig. 6**) deliver some welcoming words. Contrary to standard practice, the participants were not greeted by representatives of the host city or ministries.

Then Felix Amberg (**Fig. 7**), treasurer and a board member of the ITACET Foundation (Switzerland) presented the 2016 ITACET Award to the Mexican ITA association „AMITOS“. Roberto González Izquierdo (**Fig. 8**) accepted the prize, which acknowledged the special efforts made by AMITOS in the field of further education and recognized the training courses held regularly over the past three years. Subsequently, the ITACET Foundation's vice-president, Piergiorgio Grasso (Italy) presented a further ITACET Award to Dr. Harald Wagner (Austria/Thailand, **Fig. 9**) for his great involvement in further education as well as active support of the ITA and especially his collaboration with ITACET.

At this year's WTC, the seventh lecture in honour of Sir Alan Muir-Wood was held. In this year's „Muir-Wood Lecture“, Dr. Peter Kaiser (**Fig. 10**) emeritus professor from the Laurentian University (Sudbury, Ontario, Canada) dealt with „Ground Support for deep Underground Construction: Challenges of Managing highly stressed Ground in Civil and Mining Projects“. The written version of this paper is available to be downloaded from the ITA website.

In this connection, it also should be mentioned that Professor Håkan Stille (Sweden) has been selected by the ITA executive to present the next Muir-Wood Lecture at the 2017 WTC in Bergen.

In the second part of the opening event, the participants were treated to some swinging rhythms by the University of California Marching Band (**Fig. 11**). The first opening lecture as such was



Quelle/Credit: Marvin Klostermeier



10 Dr. Peter Kaiser hat die diesjährige Muir-Wood-Lecture gehalten

11 Die Marchingband der University of California sorgte für eine schwungvolle musikalische Einlage

Dr. Peter Kaiser held this year's Muir-Wood Lecture

The University of California Marching Band provided a swinging musical interlude

schwungvollen Rhythmen begrüßt (Bild 11). Den ersten eigentlichen Eröffnungsvortrag hielt Bruce Grewcock (Bild 12), Vorstandsvorsitzender von Kiewit unter dem Titel „Zeit zu graben: Eine neue Vision für den Tunnelbau“. Er beleuchtete die heutige Situation des unterirdischen Bauens: die negative Wahrnehmung der Bauarbeiten in der Öffentlichkeit, die alternde und erneuerungsbedürftige Infrastruktur, die Überschreitung der geplanten Bauzeit und der berechneten Baukosten, die daraus resultierenden Herausforderungen sowie den Nutzens der unterirdischen Anlagen für die wirtschaftliche Entwicklung einer Region. Im Anschluss daran hielt Peter Hirshberg aus San Francisco (Bild 13), Innovationsberater aus der Informationsbranche, einen Impulsvortrag über „Infrastrukturinnovationen und die Stadt der Macher.“ Hirshberg, der für rund zehn Jahre die Marketingabteilung von Apple geleitet hat, beleuchtete den Nutzen von Infrastrukturen aus einem erfrischend anderen Blickwinkel. Er erinnerte an den richtungsweisenden Bau der unterirdischen Schnellbahn BART (Bay Area Rapid Transit) in San Francisco in den 1970er Jahren. Und er machte keinen Hehl aus seiner Auffassung, dass die digitale Evolution die reale Infrastruktur niemals überflüssig machen wird. Vielmehr seien attraktive Städte und funktionierende Infrastrukturen die Grundlage für die Ansiedlung von erfolgreichen Firmen, denn nur so sei es möglich, hoch qualifizierte Fachleute zu akquirieren.

### Öffentliche Fachsitzung

Die Öffentliche Fachsitzung der ITA stand in diesem Jahr unter dem Titel „Technische Fortschritte“. Zu Beginn stellten die **Arbeitsgruppen und Komitees** ihre Ergebnisse einem größeren Publikum vor. Dabei wurden die im vergangenen Jahr fertiggestellten fünf neuen ITA-Berichte präsentiert:

- Zwanzig Jahre faserbewehrte Tübbinge: Erkenntnisse und Entwurfgrundlagen (Arbeitsgruppe 2; Originaltitel: „Twenty Years of FRC Tunnel Segments Practice: Lessons Learnt and Proposed Design Principles“)

presented by Bruce Grewcock (CEO Kiewit Companies, Fig. 12) entitled “Time to dig in: A new Vision for Tunnelling”. He outlined the current situation in underground construction: the negative perception of construction work by the public, the infrastructure both aging and in need of renewal, exceeding the scheduled construction period and the calculated building costs, the resultant challenges and furthermore the use of underground facilities for the economic development of a region.

Then Peter Hirschberg, an innovation consultant and marketing specialist engaged in the information branch from San Francisco (Fig. 13), presented an impulse lecture captioned “Infrastructure Innovation and the Maker City”. Hirschberg, who headed Apple’s marketing division for around 10 years, explained the use of infrastructures seen from a refreshingly different angle. He recalled the pioneering building of the BART (Bay Area Rapid Transit) in San Francisco during the 1970s. And he made no secret out of the fact that he believed digital evolution would never replace real infrastructure. If anything attractive cities and functioning infrastructures form the basis for successful firms establishing themselves – for it is only possible to acquire highly qualified experts in this manner, said Hirschberg.

### Open Session

The ITA’s Open Session this year was captioned “Industry Advances”. To start with the **Working Groups and Committees** put forward the results of their activities in front of a large audience. In the process, the five new ITA Reports completed last year were presented.

- “Twenty Years of FRC Tunnel Segments Practice: Lessons learnt and proposed Design Principles” (Working Group 2)
- “Owners Guide to immersed Tunnels” (Working Group 11)
- “Recommendations on the Development Process for mined Tunnels” (Working Groups 14/19; Fig. 14)
- “Guidance for precast fibre-reinforced Segments – Volume 1: Design Aspects” (ITAtch). The guide, large parts of which were presented at the 2015 WTC, was supplemented and updated

- Leitfaden für Eigentümer von Untertunneltunneln (Arbeitsgruppe 11; Originaltitel: „Owners Guide to Immersed Tunnels“)
- Empfehlungen für den Entwurf bergmännisch aufzufahrender Tunnel (Arbeitsgruppe 14/19; Originaltitel: „Recommendations on the Development Process for Mined Tunnels“, **Bild 14**)
- Leitfaden zur Bemessung von faserbewehrten Betontübbingungen – Teil 1: Entwurfsgrundlagen (ITAtch; Originaltitel: „Guidance for Precast Fibre Reinforced Concrete Segments – Volume 1: Design Aspects“); der in weiten Teilen bereits zum WTC 2015 vorgestellte Leitfaden wurde ergänzt und aktualisiert
- Reduzierung von Erschütterungen beim städtischen Sprengvortrieb (ITAtch; Originaltitel: „Vibration Control in Urban Drill and Blast Tunnelling“)

Im Anschluss daran fand im zweiten Teil der Fachsitzung unter Mitwirkung der Arbeitsgruppe 2 „Forschung“, der Arbeitsgruppe 3 „Vertragspraxis“ und der Arbeitsgruppe 20 „Innerstädtische Probleme, unterirdische Lösungen“ eine Podiumsdiskussion statt, bei der das Auditorium die Möglichkeit hatte, sich aktiv zu beteiligen. Dabei wurden zunächst die derzeitigen Praktiken beim Risikomanagement, die Bewehrung von Betontübbingungen mit Fasern sowie die In-situ-Messung von Spannungen im Gebirge und im Ausbau diskutiert. Anschließend standen die derzeitige Vergabep Praxis, neue und verbesserte Vertragsformen sowie die gemeinsamen Anstrengungen der ITA und FIDIC (International Federation of Consulting Engineers) zur verbesserten Handhabung vertraglicher Risiken im Vordergrund. Abschließend waren die politischen und wirtschaftlichen Herausforderungen beim Bau innerstädtischer unterirdischer Anlagen Thema. In diesem Zusammenhang wurde auch die Bedeutung solcher Anlagen für eine nachhaltige Stadtentwicklung beleuchtet sowie die Möglichkeiten für eine Beteiligung der Bevölkerung in frühen Projektphasen erörtert.

## 2 Mitgliederversammlung

### Mitgliederentwicklung

Die Leitung der Mitgliederversammlung oblag Präsident Søren Degn Eskesen (Dänemark). Zu Beginn informierte Eskesen die Delegierten über die Aktivitäten im letzten Jahr und über die Mitgliederentwicklung. Die Zahl der Mitgliedsländer beträgt 73 und ist damit gegenüber dem Vorjahr unverändert. Obwohl sechs korporative und fünf persönliche Mitglieder neu hinzugekommen sind, ist die Gesamtanzahl aufgrund von Kündigungen und Ausschlüssen wiederum leicht zurückgegangen. Die ITA verfügt unter Berücksichtigung aller Zu- und Austritte nunmehr über 73 Mitgliedsnationen, 184 korporative Mitglieder (Vorjahr: 191) und 87 persönliche Mitglieder (Vorjahr: 91). Im Gegensatz zu den Mitgliedsländern ergibt sich damit seit einigen Jahren bei den assoziierten Mitgliedern (also korporative und individuelle) ein deutlich abnehmender Trend, mit aktuell 271 Mitgliedern, 282 im Vorjahr und 286 im Jahr davor. Das Bauunternehmen Porr hat seine Unterstützung als „Prime-Sponsor“ neu zugesagt. Ergänzend konnten weitere drei neue „Förderer“ gewonnen werden, fünf haben ihre Förderzusage nicht erneuert. Insgesamt unterstützen die ITA damit 18 Prime-Sponsoren und 56 Förderer.

- Vibration Control in urban Drill and Blast Technology (ITAtch) Afterwards, the second part of the session took place with the participation of Working Group 2 „Research“, Working Group 3 „Contractual Practice“ and Working Group 20 „Urban Problems, Urban Solutions“. It involved a podium discussion, which provided the auditorium with the chance to play an active part.

In the process, the current practices in risk management, reinforcing concrete segments with fibres as well as the in-situ measuring of stresses in rock and support were discussed. Then attention focused on current award practice, new and improved forms of contract as well as the joint efforts by the ITA and FIDIC (International Federation of Consulting Engineers) to improve contractual risks. Finally, a discussion took place on political and economic challenges when constructing urban underground facilities. In this connection, the importance of such facilities for sustainable urban development was dealt with as well as the possibilities of having the public take part in early stages of the project.

## 2 General Assembly

### Development of Membership

President Søren Degn Eskesen (Denmark) chaired the General Assembly. To begin with he informed the delegates about activities during the past year and how membership had developed. There are currently 73 member states, meaning the figure remains unchanged from last year. Although six corporate and five individual members have joined, the total number has slightly declined on account of resignations and exclusions. The ITA now has 73 member nations, 184 corporate members (previous year: 191) and 87 individual members (previous year: 91) taking new and retiring members into consideration. In contrast to the member countries, for several years there has been a clear drop in the number of affiliate members (corporate and individual), which currently stands at 271 compared with 282 last year and 286 the year before.

The Porr construction company has agreed to become a „prime sponsor“. In addition, a further three „supporters“ have been acquired, with five failing to renew their support. Altogether, the ITA is thus backed by 18 prime sponsors and 56 supporters.

### Tasks and Objectives of the ITA

Within the scope of the 2014 General Assembly in Foz do Iguaçu the ITA executive laid down the tasks and objectives of the ITA for the years ahead and established the key note: „ITA, the leading international organization promoting the use of tunnels and underground space through knowledge sharing and application of technology“. The seven strategic goals laid down at the time are:

1. Consolidate/activate Member Nations – particularly newly joined Member Nations
2. Improve Communication and Functioning of Working Groups and Committees
3. Expand Industry Relations
4. Encourage Knowledge-Sharing through Education and Training
5. Create and develop an ITA Young Members Group
6. Promote the Use of Underground Space



Quelle/Credit: Marvin Klostermeier

- 12** Bruce Grewcock, CEO Kiewit Companies: „Zeit zu graben: Eine neue Vision für den Tunnelbau“

Bruce Grewcock, CEO Kiewit Companies: „Time to dig in – a new Vision for Tunnelling“



Quelle/Credit (2): Roland Leucker

- 13** Peter Hirschberg, Innovationsberater aus San Francisco, hielt einen Vortrag über „Infrastrukturinnovationen und die Stadt der Macher“

Peter Hirschberg, innovation consultant from San Francisco, presenting a lecture dealing with „Infrastructure Innovation and the Maker City“



- 14** Heinz Ehrbar präsentierte die fertiggestellte Empfehlung für den Entwurf bergmännisch aufzufahrender Tunnel

Heinz Ehrbar presenting the completed „Recommendations on the Development Process for Mined Tunnels“

### Aufgaben und Ziele der ITA

Im Rahmen der Vollversammlung 2014 im brasilianischen Foz do Iguaçu wurden durch den ITA-Vorstand die Aufgaben und Ziele der ITA für die kommenden Jahre festgelegt und das Leitmotiv bestimmt: „ITA ist die führende internationale Organisation zur Förderung der Nutzung von Tunneln und des unterirdischen Raums, durch Austausch von Wissen und Anwendung von Technologie“. Die seinerzeit festgelegten sieben strategischen Ziele lauten:

1. Zusammenführen und Ansprechen der Mitgliedsländer – besonders die, die neu beigetreten sind
2. Verbesserung der Kommunikation und Schaffung besserer Arbeitsbedingungen für Arbeitsgruppen und Komitees
3. Ausweitung der Beziehungen zur Industrie
4. Förderung des Wissensaustauschs durch Ausbildung und Training
5. Gründung und Weiterentwicklung einer Gruppe für junge Mitglieder („ITA Young Members Group“)
6. Förderung der Nutzung des unterirdischen Raums
7. Verbesserung der Kommunikation mit den Mitgliedsländern, der Industrie und der Öffentlichkeit

Diese festgelegten strategischen Ziele wurden nach Eskesens Aussage fast vollständig erreicht; dennoch erfordern sie auch zukünftig Beachtung.

Im letzten Jahr hatte die ITA erstmals eine Studie zur Entwicklung des weltweiten Tunnelbaumarkts in Auftrag gegeben. Zwischenzeitlich haben sich keine Änderungen ergeben; eine Aktualisierung ist für Ende 2016 vorgesehen.

7. Improve Communication towards Member Nations, Industry and Public

During the assembly, Eskesen reported on the activities undertaken over the past year to achieve these goals. He felt that these goals had indeed been almost entirely fulfilled; notwithstanding, they must not be neglected in future.

Last year for the first time, the ITA commissioned a study on the development of the international tunnelling market. No changes have resulted in the meantime; it is to be updated at the end of 2016.

### ITA Awards

On November 19, 2015, the ITA presented the „ITA Tunnelling Awards“ for the first time at the Hagerbach Test Gallery (Switzerland) during a festive evening. A total of eleven individual prizes were bestowed to recognize some of more than one hundred proposals for achievements and developments from the field of underground construction. They included a number of major projects, technical innovations, environmental and safety initiatives, awards for companies as well as individual honours. With only around 150 turning up for the day-long event (conference and discussion), attendance was substantially lower than expected.

The next ITA Awards will be handed over in Singapore on November 11, 2016. The ceremony is combined with a two-day conference on November 10 and 11, 2016.

### ITA Young Members Group

Based on a General Assembly resolution two years ago, the „ITA Young Members Group“ (ITA-YM) was set up for up-and-comers in tunnelling. It is intended as a network platform for young professionals and students (up to the age of 35) and is designed to encourage the

### ITA-Awards

Am 19. November 2015 hat die ITA erstmals die „ITA Tunnelling Awards“ im Versuchsstollen Hagerbach (Schweiz) während eines Festabends verliehen. Mit den insgesamt elf Einzelpreisen wurden aus über 100 eingereichten Vorschlägen Leistungen und Entwicklungen aus dem Bereich des unterirdischen Bauens ausgezeichnet. Dazu zählten verschieden große Projekte, technische Innovationen, Umwelt- und Sicherheitsinitiativen, Firmenauszeichnungen sowie persönliche Ehrungen. Die Beteiligung an der eintägigen Veranstaltung (Konferenz und Tagung) war mit rund 150 teilnehmenden Personen deutlich niedriger als erwartet. Die nächsten ITA-Awards werden am 11. November 2016 in Singapur verliehen. Die Verleihung ist verbunden mit einer zweitägigen Konferenz am 10. und 11. November 2016.

### ITA Young Members Group

Auf Beschluss der Mitgliederversammlung wurde vor zwei Jahren die „ITA Young Members Group“ (ITA-YM) für Nachwuchskräfte im Tunnelbau als Netzwerkplattform für junge Berufstätige und Studenten (bis 35 Jahre) gegründet. Sie soll den Erfahrungsaustausch in der Branche über alle Ebenen fördern und ein stärkeres Bewusstsein für die jüngere Generation schaffen, jungen Fachkräften und Studenten in der ITA eine Stimme geben sowie die Ziele und Ideale der ITA in die nächste Generation tragen. Die Young Members Group hat während des WTC 2016 eine Orientierungsveranstaltung für Studenten veranstaltet, einen Empfang für ihre Mitglieder angeboten sowie die Mitgliederversammlung mit Wahlen zur Lenkungsgruppe durchgeführt. Darüber hinaus hat ITA-YM, wie bereits erwähnt, unter Leitung ihres Vorsitzenden

Jurij Karlovšek (Australien) einen BIM-Workshop für das unterirdische Bauen ausgerichtet.

### Kommunikation

Die ITA hat zur Verbesserung ihrer Kommunikation eine Presseagentur beauftragt. Daneben versendet sie regelmäßig den kostenlosen E-Mail-Newsletter „ita@news“. Auf das wissenschaftliche Organ der ITA, die Zeitschrift „Tunnelling and Underground Space Technology (TUST)“, haben die Mitglieder in elektronischer Form Zugriff. Daneben steht die ITA-Website als Informationsquelle zur Verfügung. Die Startseite wendet sich an Entscheidungsträger und an die allgemeine Öffentlichkeit. Sie erläutert beispielsweise,

exchange of experience within the industry at all levels. The Young Members Group is expected provide more awareness of the younger generation, lend a voice to young experts and students in the ITA and their Working Groups as well as carry the goals and ideals of the ITA through into the next generation.

During the 2016 WTC, the Young Members Group held a “Student Orientation” event, a Young Member networking reception as well as an ITA-YM general meeting and steering board election. In addition, ITA-YM staged the aforementioned BIM Workshop for underground construction under the aegis of its chairman Jurij Karlovšek (Australia).

### Communication

The ITA has commissioned a press agency to improve communication externally as well as internally. In addition it regularly issues the email newsletter “ita@news” free of charge. ITA members can also obtain the ITA’s scientific organ, the journal “Tunnelling and Underground Space Technology” (TUST) in electronic form. Furthermore, the ITA website is available as a source of information. The homepage is devised for decision makers and the general public, explaining for example how underground spaces can be utilized along with the appropriate construction methods. It cites specific advantages and provides information on planning, construction and operation. The second section, the “corporate website”, provides details about how the ITA is organized, its member countries, the corporate members, publications, Committees and Working Groups as well as events relating to underground construction.

Furthermore, details are provided on the contacts that the ITA maintains with various international affiliated organizations and UN organizations (please see info box on page 31). Two of them reported on their cooperation at the General Assembly: ISRM and PIARC. Michel Deffayet (France, **Fig. 15**) for example reported that PIARC had made available three new publications on road tunnels at the end of its latest three-year cycle:

- Best Practice for Life Cycle Analysis for Tunnel Equipment
- Improving Safety in Road Tunnels through Real-Time Communication with Users
- Fixed Fire Fighting Systems in Road Tunnels: Current Practices and Recommendations

These and further publications (such as e.g. “Design Fire Characteristics for Road Tunnels”, “Sustainable Road Tunnel Operations”, “Experience with significant Incidents in Road Tunnels” or “Underground Road Networks; Case Studies”) are available free-of-charge for download by accessing [www.piarc.org](http://www.piarc.org). Of the total of 17 technical committees, as far as themes are concerned, the one headed by Marc Tesson – Committee D.5 – “Road Tunnel Operations” is the most interesting regarding underground facilities. In this connection, Deffayet pointed out that there is an online dictionary with terms from road construction (and tunnelling) to be found on the PIARC website in 20 different languages.

The report on the activities of the various **Working Groups** occupied considerably space again at the General Assembly as was the case in previous years. Details will be presented in the 6/2016 issue of *tunnel*.

**Mago - Tunnelbau-**  
**Spezialplatten**  
Lastverteilungsplatten  
für den Tunnelbau



**Mago - Tunneling-**  
**Specialboards**  
Load distribution plates for  
Tunnel constructions

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

Katzenberg-Tunnel, Efringen-Kirchen,  
City-Tunnel, Leipzig  
Finne-Tunnel, Weimar  
Kaiser-Wilhelm-Tunnel, Cochem  
U-Bahn-Linie 4, Hamburg  
Brenner-Zulaufstrecke Nord  
Sluiskil-Tunnel, Terneuzen (NL)  
Stadtbahn-Tunnel, Karlsruhe  
Boßlertunnel, Wendlingen-Ulm  
Koralmtunnel KA T3, Steiermark  
Bahn-Tunnel, Rastatt  
U-Bahn-Erweiterung, Kopenhagen

Fordern Sie Prüfzertifikate und Zeugnisse an.  
Request for test-certificates and for reports.  
[www.holz-michael.de/info@holz-michael.de](http://www.holz-michael.de/info@holz-michael.de)  
Telefon: (+49) 0441/219855-0 Fax: -29



wie unterirdische Räume genutzt werden können und welche Bauverfahren es gibt, nennt spezifische Vorteile und gibt Information zur Planung, Bau und Betrieb. Der zweite Teil, die „Corporate Website“, gibt Information zur Organisation der ITA, den Mitgliedsländern, den korporativen Mitgliedern, zu den Publikationen, den Komitees und Arbeitsgruppen sowie zu Veranstaltungen zum unterirdischen Bauen.

Darüber hinaus wurde auch über die von der ITA unterhaltenen Kontakte zu verschiedenen internationalen Schwesterorganisationen und UN-Organisationen berichtet (siehe Kasten auf Seite 31). Zwei davon haben in der Mitgliederversammlung über die Zusammenarbeit vorgetragen: ISRM und PIARC. Michel Defayet (Frankreich, **Bild 15**) berichtete beispielsweise, dass PIARC zum Ende des letzten Dreijahresturnus drei neue Publikation zu Straßentunneln herausgegeben hat:

- Best Practice for Life Cycle Analysis for Tunnel Equipment
- Improving Safety in Road Tunnels through Real-Time Communication with Users
- Fixed Fire Fighting Systems in Road Tunnels: Current Practices and Recommendations

#### Kontakte der ITA zu Schwesterorganisationen und UN-Organisationen ITA Contacts with Sister Organizations and UN Organizations

ACUUS	Associated Research Centers for the Urban Underground Space
FIDIC	International Federation of Consulting Engineers
IAEG	International Association for Engineering Geology and the Environment
ICLEI	International Council for Local Environmental Initiatives
IFME	International Federation of Municipal Engineering
IRF	International Road Federation
ISOCARP	International Society of City and Regional Planners
ISRM	International Society for Rock Mechanics
ISSMGE	International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering
ITIG	International Tunnelling Insurance Group
PIARC	World Road Association
UN-Habitat	United Nations Human Settlements Programme
UN-ISDR	United Nations International Strategy for Disaster Reduction Weltbank/World Bank

## GOTTHARD-BASISTUNNEL – DER LÄNGSTE BAHNTUNNEL DER WELT

Herzstück der Neuen Alpentransversale der Schweiz und ein Zeichen für die Kompetenz, Leistungsfähigkeit, Weitsicht und Innovationskraft der Schweiz:

57 km lang + 152 km Tunnelsystem + Felsüberlagerung von 2300 Metern + 28,2 Millionen Ausbruchmaterial – fünfmal so viel wie die Cheops-Pyramide + Bauzeit über 20 Jahre: 1992–2015 + Tunnelbohrmaschine: offene Grippermaschinen, über 400 Meter lang + Innovation bei Vortriebstechnik, Beton- und Abdichtungssystemen und Materialbewirtschaftung + Präzisionsarbeit: Abweichungen im cm-Bereich beim Hauptdurchschlag am 15. Oktober 2010 + Eröffnung: 1. Juni 2016 – im Zeitplan + Inbetriebnahme: Dezember 2016 + In Zukunft: 325 Züge pro Tag



#### Tunnelling the Gotthard

Hg. von der FGU  
Fachgruppe für Untertagbau

ca. 720 Seiten, geb., Schutzumschlag, Lesebändchen, Steckmappe mit Beilagen  
Gütersloh 2016

ISBN: 978-3-033-05485-1



Quelle/credit: Roland Leucker

**15** Michel Deffayet berichtete über die Aktivitäten von PIARC

Michel Deffayet reporting on the activities of PIARC



Quelle/credit (2): Marvin Klostermeier

**16** Schlusszeremonie: Søren Degn Eskesen überreichte die ITA-Flagge an Heidi Berg, Vorsitzende des Organisationskomitees für den WTC 2017 im norwegischen Bergen

Closing ceremony: Søren Degn Eskesen handed over the ITA flag to Heidi Berg, the chair of the 2017 WTC organizing committee for Bergen, Norway

Diese und weitere Publikationen (wie z. B. „Design Fire Characteristics for Road Tunnels“, „Sustainable Road Tunnel Operations“, „Experience with Significant Incidents in Road Tunnels“ oder „Underground Road Networks: Case Studies“) stehen kostenfrei zum Download unter [www.piarc.org](http://www.piarc.org) zur Verfügung. Von den insgesamt 17 technischen Komitees ist thematisch das derzeit von Marc Tesson geleitete Komitee D.5 „Road Tunnel Operations“ für unterirdische Anlagen von besonderem Interesse. In diesem Zusammenhang wies Deffayet darauf hin, dass auf der PIARC-Webseite ein Online-Wörterbuch Begriffe aus dem Straßenwesen (und dem Tunnelbau) in 20 verschiedene Sprachen übersetzt.

Der Bericht über die Tätigkeiten der verschiedenen **ITA-Arbeitsgruppen** hat wie auch in den Vorjahren einen wesentlichen Raum in der Mitgliederversammlung eingenommen. Einzelheiten hierzu finden Sie in der *tunnel*-Ausgabe 6/2016.

### WTC 2017–2019

Für die Jahrestagung 2019 hatte die Mitgliederversammlung schließlich den Tagungsort festzulegen. Beworben hatten sich dieses Mal vier Städte: Salzburg (Österreich), Neapel (Italien), London (Vereinigtes Königreich) und Istanbul (Türkei). Nachdem im ersten Wahlgang Istanbul ausgeschieden war, erhielt Neapel bereits im zweiten Durchgang die geforderte absolute Mehrheit (29) der abgegebenen 57 Stimmen. Die Daten und Austragungsorte der folgenden Jahrestagungen lauten:

- 9.–15. Juni 2017, 43. ITA-Jahrestagung in Bergen (Norwegen, **Bild 16**); das Rahmenthema lautet: „Oberirdische Probleme – Unterirdische Lösungen“

### WTC 2017–2019

Assembly delegates had to decide on the venue for the 2019 Annual Meeting. This time around, four cities had applied: Salzburg (Austria), Naples (Italy), London (UK) and Istanbul (Turkey). After Istanbul was eliminated in the first round, Naples obtained the absolute majority needed of the votes cast in round two (29). The dates and venues for the forthcoming Annual Meetings are:

- June 9–15, 2017, 43<sup>rd</sup> ITA Annual Meeting in Bergen (Norway, **Fig. 16**); the general theme is “Surface Problems – Underground Solutions”
- April 20–26, 2018, 44<sup>th</sup> ITA Annual Meeting in Dubai (United Arab Emirates); the topic is “Smart Cities: Managing the Use of Underground Space to enhance the Quality of Life”
- May 3–9, 2019, 45<sup>th</sup> ITA Annual Meeting in Naples (Italy); the motto is “Tunnels and Underground Cities: Engineering and Innovation meet Archaeology, Architecture and Art”

### 3 ITA Executive Council

The three-year period of office of ITA president Søren Degn Eskesen came to an end at this year’s General Assembly as scheduled. Incumbent vice-president – and the sole candidate for the post – Professor Tarcisio B. Celestino (**Fig. 17**) was chosen as the new president for a period of three years. Eskesen will now occupy the office of past-president for three years.

In a further election, four new vice-presidents were chosen with an absolute majority for three years: Alexandre Gomes (Chile), Ruth Gunlaug Haug (Norway), Eric Leca (France) and Jinxiu (Jenny) Yan (China). Gomes received the most votes and thus became first vice-president (**Fig. 18**).

- 20.–26. April 2018, 44. ITA-Jahrestagung in Dubai (Vereinigte Arabische Emirate); das Rahmenthema lautet: „Intelligente Städte: Nutzung des unterirdischen Raums zur Verbesserung der Lebensqualität“
- 3.–9. Mai 2019, 45. ITA-Jahrestagung in Neapel (Italien); das Rahmenthema lautet: „Tunnel und unterirdische Städte: Technik und Innovation treffen auf Archäologie, Architektur und Kunst“

### 3 ITA-Vorstand

Mit der diesjährigen Vollversammlung ging planmäßig die dreijährige Amtszeit des bisherigen Präsidenten Søren Degn Eskesen zu Ende. Zum neuen Präsidenten wurde auf drei Jahre der bisherige Vizepräsident – und einzige Kandidat für dieses Amt – Professor Tarcisio B. Celestino gewählt (**Bild 17**). Eskesen wird nun für drei Jahre das Amt des Altpräsidenten wahrnehmen.

In einer weiteren Wahl wurden mit jeweils absoluter Mehrheit vier neue Vizepräsidenten auf drei Jahre gewählt: Alexandre Gomes (Chile), Ruth Gunlaug Haug (Norwegen), Eric Leca (Frankreich), Jinxiu (Jenny) Yan (China). Gomes erhielt die meisten Stimmen und wurde damit erster Vizepräsident (**Bild 18**).

Auf die fünf freiwerdenden Plätze im Vorstand bewarben sich nur drei Kandidaten; alle erhielten jeweils die erforderliche absolute Mehrheit der Stimmen und wurden damit auf drei Jahre gewählt: Davorin Kolic (Kroatien), Giuseppe Lunardi (Italien) und Chungsik Yoo (Korea). Darüber hinaus wurde Felix Amberg (Schweiz) für weitere drei Jahre als Schatzmeister bestätigt.

In Gesprächen am Rande der Vollversammlung wurde vielfach über die fehlenden Bewerbungen auf die freien Positionen – und die damit dokumentierte Unzufriedenheit mit der ITA – diskutiert. Als Ursache für diese Unzufriedenheit wurde mehrfach die mangelhafte Führung des ITA-Sekretariats genannt.

Three candidates applied for the five posts that had become vacant on the Executive Council (EC); all received the required absolute majority and were duly elected for three years: Davorin Kolic (Croatia), Giuseppe Lunardi (Italy) and Chungsik Yoo (Korea). Furthermore, Felix Amberg (Switzerland) was re-elected as treasurer for another three years.

In the course of talks on the fringe of the General Assembly there was a lot of discussion about the lack of candidates for vacant positions – and the evident dissatisfaction with the ITA. The lack of leadership provided by the ITA Secretariat was mentioned repeatedly as the root of this dissatisfaction.

The following members have left the Executive Council after their period in office ended: past-president In-Mo Lee (Korea), the other three vice-presidents Amanda Ellioff (USA), Rick Lovat (Canada) and Daniele Peila (Italy) as well as EC member Nikolaos Kazilis (Greece). The contact person for the 2017 WTC in Norway is vice-president Ruth G. Haug; the new EC member Giuseppe Lunardi will fulfil this role for the 2018 WTC in Naples. Salma Saeed Almaamari (UAR) will be at the ITA EC's disposal during the run-up to the 2018 WTC in Dubai. The new ITA Executive Council is as follows:

- **Tarcisio B. Celestino**, Brazil, president to 2019
- **Søren Degn Eskesen**, Denmark, past-president to 2019
- **Alexandre Gomes**, Chile, first vice-president to 2019
- **Ruth Gunlaug Haug**, Norway, vice-president to 2019
- **Eric Leca**, France, vice-president to 2019
- **Jenny Yan**, China, vice-president to 2019
- **Davorin Kolic**, Croatia (to 2019)
- **Anna Lewandowska**, Poland (to 2017)
- **Giuseppe Lunardi**, Italy (to 2019)
- **Chung-Sik Yoo**, Korea (to 2019)
- **Felix Amberg**, Switzerland, treasurer (to 2019)
- **Salma Saeed Almaamari**, United Arab Emirates (to 2018)



17 Der neu gewählte ITA-Präsident Prof. Tarcisio Barreto Celestino (rechts)

The newly elected ITA president Prof. Tarcisio Barreto Celestino (on the right)



18 Alexandre Gomes wurde als erster Vizepräsident gewählt

Alexandre Gomes was elected as first vice-president

Mit Ablauf ihrer Wahlperiode (bis 2016) sind aus dem Vorstand ausgeschieden: Altpräsident In-Mo Lee (Korea), die übrigen drei Vizepräsidenten Amanda Elioff (USA), Rick Lovat (Kanada) und Daniele Peila (Italien) sowie das Vorstandsmitglied Nikolaos Kazilis (Griechenland).

Für den WTC 2017 in Norwegen sind die Vizepräsidentin Ruth G. Haug und für den WTC 2019 in Italien das neue Vorstandsmitglied Giuseppe Lunardi die jeweiligen Ansprechpartner. Für den WTC 2018 in Dubai ist dem ITA-Vorstand bis zur Veranstaltung Salma Saeed Almaamari (VAE) zur Seite gestellt worden.

Damit setzt sich der neue ITA-Vorstand wie folgt zusammen:

- **Tarcisio B. Celestino**, Brasilien, Präsident bis 2019
  - **Søren Degn Eskesen**, Dänemark, Altpräsident bis 2019
  - **Alexandre Gomes**, Chile, Erster Vizepräsident bis 2019
  - **Ruth Gunlaug Haug**, Norwegen, Vizepräsidentin bis 2019
  - **Eric Leca**, Frankreich, Vizepräsident bis 2019
  - **Jenny Yan**, China, Vizepräsidentin bis 2019
  - **Davorin Kolic**, Kroatien (bis 2019)
  - **Anna Lewandowska**, Polen (bis 2017)
  - **Giuseppe Lunardi**, Italien (bis 2019)
  - **Chung-Sik Yoo**, Korea (bis 2019)
  - **Felix Amberg**, Schweiz, Schatzmeister (bis 2019)
  - **Salma Saeed Almaamari**, Vereinigte Arabische Emirate (bis 2018)
- Sorin Calinescu, Rumänien, wurde durch die Mitgliederversammlung für ein weiteres Jahr als interner Rechnungsprüfer bestätigt. Daneben unterstützt seit 1. Januar 2009 Olivier Vion als hauptamtlicher Geschäftsführer den Vorstand.

Innerhalb des Vorstandes sind zunächst folgende Zuständigkeiten definiert:

- Allgemeine Angelegenheiten: Jenny Yan
  - Entwicklung der Arbeitsgruppen: Alexandre Gomes
  - Entwicklung der Komitees: Ruth G. Haug
  - Entwicklung der ITA-Young-Members: Alexandre Gomes und Ruth G. Haug
  - Industriekontakte und Sponsoren: Eric Leca
  - ITACET-Stiftung: Tarcisio B. Celestino und Søren Degn Eskesen
- Der Vorstand wird durch externe Experten in seiner Arbeit unterstützt:
- Entwicklung und Vertiefung der Beziehung zu Mitgliedsländern:  
Nordamerika: Amanda Elioff  
Russland und GUS-Staaten: Mikhail Belenkiy  
Süd-Ost-Asien: Zaw Zaw Aye
  - Verbindung zur Weltbank: Harald Wagner
  - Vermarktung des Namens „ITA“: Rick Lovat
  - Vertreter der Prime-Sponsoren, Industriekontakte und Sponsoren: Timo Laitinen

#### 4 Ausblick

In der *tunnel*-Ausgabe 6/2016 folgt ein Bericht über die Arbeitsgruppen und Komitees, die maßgeblich zur positiven Außendarstellung der ITA beitragen, weil gerade hier die Zusammenarbeit von Personen aus verschiedenen Ländern realisiert und so der wichtige Erfahrungsaustausch ermöglicht wird. Dort erfahren Sie mehr über den

The General Assembly re-appointed Sorin Calinescu, Romania, as internal auditor for a further year. In addition, since January 1, 2009, Olivier Vion has provided backing for the EC as executive director.

The following responsibilities are defined within the EC:

- General Affairs: Jenny Yan
  - Development of the Working Groups: Alexandre Gomes
  - Development of the Committees: Ruth G. Haug
  - Development of the ITA-Young Members: Alexandre Gomes and Ruth G. Haug
  - Industry Relations, Sponsorship: Eric Leca
  - ITACET Foundation: Tarcisio B. Celestino and Søren Degn Eskesen
- The EC is supported in its work by external experts:
- Member Nation Development and Consolidation:  
North America: Amanda Elioff  
Russia and CIS Countries: Mikhail Belenkiy  
South-East Asia: Zaw Zaw Aye
  - Relations with the World Bank: Harald Wagner
  - Marketing the name "ITA": Rick Lovat
  - Representative of the Prime Sponsors, Industry Contacts and Sponsors: Timo Laitinen

#### 4 Outlook

A report on the activities of the Working Groups (WGs) and Committees will be published in the 6/2016 issue of *tunnel*. They substantially contribute to the positive way the ITA is regarded from the outside. This is mainly because they bring together people from different countries thus enabling an important exchange of experience. There you will learn more about the progress reached and the activities planned for the WGs and the four Committees in the months ahead. Further details on the World Tunnel Congress and the 2016 ITA Annual Meeting in San Francisco as well as on the most important resolutions passed at the General Assembly and the activities of the WGs are to be found on the [www.ita-aites.org](http://www.ita-aites.org) website, in the [ita@news](mailto:ita@news) (can be subscribed free-of-charge on the website) as well as in the digital proceedings for the World Tunnel Congress.


Further information relating to the ITA and future ITA Annual Meetings is available from:

##### **Secretariat of the German Tunnelling Committee Inc. – DAUB**

Mathias-Brüggen-Str. 41, D-50827 Cologne, Germany  
[www.daub-ita.de](http://www.daub-ita.de)

##### **Secretariat of the ITA – International Tunnelling and Underground Space Association**

(c/o EPFL), GC D 1 402 (Bât. GC), Station 18, CH-1015 Lausanne, Switzerland  
[www.ita-aites.org](http://www.ita-aites.org)

as well as from the secretariats of the national tunnelling committees in the various ITA member countries. 

Stand der Arbeiten und die für die kommenden Monate geplanten Aktivitäten der Arbeitsgruppen und der vier Komitees.

Weitere Auskünfte über den World Tunnel Congress und die ITA-Jahrestagung 2016 in San Francisco sowie über die wichtigsten Beschlüsse der Mitgliederversammlung und die Aktivitäten der Arbeitsgruppen sind auf der Webseite [www.ita-aites.org](http://www.ita-aites.org), in den [ita@news](mailto:ita@news) (kostenlos über die Webseite zu abonnieren) sowie im digitalen Tagungsband zum World Tunnel Congress zu finden.

Weitergehende Auskünfte über die ITA und die künftigen ITA-Jahrestagungen erteilen:


**Geschäftsstelle des Deutschen Ausschusses für unterirdisches Bauen e. V. – DAUB**

Mathias-Brüggen-Str. 41, D-50827 Köln, Deutschland  
[www.daub-ita.de](http://www.daub-ita.de)

**ITA-Sekretariat – International Tunnelling and Underground Space Association**

(c/o EPFL), GC D 1 402 (Bât. GC), Station 18, CH-1015 Lausanne, Schweiz

[www.ita-aites.org](http://www.ita-aites.org)

sowie die Sekretariate der nationalen Tunnelbaugesellschaften in den ITA-Mitgliedsländern. 



**BGL** 2015  
BAUGERÄTELISTE

NEU

NEUAUFLAGE 2015

**Jetzt neu**

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

**BGL 2015 Online**

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

**Bestellen bei Profil-Buchhandlung im Bauverlag**

Bauverlag BV GmbH  
Avenwedder Straße 55  
33311 Gütersloh

Tel.: 05241 80 88957  
[profil@bauverlag.de](mailto:profil@bauverlag.de)  
[www.profil-buchhandlung.de/bgl](http://www.profil-buchhandlung.de/bgl)

**JETZT BESTELLEN!**

**PROFIL**  
BUCHHANDLUNG IM BAUVERLAG

**DIE DEUTSCHE  
BAUINDUSTRIE**  
BAUEN UND SERVICES

**bau|||verlag**  
Wir geben Ideen Raum

## Sylvensteinspeicher: Abdichtung des Sickerwasserstollens

Im Zuge der 2011 begonnenen Ertüchtigungsmaßnahmen wurden Staudamm und Untergrund des Sylvensteinspeichers in Bayern nach über 50-jähriger Betriebszeit mit einer neuen, leistungsfähigen Dichtwand (Zweiphasen-Schlitzwand) und einem präzisen Sickerwassermesssystem ausgestattet. Das Sickerwassermesssystem besteht aus Drainagepfählen und einem Sickerwasserstollen.

## Sylvenstein Reservoir: Waterproofing of the Seepage Water Tunnel

In the course of the refurbishment measures started in 2011 after more than 50 years of operation, the dam and the bed of the Sylvenstein Reservoir in Bavaria were provided with a new cut-off wall (two-phase diaphragm wall) and a precise seepage water measurement system. The seepage water measurement system consists of drainage piles and a seepage water tunnel.

**Götz Tintelnot**, Geschäftsführender Gesellschafter/CEO, TPH Bausysteme GmbH, Hamburg/Germany

Als Bayerns ältester und für den Hochwasserschutz wichtigster Wasserspeicher, erfüllt der Sylvensteinspeicher (**Bild 1**) seit mehr als einem halben Jahrhundert seine Aufgaben und hat bei großen Hochwasserabflüssen seine Schutzwirkung insbesondere für die Stadt Bad Tölz und die Landeshauptstadt München bewiesen. Erwartungsgemäß hat sich der Damm in der langen Betriebszeit insgesamt gesetzt, und auch die außergewöhnlichen Belastungen durch extreme Hochwasserereignisse in den Jahren 1999, 2005 und 2013 haben ihre Spuren hinterlassen.

Als Vorsorge gegen die Folgen möglicher Klimaveränderungen und unter Einbeziehung der seit 2004 gültigen neuen DIN-Normen für Talsperren entschied die Wasserwirtschaftsverwaltung als Betreiber, eine zusätzliche Dichtung in Dammkern und Untergrund einzubauen sowie ein komplett erneuertes Messsystem für mögliche Sickerwasser vorzusehen. Da die Talsperre in einem wertvollen Naturraum liegt und der Staudamm selbst im FFH-Gebiet (europäisches Schutzgebiet Flora-Fauna-Habitat), musste die Ertüchtigung so umweltschonend wie möglich ausgeführt werden.

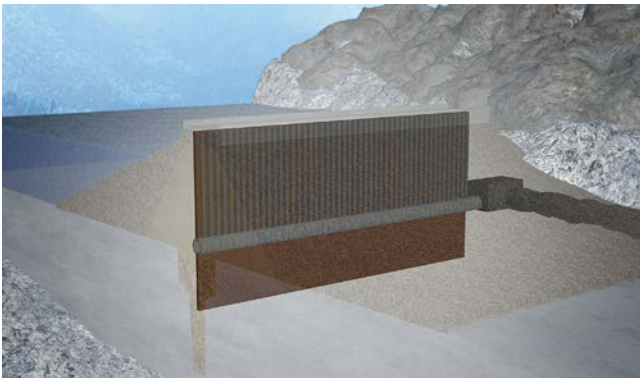
As the oldest reservoir in Bavaria, and the most important for flood protection, the Sylvenstein Reservoir (**Fig. 1**) has been fulfilling its purpose for more than half a century and has demonstrated its protection function at times of high flood flows, particularly for the town of Bad Tölz and the state capital of Munich. As expected, the dam has settled during this long period of operation, and the exceptional burdens of the flood events in the years 1999, 2005 and 2013 have also left traces.

As a precautionary measure against the consequences of possible climate change and taking into account the new DIN standards for reservoirs, which have been valid since 2004, the water management administration decided as the operator to install additional waterproofing measures in the core of the dam and the ground beneath it as well as to provide a completely renewed measurement system for any seepage water. Since the reservoir is located in a valuable natural landscape and the dam itself is located in a FFH area (European Flora-Fauna-Habitat conservation area), the refurbishment works had to be carried out with as little impact on the environment as possible.



**1** Talsperre Sylvensteinspeicher mit einem Rückhaltevolumen von 79 Millionen m<sup>3</sup>

Sylvenstein Reservoir with a storage volume of 79 million m<sup>3</sup>



**2** Das neue Dichtungssystem des Staudamms, bestehend aus Dichtungskern, Drainagepfählen und Sickerwasserstollen

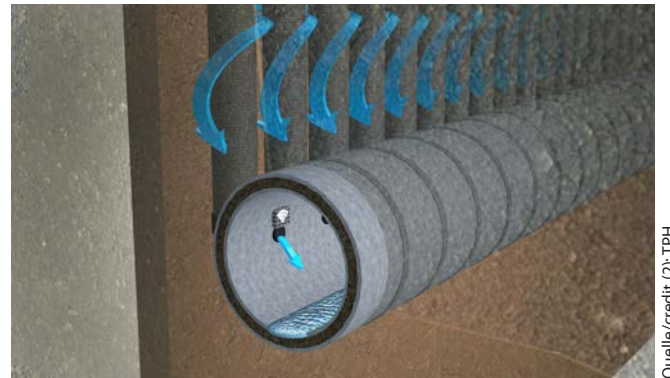
The new waterproofing system of the dam, consisting of waterproofing core, drainage piles and seepage water tunnel

### Rahmenbedingungen

Der 48 m hohe und 180 m lange Damm des Sylvensteinspeichers liegt auf einem 100 m tiefen Taleinschnitt, den die Isar in die Bayerischen Alpen geschnitten und mit Geschiebe wieder verfüllt hat. Die Erosionsrinne wurde beim Bau des Damms in den 1950er Jahren durch einen siebenreihigen Injektionsschleier mit Tonzement abgedichtet. Der schlanke zentrale Dichtungskern besteht aus einem künstlich zusammengesetzten Erdbeton (Kies, Feinsand, Schluff, 1 % Natriumbentonitzugabe) mit anschließenden luft- und wasserseitigen Filtern aus Moränenkies. Durch mehrere bis zu 140 m tiefe Erkundungsbohrungen im Talgrund wurden Wechsellagerungen von sand- bzw. schluffreichem Kiesmaterial, teilweise mit Einlagerungen von Seekreideschichten festgestellt. Innerhalb des in der früheren Bauzeit mit Ton-Zementsuspension verpressten Untergrunds wurden stark schwankende Durchlässigkeiten festgestellt.

### Schlitzwand, Drainagepfähle, Sickerwasserstollen

Das neue und leistungsfähigere Dichtungssystem sah den Einbau einer 170 m langen, 70 m tiefen und 1 m dicken Schlitzwand aus Tonbeton in den Dichtungskern vor. Sie reicht noch bis zu 25 m unter die Dammgründungsebene. Dahinter wurden zur Erfassung möglicher geringer Sickerwassermengen 54 Drainagepfähle mit einer Tiefe von ca. 41 m hergestellt, deren Wasser am Fußpunkt in den neuen Sickerwasserstollen eingeleitet wird (**Bild 2 + 3**). Moderne Messtechnik ermöglicht eine permanente, sektorale Überwachung des Sickerwassers über die gesamte Dammlänge. Der 190 m lange Sickerwasserstollen wurde von der Firma Wayss & Freytag Ingenieurbau in Microtunneling-Bauweise mit einem Herrenknecht-Mixschild AVND 2500 AB (Ø 3,05 m) zum Durchfahren von Fels- und Lockergestein erstellt. Dazu musste zunächst ein ca. 80 m langer Zufahrtsstollen am Fuß der Sylvensteinwand hergestellt werden, an dessen Ende sich die Startkaverne befand (ca. 16 m Länge x 9 m Höhe x 8 m Breite). Der Ausbruch erfolgte in gebirgsschonender Sprengtechnik und zeigte ein kompaktes, standfestes Gebirge, so dass auf eine zusätzliche Gebirgssicherung verzichtet werden konnte. Auf der Hennenköpflseite wurde



Quelle/credit (2): TPH

**3** Erfassung möglicher geringer Sickerwassermengen über Drainagepfähle in den neuen Sickerwasserstollen

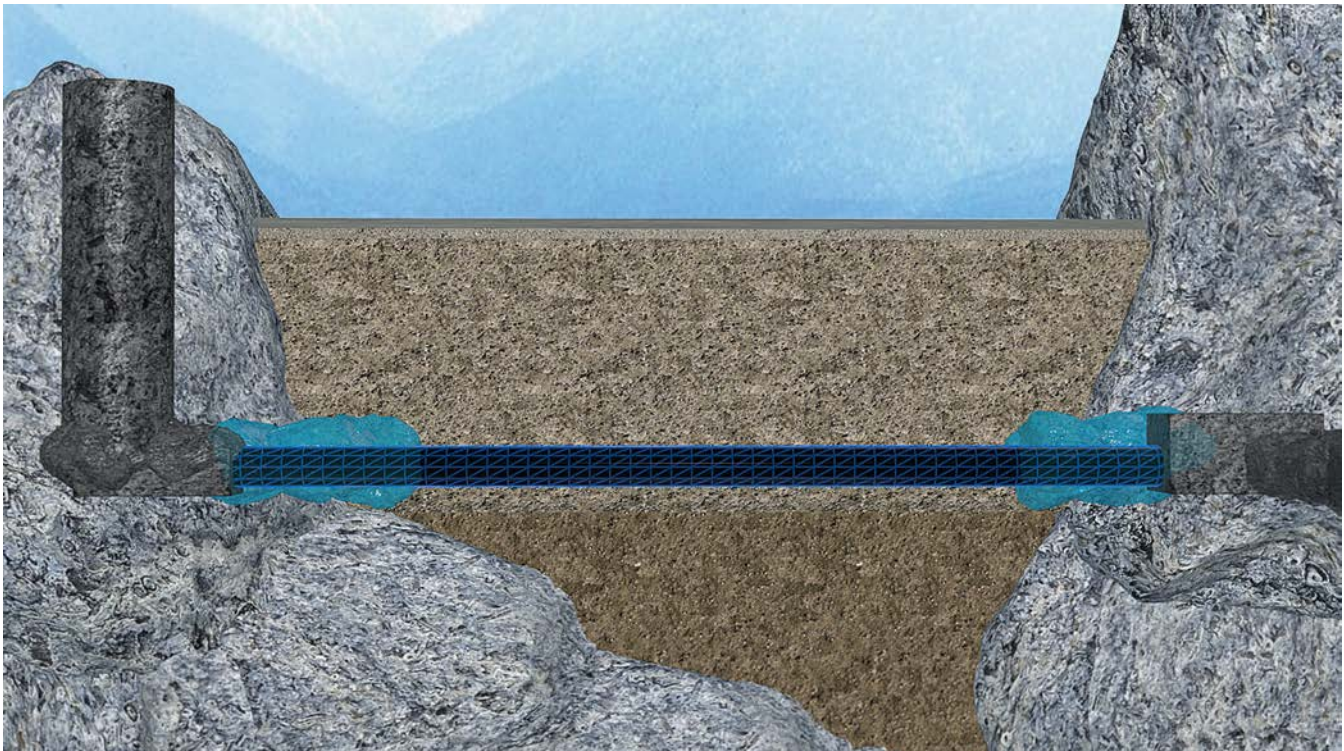
Collection of any slight seepage water quantities through drainage piles into the new seepage water tunnel,

### Local Conditions

The 48 m high and 180 m long dam of the Sylvenstein reservoir lies in a 100 m deep valley cutting, which the River Isar cut in the Bavarian Alps and then was filled again with bed load. The erosion channel was closed during the construction of the dam in the 1950s with a seven-row grout curtain of clay cement. The central waterproofing core from that time consists of artificially compounded earth concrete (gravel, fine sand and silt with the addition of 1 % sodium bentonite) with adjoining air- and water-side filters of moraine gravel. Investigation boreholes more than 140 m deep in the valley bottom discovered intercalations of sandy and silty gravel material, with some inclusions of chalk layers. Heavily variable permeabilities were measured in the ground, which had been grouted with clay-cement suspension during in the construction period.

### Diaphragm Wall, Drainage Piles, Seepage Water Tunnel

The new and better performing waterproofing system provided the installation of a 170 m long, 70 m deep and 1 m thick diaphragm wall of clay concrete in the waterproofing core. It extends down to 25 m below the dam foundation level. Behind that, 54 drainage piles each about 41 m deep were installed to collect any slight quantities of seepage water, with the water being collected at the foot points into the new seepage water tunnel (**Figs. 2 + 3**). Modern measurement technology enables permanent, sector-based monitoring of the seepage water over the entire length of the dam, The 190 m long seepage water tunnel was constructed by the company Wayss & Freytag Ingenieurbau using the microtunneling technique with a Herrenknecht Mixshield AVND 2500 AB (Ø 3.05 m) to bore through the rock and soil. First, an adit about 80 m long had to be constructed at the foot of the Sylvenstein wall, with the launching cavern (about 16 m long x 9 m high x 8 m wide) at the end. This was excavated by gentle blasting and showed a compact, solid rock mass, so that additional support could be omitted. On the Hennenköpfl side, a 41 m deep target shaft (Ø 6.50 m) was blasted together with the target cavern about 20 m long. As had been found by the investigation boreholes, heavily fluctuating permeabilities had



Quelle/credit: TPH

- 4 Der unsichere Übergangsbereich zwischen Fels und geschüttetem Damm wurde durch Hartgelinjektionen stabilisiert und abgedichtet  
The uncertain transition area between rock and filled dam was stabilised and waterproofed by grouting with hard gel

ein 41 m tiefer, senkrechter Zielschacht ( $\varnothing$  6,50 m) zusammen mit der etwa 20 m langen Zielkaverne ausgesprengt. Wie durch die Erkundungsbohrungen festgestellt, musste im Übergangsbereich zwischen gewachsenem Fels und geschüttetem Damm, hinter der Startkaverne sowie vor dem Zielschacht, mit stark schwankende Durchlässigkeiten gerechnet werden. Um Probleme beim Vortrieb der Tunnelbohrmaschine zu minimieren und das Eindringen von Wasser in der Startkaverne sowie im Zielschacht zu verhindern, musste dieser unberechenbare Gesteinsbereich stabilisiert und abgedichtet werden. Unter Berücksichtigung der Infrastruktur, der Umweltauflagen sowie der engen örtlichen Gegebenheiten kam eine Stabilisierung des Gesteins durch Vereisung nicht in Frage.

### Abdichtung durch Injektion

Verschiedene Injektionsmittel sind geeignet, trockene oder feuchte Kiesschüttungen, Sande usw. zu stabilisieren. Die Injektion erfolgt über Packer oder Injektionslanzen direkt in die zu stabilisierenden Bereiche. Durch chemische Reaktion oder physikalische Zustandsänderung erhärtet der Injektionsstoff und wird nach dem Verpressen form- und ortbeständig. Der injizierte Bereich wird dadurch verfestigt und gleichzeitig abgedichtet.

Für die Stabilisierung in diesem Projekt bot sich der Einsatz von Acrylatgelen als Injektionsstoff an. Acrylatgele sind extrem niedrigviskose Injektionsstoffe aus Derivaten der Acryl- und Methacrylsäure sowie Amininen und Salzen. Nach Vermischung steht eine Lösung mit wasserähnlicher Konsistenz zur Verfügung. Wassergefüllte Kapillare, dicht gelagerte Sande oder Schluffe, ähnlich der vorliegenden Gesteinssituation, können penetriert werden.

to be expected in the transition area between the undisturbed rock and the filled dam, behind the launching cavern and in front of the target shaft. In order to minimise problems with the tunnel boring machine and hinder ingress of water into the launching cavern and the target shaft, this unpredictable zone of the rock mass had to be stabilised and waterproofed. Taking into account the infrastructure, the environmental conditions and the restricted local conditions, stabilisation of the rock by ground freezing could not be considered.

### Waterproofing by Grouting

Various grout types are suitable for the stabilisation of dry or damp gravel fill, sands etc. The grout is injected using packers or injection lances directly into the zone to be stabilised. The grout hardens by chemical reaction or change of physical state and maintains its form and location after grouting. This consolidates the grouted zone and also waterproofs it.

For the stabilisation on this project, acrylate gels were considered suitable. Acrylate gels are extremely low-viscosity grouts made from derivatives of acrylic and methacrylic acids as well as amines and salts. After mixing, a solution with a similar consistency to water is available. Water-filled capillaries, densely consolidated sands or silts, as with the present rock mass situation, can be penetrated. Depending on the temperature of the surroundings and the soil, the reaction time can be configured between 90 seconds and 90 minutes. Modern gels should always be of the so-called 5<sup>th</sup> generation from the technical and environmental viewpoints. These gels are not based on water glass and they do not contain acrylamides. They are durably resistant and have been tested and approved for their




In Abhängigkeit der Umgebungs- und Bodentemperatur lässt sich die Reaktionszeit zwischen 90 Sekunden und 90 Minuten einstellen. Moderne Gele sollten aus technischer und umwelttechnischer Sicht zwingend der sogenannten 5. Generation entsprechen. Diese Gele basieren weder auf Wasserglas, noch enthalten sie Acrylamide. Sie sind dauerbeständig und sind grundwasserhygienisch geprüft und zugelassen. Seit dem Jahr 2008 können Acrylatgele vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) für Injektionen in den Baugrund allgemein bauaufsichtlich zugelassen werden. Ein Beispiel einer derartigen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung findet sich unter [2].

### Auswahl Injektionskonzept

Beim Injektionskonzept für die schwer einzuschätzenden Übergangsbereiche hinter der Startkaverne und vor dem Zielschacht des Stollenvortriebs entschied man sich für eine Stabilisierung durch Hartgelinjektion (**Bild 4**). Das Acrylatgel SolidCryl hatte bei Laboruntersuchungen zufriedenstellende Ergebnisse erzielt. Die Technische Universität München (TU München) hatte Sieblinie und Sättigung im Innern des Damms nachgestellt und eine Reihe von Injektionstests durchgeführt. Die injizierten Bereiche wiesen trotz völliger Sättigung nach der Injektion mit dem erwähnten Acrylathartgel eine Druckfestigkeit von über 3 N/mm<sup>2</sup> auf, während trockene Bereiche nach der Injektion sogar eine Druckfestigkeit von über 15 N/mm<sup>2</sup> entwickelten. Unter Annahme einer zwanzigprozentigen Sättigung wurden bei Probeinjektionen neben der Variation von Injektionsparametern auch unterschiedliche technologische Vorgaben hinsichtlich Fördermenge, Injektionsdruck sowie Anordnung und Verpresszyklen der Manschettenrohre definiert.

### Fazit

Nach erfolgter Hartgelinjektion konnte der TBM-Einsatz beginnen; die Zielkaverne wurde nach 16 Tagen Rohrvortrieb erreicht. Die wasserrechtlich verankerten Funktionen des Sylvensteinspeichers (Hochwasserschutz und Niedrigwasseraufhöhung) konnten während der gesamten Bauzeit aufrechterhalten werden. Trotz der schwer einzuschätzenden Bodenverhältnisse im Start- und Zielbereich konnten die gestellten technischen und ökologischen Anforderungen ohne Vereisung erfüllt werden. Die angestrebten Festigkeiten wurden erreicht, sodass der Sickerwasserstollen unter diesen Bedingungen in Microtunneling-Bauweise erstellt werden konnte. 

#### Literatur/References

- [1] <http://www.wwa-wm.bayern.de/hochwasser/hochwasserschutzprojekte/dammsylvenstein/>
- [2] Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für Hydrogel „Rubbertite“ als Schleierinjektion. Zulassungsnummer Z-101.29-3, Geltungsdauer vom 1. Januar 2014 bis zum 1. Januar 2019
- [3] TPH Bausysteme GmbH: Technisches Datenblatt Rubbertite
- [4] TPH Bausysteme GmbH: Technisches Datenblatt Solidcryl


effect on groundwater. Since 2008, acrylate gels have been generally approved for grouting below ground by the Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). An example of such a general technical approval under building regulations can be found under [2].

### Selection of Grouting Concept

As the grouting concept for the transition areas behind the launching cavern and in front of the target shaft of the tunnel drive, which were difficult to estimate, a decision was made to stabilise with hard gel grouting (**Fig. 4**). The acrylate gel SolidCryl showed satisfactory results in laboratory tests. The Technical University of Munich (TU München) represented the grading curve and saturation inside the dam and carried out a range of grouting tests. The fully saturated zones showed a compressive strength of more than 3 N/mm<sup>2</sup> after grouting with the above-mentioned acrylate hard gel, while dry zones even developed a compressive strength of 15 N/mm<sup>2</sup>. Assuming twenty per cent saturation, not only the variation of the grouting parameters but also various technological requirements regarding pumped quantity, grouting pressure and the arrangement and grouting cycles of the manchette tubes could be defined in the grouting trials.

### Conclusion

After grouting with hard gel, the TBM drive could start; the target shaft was reached after 16 days of pipe jacking. The functions of the Sylvenstein reservoir that are laid down under water laws (flood protection and raising of low water levels) could be maintained during the entire construction period.

Despite the unpredictable soil conditions in the launching and target areas, the imposed technical and environmental requirements could be fulfilled without ground freezing. The intended strengths were achieved, so that the seepage water tunnel could be constructed under these conditions by the microtunnelling method. 

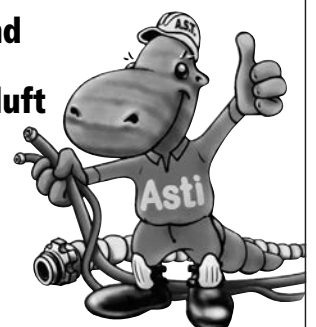
## A.S.T. Bochum

Armaturen- Schlauch- und Tunneltechnik

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

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

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



## Deutschland

## 23. Darmstädter Geotechnik-Kolloquium

## Germany

## 23<sup>rd</sup> Darmstadt Geotechnics Colloquium



Quelle/credit: TU Darmstadt, Institut für Geotechnik

Mit rund 350 Teilnehmern fand am 10. März 2016 das 23. Darmstädter Geotechnik-Kolloquium statt

The 23<sup>rd</sup> Darmstadt Geotechnics Colloquium was held on 10 March 2016 with an audience of about 350 participants

Das Institut und die Versuchsanstalt für Geotechnik der Technischen Universität Darmstadt veranstalteten am 10. März 2016 das 23. Darmstädter Geotechnik-Kolloquium unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Rolf Katzenbach. Im Justus-Liebig-Haus berichteten internationale Fachleute vor rund 350 Teilnehmern über ingenieurtechnische Entwicklungen im In- und Ausland.

### Building Information Modeling und Großprojekte

Im ersten Vortragsblock wurde über BIM-Anwendungserfahrungen beim Bau des 4270 m langen, zweiröhrigen Eisenbahntunnels Rastatt ausführlich berichtet [1], der Hauptbestandteil der Aus- und Neubaustrasse Karlsruhe–Basel auf der nördlichen Zulaufstrecke zum Gotthard-Basistunnel ist (siehe Kasten auf Seite 41). Insbesondere von Interesse war dabei die immer weiter fortschreitende vernetzte Digitalisierung des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks im Hinblick auf die Geotechnik.

BIM-Ziele allgemein sind die Steigerung der Projekttransparenz durch Visualisierung der ausgeschriebenen Bauleistungen und der Abläufe sowie die Optimierung der Bauzustände, aber auch eine effizientere Projektsteuerung für Wirtschaftlichkeit und Termintreue sowie eine Verringerung der Nachträge.

Die Beiträge zu den Großprojekten gaben wertvolle Einblicke in die Ingenieurpraxis, wie die baubegleitende Karsterkundung und -sanierung beim Bau des zweigleisigen Tunnels Widderstall (1000 m in offener Bauweise bei bis zu 23 m Tiefe) im Rahmen des Bahnprojektes Stuttgart–Ulm. Ebenfalls behandelt wurden die Spezialtiefbauarbeiten bei der 7,1 km langen, zweigleisigen Umfahrung des rund 160 Jahre alten Schwarzkopftunnels im Spessart mit vier neuen zweigleisigen Eisenbahntunneln

The Institute and Laboratory of Geotechnics of the Technical University of Darmstadt held the 23<sup>rd</sup> Darmstadt Geotechnics Colloquium on 10 March 2016, organised by Prof. Dr.-Ing. Rolf Katzenbach. In the Justus-Liebig-Haus, international experts reported on engineering developments in Germany and abroad to an audience of about 350.

### Building Information Modeling and major Projects

In the first block of lectures, experience with the use of BIM for the construction of the 4270 m long, twin-bore Rastatt rail tunnel was related in detail [1]. The tunnel is a key structure on the project to upgrade and newly build the line from Karlsruhe to Basel on the northern approach route to the Gotthard Base Tunnel (see box on page 41). Of particular interest was the continuously progressing networked digitalisation of the entire lifecycle of a structure with regard to geotechnics.

The general aims of BIM are the improvement of project transparency by visualisation of the tendered construction works and the construction sequences, also to optimise the intermediate construction states and achieve more efficient project control for cost-effectiveness and maintenance of the schedule with a reduction of variations.


The talks about major projects offered valuable insights into engineering practice, for example the detection and remediation of karst features during the construction of the two-track Widderstall Tunnel (1000 m in cut-and-cover with depths of up to 23 m) as part of the Stuttgart–Ulm railway project. There was also a report about the specialised underground engineering works involved with the 7.1 km long, two-track bypass of the 160 years old Schwarzkopf Tunnel in the Spessart, with four new two-track rail tunnels (Hain Tunnel: 745 m, Metzberg Tunnel: 629 m, Hirschberg Tunnel: 525 m

(Tunnel Hain: 745 m, Tunnel Metzberg: 629 m, Tunnel Hirschberg: 525 m und Tunnel Falkenberg: 2623 m) der zur Main-Spessart-Bahn gehörigen Ausbaustrecke Hanau–Nantenbach [2].

### Innerstädtischer Tunnelbau und Rechtsfragen

Der dritte Block befasste sich hauptsächlich mit der Verkehrsinfrastruktur, innerstädtischem Bauen und Tunnelbau, wie dem Bau der U-Bahn Wehrhahnlinie in Düsseldorf. Hier insbesondere im Fokus das Los 2 mit der Unterfahrung des Kaufhofs an der Kö. Der abschließende Block „Rechtsfragen und Normung in der Geotechnik“ beinhaltet Beiträge über

- Schwerpunkte bei der 2016 beginnenden Überarbeitung des Eurocode 7 (Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik) mit Vorgaben der Europäischen Kommission sowie
- Möglichkeiten und Grenzen der Beobachtungsmethode (vergleiche DIN EN 1997-1:2009 Abs.2.7.1) [3] mit Anwendungsbeispielen und Gefährdungsstufen.

Das 24. Darmstädter Geotechnik-Kolloquium wird am 16. März 2017 stattfinden. 

Gunther Brux

and Falkenberg Tunnel: 2623 m), which belong to the Main-Spessart-Bahn line being upgraded between Hanau and Nantenbach [2].

### Inner-City Tunnelling and legal Issues

The third block was mainly concerned with transport infrastructure and inner-city building and tunnelling, such as the building of the Wehrhahn underground line in Düsseldorf, where the focus was mostly on contract 2 with the section passing beneath the Kaufhof building on the Königsallee boulevard.

The final block, “legal issues and codes in geotechnics”, included talks about

- key points of the revision of Eurocode 7 (geotechnical design) starting in 2016 with the requirements of the European Commission and
- the capabilities and limits of the observational method (see DIN EN 1997-1:2009 section 2.7.1) [3] with application examples and danger levels.

The 24<sup>th</sup> Darmstadt Geotechnics Colloquium will take place on 16 March 2017. 

Gunther Brux

#### Literatur/References

- [1] Tunnel Rastatt: Hohe Anforderungen an den maschinellen Tunnelbau. Tunnel 1/2016, S.10–19
- [2] Ausbaustrecke Hanau–Nantenbach mit vier neuen Tunneln. Tunnel 8/2015, S. 6–7
- [3] Beobachtungsmethode in der Geotechnik – Verknüpfung von Messungen und Simulation. Tunnel 3/2012, S. 40–47
- [4] 23. Darmstädter Geotechnik-Kolloquium, Heft 97 der Mitteilungen des Instituts und der Versuchsanstalt für Geotechnik der TU Darmstadt; 190 S. (140 Abb./Tab.), ISBN 978-3-942068-15-4, ISSN 1436-6320. 53,50 Euro.

### BIM-Projekt Tunnel Rastatt

Der 4270 m lange, zweiröhrige Eisenbahntunnel Rastatt hat bis zu 20 m Überdeckung; die beiden Röhren erhalten einen inneren Durchmesser von 9,60 m sowie einen äußeren Durchmesser von 10,60 m bei einschaligem Tübbingausbau und werden alle 500 m durch Querschläge verbunden. Für den Tunnelbau werden zwei Vortriebsmaschinen (TVM) mit flüssigkeitsgestützter Ortsbrust eingesetzt. Man rechnet mit 313 Millionen Euro Rohbaukosten bei rund drei Jahren Bauzeit. Die erste TVM wurde im Januar 2016 auf der Baustelle montiert [1].

Mit der BIM-basierten Arbeitsweise kann eine deutliche Verbesserung bei Einhaltung der Projektziele erreicht werden. Sie ermöglicht eine höhere Planungsqualität und eine Akzeptanzsteigerung des Infrastrukturprojekts. Als weitere Vorzüge der Methode werden Optimierungen im Hinblick auf Terminalsicherheit, Kostensicherheit, Effizienz im Bauprozess und in der Bewirtschaftung angeführt sowie eine gesteigerte Exaktheit bei den Lebenszyklusbetrachtungen. Beim Rastatter Tunnel gibt es folgende BIM-Anwendungsfälle:

- **In der Planungsphase**  
BIM Projektentwicklungsplan, 3D-Modellerstellung und -Kollisionsprüfung, Erstellung von 2D-Plänen aus 3D-Modellen, 4D-Modell mit Darstellung von Mengen- und Kostendaten, 5D-Modellerstellung (Bauablauf mit abgestimmten, integrierten Terminmodellen)
- **Ausführungsphase (aktuell)**  
Baufortschrittskontrolle Soll/Ist, stichtagsgenaue Earned-Value-Betrachtung (5D), modell-/objektbasierte Rechnungsstellung, standardisierte Berichterstattung aus BIM und Verknüpfung der Planungsdokumente mit dem 3D-Modell
- **Betriebsphase (zukünftig)**  
BIM-Projektentwicklungsplan, 3D-Bestandsmodell und einheitliche technische Informationsplattform

### Rastatt Tunnel BIM Project

The 4270 m long, twin-bore Rastatt rail tunnel has a cover of up to 20 m; the two bores will have an internal diameter of 9.60 m and an external diameter of 10.60 m with a single-pass segment lining. The bores will be connected every 500 m by cross passages. Two tunnel boring machines (TBM) with slurry support to the face will bore the tunnels. The structural costs are estimated at 313 million euros with a construction time of about three years. The first TBM was assembled on site in January 2016 [1].

With the BIM-based working methods, a considerable improvement of the maintenance of the project aims can be achieved. It will enable a higher quality of design work and improved public acceptance of the infrastructure project. Further advantages of the method are mentioned as optimisation of schedule adherence, cost security, efficiency of the construction process and in management as well as increased accuracy of the lifecycle considerations. At the Rastatt Tunnel, there are the following BIM application cases:

- **In the design phase**  
BIM project development plan, 3D model production and clash detection, production of 2D plans from 3D models, 4D model with statement of quantity and cost data, 5D model production (construction sequence with agreed, integrated schedule timetable models)
- **Construction phase (current)**  
Construction progress control planned/actual, precise and up-to-date earned value consideration (5D), model-/object-based invoicing, standardised reporting from BIM and linking of the design documents with the 3D model
- **Operating phase (future)**  
BIM project development plan, 3D model of existing condition and unitary technical information platform

## Deutschland

### 5. Münchener Tunnelbau Symposium: BIM und Nachhaltigkeit im Tunnelbau

Der Förderverein Konstruktiver Ingenieurbau der Universität der Bundeswehr (UniBW) München veranstaltete zusammen mit der Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen (STUVA) am 3. Juni 2016 das 5. Münchener Tunnelbau Symposium. Unterstützt wurde die Veranstaltung vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Mehr als 300 Teilnehmer, darunter Bauherren, Bauunternehmen, Planer, Wissenschaftler und Berater, auch aus Österreich und der Schweiz, kamen zum Symposium im bayerischen Neubiberg zusammen.

#### BIM im Tunnelbau

Die Tagung wurde mit dem Vortragsblock zum hochaktuellen Thema der BIM-Planungsmethoden eingeleitet. Vorgestellt wurden dabei Konzepte und Erfahrungen – unter anderem BIM Anwendungsfälle im maschinellen Tunnelbau mit Informationsmodellen zur Risikoklassifizierung der oberirdischen Bebauung, numerischer Simulation der Setzung und Planung der logistischen Prozesse. Danach folgten BIM-Modelle zur Kontrolle des Baufortschritts mit Anregungen zu Konzeption, Planung und Kalkulation, Ausführung und Baufortschritt sowie Anwendungsbeispiele aus der Planung. Anschließend wurde über das BIM-Projekt Tunnel Rastatt auf der Aus-/Neubaustrecke Karlsruhe–Basel berichtet, das Erfahrungswerte aus der Planungsphase eines Tunnelbauwerks mit digitalen Arbeitsmethoden bieten kann.

#### Tunnel in Bayern

Kernstück der 4,2 km langen B2-Umfahrung von Oberau ist der rund 3 km lange, zweiröhrige Tunnel Oberau. Berichtet wurde über Besonderheiten bei Planung und Bau dieses Tunnels. Im nördlichen Bereich werden 140 m mit Rechteckquerschnitt in offener Bauweise erstellt und daran anschließend 2,8 km bergmännisch in Spritzbetonbauweise aufgeföhren; im mittleren Bereich gestalten sich die Vortriebsarbeiten im Gießenbachtal durch stark wasserdurchlässige Lockergesteinsschichten und eine Überdeckung von nur 7 m als bautechnisch schwierig. Die Gesamtkosten für die Umfahrung Oberau sind mit 210 Millionen Euro veranschlagt, davon entfallen rund 140 Millionen Euro auf das Tunnelbauwerk. Die Gesamtfertigstellung und Inbetriebnahme des dann längsten zweiröhrigen Tunnels in Bayern sind für Ende 2021 geplant.

#### Großprojekte

Dazu wurde ausführlich berichtet über

- Bahnprojekt Stuttgart–Ulm, insbesondere über den 8806 m langen Boßlertunnel im Alaufstieg – darunter der verlängerte Einsatz einer Tunnelvortriebsmaschine durch kooperative und innovative Projektabwicklung

## Germany

### 5<sup>th</sup> Munich Tunnelling Symposium: BIM and Sustainability in Tunnelling

The 5<sup>th</sup> Munich Tunnelling Symposium was organised on 3 June 2016 by the development association for structural engineering of the University of the Bundeswehr (UniBW) Munich together with the Research Association for Underground Transport Facilities (STUVA). The conference was supported by the German Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI). More than 300 participants including representatives of client organisations, contractors, designers, scientists and consultants – also from Austria and Switzerland – came to the Symposium in Neubiberg, Bavaria.

#### BIM in Tunnelling

The conference started off with a block of talks about the highly current subject of BIM design methods. Concepts and experience were presented, including BIM applications in mechanized tunnelling with information models for the risk classification of existing buildings above ground, numerical simulation of settlement and planning of the logistic processes. This was followed by BIM models for the control of construction progress with ideas for conceptual design, design and estimation, construction and construction progress as well as application examples from design work. Finally, the application of BIM to the Rastatt Tunnel project on the new and upgraded line from Karlsruhe to Basel was described, which can offer experience from the design phase of a tunnel project with digital working methods.

#### Tunnels in Bavaria

The key structure on the 4.2 km long B2 bypass round Oberau is the Oberau Tunnel, which is about 3 km long with two bores. The special features in the design and construction of this tunnel were reported. In the northern part, a length of 140 m is being built by cut-and-cover with a rectangular cross-section, followed by 2.8 km of tunnel driven by the shotcrete method. In the central part, construction will be made difficult in the Gießenbachtal valley due to highly permeable soil strata with a cover of only 7 m. The total cost of the Oberau bypass is estimated at 210 million euros, of which 140 million is for the tunnel structure. Overall completion and opening for traffic of what will then be the longest twin-bore tunnel in Bavaria are planned for the end of 2021.

#### Major Projects

Detailed reports were given from the


- Stuttgart–Ulm rail project, particularly the 8806 m long Boßler Tunnel in the Alaufstieg (Alb ascent) – including the extended application of a tunnel boring machine through cooperative and innovative project implementation
- Fehmarnbelt Link, part of the trans-European transport network (TEN-T), with an 18 km long underwater tunnel with 2 x 2 lanes

- Fehmarnbelt-Verbindung, Teil des Transeuropäischen Verkehrsnetzes (TEN-V), mit einem 18 km langen Untertunnel mit 2 x 2 Fahrspuren und zwei getrennten Gleisröhren, herzustellen aus 89 vorgefertigten, abzusenkenden Tunnelsegmenten mit einer Länge von je 217 m, einer Breite von 42 m und einer Höhe von 9 m; Stand der Genehmigungsverfahren
- Metro Doha Green Line (17 km zweiröhriige Tunnel unter Einsatz von sechs EPB-Tunnelvortriebsmaschinen, mit sechs Stationen sowie Querschlägen und Notausstiegsschächten); Rückblick und Erfahrungen beim Bau dieses komplexen Tunnelbauprojektes unter außergewöhnlichen Randbedingungen im Bezug auf Logistik, Klima, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz
- Crossrail, eine Nahverkehrsverbindung quer durch den Großraum London und durch das Stadtzentrum (2011–2017), mit zwei eingleisigen, je 21 km langen Tunneln, maschinell aufgeföhren mit acht TVM; unterirdischer Stationsbau mit der Spritzbetonmethode sowie Anschlüsse zu bestehenden U-Bahnen

### Nachhaltigkeit im Tunnelbau

Der Nachhaltigkeitsgedanke verlangt für einen wirtschaftlichen und umweltschonenden Einsatz vorhandener Ressourcen eine gezielte Entwicklung ganzheitlicher Strategien, sowohl für den Bau als auch für den Betrieb von Tunnelbauwerken. Darauf wurde im Beitrag über die Lebenszykluskosten für den Bau und Betrieb von Straßentunneln am Beispiel eines Pilotprojekts eingegangen. Abschließend wurde über das Jahrhundertbauwerk, den 64 km lange Brenner Basistunnel mit zwei eingleisige Röhren und einem Erkundungsstollen, berichtet – mit Einzelheiten über die Nachhaltigkeit im Zusammenhang mit dem Lebenszyklusplanung des Bauwerks, über die dynamische Projektoptimierung, die bautechnische Optimierung, der Entwicklung eines Erhaltungskonzeptes und der Nachhaltigkeit der Transportlogistik (Bahntransporte).

Weitere Einzelheiten finden sich im Vortragsband (140 Seiten, DIN A4, mit 117 Abb./Tab. und 70 Quellen, inkl. CD).

Das nächste Münchener Tunnelbau Symposium wird 2018 stattfinden. 

Gunther Brux



Die Veranstalter des 5. Münchener Tunnelbau Symposiums (von links): Univ.-Prof. Dr.-Ing. Conrad Boley, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schwarz, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser (Universität der Bundeswehr München) sowie Dr.-Ing. Roland Leucker (STUVA e. V.)

The hosts of the 5<sup>th</sup> Munich Tunnelling Symposium (left to right): Univ.-Prof. Dr.-Ing. Conrad Boley, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schwarz, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser (Universität der Bundeswehr München) and Dr.-Ing. Roland Leucker (STUVA Inc.)

Quelle/Credit: UniBW München

and two separate rail tubes, the production of 89 prefabricated submerged tunnel segments with lengths of 217 m, widths of 42 m and a height of 9 m; status of the approval process.

- Metro Doha Green Line (17 km twin-bore tunnel using six EPB tunnel boring machines, with six stations, cross passages and emergency exit shafts); a look back at experience gained in the construction of this complex tunnelling project under exceptional conditions with regard to logistics, climate and working health and safety
- Crossrail, a new local transport link directly across the metropolitan area of London and directly through the city centre (2011–2017), with


two single-track tunnels each 21 km long, bored by eight tunnel boring machines; underground station construction using the sprayed concrete lining method and connections to the existing underground railway lines

### Sustainability in Tunnelling

The idea of sustainability demands targeted development of holistic strategies for the economical and environmentally friendly use of existing resources, both for the construction and the operation of tunnels.

This was discussed in more detail in a talk about the lifecycle costs for the construction and operation of road tunnels through the example of a pilot project.

Then the next "project of the century", the 64 km long Brenner Base Tunnel with two single-track tunnels and an exploration tunnel was described – with details about sustainability in connection with the lifecycle design and planning of the structure, dynamic project optimisation, construction optimisation, the development of a maintenance plan and the sustainability of transport logistics (rail transport).

Further details can be found in the proceedings (in German, 140 pages, DIN A4, 117 illustrations/tables and 70 sources, incl. CD). The next Munich Tunnelling Symposium will take place in 2018. Gunther Brux 

Schweiz

## Tunnelbauer stellen umfassendes Ingenieur-Fachbuch zum Gotthard-Basistunnel vor

Mitte Mai, wenige Wochen vor dem offiziellen Staatsakt zur Eröffnung des Gotthard-Basistunnels (GBT) hat die Swiss Tunnelling Society (Fachgruppe für Untertagbau/FGU) ihr umfangreiches Ingenieurfachbuch „Tunnelling the Gotthard“ erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt. Anlässlich der von mehr als 150 Gästen besuchten Buch-Vernissage im Verkehrshaus Luzern hielt unter anderem auch der Schweizer Alt-Bundesrat Adolf Ogi, ein viel beachtetes Gastreferat. Reden von Projektbeteiligten bildeten einen würdigen Rahmen für die Präsentation des 719 Seiten starken Sachbuchs. Die Referenten schilderten eindrücklich, wie Ingenieure und Bauunternehmer einen Meilenstein in der schweizerischen Verkehrspolitik geschaffen haben. Das Großprojekt, so die Übereinkunft, habe die Kriterien „Qualität“, „Kosten“ und „Termine“ mustergültig erfüllt, und es wurden für schweizerische Verhältnisse neue Maßstäbe gesetzt. Einig waren sich die Redner zudem, dass der Gotthard-Basistunnel über seine Bedeutung für den Transeuropäischen Schienenverkehr hin aus auch in seiner verbindenden Funktion zwischen der Deutschschweiz und dem Tessin ein wertvolles Bauwerk für den Zusammenhalt der Schweiz darstellt.

Switzerland

## Tunnellers present comprehensive Engineering Book about the Gotthard Base Tunnel

In the middle of May, a few weeks before the official ceremony to open the Gotthard Base Tunnel (GBT), the Swiss Tunnelling Society (Fachgruppe für Untertagbau/FGU) presented their comprehensive engineering reference book „Tunnelling the Gotthard“ to the public for the first time. On the occasion of the viewing in the presence of more than 150 guests at the Swiss Museum of Transport, speakers included the former Swiss Federal Council member Adolf Ogi, who gave a much noticed speech.

Talks by some of those involved with the project then provided a dignified framework for the presentation of the 719 page reference book. The speakers clearly described how the engineers and contractors have created a milestone in Swiss transport policy. This major project, it was generally agreed, has fulfilled the criteria “quality”, “costs” and “schedule” in an exemplary manner and new standards have been set for Swiss conditions. The speakers were also all agreed that the Gotthard Base Tunnel is not only significant for trans-European rail transport but also, by linking German-speaking Switzerland to the Tessin, represents an important structure for the cohesion of Switzerland.



Quelle/credit (3): Marvin Klostermeier

Präsentation des umfassenden Fachbuchs „Tunnelling the Gotthard“ (von links) mit Alex Sala (Projektleiter Buch), dem schweizerischen Alt-Bundesrat Adolf Ogi, den Autoren und Editoren von der FGU Heinz Ehrbar, Luzi Gruber und Daniel Spörri sowie Gian Luca Lardi, Zentralpräsident des Schweizerischen Baumeisterverbandes

Presentation of the comprehensive reference book „Tunnelling the Gotthard“ with (from left) Alex Sala (Project manager for the book), the former Swiss Federal Council member Adolf Ogi, the authors and editors from the STS Heinz Ehrbar, Luzi Gruber and Daniel Spörri as well as Gian Luca Lardi, central president of the Swiss Association of Master Builders



Alt-Bundesrat Adolf Ogi referierte über die politische Entscheidungsfindung zu Gotthard-Basistunnel und NEAT

Former Swiss Federal Council member Adolf Ogi talked about the political decision-making process leading to the Gotthard Base Tunnel and NRLA

### Die NEAT als gute Geldanlage

Adolf Ogi („Mister NEAT“) rollte auf griffige Art und Weise in seinem Referat zur Buchvorstellung noch einmal die Geschichte der Entscheidungsfindung für die Planung der NEAT (Neue Eisenbahn-Alpentransversale) auf – mit besonderem Blick auf die die Entwicklung und Realisierung des Gotthard-Basistunnel und dem Verweis auf einen „erfolgreich funktionierenden“ Lötschberg-Basistunnel. Für die NEAT als volkswirtschaftliche und verkehrspolitische Investition seien die aktuell veranschlagte Kosten „23 Milliarden gut angelegte Schweizer Franken“ – für ein Projekt nämlich, das mit seiner europäischen Ausrichtung den nächsten Generationen von großem Nutzen sein soll. Mit der NEAT habe man den „Mut zum Quantensprung“ bewiesen – auch wenn es eine lange Zeit gebraucht habe. Und es brauche noch einmal viel Arbeit und Innovation bis es mit Hilfe der NEAT gelingen werde, den Güterverkehr durch die Alpen im erhofften Maß von der Straße auf die Schiene zu verlagern, sagte Ogi.

### Eine „ordentliche Schlussdokumentation“ für den Basistunnel

Dem Teilprojekt Gotthard-Basistunnel aber konnte Heinz Ehrbar, Vorstandmitglied der FGU, bereits einen „terminliche Punktlandung“ und einen „sauberen Abschluss“ bescheinigen. „Und dazu“, so Ehrbar, „gehört auch eine ordentliche Schlussdokumentation“. „Es ist gut, dass die Beteiligten die Geschichte geschrieben haben“, erklärte Ehrbar im Bezug auf die Buchautoren. Er selbst war beim Gotthard-Basistunnel zuletzt, von 2006 bis 2012, Leiter Tunnel- und Trasseebau und hat zahlreiche Artikel des Werkes mit verfasst. „Was haben wir erreicht mit dem Gotthard-Basistunnel?“, fragte Ehrbar. „Diese Frage wird im Buch beantwortet und der Weg dahin aufgezeigt.“ Auf diesem Weg behandelt das Buch Themen wie wesentliche Fortschritte in der Arbeitssicherheit beim Bau des GBT, die Entwicklung neuer Beton- und Abdichtungssysteme, um die 100-jährige Nutzung zu gewährleisten, das Besteller-Ersteller-Betreiber-Modell mit seiner „ausgewogenen Platzierung von Aufgabe, Kompetenzen und Verantwortung“ und auch die



Mehr als 150 Gäste nahmen an der Buch-Vernissage im Verkehrshaus Luzern teil

More than 150 guests took part in the presentation of the book in the Swiss Transport Museum

### The NRLA as a good Investment

Adolf Ogi in his talk went once more through the history of the decision-making process for the design of the NRLA (New Railway Link through the Alps), with particular attention to the development and construction of the Gotthard Base Tunnel and with a reference to a “successfully functioning” Lötschberg Base Tunnel. For the NRLA as an economic and transport investment, the currently estimated cost is “23 billion well invested Swiss francs”, since the project is oriented toward Europe and will be of great use for future generations. The NRLA demonstrates “courage to take a quantum leap” – even if it did take a long time. And it will still require plenty of work and innovation until the hoped-for amount of goods traffic through the Alps can be shifted from road to rail with the aid of the NRLA, said Ogi.

### A “proper final Documentation” for the Base Tunnel

Heinz Ehrbar, board member of the STS, could already describe the sub-project Gotthard Base Tunnel as a “right on time” and as a “tidy completion”. “Therefore a proper final documentation seems appropriate”, he said.

“It is good that the story has been written by the people who were actually involved”, said Ehrbar with reference to the authors of the book. He himself was finally the manager of tunnel and rail construction at the Gotthard Base Tunnel from 2006 to 2012 and has taken part in writing many of the chapters. “What have we achieved with the Gotthard Base Tunnel?” asked Ehrbar. “This question is answered in the book and the route is also described.” In this way, the book deals with subjects like the essential progress in working safety for the construction of the GBT, the development of new concreting and waterproofing systems in order to ensure a 100 year lifetime, the client-contractor-operator model with its “balanced placing of duties, competences and responsibilities” and also public acceptance as a key building block for the success of the project: the integration of the public into the planning process, said Ehrbar, had made “affected” people into “allies”.



Adolf Ogi (Mitte) und FGU-Präsident Luzi Gruber (rechts) signieren „Tunnelling the Gotthard“-Exemplare für die Gäste

Adolf Ogi (middle) and STS president Luzi Gruber (right) sign copies of "Tunnelling the Gotthard" for guests

öffentliche Akzeptanz als Kernbaustein für den Projekterfolg: Die Integration der Bevölkerung in den Planungsprozess, so Ehrbar, habe „Betroffene“ zu „Verbündeten“ gemacht.

### „Tunnelling the Gotthard“ – in Deutsch bereits erschienen

In „Tunnelling the Gotthard“ schildern über hundert direkt am Bau beteiligte Fachleute, wie sie das Jahrhundertprojekt mitgeprägt, mitgetragen und miterlebt haben. Zu ihnen gehören mit Doris Leuthard und Adolf Ogi auch zwei Bundesratsmitglieder, die jeweils ein Vorwort verfasst haben.

Das Buch umfasst mit 97 Fachartikeln ein breites inhaltliches Spektrum. Eingeteilt in 18 Themenkomplexe behandeln die Artikel unter anderem Schwerpunkte wie das politische Umfeld in den 1980er Jahren, die Planung und Ausarbeitung des Projektes, die Ausschreibung und die Bauausführung, mit allen Gesichtspunkten von der Logistik und Vermessung über Materialbewirtschaftung, Rohbau-Ausrüstung und Bahntechnik bis hin zu Umweltfragen. Auch den übergeordneten Managementprozessen ist ein ausführlicher Abschnitt gewidmet.

Die zusammengetragenen Fakten zum 57 km langen Gotthard-Basistunnel zeigen dabei, mit wie viel Kompetenz, Leistungsfähigkeit, Präzision, Weitblick und auch Innovation die Entscheidungsträger, Ingenieure und Bauunternehmer dazu beigetragen haben, dem schweizerischen Tunnelbau mit dem Gotthard-Basistunnel ein weiteres Vorzeigeprojekt beizufügen.

„Tunnelling the Gotthard“ ist über die FGU ([www.swisstunnel.ch](http://www.swisstunnel.ch)) in der deutschsprachigen Ausgabe erhältlich; die englischsprachige Ausgabe des Fachbuchs wird Mitte November 2016 veröffentlicht werden.

Marvin Klostermeier



Daniel Spörri vom FGU-Vorstand beim Interview mit dem Schweizer Radio und Fernsehen (srf) über das Gotthard-Buch

Daniel Spörri from the STS board being interviewed by Swiss radio and television (srf) about the Gotthard book

Quelle/credit (2): Marvin Klostermeier

### “Tunnelling the Gotthard” – already available in German

In “Tunnelling the Gotthard”, more than a hundred experts who were directly involved in the project describe how they contributed to, collaborated in and experienced this monumental project. They include Doris Leuthard and Adolf Ogi, two members of the Federal Council, who have each contributed a foreword.

The book has 97 specialist articles with a wide spectrum of content. Divided into 18 themed sections, the articles cover subjects such as the political environment in the 1980s, the design and planning of the project, tendering and construction in all its aspects from logistics and surveying through materials management, M&E installation and rail technology to environmental questions. The overall management processes are also devoted their own detailed section. The collected facts about the 57 km long Gotthard Base Tunnel demonstrate with how much competence, capability, precision, vision and also innovation the decision-makers, engineers and contractors contributed to the Gotthard Base Tunnel as another showpiece project for Swiss tunnelling.

The German version of “Tunnelling the Gotthard” is already available from the STS ([www.swisstunnel.ch](http://www.swisstunnel.ch)); the English version of the book will be published in the middle of November 2016.

Marvin Klostermeier

#### Tunnelling the Gotthard

Erfolgsgeschichte Gotthard-Basistunnel

Editoren; Luzi R. Gruber, Heinz Ehrbar, Alex Sala  
Herausgeber:

Fachgruppe für Untertagbau  
2016, 719 Seiten, DIN A4, mit 810  
Abbildungen und 424 Quellen  
2970 g, gebunden  
ISBN 978-3-033-05485-1  
80,- Schweizer Franken,  
zuzüglich Versandkosten  
[www.swisstunnel.ch](http://www.swisstunnel.ch)





**Eurock 2016**

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

**Contact:**

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

**3<sup>rd</sup> Tunnel Expo Turkey**

*Tunnel Construction Technolo-  
gies and Equipments Fair*  
Istanbul Expo Center, Yeşilkoy,  
Istanbul, Turkey  
01.–04.09.2016

**Contact:**

Demos Exhibition  
Tel.: +90 212 288 02 06  
Fax: +90 212 288 02 10  
info@demosfuar.com.tr  
www.tunnelexpoturkey.com

**8<sup>th</sup> Annual Tunneling  
Short Course**

*Breakthroughs in Tunneling*  
University of Colorado, Boul-  
der, CO, USA  
12.–14.09.2016

**Contact:**

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

**Life-Cycle Management  
von Tunneln**

*Deminar*  
Versuchsstollen Hagerbach,  
Flums Hochwiese, Schweiz  
14.–15.09.2016

**Kontakt:**

Tel.: +41 81 734 14 14  
info@hagerbach.ch  
www.hagerbach.ch

**34. Baugrundtagung**

*mit Fachausstellung  
Geotechnik*  
Stadthalle Bielefeld,  
Deutschland  
14.–17.9.2016

**Kontakt:**

**Wissenschaftl. Tagung**  
Deutsche Gesellschaft für  
Geotechnik  
Tel.: +49 201/78 27 23  
Fax: + 49 201/78 27 43  
service@dggt.de  
www.dggt.de

**Fachausstellung**

Interplan AG  
Telefon: +49 40/32 50 92-41  
Telefax: +49 40/32 50 92-44  
baugrundtagung@interplan.de  
www.baugrundtagung.com

**InnoTrans 2016**

*International Trade Fair for  
Transport Technology*

**+ International Tunnel Forum,  
STUVA**

Messe Berlin, Germany  
20.–23.09.2016

**Contact:**

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

**65. Geomechanik  
Kolloquium 2016**

Salzburg Congress, Salzburg,  
Austria  
13.–14.10.2016

**+ 10. Österreichischer  
Tunneltag 2016 (12.10)****Contact:**

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

**Expotunnel 2016**

Bologna, Italy  
18.–20.10.2016

**Contact:**

Conference Service srl  
Tel.: +39 051/42983-11  
Fax: +39 051/42983-12  
info@expotunnel.it  
www.expotunnel.it

**2016 Cutting Edge  
Conference**

*Advances in Tunneling  
Technology*

The Concourse Hotel LAX –  
Hyatt, Los Angeles, USA  
06.–09.11.2016

**Contact:**

Customer Service  
cs@smenet.org  
www.ucaofsmecuttingedge.  
com

**Forum Injektions-  
technik 2016**

*Bauwerke und Baugrund  
sicher abdichten*  
Maternushaus, Köln,  
Deutschland  
09.–10.11.2016

**Kontakt:**

STUVA e. V., Sonja Ferfers  
Tel.: +49 221/5 97 95-32  
s.ferfers@stuva.de  
www.forum-injektionstechnik.de

**ITA Tunnelling Awards  
2016**

Singapore  
10.–11.11.2016

**Contact:**

ITA-AITES Secrétariat  
Tel.: +41 21 693 23 10  
awards@ita-aites.org  
www.ita-aites.org

**45. Geomechanik-  
Kolloquium, Freiberg**

Technische Universität  
Bergakademie, Freiberg,  
Deutschland  
11.11.2016

**Kontakt:**

TU Bergakademie Freiberg,  
Institut für Geotechnik,  
Lehrstuhl für Gebirgs- und  
Felsmechanik/Felsbau  
Tel.: +49 3731/39-2519  
Fax: +49 3731/39-3638  
sekr\_fm@ifgt.tu-freiberg.de  
http://tu-freiberg.de/fakult3/  
gt/feme/

**TBM DiGs Istanbul**

*2<sup>nd</sup> International Conference  
on Tunnel Boring Machines in  
difficult Grounds*

Steigenberger Hotel Istanbul  
Maslak, Büyükdere, Istanbul,  
Turkey  
16.–18.11.2016

**Contact:**

contact@tbmdigsturkey.org  
www.tbmdigsturkey.org

## Stabilitätsfragen in der Geotechnik

Planung, Berechnung und  
Überwachung,  
Fokus auf Hang- und  
Böschungsstabilitäten  
Montanuniversität Leoben,  
Österreich  
17.11.2016  
**Kontakt:**  
t.pirkner@voebu.at  
robert.galler@unileoben.ac.at

## Swiss Tunnel Congress 2017

Kultur- und Kongresszentrum  
(KKL), Luzern, Switzerland  
30.5.–01.06.2017  
**Contact:**  
Tagungssekretariat, Thomi  
Bräm  
Tel.: +41 56 200 23 33  
Fax: +41 56 200 23 34  
fgu@thomibraem.ch  
www.swisstunnel.ch

## World Tunnel Congress 2017

Edvard Grieg Hall, Bergen,  
Norway  
09.–16.06.2017  
**Contact:**  
NFF – Norwegian Tunnelling  
Society  
Tel.: +47 67/57 11 73  
nff@nff.no  
www.tunnel.no  
www.wtc2017.com

## The Value is Underground

15<sup>th</sup> International AFTES  
Congress  
Palais des Congrès, Paris,  
France  
13.–15.11.2017  
**+ ITA Tunnelling Awards 2017**  
(15.11.)  
**+ Shaping the Future** (16.11.)  
Underground architecture  
and urban development  
**Contact:**  
AFTES – L'Association Française  
des Tunnels et de l'Espace  
Souterrain  
Tel.: +33 1/44 58 2-743  
Fax : +33 1/44 58 2-459  
www.aftes.asso.fr

## bau | | verlag

We give ideas room to develop

www.bauverlag.de

**tunnel** 35. Jahrgang / 35<sup>th</sup> Year  
www.tunnel-online.info

Internationale Fachzeitschrift für  
unterirdisches Bauen  
International Journal for Subsurface  
Construction  
ISSN 0722-6241  
Offizielles Organ der STUVA, Köln  
Official Journal of the STUVA, Cologne

Bauverlag BV GmbH  
Avenwedder Straße 55  
Postfach/P.O. Box 120, 33311 Gütersloh  
Deutschland/Germany

**Chefredakteur / Editor in Chief:**  
Eugen Schmitz  
E-Mail: eugen.schmitz@bauverlag.de

**Verantwortlicher Redakteur /  
Responsible Editor:**  
Marvin Klostermeier  
Phone: +49 5241 80-88730  
E-Mail: marvin.klostermeier@bauverlag.de

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

**Layout:**  
Nicole Bischof  
E-Mail: nicole.bischof@bauverlag.de

**Advertisement / Head of Sales:**  
Jens Maurus  
Phone: +49 5241 80-89278  
Fax: +49 5241 80-60660  
E-Mail: jens.maurus@bauverlag.de  
(verantwortlich für den Anzeigenteil/  
responsible for advertisement)

Gültig ist die Anzeigenpreisliste Nr. 34  
vom 1.10.2015  
Advertisement Price List No. 34  
dated 1.10.2015 is currently valid

**Auslandsvertretungen / Representatives:**  
Frankreich/France:  
16, rue Saint Ambroise, F-75011 Paris  
International Media Press & Marketing,  
Marc Jouanny  
Phone: +33 (1) 43553397,  
Fax: +33 (1) 43556183,  
Mobil: +33 (6) 0897 5057,  
E-Mail: marc-jouanny@wanadoo.fr

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

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

**Geschäftsführer / Managing Director:**  
Karl-Heinz Müller  
Phone: +49 5241 80-2476

**Verlagsleiter / Publishing Director:**  
Markus Gorisch  
Phone: +49 5241 80-2513

**Abonnentenbetreuung & Leserservice /  
Subscription Department:**  
Abonnements können direkt beim Verlag oder  
bei jeder Buchhandlung bestellt werden.  
Subscriptions can be ordered directly from the  
publisher or at any bookshop.

Bauverlag BV GmbH  
Postfach/P.O. Box 120, 33311 Gütersloh  
Deutschland/Germany  
Phone: +49 5241 80-90884  
E-Mail: leserservice@Bauverlag.de  
Fax: +49 5241 80-690880

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

**Bezugspreise und -zeit / Subscription rates and  
period:**

Tunnel erscheint mit 8 Ausgaben pro Jahr/  
Tunnel is published with 8 issues per year.  
Jahresabonnement (inklusive Versandkosten)/  
Annual subscription (including postage):

<b>Inland / Germany</b>	€ 165,00
<b>Studenten / Students</b>	€ 97,00
<b>Ausland / Other Countries</b>	€ 175,00
<b>Einzelheft / Single Issue</b>	€ 27,20
(inklusive Versandkosten / including postage)	
<b>eMagazine</b>	€ 98,50

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

**Kombinations-Abonnement Tunnel und THIS  
jährlich inkl. Versandkosten:**  
€ 214,80 (Ausland: € 221,54)

**Combined subscription for  
Tunnel + THIS including postage:**  
€ 214,80 (outside Germany: € 221,54).

(die Lieferung per Luftpost erfolgt mit Zuschlag/with surcharge for delivery by air mail)  
Ein Abonnement gilt für ein Jahr und verlängert  
sich danach jeweils um ein weiteres Jahr, wenn  
es nicht schriftlich mit einer Frist von drei Monaten  
zum Ende des Bezugszeitraums gekündigt  
wird. The subscription is initially valid for one  
year and will renew itself automatically if it is not  
cancelled in writing not later than three months  
before the end of the subscription period.

### Veröffentlichungen:

Zum Abdruck angenommene Beiträge und  
Abbildungen gehen im Rahmen der gesetz-  
lichen Bestimmungen in das alleinige Veröffent-  
lichungs- und Verarbeitungsrecht des Verlages  
über. Überarbeitungen und Kürzungen liegen  
im Ermessen des Verlages. Für unaufgefordert  
eingereichte Beiträge übernehmen Verlag und

Redaktion keine Gewähr. Die Rubrik „STUVA-  
Nachrichten“ liegt in der Verantwortung der  
STUVA. Die inhaltliche Verantwortung mit Na-  
men gekennzeichnete Beiträge übernimmt  
der Verfasser. Honorare für Veröffentlichungen  
werden nur an den Inhaber der Rechte gezahlt.

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

**Publications:**  
Under the provisions of the law the pub-  
lishers acquire the sole publication and pro-  
cessing rights to articles and illustrations  
accepted for printing. Revisions and ab-  
ridgements are at the discretion of the  
publishers. The publishers and the editors  
accept no responsibility for unsolicited ma-  
nuscripts. The column "STUVA-News" lies in the  
responsibility of the STUVA. The author assumes  
the responsibility for the content of articles in-  
dentified with the author's name. Honoraria for  
publications shall only be paid to the holder  
of the rights. The journal and all articles and  
illustrations contained in it are subject to copy-  
right. With the exception of the cases permitted  
by law, exploitation or duplication without the  
content of the publishers is liable to punish-  
ment. This also applies for recording and trans-  
mission in the form of data. The general terms  
and conditions of the Bauverlag are to be found  
in full at www.bauverlag.de

**Druck/Printers:**  
Merkur Druck, D-32758 Detmold

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



# tunnel eMagazine



**TO ORDER**

CALL US

**+49 5241 80-90884**

OR SEND US AN EMAIL

**customer-service@bauverlag.de**

Subscribe  
**NOW!**

**tunnel**

Official Journal of the STUVA

1 000 000  
30 000

For the past 20 years, an average of 30 of our engineering staff has committed more than 1 million working hours to help build the longest railway tunnel of the world: the Gotthard Base Tunnel. This enormous effort reflects the significance and magnitude of this masterpiece for the Lombardi Group. Our people considerably contributed to the timely completion of the project, providing general planning and management services. We wish all passengers travelling through the Gotthard Base Tunnel a safe, quick and pleasant journey.