www.tunnel-online.info

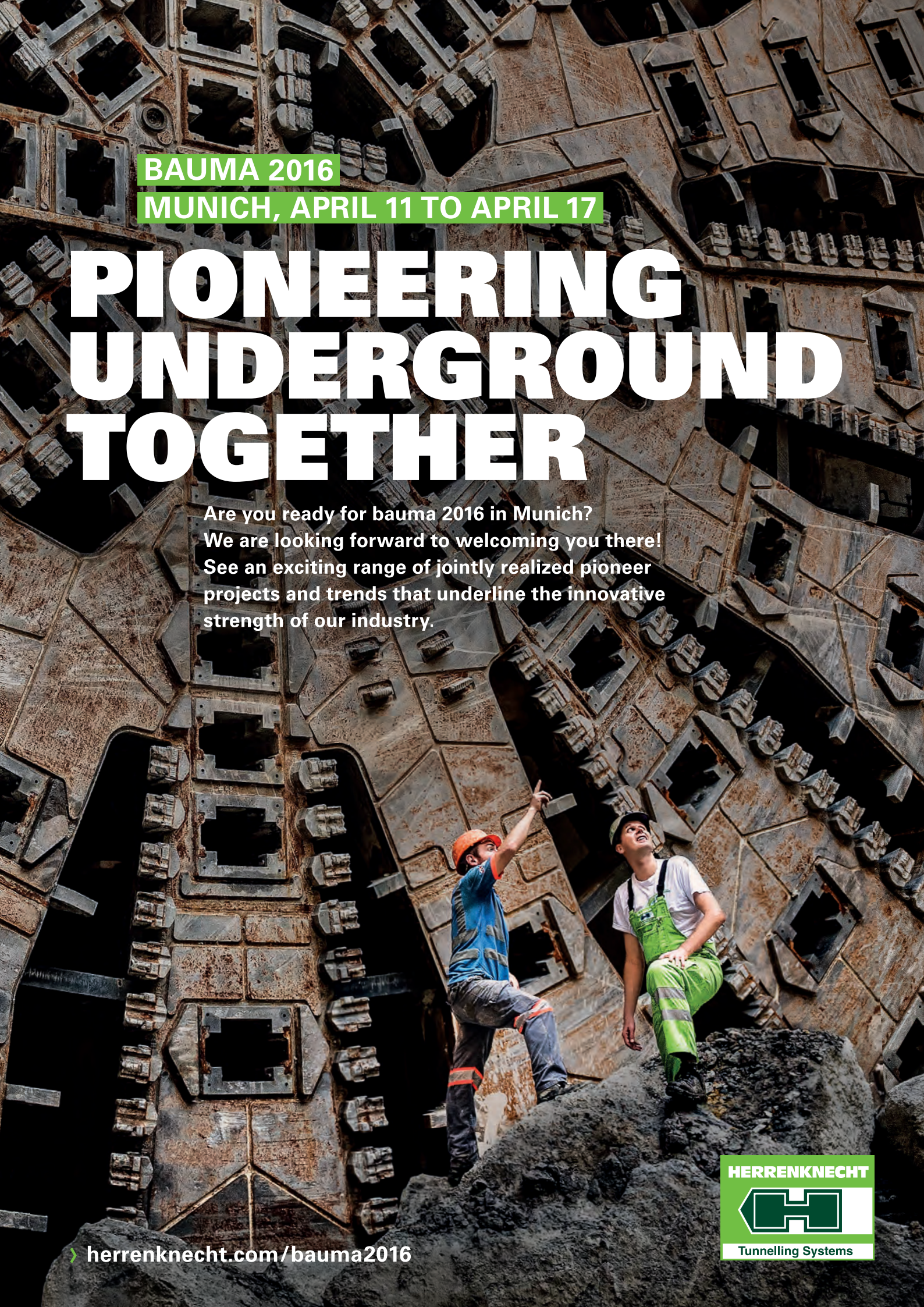
tunnel

2
March
2016

Offizielles Organ der STUVA · Official Journal of the STUVA

Gotthard Road Tunnel: "Yes" to Second Bore | 4
Steinbühl Tunnel: Fire Safety Design | 28
Bonding System Behaviour in Double-Shell Tunnels | 38

bauverlag
Wir geben Ideen Raum


BAUMA 2016
MUNICH, APRIL 11 TO APRIL 17
PIONEERING UNDERGROUND TOGETHER
Are you ready for bauma 2016 in Munich?
We are looking forward to welcoming you there!
See an exciting range of jointly realized pioneer projects and trends that underline the innovative strength of our industry.
HERRENKNECHT
Tunnelling Systems
› herrenknecht.com/bauma2016

tunnel 2/16

Offizielles Organ der STUVA
www.stuva.de

Nach acht Jahren Bauzeit wurde die neue, unterirdische Wehrhahn-Linie in Düsseldorf Ende Februar eröffnet. Im Dezember 2015 war das Projekt mit dem STUVA-Preis für herausragende Leistungen und Innovationen im Untertagebau ausgezeichnet worden

After eight years of construction, the Wehrhahn Line, Düsseldorf's new underground city rail link, was handed over to the city. In December 2015 the project had been awarded the STUVA-prize for outstanding achievement and innovation in underground construction

Quelle/credit:
Andreas Bretz (oberes Bild/upper picture);
Bernd Schumacher (unteres Bild/lower picture)

(Seite/page 48)

Title

Wehrhahn-Linie: Aufgrund der denkmalgeschützten Fassade des Kaufhofs an der Einkaufsstraße Kö kam ein Schildvortrieb dort nicht in Frage. Deshalb erfolgten die Arbeiten in bergmännischer Bauweise mit Hilfe einer Vereisungstechnik

Wehrhahn Line: Due to the listed facade of the Kaufhof department store on the shopping street Kö, a shield tunnel drive was not possible, so the works were mined with the assistance of ground freezing

Quelle/credit: Zetcon Ingenieure

Nachrichten / News

2

Hauptbeiträge / Main Articles

Brandbemessung bei der Planung des Steinbühltunnels 28
Dimensioning Fire when Designing the Steinbühl Tunnel
Dipl.-Ing. Carsten Peter; Dipl.-Ing. Peter Lis;
Dipl.-Ing., M. Eng. Michael Frahm; M. Sc. Larissa Langer

Abdichtungssysteme im zweischaligen Tunnel: Verbundverhalten zwischen KDB, Schutzvlies und Spritzbeton 38
Waterproofing Systems in Double-Shell Tunnels:
Bonding Behaviour of Sheet Membrane, Geotextile and Shotcrete
Dipl.-Ing. Stefan Lorenz; Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Robert Galler

Vortriebstechnik & Baubetrieb / Driving Technology & Construction Management

Wehrhahn-Linie Düsseldorf: Einweihung des innerstädtischen Tunnelbau-Projekts 48
Wehrhahn Line, Düsseldorf: Opening of the inner-city Tunnel Project
Dipl.-Ing. Ulrich Pöggeler

Schalungstechnik / Formwork Technology

Flexibles Schalsystem für den Branichtunnel 56
Flexible Formwork System for the Branich Tunnel

Fachtagungen / Conferences

Südbahntagung 2015 in Graz 62
2015 „Südbahntagung" Conference in Graz

Informationen / Information

Veranstaltungen / Events 60
Impressum / Imprint 64

Deutschland

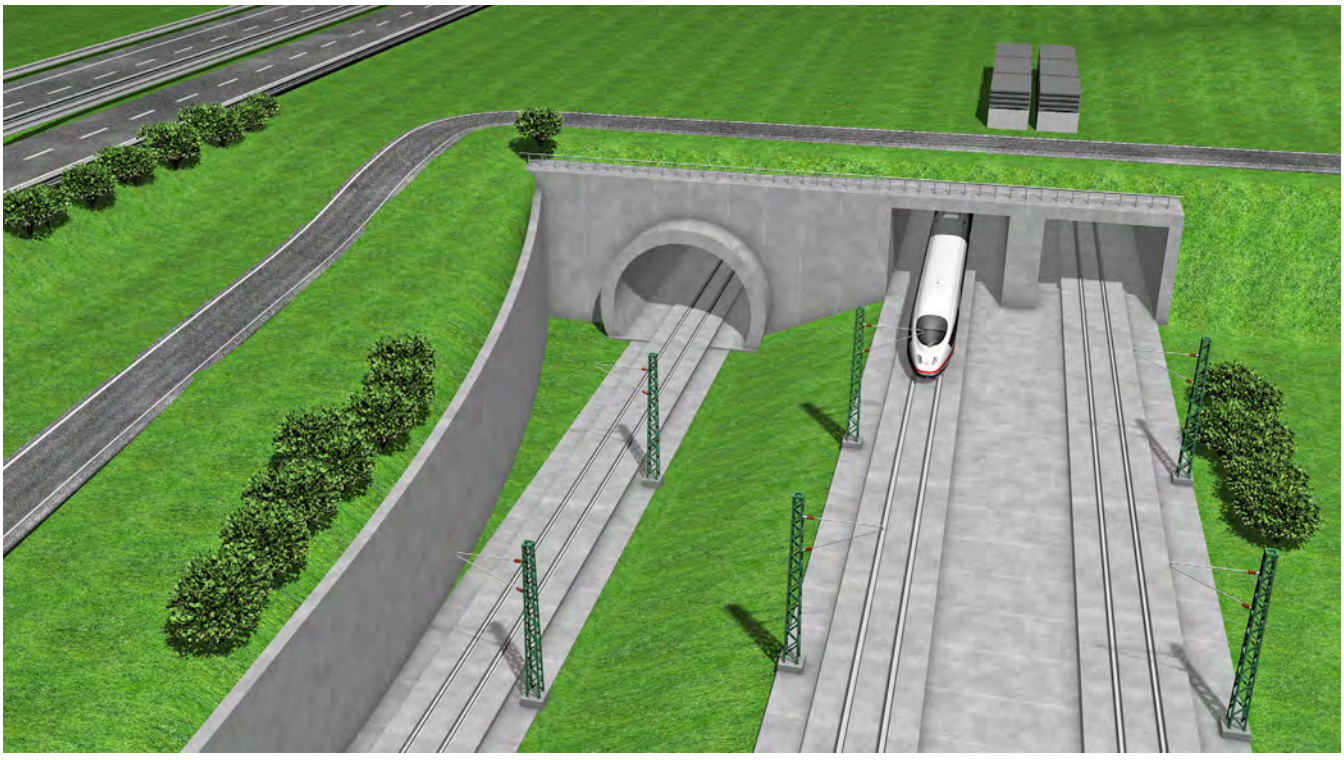
DB vergibt Bauauftrag für den Albvorlandtunnel an Implenia

Die DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH hat Ende Dezember 2015 den Bau des 8176 m langen Albvorlandtunnels auf der Neubaustrecke Wendlingen–Ulm an das schweizerische Bau- und Baudienstleistungsunternehmen Implenia vergeben. Der Auftragswert beträgt rund 380 Millionen Euro. An dem Teilnahmewettbewerb zur europaweiten Ausschreibung hatten sich acht Bieter beteiligt.
„Mit dem Albvorlandtunnel ist nun auch der letzte der acht großen Tunnel des Bahnprojekts Stuttgart–Ulm vergeben", sagt Jens Hallfeldt, DB-Projektleiter für den Abschnitt Albvorland. „Wir freuen uns, dass wir den komplexen und komplizierten Bereich um Wendlingen am Neckar jetzt bautechnisch umsetzen können."
Neben dem Bau des Albvorlandtunnels umfasst der Auftrag auch die Herstellung der beiden Anschlüsse der Neubaustrecke zwischen Stuttgart und Ulm an die bestehende Bahnstrecke Plochingen–Tübingen. Dies ist zum einen die Wendlinger Kurve einschließlich eines weiteren, 494 m langen Tunnels für die Verbindung Stuttgart–Tübingen. Zum anderen wird auch die Güterzuganbindung Ulm–Plochingen einschließlich eines 173 m langen Tunnels unter der Bundesautobahn A8 vom Auftragnehmer gebaut.
Die Baustelleneinrichtungen sowie bauvorbereitende Arbeiten haben Anfang 2016 begonnen, die Hauptbaumaßnahmen sollen im Sommer 2016 starten. Für den Bau des Albvorlandtunnels ist der Einsatz zweier Tunnelvortriebsmaschinen vorgesehen.

Germany

DB awards Implenia the Contract for the Albvorland Tunnel

The DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH awarded the contract to build the 8176 m long Albvorland Tunnel on the new Wendlingen–Ulm route to the Swiss construction and service provider company Implenia in late December, 2015. The contract is worth some 380 million euros. Eight firms took part in the competition, which invited tenders from all over Europe.
"With the Albvorland Tunnel, the last of the eight large tunnels for the Stuttgart–Ulm rail project has been awarded", says Jens Hallfeldt, DB project manager for the Albvorland section. "We are delighted that we are now also able to tackle the complex and complicated area around Wendlingen on the Neckar in construction technical terms".
In addition to producing the Albvorland Tunnel, the contract includes the building of the two links for the new rail route between Stuttgart and Ulm with the existing Plöchingen–Tübingen rail line. This relates firstly to the Wendlingen Curve including a further 494 m long tunnel for the Stuttgart–Tübingen connection. Secondly, the goods train route between Ulm and Plöchingen including a 173 m long tunnel below the A8 federal motorway is to be built by the contractor.
The construction site installations as well as preparatory activities started in early 2016 with the main construction measures due to begin in summer 2016. Two tunnel boring machines are to be deployed to excavate the Albvorland Tunnel.



Quelle/credit: Deutsche Bahn AG

Die Hauptbaumaßnahmen für den Albvorlandtunnel auf der Neubaustrecke Wendlingen–Ulm sollen im Sommer 2016 starten.

The main construction measures for the Albvorland Tunnel on the new Wendlingen–Ulm route are due to begin in summer 2016

ONE MACHINE TO **CONQUER IT ALL**

INTRODUCING THE
ROBBINS CROSSOVER MACHINE

Robbins continues to set the industry standard with the release of the Crossover TBM Series: a line of rugged, field-tested tunnel boring machines. Capable of crossing over between two modes, they are ideal for mixed ground tunnels that, until now, required multiple TBMs. Robbins Crossover TBMs are already underway on projects around the globe.

A SERIES OF
ROBUST MACHINES FOR THE WORLD'S **MOST CHALLENGING PROJECTS**

XRE
Crossover Between Rock/EPB
For excavation in mixed soils with rock

XSE
Crossover Between Slurry/EPB
For excavation in mixed-to-soft ground under water pressure

XRS
Crossover Between Rock/Slurry
For excavation in hard rock and soft water-bearing ground

Robbins

TheRobbinsCompany.com | sales@robbinstbm.com

Schweiz

Gotthard-Straßentunnel: „Ja“ zur zweiten Röhre

In der Schweiz hat am 28. Februar 2016 eine Volksabstimmung ein knappes Votum zugunsten des Baus einer zweiten Röhre für den Gotthard-Straßentunnel ergeben, der Göschenen im Kanton Uri mit Ariolo im Tessin verbindet. Die umstrittene neue Röhre soll zum einen zweispurig den Verkehr übernehmen, während die notwendigen Sanierungs und Modernisierungsarbeiten am 17 km langen Bestandstunnel aus dem Jahre 1980 erledigt werden. Danach will man in beiden Tunnelröhren den Richtungsverkehr einführen – jedoch nur einspurig, wie gesetzlich festgelegt. Dieses Nutzungsverfahren würde für den Gotthard-Straßentunnel eine erhöhte Betriebssicherheit bedeuten aber keine Kapazitätserweiterung – womit man eine Zunahme des Verkehrs zu verhindern hofft.

Sicherer Richtungsverkehr in zwei Röhren

Durch den einspurigen Richtungsverkehr je Tunnelröhre lässt sich die Sicherheit im Gotthard-Straßentunnel wesentlich erhöhen, denn ohne Gegenverkehr sinkt die Unfallgefahr gewaltig. Unfälle wie zum Beispiel im Jahr 2001, bei dem nach einem Frontalzusammenstoß zweier Lastwagen elf Menschen in einem Flammeninferno starben, werden dann so nicht mehr vorkommen können. Ein Teil der Bevölkerung befürchtet allerdings, dass es nach dem Bau einer zweiten Tunnelröhre früher oder später doch zur gleichzeitigen Nutzung aller verfügbaren Fahrspuren kommt und so eine wesentliche Verkehrszunahme mit immer mehr Lastwagen zwischen Ariola und Göschenen verursacht wird

Unter diesen Voraussetzungen kam es am 28. Februar 2016 zur Volksabstimmung. Dabei haben landesweit 57 % der Stimmenden eine Vorlage bewilligt, die am Gotthard den Bau einer zweiten Tunnelröhre gestattet, um die Sanierung des bestehenden Tunnels abzufedern. Die größte Ja-Mehrheit mit 68,2 % gab es im Kanton Schwyz, während in den beiden betroffenen Kantonen Uri und Tessin 53 % und 57,8 % ihre Zustimmung zum Bau gaben

Sanierung und Optimierung der Bestandsröhre

Im Gegenverkehr haben im Schnitt 6 Millionen Fahrzeuge jährlich (5 Millionen Personenkraftwagen und 1 Million Lastwagen) dem Tunnel schwer zugesetzt. Zur Erhaltung der baulichen Substanz und Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit sowie Erhöhung der Sicherheit soll in der Bestandsröhre die Zwischendecke (ggf. in Textilbeton) und der Fahrbahnbelag erneuert werden. Dabei soll der verkehrstechnische Nutzraum ein von 4,50 m auf 5,20 m erhöhtes Lichtraumprofil erhalten, das Lüftungssystem unter anderem mit neuen Strahlventilatoren ausgestattet sowie der Sicherheitsstollen neben der Bestandsröhre zur Aufnahme weiterer Leitungen vergrößert werden. Eingehenden Untersuchungen hatten zum Ergebnis, dass sich diese Vorhaben nur bei einer länger dauernden Sperrung des Gotthard-Straßentunnels mit

Switzerland

Gotthard Road Tunnel: „Yes“ to Second Bore

On February 28, 2016, a referendum held in Switzerland narrowly decided in favour of building a second bore for the Gotthard Road Tunnel, which links Göschenen in Canton Uri with Ariolo in Ticino. The controversial new bore will be provided with two lanes to cope with traffic from the existing 17 km long tunnel opened in 1980, which urgently needs to be repaired and upgraded. Afterwards, both will function as single-lane directional tunnels as established by law. This approach will provide the Gotthard Road Tunnel with enhanced operational safety without increasing its capacity – while at the same time it is hoped to prevent traffic actually growing.

Safer directional Traffic in two Tubes

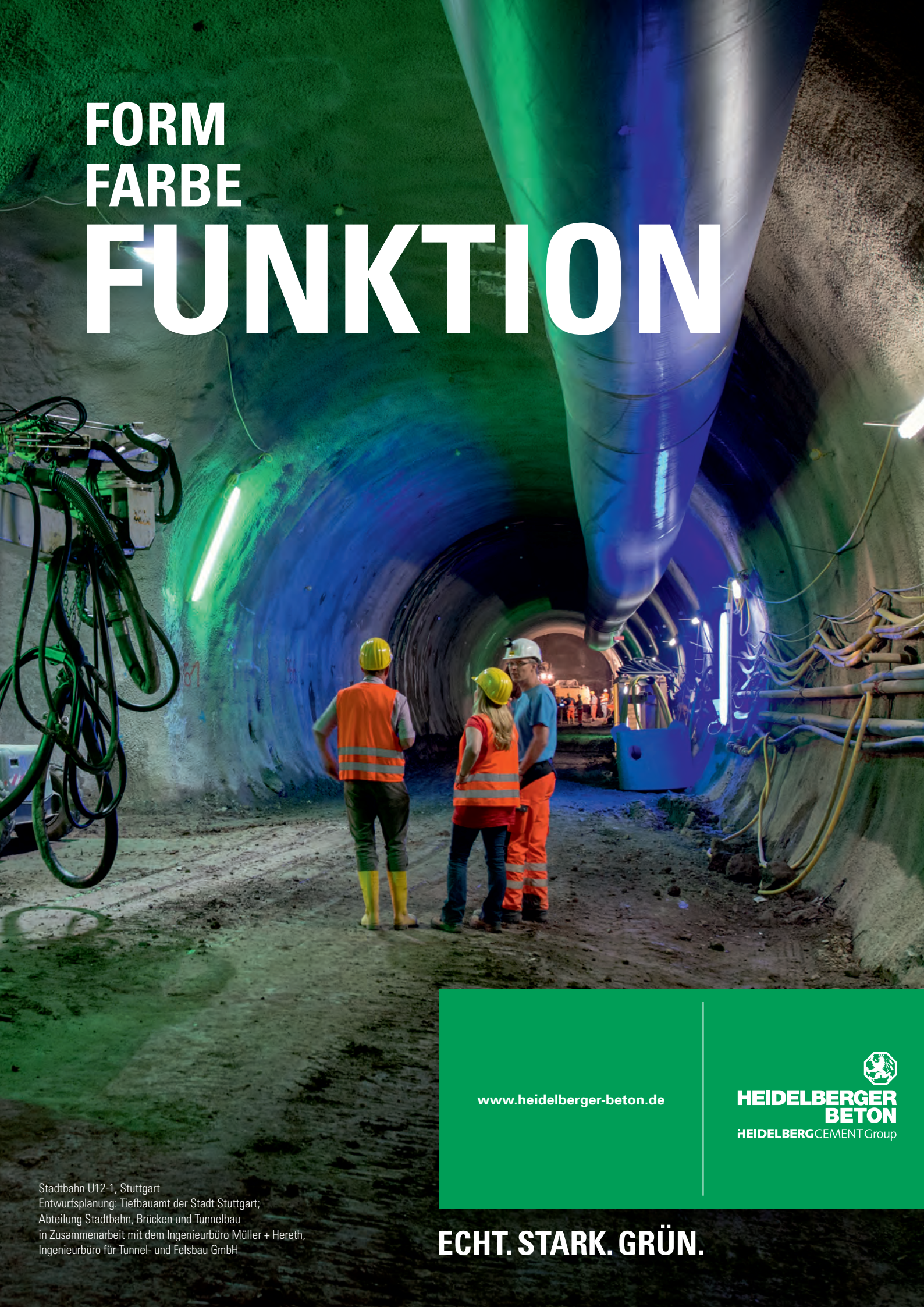
Thanks to single-lane, directional traffic per tunnel tube, it will be possible to substantially improve safety in the Gotthard Road Tunnel, for a lack of two-way traffic signifies a considerably reduced accident risk. Accidents such as the one in 2001, for instance which saw eleven people die in an inferno caused after two lorries sustained a head-on collision, will no longer occur.

However, a section of the Swiss population fears that after the second tunnel bore is built, sooner or later all available lanes will be used at the same time leading to a considerable hike in traffic with an ever growing number of lorries using the tunnel between Ariolo and Göschenen.

Against this background, the referendum took place on February 28, 2016. As a result, 57 % of those who voted approved the motion to build a second tunnel tube for the Gotthard cushioning the redevelopment of the existing tunnel. The biggest majority vote was registered in the Canton of Schwyz with 68.2 %, whereas in the two affected cantons – Uri and Ticino, the approval figure was 53 % and 57.8 % respectively.

Redevelopment and Optimization of the existing Tunnel

With two-way traffic in operation, the tunnel has had to cope with on average of 6 million vehicles (5 million cars and 1 million lorries) per annum. The intermediate ceiling in the existing tube (possibly using textile concrete) and the roadway surface are to be renewed to maintain the structural substance and functionality as well as to enhance safety. In this connection, the useful traffic area is to be provided with a clearance profile increased from 4.50 to 5.20 m, the ventilation system fitted among other things with new jet fans and the safety tunnel enlarged to cope with further cables. Extensive surveys had shown that the scheme could only be executed if the Gotthard Road Tunnel were to be permanently closed for a fair length of time with corresponding effects on road traffic such as detours and resorting to rail making use of loading terminals.



Stadtbahn U12-1, Stuttgart
Entwurfsplanung: Tiefbauamt der Stadt Stuttgart;
Abteilung Stadtbahn, Brücken und Tunnelbau
in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Müller + Hereth,
Ingenieurbüro für Tunnel- und Felsbau GmbH

www.heidelberger-beton.de

HEIDELBERGER BETON
HEIDELBERGCEMENT Group

ECHT. STARK. GRÜN.

entsprechenden Auswirkungen für den Straßenverkehr ausführen lassen, wie Umleitungen und Ausweichen auf die Eisenbahn über Verladeterminals.

Neue, zweite Tunnelröhre

Deshalb sind der Bundesrat und das Parlament für den Bau einer zweiten Tunnelröhre auf der anderen Seite des Sicherheitsstollens der Bestandsröhre – vor der Sanierung und Verbesserung der bestehenden Tunnelröhre, Sie soll mit je einer Tunnelvortriebsmaschine ab Ariola und ab Göschenen mit entsprechenden Erkundungsstollen vorgetrieben werden.

Zeitplan und Kosten

Der Zeitbedarf für den Bau der zweiten Tunnelröhre beträgt etwa sieben Jahre. Danach soll die neue Röhre den Verkehr aufnehmen, während die Bestandsröhre innerhalb von etwa drei Jahren saniert und optimiert wird.

Der Zeitbedarf für die Planung und Projektierung einer zweiten Tunnelröhre ist wegen der Einsprache- und Beschwerdemöglichkeiten schwierig abzuschätzen. Geplant ist, die neue Tunnelröhre ab etwa 2020 zu bauen; ab etwa 2030 sollen dann beide Röhren einspurig betrieben werden, während die jeweiligen zweiten Spuren als Pannenstreifen dienen.

Das vom Bundesrat und der Parlamentsmehrheit vorgeschlagene Projekt wird insgesamt etwa 2,8 Milliarden Schweizer Franken kosten: 2 Milliarden Franken für die zweite Röhre und 800 Millionen Franken für die Sanierung und Verbesserung der Bestandsröhre. Die Betriebs- und Unterhaltungskoste sollen sich in der ersten Zeit nach Inbetriebnahme auf jährlich etwa 10 Millionen Schweizer Franken belaufen. Der Bau der zweiten Tunnelröhre am Gotthard gilt als Ausbau des Nationalstraßennetzes und wird aus der Spezialfinanzierung Straßenverkehr (SFSV) bezahlt.

Ohne der Bau der zweiten Röhre müsste der Gotthard-Straßentunnel wiederholt sanierungsbedingt vollständig gesperrt werden. Dies wiederum würde den kostspieligen Bahnverlad für Autos und Lastwagen notwendig machen. Nach Angabe des Eidgenössischen Departments für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation würden die Gesamtkosten von Sanierungsarbeiten und Verkehrsmanagement, je nach Ausgestaltung, mit 1,2 bis 2 Milliarden Franken zu Buche schlagen.

G. B.

New, second Tunnel Bore

As a consequence, the Federal Council and parliament advocate the construction of a second tunnel tube on the other side of the existing tube's safety tunnel – prior to redeveloping and improving the existing tunnel tube. It is to be produced by tunnel boring machines starting from Ariolo and Göschenen with corresponding exploratory tunnels.

Timetable and Costs

It will take roughly seven years to build the second tunnel bore. Thereafter, the new tube is due to take over traffic so that the existing tunnel can be upgraded and optimized within some three years.

The time required for designing and planning a second tunnel tube is difficult to assess given the opportunities to lodge objections and appeals. It is intended to construct the new bore as from about 2020. By 2030 the redevelopment of the existing tube is expected to be finished, then both bores will function with single lanes with the second lanes available as emergency lanes.

The project as put forward by the Federal Council and the majority in parliament will probably cost around 2.8 billion Swiss francs: 2 billion for the second bore and 800 million for redeveloping and improving the existing tube. The operating and maintenance costs will initially amount to some 10 million francs per annum when the project is completed. Building the second tube of the Gotthard is seen as developing the national highway network and will be financed from the special fund for road traffic (SFSV). If the second bore were not to be constructed, the Gotthard Road Tunnel would have to be completely closed repeatedly to be upgraded. This in turn, would make it necessary for cars and lorries to be carried by rail – a costly business. According to the Swiss Department for the Environment, Transport, Energy and Communications (DETEC), the redevelopment work and traffic management would cost a total of 1.2 to 2 billion francs.

G. B.

Literatur/References

[1] Gotthard-Straßentunnel; Sanierung früher notwendig. Tunnel 7/2008, S. 4
[2] Die Sanierung des Gotthard-Straßentunnels steht an. Tunnel 3/2010, S. 6
[3] Mayer, C.M.: Sanierungsvarianten für den GotthardStraßentunnel. Tunnel 2/2011, S. 53–55
[4] Zweite Röhre für den Gotthard Straßentunnel. Tunnel 8/2012, S. 11
[5] Gyr, St.: Tunnelsanierung: Die Zahlenschlacht am Gotthard. Baublatt 6/2016 (12.2.), S. 4–6
[6] Alich, H.: Schweizer Tunnelblicke. Handelsblatt 15/2016 (19./21.2.), S. 68–69

ITA-WTC 2016
VISIT US ON
BOOTH #919/#1018

WHEN PARTNERSHIP AND PERFORMANCE GO HAND IN HAND THAT'S BUILDING TRUST

The building owner expects timely completion of a project in high quality, also in consideration of local conditions. We provide you with system solutions that meet these demands and ensure you competent service and punctual delivery of high quality products.
You have clear demands regarding economical rock support and durable lining system, the concept of the waterproofing system and of the sustainability of products and solutions used. Sika provides quality products to meet your requirements, including those for unforeseen circumstances.

SIKA SERVICES AG
Tüffenwies 16 · CH-8048 Zürich · Switzerland
Phone: +41 58 436 40 40 · Fax: +41 58 436 41 50 · www.sika.com

BUILDING TRUST

Deutschland

Scheibengipfeltunnel: Fertigstellung bis Ende 2016

Der 1910 m lange Scheibengipfeltunnel ist Hauptbestandteil der 3,1 km langen Ortsumfahrung Reutlingen auf der deutschen Bundesstraße B 312. Der zweispurige Tunnel durchquert den gleichnamigen Höhenrücken Scheibengipfel, der dem Hausberg der Stadt Reutlingen, der Achalm, vorgelagert ist.

Baubeginn dieses Projektes für 83 Millionen Euro war Mitte 2012; die Bauausführung lag dabei in den Händen der Max Bögl GmbH & Co. KG. Die Vortriebsarbeiten des Tunnels mit einem Querschnitt von 98 m² sowie des 1940 m langen Flucht- und Rettungsstollens mit einem Querschnitt von 20 m² waren Mitte 2014 beendet. Darauf folgte der zweischalige Ausbau des Straßentunnels sowie der Einbau von Zwischendecke, Fahrbahn und betriebstechnischer Ausstattung. Diese Arbeiten sollen bis Ende 2016 abgeschlossen sein; die Verkehrsfreigabe der Ortsumfahrung Reutlingen ist für 2017 vorgesehen.

Die neue Ortsumfahrung bedeutet eine deutliche Verkürzung gegenüber dem bestehenden, über 5 km langen Straßenzug mit 20 Lichtsignalanlagen. Laut einer Prognose des Regierungspräsidiums Tübingen für 2020 sollen zukünftig statt bisher 65 000 nur noch 20 000 Fahrzeuge pro Tag durch die Innenstadt von Reutlingen fahren.

Quelle/credit: Firmengruppe Max Bögl

Die Tunnelaußenschale des Scheibengipfeltunnels ist gesichert durch Stahlbögen, Anker, Stahlmatten und Spritzbeton; die Innenschale besteht aus wasserundurchlässigem Beton

The outer support layer of the Scheibengipfel Tunnel was secured with steel arches, rock bolts, steel mesh and shotcrete, the inner lining consists of waterproof concrete

Konventioneller Vortrieb im Teilausbruch

Von der 1910 m langen Tunnelstrecke mit 9,50 m breitem und 4,50 m hohem Lichtraumprofil wurden 1620 m in konventioneller Bauweise ausgeführt. Zuerst wurde die Kalotte und damit rund 60 % des Tunnelquerschnitts herausgebrochen und gesichert; nach deren Durchschlag folgten Strosse und Sohle. Dabei wurden insgesamt 230 000 m³ Gestein ausgebrochen und abtransportiert. Nach Erreichen des erforderlichen Tunnelquerschnitts sicherte man den entsprechenden Vortriebsabschnitt umgehend durch eine bewehrte Außenschale mittels Stahlbögen, Ankern, Stahlmatten und Spritzbeton. Darauf folgte später die Innenschale aus wasserundurchlässigem Beton und danach der Einbau der

Germany

Scheibengipfel Tunnel: Completion by the End of 2016

The 1910 m long Scheibengipfel Tunnel is the key structure on the 3.1 km long Reutlingen bypass on the German federal main road B 312. The two-lane tunnel runs through the ridge of the Scheibengipfel, which stands in front of the Achalm mountain, the local landmark of Reutlingen.

Contractor Max Bögl GmbH & Co. KG started construction on the 83 million euro project in the middle of 2012. Excavation of the tunnel with a cross-section of 98 m² and the 1940 m long escape and rescue tunnel with a cross-section of 20 m² were completed by the middle of 2014, followed by the two-pass lining of the road tunnel and the installation of the intermediate slab, carriageway and operational equipment. These works should be completed by the end of 2016, and the Reutlingen bypass is intended to open for traffic in 2017.

The new bypass will be considerably shorter than the existing road, which is more than 5 km long with 20 traffic lights. According to a forecast by the Tübingen regional council for 2020, only 20 000 vehicles should travel through the city centre of Reutlingen each day compared to the present 65 000.

Conventional Partial-Face Tunnelling

Out of the total tunnel distance of 1910 m with a structure gauge 9.50 m wide and 4.50 m high, 1620 m were excavated conventionally.

Tunnelzwischendecke, der Kanäle, der Fahrbahn und der betriebstechnischen Ausstattung sowie der Straßenanschlüsse.
Die Einschnitte am Südportal (240 m) und am Nordportal (50 m) wurden in offener Bauweise erstellt. Die größte Überdeckung im harten Tonstein des Scheibengipfels beträgt rund 100 m und beim Unterqueren eines Wohngebietes zwischen 20 und 40 m. Die Tunnelröhre ist mit dem in etwa 20 m Abstand daneben verlaufenden Flucht- und Rettungsstollen alle 240 m durch insgesamt sieben Querschläge verbunden. Außerdem werden zwei Betriebsgebäude nahe den Portalen und zwei Wasserauffangbecken gebaut.

Methangaszutritt

Nach den geologischen Vorerkundungen war mit Gasaustritten während der Vortriebsarbeiten zu rechnen, und zwar mit Methan (88 %) sowie höheren Kohlenwasserstoffen. Das farblose, geruchlose und ungiftige Methangas kann infolge seiner geringen Dichte über Klüfte aus tieferen Bodenschichten bis in den Bereich des Tunnelvortriebs gelangen und dort in Verbindung mit Sauerstoff und Zündquellen zu hohen Gefährdungen führen – vergleichbar mit Schlagwettwerexplosionen.
Deshalb wurden beim Kalottenvortrieb Erkundungsbohrungen mit Einsatz von Strahldüsen durchgeführt und zum Schutz der im Vortrieb Tätigen zwei unabhängig voneinander arbeitende Belüftungsanlagen eingebaut. Um einen sicheren Vortrieb zu ermöglichen wurde mit entsprechende Messgeräte die Gas- und Lüftungskonzentration in Tunnel und Stollen ständig überwacht, Für ein lückenloses Datenmonitoring der Gas- und Lüftungskonzentration in der Tunnelbaustelle wurde ein dafür besonders entwickeltes Telemetriesystem (maxcontrol) eingesetzt.
G. B.

First the top heading with about 60 % of the tunnel section was excavated and supported. After this had been broken through, the excavation of bench and invert followed. A total of 230 000 m^3 of rock was excavated and carted away.
After the required cross-section of the tunnel had been broken out, the relevant round length was supported immediately with a reinforced outer lining with steel arches, rock bolts, steel mesh and shotcrete. This was followed later by the inner lining of waterproof concrete and then the production of the intermediate slab, channels, the carriageway, the operational equipment and the road links.
The cuttings at the south portal (240 m) and the north portal (50 m) were constructed by cut and cover. The highest overburden in the hard claystone of the Scheibengipfel is about 100 m, and in the section passing under the residential area about 20 to 40 m. The tunnel is connected to the escape and rescue tunnel, which runs parallel at a spacing of about 20 m, by altogether seven cross passages every 240 m. Two operations buildings near the portals and two water retention basins are also constructed.

Methane Occurrence

According to the preliminary geological investigations, gas occurrence had to be expected during tunnelling works, consisting of methane (88 %) and higher hydrocarbons. The colourless, odourless and non-poisonous methane can escape into the tunnel out of deeper layers in the ground through joints due to its low density and can then become very dangerous when it mixes with oxygen in the presence of sources of ignition – comparable with firedamp explosions.
For this reason, probe drilling was carried out using jetting nozzles during the excavation of the top heading and two independently operating ventilation systems were installed for the protection of the miners. In order to enable safe excavation, gas and ventilation concentrations were measured in the tunnel with appropriate devices and constantly monitored. In order to achieve gapless monitoring of the gas and air concentrations on the tunnel site, a telemetry system specially developed for the purpose (maxcontrol) was used.
G. B.

Start construction,
Paris metro line 14, France

Emergency car, Hydroelectric power plant,
Yamanli, Turkey

Maschinen and Stahlbau Dresden
Branch of Herrenknecht AG

Specialist for
tunnelling equipment
and handling systems

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

Katar

Großauftrag in Katar für Porr: Gleisbau für U-Bahn-Linien in Doha

Während Porr die Errichtung der U-Bahn-Linie Green Line in Doha planmäßig für den Auftraggeber Qatar Railways Company vorantreibt, wurde das Unternehmen Ende 2015 zusätzlich mit der Herstellung der Festen Fahrbahn in Katar betraut. Auftraggeber ist ein Konsortium unter der Führung von Mitsubishi Heavy Industries Ltd., das von Qatar Railways mit der Implementierung der Systemtechnik betraut wurde.

Der Auftrag in einer Höhe von über 150 Millionen Euro umfasst die Produktion, Lieferung und Verlegung der Gleisbauplatten für die drei U-Bahn-Linien Green, Red und Gold Line. Durchgeführt wird das Projekt von der Porr Bau GmbH in Kooperation mit dem lokalen Tochterunternehmen Porr Qatar Construction W.L.L.

Die Arbeiten werden in zwei Hauptphasen ablaufen werden: Vorbereitung und Produktion der Gleisbauplatten, gefolgt von der Herstellung des Fahrweges – insgesamt rund 170 km. Um die vorgegebene Bauzeit einzuhalten, werden mehrere Teams im Schichtbetrieb am Einbau des vorgefertigten Oberbaus für die Durchgangsgleise und Weichenverbindungen arbeiten.

Porr-CEO Karl-Heinz Strauss ist überzeugt, dass das gemeinsam von Porr und den Österreichischen Bundesbahnen entwickelte Slab Track Austria System „ sich optimal für die spezifischen Bedingungen der Region eignet". Das schotterlose Slab Track System basiert auf einem modularen, anpassungsfähigen Feste Fahrbahn-Konzept. Seit dem ersten Einbau im Jahr 1989 ist das System laut Hersteller quasi wartungsfrei. Ein Plattenaustausch auf Grund eines Qualitätsmangels oder Versagens der Festen Fahrbahn sei noch nie notwendig gewesen. Die geplante Lebensdauer des Systems beträgt mindestens 60 Jahre.

Mago-Tunnelbau-Dämmplatten
Lastverteilungsplatten für den Tunnelbau
35 JAHRE

In folgenden Objekten erfolgreich eingesetzt:

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

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

Qatar

Major Contract for Porr in Qatar: Building the Track for Doha Metro

Quelle/credit: Porr AG

Die Porr AG hat den Auftrag erhalten, das Feste-Fahrbahn-System Slab Track Austria für die Green, Red und Gold U-Bahn-Linien in Doha zu verlegen

The Porr AG was commissioned to lay the solid track Slab Track Austria System for the Green, Red and Gold Metro Lines in Doha

Porr is forging ahead with the construction of the Green Line for the Doha Metro abreast of schedule for the client Qatar Railway Company. In late 2015, Porr was also commissioned to produce the solid slab track in Qatar. The client is a consortium headed by Mitsubishi Heavy Industries Ltd., which has been charged with implementing the system technology by Qatar Railways.

The contract worth more than 150 million euros embraces the production, supply and laying of track slabs for three Metro lines – the Green, Red and Gold Lines. The project is being conducted by the Porr Bau GmbH in collaboration with the local subsidiary, Porr Qatar Construction W.L.L. The work will take place in two main phases: preparation and manufacture of the track slabs, prior to creation of the track itself – altogether around 170 km. Several teams will operate in shifts to install the prefabricated superstructure for the continuous tracks and sets of points in order to stick to schedule.

Porr CEO Karl-Heinz Strauss is convinced that the Slab Track Austria System devised jointly by Porr and the Austrian Federal Railways "is optimally suited for the specific conditions in the region". The ballestless Slab Track System is based on a modular, adaptable solid track concept. According to the manufacturer, the system has been practically maintenance-free since it was first installed in 1989, and there has never been a need to replace slabs owing to a lack of quality or the solid slab track failing. The planned life cycle for the system amounts to a minimum of 60 years.

Jetzt anmelden

SWISS TUNNEL CONGRESS 2016

Fachtagung für Untertagbau

Der Swiss Tunnel Congress ist die führende Veranstaltung in der Schweiz für den internationalen Tunnelbau, mit tiefgehenden und umfangreichen Informationen aus erster Hand: Experten berichten beim nunmehr 15. Kongress kritisch, offen und praxisnah über komplexe Problemstellungen, Erfahrungen und Lösungsstrategien bei aktuellen Tunnelbauprojekten.

15. bis 17. Juni 2016 in Luzern

Colloquium, 15. Juni

«Fire and Safety» für
Bahn- und Strassentunnels

Fachtagung, 16. Juni

Referate zu schweizerischen und internationalen Tunnelbauprojekten.
Das Einführungsreferat «Die Bedeutung des Gotthard-Basistunnels für die Schweiz und Europa» hält Alt-Bundesrat Moritz Leuenberger

Exkursionen, 17. Juni

Baustellen: AlpTransit Ceneri-Basistunnel, Tunnel Visp, Belchentunnel, Schlossparking Thun

Informationen zum Tagungsprogramm und Anmeldung:

www.swisstunnel.ch

Quelle/credit: Basler & Hofmann AG/Noë Flum, mit Genehmigung AlpTransit Gotthard AG

FGU Fachgruppe für Untertagbau
GTS Groupe spécialisé pour les travaux souterrains
GLS Gruppo specializzato per lavori in sotterraneo
STS Swiss Tunnelling Society

Schweiz

Swiss Tunnel Congress 2016 im KKL Luzern

Vom 15. bis zum 17. Juni 2016 veranstaltet die Swiss Tunnelling Society (STS) den 15. Swiss Tunnel Congress (STC) im Kultur und Kongresszentrum Luzern (KKL).

Der jährlichen STC mit begleitender Fachausstellung und zusätzlichem Exkursionstag hat sich einen festen Platz im Kalender der Tunnelbauer gesichert, als Plattform für Bauherren, Planer, Ingenieure, Lieferanten, Dienstleister, Unternehmer und die Industrie. Der STC 2016 bietet wieder Gelegenheit, Einblicke in ausgewählte schweizerische und internationale Tunnelprojekte aus erster Hand zu erhalten und ermöglicht darüber hinaus, persönliche Kontakte mit den zahlreichen Fachbesucher neu zu knüpfen oder vertiefen. Besonders gespannt sein dürfe man am 16. Juni vor allem auf das Einführungsreferat des Schweizer Alt-Bundesrates Moritz Leuenberger zur Bedeutung des Gotthard Basistunnels für die Schweiz und Europa, so STS-Präsident Luzi Gruber: „Er ist ja als pointierter und brillanter Redner bekannt"

Quelle/credit: Marvin Klostermeier

Rund 800 Teilnehmer verfolgten das hochklassige Vortragsprogramm des Swiss Tunnel Congress 2015. 2016 findet die Neuauflage der Veranstaltung vom 15. bis zum 17. Juni statt

About 800 participants followed the high-quality lecture programme of the Swiss Tunnel Congress 2015. In 2016, the event will be held again from 15 to 17 June

15. Juni: Colloquium „Fire and Safety"

Das Tagungsprogramm beginnt bereits am 15. Juni mit dem Swiss Tunnel Colloquium, das in diesem Jahr unter dem Titel „Fire and Safety" abgehalten wird – ein Thema, das, wie Gruber erklärt „angesichts der kontroversen Sicherheitsdiskussionen um die Sanierung der ersten Röhre und den Bau des zweiten Einspurtunnels am Gotthard aktueller ist denn je." Inhaltlich befasst sich das Kolloquium unter anderem mit der Ereignislüftung in Straßentunneln und unterirdischen Bahnanlagen. Bewährte Konzepte zur Fluchtwegbeleuchtung werden ebenso vorgestellt wie optimierte Strategien für Rettungseinsätze.

16. Juni: Fachtagung

Der Kongresstag am 16. Juni beinhaltet eine breite Vortragspalette über schweizerische und internationalen Projekte des Tunnel- und Untertagebaus. So wird zum Beispiel Christian Späth für Implenia über die Erkenntnisse aus dem Neubau der U5 in Berlin berichten;

Switzerland

Swiss Tunnel Congress 2016 in the KKL Lucerne

The 15th Swiss Tunnel Congress (STC) will take place in the Kultur und Kongresszentrum Luzern (KKL) from 15 to 17 June 2016, organised by the Swiss Tunnelling Society (STS).

The annual STC with accompanying exhibition and an additional excursion day has ensured itself a fixed place in the calendars of tunnellers as a platform for clients, designers, engineers, suppliers, service providers, contractors and the industry. The STC 2016 will once again provide an opportunity to gain a first-hand insight into Swiss and international tunnel projects and will also enable the making or improving of personal contacts with the numerous specialist visitors.

The introductory speech on 16 June by the former Swiss Federal Council member Moritz Leuenberger on the significance of the Gotthard Base Tunnel for Switzerland and Europe will be particularly worth looking forward to. "He is known as an incisive and brilliant speaker," says STS president Luzi Gruber.

15 June: Colloquium "Fire and Safety"

The congress programme starts already on 15 June with the Swiss Tunnel Colloquium, being held this years under the title "Fire and Safety" – a subject which, as Gruber explains, "is more current than ever, considering the controversy surrounding the refurbishment of the original tunnel and the building of a second single-carriageway tunnel at the Gotthard." The content of the Colloquium will amongst other things be concerned with the ventilation of road tunnels and underground rail facilities in case of an incident. Proven concepts such as escape route lighting will be presented as well as optimised strategies for rescue deployments.

16 June: Conference

The congress day on 16 June includes a wide palette of talks about Swiss and international projects in tunnelling and underground construction. For example Christian Späth will report for Implenia about experience gained in the new construction of the underground line U5 in Berlin; Heinz Ehrbar from DB Netz AG will explain the status

Heinz Ehrbar von der DB Netz AG erläutert den Status des Tunnels Rastatt als Schlüsselprojekt im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit der Zulaufstrecken für die NEAT und als BIM-Pilotprojekt des deutschen Verkehrsministeriums.
Desweiteren wird die Linie 1 der Panama Metro ein Thema sein und der West Link im schwedischen Göteborg. Auch der mit dem ITA Award „Major Project of the Year" ausgezeichnete Bau des Eurasiatunnels in Istanbul wird hier mit seinen projektspezifischen Besonderheiten genauer vorgestellt. Im Zusammenhang mit der bevorstehenden Inbetriebsetzung des längsten Eisenbahntunnels der Welt wird Renzo Simoni für die Alp Transit Gotthard AG über „Konzept und Herausforderung beim Gotthard-Basistunnel" referieren.

17. Juni: Exkursionstag

Freitag, der 17. Juni ist dann den Exkursionen vorbehalten. Dieses Jahr können die Teilnehmer entweder den Ceneri-Basistunnel, den A9 Straßentunnel Visp, den Sanierungstunnel Belchen oder das Projekt Schlossparking Thun besuchen.
Weitere Informationen zum Swiss Tunnel Congress 2016 sowie die Möglichkeit zur Online-Registrierung gibt es unter www.swisstunnel.ch. Der Anmeldeschluss für die Kongressteilnahme ist der 13. Mai 2016. In den Gebühren aller Teilnahmeangebote zu den verschiedenen Kongressveranstaltungen ist der umfangreiche STC-Tagungsband enthalten.

of the Rastatt Tunnel as a key project with regard to the approach routes to the new railway link through the Alps NEAT and as a BIM pilot project of the German Transport Ministry.
Line 1 of the Panama Metro will also be a subject, as well as the West Link in Swedish Göteborg. The construction of the Eurasia Tunnel in Istanbul, winner of the ITA Award "Major Project of the Year", will also be described in more detail with all the special features of this project. In connection with the forthcoming opening of the longest rail tunnel in the world, Renzo Simoni will talk for Alp Transit Gotthard AG about the "Concept and challenges at the Gotthard Base Tunnel".

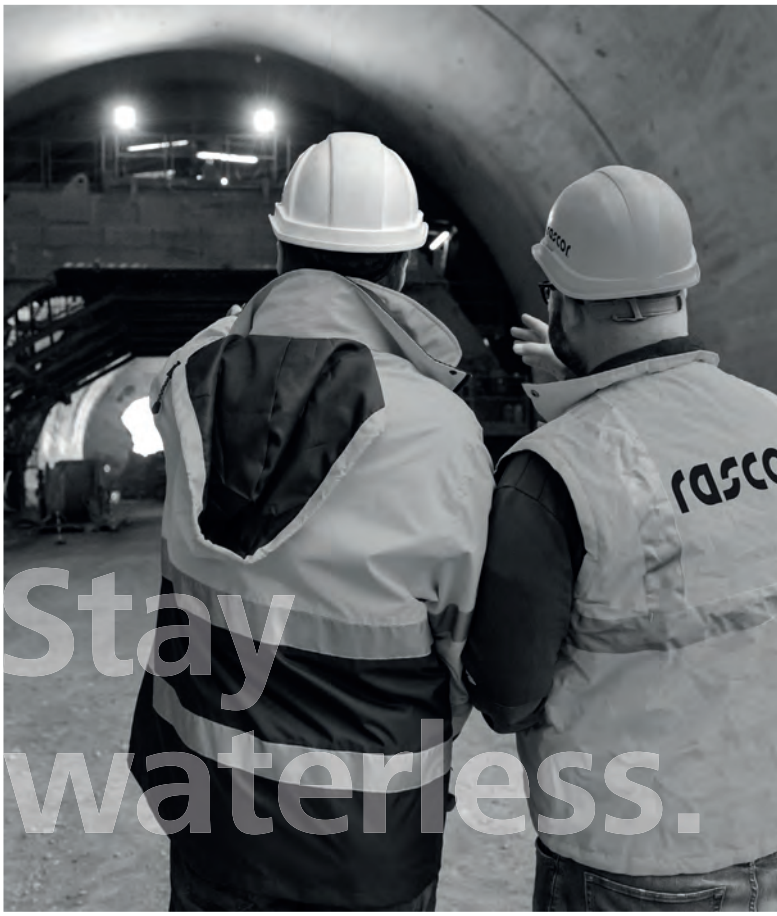
17 June: Excursion Day

Friday the 17 June is then reserved for excursions. This year, participants can choose either the Ceneri Base Tunnel, the A9 road tunnel at Visp, the refurbishment of the Belchen Tunnel or the Schlossparking Thun project, where parking for about 300 spaces is being constructed underground.
Further information about the Swiss Tunnel Congress 2016 and the page for online registration can be found under www.swisstunnel.ch. The closing date for registration to take part in the Congress is 13 May 2016. The fees for all participation in the various Congress events include the Proceedings of the STC.

www.swisstunnel.ch

rascor®

Pioniere der Bauabdichtung



Als Pioniere in der Abdichtungstechnik entwickeln wir Produkte für die höchsten und trockensten Ansprüche Ihrer Tunnelprojekte – denn Trockenheit heisst auch Sicherheit! Lösungsorientierte und massgeschneiderte Abdichtungskonzepte sichern den Erfolg!

Rascor Tunnel- und Spezialtiefbau GmbH
Ratsgasse 6
D-97688 Bad Kissingen

Telefon +49 (0)971 130 2738
Telefax +49 (0)971 133 6251
info@rascor.com
www.rascor.com

Dänemark/Deutschland

Fehmarnbelt-Tunnel: Bevorzugte Bieter für die Hauptverträge stehen fest

Das parlamentarische Steuerungsgremium des Fehmarnbelt-Tunnels in Dänemark hat Femern A/S am 4. März 2016 das Mandat erteilt, die bevorzugten Bieter für die Hauptbauverträge bekannt zu geben. Bedingte Verträge sollen spätestens bis Mitte Mai 2016 abgeschlossen werden.
„Bedingte Verträge" bedeutet, dass endgültige und verbindliche Bauverträge mit den ausgewählten Baukonsortien unterschrieben werden, wobei die Bauarbeiten jedoch erst beginnen können, wenn eine deutsche Baugenehmigung vorliegt. Die Verträge sind bis Ende 2019 gültig; ab diesem Zeitpunkt besteht dann die Möglichkeit einer Neuverhandlung.

Bevorzugte Bieter

Als bevorzugten Bieter für den Bau des Absenktunnels sowie für die Produktion der Tunnelelemente hat das Konsortium Femern Link Contractors den Zuschlag erhalten:

Femern Link Contractors (FLC)

- Vinci Construction Grands Projets S.A.S. (Frankreich)
- Per Aarsleff A/S (Dänemark)
- Wayss & Freytag Ingenieurbau AG (Deutschland)
- Max Bögl Stiftung & Co. KG (Deutschland)
- CFE SA (Belgien)
- Solétance-Bachy International S.A.S.(Frankreich)
- BAM Infra B.V.(Niederlande)
- BAM international B.V. (Niederlande)
- Subunternehmer: Dredging International N.V. (Belgien)
- Berater: COWI A/S (Dänemark)

FLC wurde ebenfalls als bevorzugter Bieter für den Bau der Portale und Rampen ausgewählt. Für dieses Baulos sind, bis auf

Denmark/Germany

Fehmarnbelt Tunnel: Preferred Bidders for main Contracts appointed

On March 4th2016, the Danish political parties behind the Fehmarnbelt link mandated Femern A/S to appoint the preferred bidders for the main tunnel contracts with the aim of entering conditional contracts no later than mid-May 2016.
Conditional contracts mean that final and binding contracts will be signed with the successful contractors, but that construction work will be postponed until the German construction permit is in place. The contracts are valid until theend of 2019 with theoption to renegotiate at that time.

Preferred Bidders

As preferred bidderfor the immersed tunnel includingthe tunnel factory the consortium Femern Link Contractors has been appointed:

Femern Link Contractors (FLC)

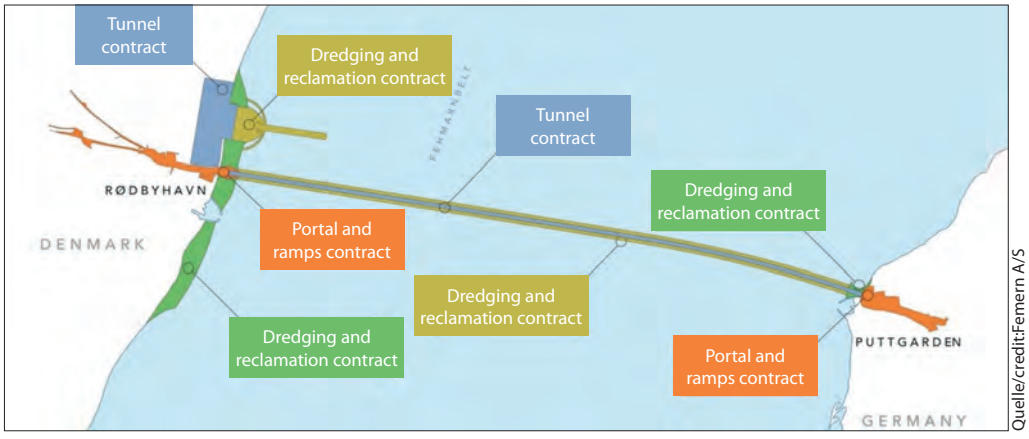
- Vinci Construction Grands Projets S.A.S. (France)
- Per Aarsleff A/S (Denmark)
- Wayss & Freytag Ingenieurbau AG (Germany)
- Max Bögl Stiftung & Co. KG (Germany)
- CFE SA (Belgium)
- Solétance-Bachy International S.A.S.(France)
- BAM Infra B.V.(Netherlands)
- BAM international B.V. (Netherlands)
- Sub-contractor: Dredging International N.V. (Belgium)
- Consultant: COWI A/S (Denmark)

Femern Link Contractors were also appointed as preferred bidder for building the portals and ramps. The line-up of contractors and consultant for this lot is the same as for the construction of the immersed tunnel, with the exception of sub-contractor Dredging International.

As preferred bidder for dredging and reclamation the consortium Fehmarn Belt Contractors has been appointed:

Fehmarn Belt Contractors (FBC)

- Boskalis International B.V. (Netherlands)
- Hochtief Solutions AG (Germany)
- Ed. Züblin AG (Germany)
- Van Oord Dredging and Marine Contractors B.V. (Netherlands)
- Consultant: Sweco (Denmark)



Quelle/credit:Femern A/S

Übersicht über die Hauptverträge des Fehmarnbelt-Tunnels

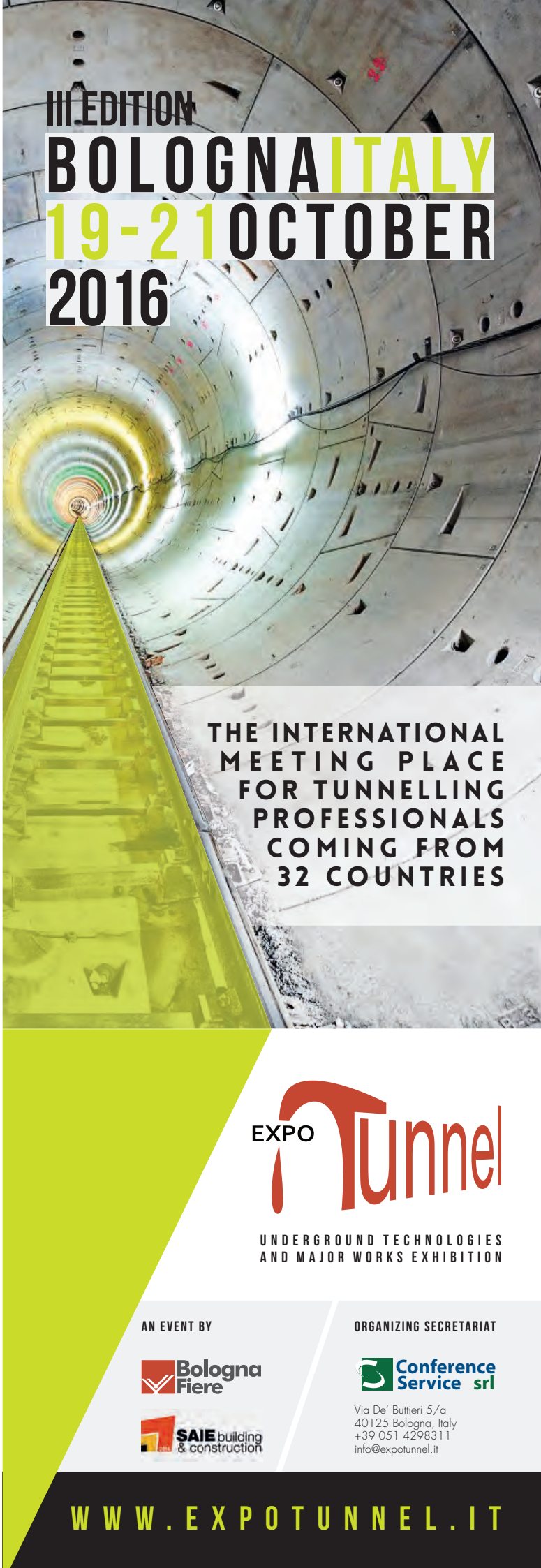
Overview of the main contracts oft he Fehmarnbelt Tunnel

den Subunternehmer Dredging International, alle Unternehmen zuständig, die auch den Tunnelbau verantworten.
Als bevorzugter Bieter für den Aushub des Tunnelgrabens und die Landgewinnungsarbeiten wurde das Konsortium Fehmarn Belt Contractors benannt:

Fehmarn Belt Contractors (FBC)
- Boskalis International B.V. (Niederlande)
- Hochtief Solutions AG (Deutschland)
- Ed. Züblin AG (Deutschland)
- Van Oord Dredging and Marine Contractors B.V. (Niederlande)
- Berater: Sweco (Dänemark)

Der etwa 18 km lange Absenktunnel besteht aus 89 Betonelementen, die in einer eigens für diesen Zweck errichteten Fabrik Dänemark gegossen werden. In den Aufgabenbereich der Bauunternehmen fallen der Bau der Fabrik, das Gießen der Elemente, das Schleppen und Absenken in den Graben am Meeresboden sowie die Abdeckung der gut 40 m breiten und bis zu 15 m tiefen Tunnelelemente.
Der Aushub des Grabens durch den Fehmarnbelt wird zur Anlage der neuen Landgewinnungsflächen – Halbinseln – zwischen Puttgarden und dem Dorf Marienleuchte auf Fehmarn sowie östlich und westlich von Rødbyhavn verwendet.
Zusätzlich zum Bau der Portalbauwerke in Dänemark und Deutschland müssen zwischen den Tunneleinfahrten und den vorhandenen Schienen- und Straßennetzen im Hinterland neue Autobahnen gebaut und neue Schienen verlegt werden.

The immersed tunnel will be approximately 18 km long and comprise 89 large pre-cast concrete elements, cast in a factory built on the Danish side. The contractor will build the factory, cast the tunnel elements which will be just over 40 m wide and up to 15 m deep, transport them and immerse them into the tunnel trench under the seabed. The contractor will then cover the elements and finish with a layer of rock on top.
The soil from the excavation of the trench will be used to build new reclamation areas, peninsulas, east and west of Rødbyhavn and between Puttgarden and Marienleuchte on Fehmarn.
In addition to the portal structures in Denmark and Germany new roads and railways will be built from the tunnel openings to the existing motorways and railways further inland



Deutschland

Durchschlag am Albabstiegstunnel

Grund zum Feiern gab es am 27. Februar 2016 beim Bau des Albabstiegstunnels auf der Neubaustrecke Wendlingen–Ulm. Zwischen dem Portal in Dornstadt und dem Zugangsstollen im Lehrer Tal sprengten die Tunnelbauer am frühen Abend in 40 m Tiefe in der Weströhre den letzten Felsblock. Nach dem Durchschlag besteht nun eine durchgängige Tunnelverbindung. Aus Richtung des Portals in Dornstadt waren zuvor rund 1700 m, aus Richtung Lehrer Tal rund 1600 m Tunnelröhre hergestellt worden. Der 5940 m lange Albabstiegstunnel besteht aus zwei eingleisigen Tunnelröhren, die in Abständen von 500 m durch insgesamt elf Querschläge miteinander verbunden werden. Der Tunnel wird in Spritzbetonbauweise von einer Arbeitsgemeinschaft unter Federführung der Ed. Züblin AG gebaut. Neben den Vortriebsarbeiten vom Nordportal in Dornstadt in Richtung Ulm hat die Bahn im Lehrer Tal einen 390 m langen Zugangsstollen gebaut, von dem aus der Vortrieb sowohl in Richtung Dornstadt als auch in Richtung des Südportals in Ulm erfolgt. Das Kostenvolumen des Projekts liegt bei rund 250 Millionen Euro.

Mehr als 80 % des Vortriebs sind geschafft

Dr. Stefan Kielbassa, DB-Projektleiter für die Neubaustreckenabschnitte Albhochfläche, Albabstiegstunnel sowie Hauptbahnhof Ulm, und Matthias Abele, Projektleiter der Arbeitsgemeinschaft aus den Firmen Ed. Züblin und Max Bögl, bedankten sich bei Mineuren, Tunnelbauarbeitern und Ingenieuren: „Dank ihrer soliden Arbeit liegen wir weiterhin sehr gut im Fahrplan." Der Durchschlag in der parallelen Oströhre wird absehbar folgen. Der große Durchschlag am Südportal in Ulm kann, nach dem augenblicklichen Terminplan, im April 2017 erfolgen. Von den Vortriebsleistungen am Albabstiegstunnel sind derzeit bereits über 80 % erbracht worden.

Germany

Albabstieg Tunnel Breakthrough

There was reason to celebrate on February 27, 2016 during the construction of the Albabstieg Tunnel on the new Wendlingen-Ulm route. Between the portal at Dornstadt and the access tunnel in the Lehrer Tal valley, in the early evening the tunnellers blasted the final block of rock at a depth of 40 m in the western bore. After the breakthrough, there is now an uninterrupted tunnel connection. Prior to this, roughly 1700 m of the tunnel tube had been produced from the portal at Dornstadt and around 1600 m from the Lehrer Tal. The 5940 m long Albabstieg Tunnel comprises two single-track tunnel tubes, which are linked by a total of eleven cross-passages at 500 m gaps. The tunnel is produced by the shotcreting method by a JV headed by the Ed. Züblin AG. Apart from the driving operations from the north portal at Dornstadt in the direction of Ulm, the DB built a 390 m long access tunnel in the Lehrer Tal, from which driving is taking place both towards Dornstadt as well as in the direction of the south portal in Ulm. The project will cost around 250 million euros.

More than 80 % of the Excavation have already been completed

Dr. Stefan Kielbassa, DB project manager for the new rail sections, Alb Plateau, Albabstieg Tunnel as well as Ulm Central Station, and Mathias Abele, project manager of the JV comprising the companies Ed Züblin and Max Bögl thanked the tunnellers, workforce and engineers: "Thanks to your solid work we are still well within schedule". The breakthrough in the parallel eastern tube will take place shortly. The major breakthrough at the south portal in Ulm is due to take place in April 2017 according to the way things stand at present. More than 80 % of the driving activities for the Albabstieg Tunnel have already been completed.

Österreich

Sanierung der abgerutschten Zwischendecke im Bosrucktunnel

Nach dem Neubau einer zweiten Röhre bis 2013 und der folgenden Sanierung des mehr als 30 Jahre alten Bestandsbauwerks wurde der österreichische Bosrucktunnel auf der A 9 Pyhrn Autobahn Mitte Oktober 2015 vollständig für den Straßenverkehr freigegeben. Bereits im November wurde jedoch ein Baumangel festgestellt: In der Bestandsröhre war die Zwischendecke abgerutscht. Die erforderliche Sanierung im Tunnel begann am 1. Februar 2016. Im Vorfeld war seit Jahresbeginn das Sanierungskonzept erarbeitet worden, zudem wurden umfangreiche Vorbereitungstätigkeiten durchgeführt.

Austria

Bosruck Tunnel: Repair of the sagged intermediate Slab

After the construction of the second bore completed in 2013 and the subsequent refurbishment of the more than 30 year old original tunnel, the Bosruck Tunnel on the A 9 Pyhrn Autobahn in Austria was completely opened for traffic in October 2015. As soon as November, however, a construction defect was detected: in the old tunnel, the intermediate slab had sagged. The necessary repair work to the tunnel started on 1 February 2016. Before this, a repair plan had to be produced from the start of the year and extensive preparatory activities had to be undertaken.

Inklusive der abgerutschten Zwischendecke sind es elf Bereiche, an denen saniert sowie vorsorglich an Verbesserungen gearbeitet wird. Alle Arbeiten werden im Einvernehmen mit der Tunnelbehörde im Verkehrsministerium durchgeführt. Die Decken-Betonelemente werden in erster Linie seitlich mit mehr als 700 so genannten Ankerstangen zusätzlich befestigt. Diese 66 cm langen Stangen aus Spezialstahl mussten zuvor eigens produziert werden.

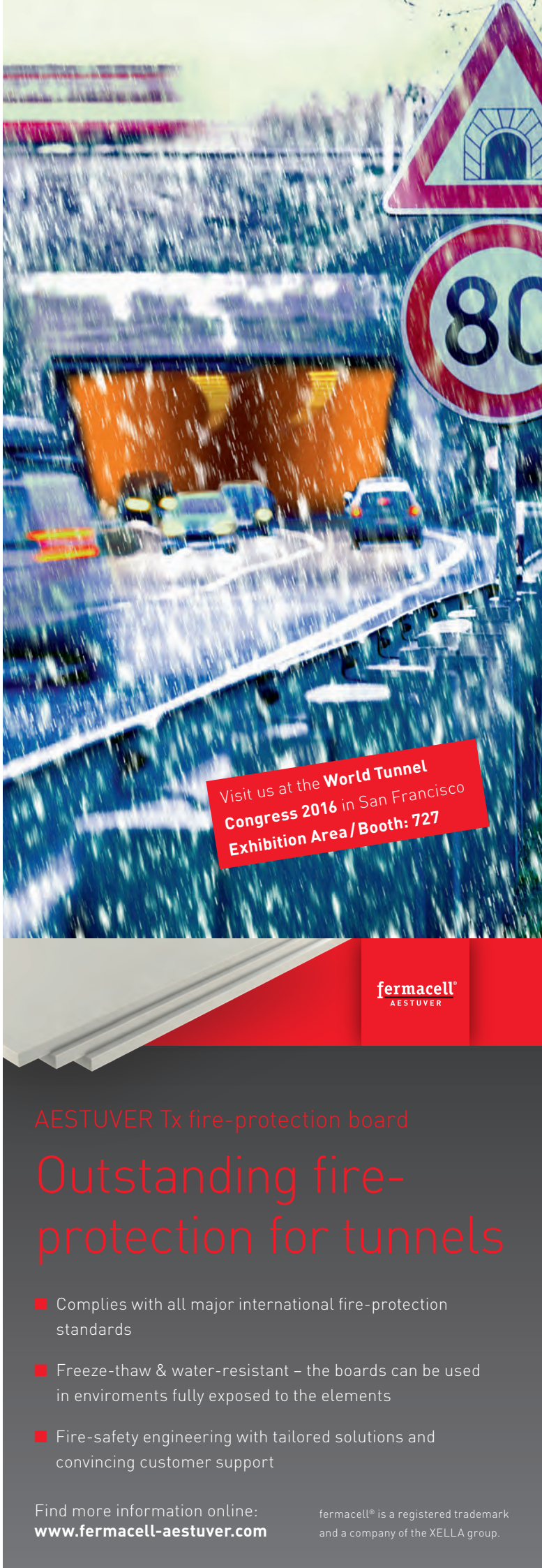
200 000 Euro Sanierungskosten

Im ersten Schritt wird nun die abgerutschte Zwischendecke angehoben und dann befestigt. Um alle möglichen Risiken auszuschließen, werden diese Sicherungsmaßnahmen bei allen Zwischendecken-Elementen in den Tunnelnischen und Pannenbuchten ausgeführt. Die Sanierung findet zum Großteil unter laufendem Verkehr statt; lediglich vier Nachtsperren sind maximal erforderlich. Bis zum Beginn der Osterferien Mitte März sollen alle Arbeiten abgeschlossen sein. Die durch den Baumangel erforderlichen Reparaturarbeiten werden die Baufirma voraussichtlich etwa 200 000 Euro kosten.

Including the dropped intermediate slab, there are eleven areas where repairs or precautionary improvements have to be carried out. All the works are being undertaken with the agreement of the tunnel authority in the Transport Ministry. The concrete slab elements will first be additionally fixed with more than 700 so-called anchor rods 66 cm long, which are made of special steel and first had to be specially produced.

Repair Works will cost 200 000 euros

In the first step, the dropped intermediate slab will be lifted and then fixed. In order to exclude all possible risks, this securing work will be undertaken to all intermediate slab elements in the tunnel niches and breakdown bays. The repair work will mostly be undertaken without closing the tunnel to traffic; at the most four night-time closures will be required. All works are scheduled to be completed by the start of the Easter holidays in the middle of March. The repair works due to construction defects will cost the contractor an estimated 200 000 euros.



Deutschland/Messe

bauma 2016: Mining und Tunnelling

Mining und Tunnelling sind bereits seit dem Jahr 2004 ein fester und immer wichtiger werdender Bestandteil der bauma-Fachmesse in Deutschland. Auch zur kommenden Ausgabe der Weltleitmesse für Baumaschinen, Baustoffmaschinen, Bergbaumaschinen, Baufahrzeuge und Baugeräte, die von 11. bis 17. April in München stattfindet, bietet der Miningbereich zahlreiche Innovationen und Entwicklungen.

Auf insgesamt 575 000 m² Ausstellungsfläche erzielte die bauma 2013 Rekordzahlen: Mehr als 3400 internationale Aussteller lockten 535 000 Besucher aus 200 Ländern nach München. Der Mining-Bereich hatten daran einen entscheidenden Anteil mit einem Publikum von mehr als 125 000 Fachbesuchern. Dabei zeigten sich die Aussteller auch überdurchschnittlich zufrieden mit den Ergebnissen: Der Aufbau neuer und die Pflege bestehender Geschäftsbeziehungen, Anbahnung konkreter Kundenaufträge und die Präsentationen von Innovationen vor Fachpublikum – bei allen Zielen bescheinigten sie der bauma, beste Rahmenbedingungen geschaffen zu haben.

Segment Mining und Tunnelbau

Entsprechend der großen Austellerzahl von mehr als 500 Unternehmen im Mining-Sektor bietet sich dem Fachpublikum eine breite Palette an neuen und weiterentwickelten Maschinen und Geräten. Dazu zählen unter anderem: Knickgelenkte Muldenkipper und Dumper, leistungsstarke Radlader, Trailer für Baustofftransporte, Großhydraulikbagger, spezielle Tunnelbagger, Fördergurtsysteme, die nächste Generation sauberer Motorentechnik, die neben der Ausrichtung auf die Einhaltung schärfere Emissionsvorschriften auch mit Steigerungen im Bereich von Leistung und Drehmoment aufwarten kann, Aufbereitungslösungen entlang der gesamten Kette, vom Brechen übers Klassieren, Fördern, Lagern und Waschen, bis hin zur Entwässerung, effiziente Separationsanlagen für den flüssigkeitsgestützen Abbau im Bereich Tunnelling, Microtunnelling, HDD und Schlitzwandbau und natürlich auch Tunnelbohrmaschinentechnik inklusive Tiefbohranlagen, sowie Bohranlagen für Vertikal und Schrägschächte.

Quelle/credit: Messe München

Am 11. April öffnen sich die Tore der bauma 2016 für das Fachpublikum. Im Jahr 2013 hatte die Messe mehr als 535 000 Besucher nach München gebracht

The doors of the bauma 2016 open for trade visitors on April 11. In 2013, the fair attracted in excess of 535 000 visitors to Munich

Germany/Trade Fair

bauma 2016: Mining and Tunnelling

Mining and tunnelling have been an ever-present and increasingly important segment of the bauma trade fair in Germany since 2004. The mining sector offers numerous innovations and developments at the forthcoming leading international fair for construction machinery, building material machines, mining machines and construction vehicles and equipment, held in Munich from April 11 to 17, 2016.

Over a total exhibition area of 575 000 m² the bauma 2013 registered record figures: more than 3400 international exhibitors attracted 535 000 visitors from 200 countries to Munich. The Mining segment played a decisive role in this with more than 125 000 trade visitors turning up. In this connection, the exhibitors revealed that they were more than satisfied with the results: establishing new and consolidating existing business ties, gaining pending concrete orders from customers and the presentation of innovations to an interested public – they were adamant that the bauma had created the best prevailing conditions for all objectives.

Mining and Tunnelling Segment

In keeping with the large number of exhibitors – more than 500 companies – in the Mining sector, trade visitors are offered a wide range of new and further developed machines and equipment. These include articulated skips and dumpers, powerful wheel loaders, trailers for transporting building materials, large hydraulic excavators, special tunnel excavators, belt conveyor systems, the next generation of cleaner motor technology, complying with stricter emission regulations, which can also provide better performances and torques, preparation solutions along the entire chain from crushing by way of classifying, materials handling, storage and washing right up to dewatering, efficient separation plants for fluid-supported excavation in the field of tunnelling, micro-tunnelling, HDD and constructing diaphragm walls and of course, tunnel boring machine technology including deep drilling units as well as drilling rigs for vertical and inclined shafts.

www.bauma.de

USA

World Tunnel Congress 2016 in San Francisco

Der World Tunnel Congress (WTC) ist jedes Jahr einer der wichtigsten Termine für Tunnelbau-Fachleuten aus Industrie, Verbänden und Wissenschaft. 2016 wird der Kongress an der Westküste der Vereinigten Statten stattfinden, wo sich die Fachwelt vom 22. bis zum 28. April in San Francisco zusammenfinden wird. Gastgeber des WTC ist die Underground Construction Association of SME (UCA of SME).

Für den Kongress verspricht die UCA of SME: eine größere Ausstellung, ein umfangreicheres Vortragsprogramm und eine größere Anzahl an Besuchern – für die 28 000 m² Veranstaltungsfläche im Moscone Center und das nahegelegene Marriott Marquis Hotel bereitstehen. Die Gastgeber erwarten zum Kongress sowie zur Fachausstellung etwa 2500 Besucher.

Zusammen mit dem ITA-Vorstand bereitet das WTC-Organisationskomitee die Eröffnungsveranstaltung vor. Dort wird Prof. Peter K. Kaiser von der Bharti School of Engineering, Laurentian University, Sudbury, Ontario (Kanada) die diesjährige Muir-Wood Lecture halten.

USA

World Tunnel Congress 2016 in San Francisco

The World Tunnel Congress is the world's premier tunneling event and in 2016 it is being held in one of the United States' premier cities. This year's WTC will be held 22–28 April in San Francisco, California. It is organized by the Underground Construction Association of SME (UCA of SME) In 2016 there will be more exhibits, more technical sessions and more attendees, all coming together in a central location at the 28 000 m² Moscone Center and the adjacent Marriott Marquis Hotel. The hosts expect about 2500 visitors to attend the congress and the exhibition.

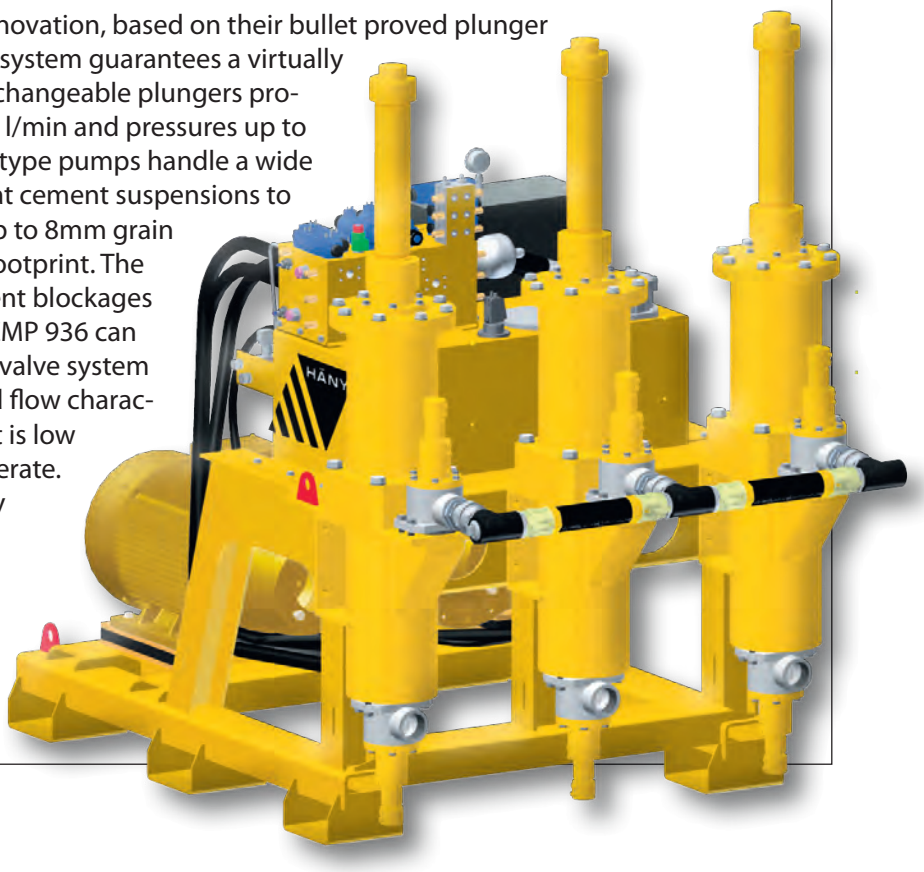
Together with the ITA ExCo, the WTC OC is preparing the details of the Opening ceremony. including the Muir Wood Lecture from Prof. Peter K. Kaiser, Bharti School of Engineering, Laurentian University, Sudbury, Ontario, Canada. On Tuesday morning, 26 April, the Open Session will be dedicated to Industry Advances, on Wednesday morning, 27 April, a session prepared by ITAtech Committee will deal with "how connected objects and big data are changing the tunnelling industry" and on Monday afternoon, 25 April, a session will be dedicated to BIM in tunnelling. During the three days of the

Anzeige

World Novelty

ZMP 936 Grout Pump

The ZMP 936 is Häny's latest innovation, based on their bullet proved plunger pump design. The triple pump system guarantees a virtually pulsation free grout flow. Interchangeable plungers provide flow rates exceeding 1000 l/min and pressures up to 100bar. The low-wear plunger type pumps handle a wide variety of grout mixes from neat cement suspensions to backfill mortars with sand of up to 8mm grain size. The ZMP 936 has a small footprint. The robust gravity ball valves prevent blockages and are easy to maintain. The ZMP 936 can be equipped with a controlled valve system for applications with optimized flow characteristics. The new development is low maintenance and simple to operate. The latest hydraulic technology ensures high energy efficiency.



In Kroatien nahmen Michael Smithson (links, Vorsitzender des WTC-OK) und William Edgerton (Mitte, Vorsitzender UCA of SME) für den WTC 2016 die ITA-Flagge von Davorin Kolić (Präsident ITA-Kroatien) entgegen

Last year in Dubrovnik: Davorin Kolić (on the right), President of ITA Croatia, handed over the ITA flag to Mike Smithson (on the left, WTC 2016 ExCo) and William Edgerton (UCA of SME Chair)

Am 26. April, wird sich die Öffentliche Fachsitzung dem Thema der industriellen Entwicklung widmen; eine vom ITAtech-Komitee vorbereitete Sitzung trägt den Titel „How connected objects and big data are changing the tunnelling industry". Am 25. April wird sich zudem eine Sitzung mit dem Thema des BIM im Tunnelbau befassen. Im Verlauf der drei Konferenztage sollen180 Vorträge in fünf parallelen Blöcken geboten werden, mit englischer und spanischer Simultanübersetzung.
Die ITA Mitgliederversammlung wird am 24. April, sowie am 27. April stattfinden; dafür sidn jeweils Simultanübersetzungen in Englisch und Französisch vorgesehen.

Anzeige

MAT Mischanlagentechnik BAUER Group

Slurry handling equipment from one source

Solids Separation and Bentonite Mixing for Tunneling

MAT Mischanlagentechnik is a branch office of BAUER Maschinen GmbH and manufacturer of plants and systems that are suitable for mixing, pumping, and separation of mineral slurries. The product range comprises separation plants, screening machines, hydrocyclones, decanter centrifuges, flocculation units, thickeners, pump packages, batch and continuous mixers, and injection plants for bentonite slurries and other fine-grained solids suspensions.
Founded in 1990 and ISO 9001-2008 certified, MAT develops, produces and supplies high-quality separation, mixing, and materials handling equipment that proves efficiency, reliability, performance and return on investment for customers in a variety of industries around the world, particularly in the fields of tunneling, mining, and specialist foundation engineering.

MAT

conference, 180 papers will be presented during 5 parallel technical sessions, available in English and in Spanish translation.
The ITA General Assembly will be held on Sunday, 24 April, and on Wednesday, 27 April. It will be available in English and in French translation.

Weitere Informationen zum Veranstaltungsprogramm sowie Gelegenheit zur Registrierung und Hotelreservierung finden sich auf der Website des WTC 2016.

For more information about the event, registration and hotel reservation visit the website of the World Tunnel Congress 2016.

www.wtc2016.us

Mehr Besucher, mehr Fachvorträge und eine größere Ausstellung versprechen die Organisatoren von der UCA of SME für den World Tunnel Congress 2016 in San Francisco

More exhibits, more technical sessions and more attendees – the UCA of SME promises a "big" World Tunnel Congress 2016 in San Francisco

Anzeige

Herrenknecht

Herrenknecht präsentiert sich auf dem World Tunnel Congress als Pionier im maschinellen Tunnelbau. Weltweit werden mit Herrenknecht Tunnelvortriebstechnik moderne Tunnelbauwerke sicher und zuverlässig erstellt. Als größte TBM der Welt, mit 17,6 m Durchmesser, bohrt in Hongkong ein Mixschild einen Straßentunnel zur Anbindung des Internationalen Flughafens. Im Projekt Eurasiatunnel unterquert eine Herrenknecht-TBM den Bosporus in bis zu 106 m Tiefe und verbindet Asien mit Europa. 21 Herrenknecht-EPB-Schilde bohren gleichzeitig für den Bau der Doha Metro. Beim ökologischen Umbau des Emscher-Systems vertrauen Bauunternehmen auf Premium-Vortriebstechnik von Herrenknecht. Für den Abwasserkanal Emscher verlegen 4 EPB-Schilde und 5 AVN-Maschinen, mehr als 50 km Rohrleitungen. Sicher, schnell und präzise.

On the occasion of the World Tunnel Congress Herrenknecht presents itself as the pioneer in mechanized tunnelling. As the largest TBM in the world, with a diameter of 17.6 m, in Hong Kong a Mixshield is excavating a road tunnel for the connection of the International Airport. For the Eurasiatunnel Project a Herrenknecht TBM is crossing the Bosporus strait in depths of up to 106 m and connects Asia with Europe. 21 Herrenknecht EPB Shields are tunnelling simultaneously for the construction of the Doha Metro. In the German Ruhr area River Emscher ecological restoration project, construction companies rely on Herrenknecht tunnelling technology. In the main project, the Emscher Sewage Tunnel, 4 EPB Shields and 5 AVN Machines are installing more than 50 km of new pipelines. Fast, precise and safe.

HERRENKNECHT
Tunnelling Systems

Italien/Messe

ExpoTunnel – Fachmesse für Tunnelbau in Bologna

Vom 19. bis zum 21. Oktober 2016 wird in der italienischen Universitätsstadt Bologna die dritte Auflage der Messe ExpoTunnel stattfinden. Die Fachveranstaltung widmet sich erneut den zentralen Themen des Tunnelbaus und der Technologie des Untertagebaus. Die Expo bietet dabei eine Plattform für den professionellen Austausch, die Präsentation neuester Erkenntnisse und nicht zuletzt auch Gelegenheit, neue Kontakte zu knüpfen und bestehende Geschäftsbeziehungen zu vertiefen.

Innerhalb weniger Jahre hat sich die ExpoTunnel in Italien als wichtiger internationaler Branchentreffpunkt etabliert, in dessen Rahmen beispielhafte Projekte und Techniken in den Fokus gestellt und diskutiert werden und die Veranstalter auch maßgeschneiderte Seminare abhalten. Weltweit operierende Ingenieurbau-Unternehmen und Planer, behördliche Vertreter sowie Maschinenbauer, Gerätehersteller und Dienstleister aus dem Untertagebausektor finden auf der ExpoTunnel zusammen.

Die Liste der Unterstützer der Messe beinhaltet international bedeutende Unternehmen, darunter Anas, Astaldi, BASF Construction

Italy/Trade Fair

ExpoTunnel – the Tunnel Technologies Exhibition in Bologna

From October 19 to 21, 2016, the third edition of the trade fair ExpoTunnel will take place in Bologna, Italy. The underground technologies exhibition will present key themes of tunnelling and underground construction and provide opportunities for exchanging views and deepening knowledge in this field of work and to establish and consolidate business relations.

Italy is among the countries that count the highest number of tunnels in the world. Within a few years, ExpoTunnel has become an important meeting point of the international market by highlighting tunnelling excellence, promoting areas of discussion on major themes and tailoring training sessions. Global engineering companies, professionals, representatives of national and regional government agencies, dealers and distributors of machinery and equipment for complex infrastructure works have their exclusive meeting point at ExpoTunnel.

The list of promoters of the exhibition is composed of international successful companies: Anas, Astaldi, BASF Construction Chemicals Italia, C.G.T./Caterpillar, Herrenknecht, Impregilo, Mapei, Milano

Innovativer – Kompetenter – Zuverlässiger

Gemeinsam stärker
im Tunnelbau

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

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

TechnoBochum
DAS Original
- Kompetenz seit über 25 Jahren -

Salweidenbecke 21
44894 Bochum, Germany
Tel. +49 (0)2 34/5 88 73-73
Fax +49 (0)2 34/5 88 73-10
info@techno-bochum.de
www.techno-bochum.de

TechnoBochum

MAXIMISING
BELT CONVEYOR
PRODUCTIVITY

Increase Uptime
Flexco® Rivet Hinged Belt Fastening System
For the most demanding material handling applications.

Increase Uptime
Flexco® Bolt Solid Plate Fastening System
Strong, sift-free splices with superior holding ability.

Reduce Belt Slip
Flex-Lag® Ceramic Lagging
Prevents belt slip and extends the belt and pulley life.

Reduce Carryback
Mineline® MMP Medium-Duty Precleaner
Optimal belt cleaning without an aggressive, heavy-duty belt cleaner.

Visit us!
Hall B2
Stand 251

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

Flexco Europe GmbH
Leidringer Strasse 40-42
D-72348 Rosenfeld
Tel.: +49/7428-94060
Fax: +49/7428-9406260
europe@flexco.com

FLEXCO
Partners in Productivity

www.flexco.com

Chemicals Italia, C.G.T./Caterpillar, Herrenknecht, Impregilo, Mapei, Milano Serravalle Milano Tangenziali, Bekaert Maccaferri, P.M.&E., R.F.I., Rocksoil, Seli Overseas, Spea Engineering und Trevi.

Jährliche Konferenz der italienischen Tunnelbauvereinigung SIG

Darüber hinaus kooperiert die ExpoTunnal auch mit der italienischen Tunnelbauvereinigung SIG, die als offizielles Mitglied der ITA ihre jährliche Konferenz im Rahmen der Messe in Bologna abhalten wird und einen Einblick in die Arbeit an den derzeitigen öffentlichen Großprojekten und Infrastuktur-Planungen geben kann.
Die ExpoTunnel wartet in Zusammenarbeit mit Partnern aus Forschung und Institutionen mit einer weiteren Konferenz auf: diese Veranstaltung soll den multimodalen Verkehrskorridor zwischen Italien und der Schweiz thematisieren, der Bestandteil des Rhein-Alpen-Korridors ist. Ausgehend von der diesjährigen Eröffnung des Gotthard-Basistunnels sollen die wirtschaftlichen Zusammenhängen der Infrastrukturentwicklung ebenso aufgezeigt werden, wie planerische und bautechnische Aspekte.

Serravalle Milano Tangenziali, Bekaert Maccaferri, P.M.&E., R.F.I., Rocksoil, Seli Overseas, Spea Engineering, Trevi.

Annual Conference of the Italian Tunnelling Society

Furthermore, ExpoTunnel can count on the collaboration of the Italian Tunnelling Society (SIG), official member of ITA, that will realize its annual conference during the event to offer an opportunity to reflect on major public works and proper land management.
During ExpoTunnel a conference about the multi modal corridor between Italy and Switzerland, part of the Rhine-Alp corridor will take place. It will be organized with the partnership of important international institutions and universities. Starting from the opening of the new Gotthard Base Tunnel in Switzerland, it will illustrate the economic developments of the infrastructure as well as the engineering and construction issues.

www.expotunnel.it

Sicherheit über Kopf
GECEDRAL® – Top-Performance im Vortrieb
Starke Leistung und gesicherte Ergebnisse mit hoher Qualität

GECEDRAL®
Erstarrungsbeschleuniger
SILIPHOS®
Gegen Versinterungen in Drainagen
GILUFLOC®
Tunnelabwasser-behandlung
FERROSOLF®
Staubbindung

Mit GECEDRAL®, unserem patentierten alkalifreien Abbindebeschleuniger für Spritzbeton, sind Sie auf der „sicheren Seite“ – mit sicherem Ergebnis über Kopf, gesicherter Vortriebsleistung und hoher Qualität.

Kurita Europe APW GmbH
Germany
AlSales@kurita.eu
Besuchen Sie uns: www.kurita.eu

KURITA
efficiency for industry

Deutschland/Messe

InnoTrans 2016: Über 100 Prozent der Ausstellungsfläche nachgefragt

Die Messe InnoTrans startet vielversprechend ins Veranstaltungsjahr 2016. „Mit Ablauf der Anmeldefrist sind über 100 Prozent der Ausstellungsfläche angefragt. Die erfreulich hohe Nachfrage übersteigt die Kapazitäten unseres Messegeländes bei Weitem. Wir arbeiten mit Hochdruck daran, möglichst allen Ausstellern ihre Teilnahme zu ermöglichen, wobei es erstmals sein könnte, dass nicht alle Anmeldungen berücksichtigt werden können", sagt InnoTrans-Projektleiterin Kerstin Schulz.

Die InnoTrans ist die internationale Leitmesse für Schienenverkehrstechnik, die alle zwei Jahre in Berlin stattfindet. Mehr als 133 000 Fachbesucher aus 146 Ländern informierten sich auf der Messe 2014 bei über 2700 Ausstellern aus 55 Ländern über die Innovationen der globalen Bahnindustrie. Zu den fünf Messesegmenten der InnoTrans zählen Railway Technology, Railway Infrastructure sowie Public Transport, Interiors und Tunnel Construction. Veranstalter ist die Messe Berlin. Die elfte InnoTrans findet vom 20. bis zum 23. September 2016 auf dem Berliner Messegelände statt.

Erfreulich liest sich auch die Teilnehmerliste der Eröffnungsveranstaltung am 20. September. Rund neun Monate im Vorfeld hat Violeta Bulc, EU-Kommissarin für Verkehr, ihre Reise nach Berlin bereits angekündigt. Die nationale Politik erscheint mit dem Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur, Alexander Dobrindt, sowie dem Regierenden Bürgermeister von Berlin, Michael Müller. Mit dabei sind unter anderem auch Dr. Rüdiger Grube, Vorstandsvorsitzender der Deutschen Bahn AG, und Jürgen Fenske, Präsident des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV).

InnoTrans
Internationale Fachmesse für Verkehrstechnik
20.–23.09.2016

Germany/Trade fair

InnoTrans 2016: more than 100 % of the Exhibition Space requested

The German trade fair InnoTrans has made a promising start to the event year 2016. "With the expiry of the registration deadline, more than 100 percent of the exhibition space had been requested. The high demand is good news and exceeds the capacity of our exhibition area by far. We are working intensively to enable almost all exhibitors to take part, although it could be the first time that not all registrations can be confirmed," said InnoTrans project manager Kerstin Schulz.

The InnoTrans is the leading international trade fair for transport technology and takes places every two years in Berlin. More than 133 000 specialist visitors from 146 countries attended in 2014 and were able to inform themselves about innovations in the global rail industry from 2700 exhibitors from 55 countries. The five segments of the InnoTrans are Railway Technology, Railway Infrastructure, Public Transport, Interiors and Tunnel Construction. The event is organised by the Messe Berlin. The eleventh InnoTrans will take place from 20 to 23 September 2016 at the Berliner Messe.

The list of participants for the opening ceremony on 20 September is also good news. About nine months in advance, Violeta Bulc, the EU transport commissioner, has already announced she will travel to Berlin. German politics will be represented by the Federal Minister for Transport and Digital Infrastructure, Alexander Dobrindt, and the mayor of Berlin, Michael Müller. Also attending will be Dr. Rüdiger Grube, Chairman of German Railways DB and Jürgen Fenske, president of the association of German transport organisations (VDV e. V.).

www.innotrans.de

BRUGG CONTEC
Strong fibers.
Concrix
THE alternative to steel fibers: more than 1'000 Joule with less than 4 kg/m³
Reduces reinforcement costs. No corrosion. No creeping. With structural calculation.
www.bruggcontec.com

Deutschland

Verstärkung der Geschäftsführung von Zetcon Ingenieure

Quelle/credit: Zetcon Ingenieure

Seit dem 1. Januar 2016 verstärkt Christian Kotz-Pollkläsener (rechts) neben Ulrich Pöggeler die Geschäftsführung von Zetcon Ingenieure

Since 1 January 2016, Christian Kotz-Pollkläsener (right) has reinforced the board of Zetcon Ingenieure alongside Ulrich Pöggeler

Seit dem 1. Januar 2016 verstärkt Dipl.-Ing. Christian Kotz-Pollkläsener (45) neben Dipl.-Ing. Ulrich Pöggeler die Geschäftsführung des deutschen Ingenieursunternehmens Zetcon Ingenieure. Kotz-Pollkläsener ist verantwortlich für den technischen Bereich und die Tochtergesellschaften IBOS (Institut für Betontechnologie und Oberflächenschutz) und Zetcon Development. Er verfügt über langjährige Erfahrungen in der Bauwerksprüfung, Instandsetzungsplanung und Qualitätsüberwachung, ist seit 2008 für das Unternehmen tätig und war Prokurist und Mit-Gesellschafter bevor er zum Geschäftsführer ernannt wurde. „Wir haben ehrgeizige Ziele und Pläne", sagt Christian Kotz-Pollkläsener, „Die Zeichen stehen auf Expansion."

Zu Beginn dieses Jahres wurde aus dem etablierten Ingenieursunternehmen Zerna Baumanagement im Zuge einer strategischen Neuausrichtung Zetcon Ingenieure. Das Unternehmen mit Hauptsitz in Bochum und über 300 Mitarbeitern greift auf eine vierzigjährige Erfahrung zurück. Zu den aktuell größten betreuten Projekten gehören die Wehrhahn-Linie Düsseldorf, Netzausbau 50Hertz und Stuttgart 21.

Germany

Reinforcement for the Board of Zetcon Ingenieure

Since January 2016, Dipl.-Ing. Christian Kotz-Pollkläsener (45) has reinforced the board of the German consultant Zetcon Ingenieure alongside Dipl.-Ing. Ulrich Pöggeler. Kotz-Pollkläsener is responsible for the technical field and the subsidiaries IBOS (Institut für Betontechnologie und Oberflächenschutz) and Zetcon Development. He has many years of experience in the testing of building structures, refurbishment design and quality supervision, has been active for the company since 2008 and was procurist and partner before being appointed as a director. "We have ambitious targets and plans", says Christian Kotz-Pollkläsener, "the signs are set for expansion."

At the start of this year, the established engineering consultant Zerna Baumanagement underwent a strategic realignment and became Zetcon Ingenieure. The company can call on forty years of experience, with their largest recent projects including the Wehrhahn Line in Düsseldorf, Netzausbau 50Hertz and Stuttgart 21.

ALBATROS

ALBATROS ENGINEERING GMBH
Rohrbacherstrasse 6 · A-4175 Herzogsdorf - Austria
Tel.: +43-7232 / 34552-0
Fax: +43-7232 / 34552-213
E-Mail: office@alba.at · Internet: www.alba.at

SONDERMASCHINENBAU – BAUMASCHINENHANDEL

FOR SALE:

- 1 pc. Jumbo, ATLAS COPCO, Rocket Boomer L3C, 2002
- 2 pc. Jumbo, ATLAS COPCO, Rocket Boomer L2C, 2004
- 2 pc. Jumbo, ATLAS COPCO, Boomer WL3C, 2006
- 1 pc. Jumbo, DEILMANN-HANIEL, BTRL2, 2003
- 1 pc. Shotcrete Mobile, ALIVA, AL 500, 2003
- 3 pc. Mobile spraying unit, ALIVA, AL403, 2003
- 1 pc. Concrete spraying machines, ALIVA, AL 263, 2006
- 1 pc. Concrete spraying machines, ALIVA, AL285, 1999
- 1 pc. Side dump loader, DEILMANN-HANIEL, L513SD, 2004
- 1 pc. Surface drill rig, BÖHLER, TC 115, 1996
- Compressors, Ventilation,.....

Österreich

Dürr übernimmt elektrotechnische Ausstattung des Gleinalmtunnels

Die Arbeiten für den Neubau der zweiten Röhre des 8,3 km langen Gleinalmtunnels in Österreich laufen bereits seit November 2013. Im Dezember 2015 erteilte die ASFINAG den Zuschlag für die elektrotechnische Ausstattung des Autobahntunnels an die Dürr Austria GmbH. Der Auftrag umfasst unter anderem Lüftung, Beleuchtung, Videoanlage und Notrufsysteme. Der Auftragswert beträgt 30 Millionen Euro.

Derzeit werden in der Neubauröhre die Innenschale und die Zwischendecke betoniert. Die Arbeiten der elektrotechnischen Ausrüstung in der Neubauröhre beginnen im September 2016, die Betriebsfreigabe im Gegenverkehr in dieser Röhre ist für Sommer 2017 vorgesehen. Anschließend startet die bauliche Generalsanierung des 1978 eröffneten Bestandstunnels. Bis zum Ende März 2019 werden beide Röhren sowohl baulich als auch hinsichtlich der gesamten elektrotechnischen Ausstattung sowie der Sicherheitseinrichtungen an den modernsten Stand der Technik angepasst. Die Arbeiten beinhalten auch die Errichtung von 34 neuen Querschlägen (acht befahrbare und 26 begehbare

Austria

Dürr to undertake the electrical equipment of the Gleinalm Tunnel

The works for the new construction of the second bore of the 8.3 km long Gleinalm Tunnel in Austria have already been under way since November 2013. In December 2015, the ASFINAG awarded the contract for the electrical works in the road tunnel to Dürr Austria GmbH. The contract includes ventilation, lighting, video surveillance and emergency call systems, with a value of 30 million euros.

Currently the inner lining and the intermediate slab are being concreted. The installation of electrical equipment in the is to start in September 2016, and the new bore is due to be opened for operation with two-way traffic in summer 2017. This will be followed by the general refurbishment of the original bore. By early 2019, both bores should be fully refurbished and up to the latest state of the technology regarding the entire electrical installation and safety equipment. The works also include the construction of 34 new cross-passages (eight for vehicles and 26 for pedestrians) as well as the installation of the new AKUT tunnel safety system The total cost of the new construction of the second bore and the general refurbishment of the original bore of the Gleinalm Tunnel amount to about 250 million euros.

Der beste Tunneldumper seiner Klasse!

Bergmann 5025PLUS Dumper

- Nutzlast von 25 Tonnen
- Motorleistung 194 kW
- Verbrauch von 14 L/h
- Drehsitz mit Logikschaltung
- Arbeitsgeschwindigkeiten von 40 km/h vorwärts und 30 km/h rückwärts

Weitere Informationen unter:
www.bergmann-dumper.de

OFFENSIVE BERGMANN SICHERHEIT

Kraftvoll. Erfahren. Persönlich.

BERGMANN

Fluchtwege) sowie die Installierung des neuen Tunnelsicherheitssystems AKUT, das sogenannte akustische Tunnelmonitoring. Die Gesamtkosten des Neubaus der zweiten Röhre und der Generalsanierung der Bestandsröhre des Gleinalmtunnels betragen etwa 250 Millionen Euro.

Quelle/credit: ASFINAG

Die Portale des Gleinalmtunnels befinden sich bereits im Bau; das Bild zeigt eine Visualisierung des Gewinnerentwurfs aus dem Gestaltungswettbewerb

The portals of the Gleinalm Tunnel are currently under construction; the image above shows the winning concept of the design contest

marti technik

We understand our business

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

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

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

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

Marti Technik AG Lochackerweg 2 CH-3302 Moosseedorf
Fon +41 31 858 33 88 Fax +41 31 858 33 89 info@martitechnik.com

www.martitechnik.com

Brandbemessung bei der Planung des Steinbühltunnels

Auf Grundlage der Richtlinie (Ril) 853 der Deutschen Bahn wurde für die Innenschale des Steinbühltunnels der Nachweis des rechnerischen Brandschutzes durchgeführt. Erste Berechnungen hatten zum Ergebnis, dass zur Begrenzung der Betonabplatzungen eine außervertragliche Leistung durch Verwendung einer Betonrezeptur mit PP-Fasern erforderlich wäre. Von Auftraggeberseite wurden daher zusätzliche rechnerische Nachweise für den Brandfall als „second opinion" durchgeführt. Diese hatten zum Ergebnis, dass unter Ausnutzung möglicher Optimierungsfaktoren die erforderliche Brandsicherheit der Innenschale ohne PP-Fasern nachgewiesen werden kann.

Dimensioning Fire when Designing the Steinbühl Tunnel

Based on the Deutsche Bahn guideline (Ril) 853, verification of computational fire protection was undertaken for the inner shell of the Steinbühl Tunnel. Initial calculations had revealed that in order to confine concrete spalling, a non-contractual procedure calling for the application of a concrete mix with PP fibres would be required. As a result, additional computational verifications for fire incidents were undertaken on the part of the client as a "second opinion" for the case of fire. This culminated in proving that the inner shell can indeed be verified without PP fibres being applied by taking advantage of possible optimization factors.

Dipl.-Ing. Carsten Peter, Gesellschafter/Partner; **Dipl.-Ing. Peter Lis,** Projektingenieur/ Project Engineer;
IMM Maidl & Maidl Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG, Bochum, Deutschland/Germany
Dipl.-Ing., M. Eng. Michael Frahm, Teamleiter Tunnelbau, Abschnitt 2.2/Team Leader Tunnelling, Section 2.2 , Albaufstieg;
M. Sc. Larissa Langer, Projektingenieurin Tunnelbau, Abschnitt 2.2/ Project Engineer Tunnelling, Section 2.2, Albaufstieg;
DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH, Aichelberg, Deutschland/Germany

1 Einleitung

Als Teil des Großprojektes Stuttgart–Ulm beginnt der Albaufstieg als Mittelstück der Neubaustrecke Wendlingen–Ulm mit dem 8806 m langen Boßlertunnel, der an die beiden Filstalbrücken anschließt. Abgeschlossen wird der Albaufstieg mit dem Steinbühltunnel, welcher eine Länge von 4847 m aufweist [1].

Der Steinbühltunnel, der sicherheitstechnisch als Zweiröhrentunnel konzipiert ist, beginnt geographisch im Filstal bei Mühlhausen im Täle auf einer Höhe von 642 m ü. NN. Vom Portal Todsburg steigt er dann mit Neigungen von 17–24 ‰ zum Portal Hohenstadt um 105 Höhenmeter auf eine Höhe von 747 m ü. NN an **(Bild 1)**.

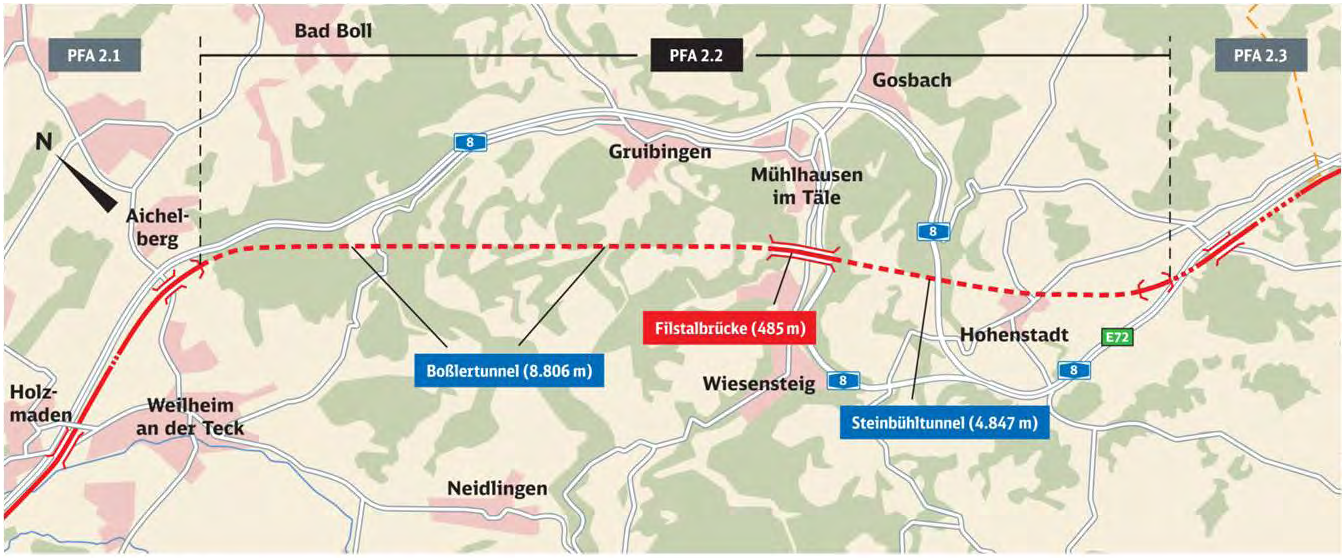
Die Vergabe der Tunnelbauarbeiten erfolgte im Oktober 2012. Der Anschlag des Spritzbetontunnels wurde am 6. Juni 2013 gefeiert; der erste Durchschlag erfolgte nach knapp 16 Monaten Vortrieb am 21. September 2015. Am Steinbühltunnel erfolgte der zyklische Sprengvortrieb aus einer 137 m langen und 60 m breiten Baugrube. Die Vortriebsarbeiten unterteilten sich von der Baugrube aus in zwei Vortriebsrichtungen: die sogenannten Südvortriebe, 430 m bzw. 440 m steigend in Richtung Portal Hohenstadt, und die Nordvortriebe, 4200 m fallend in Richtung des

1 Introduction

The„Albaufstieg" as the central section of the new Wendlingen–Ulm rail line – part of the major Stuttgart-Ulm project – starts with the 8806 m long Boßler Tunnel, which is linked with the two Filstal valley bridges. The Albaufstieg section concludes with the 4847 m long Steinbühl Tunnel [1].

The Steinbühl Tunnel, which is devised as a twin-tube structure for safety reasons, begins in the Filstal at Mühlhausen in the valley at a height of 642 m ASL. Then it rises from the Todsburg portal with a grade of 17–24 ‰ by 105 m to reach a height of 747 m ASL **(Fig. 1)**.

The tunnelling work was awarded in October 2012. The start-up of the shotcrete tunnel was celebrated on June 6, 2013; the first breakthrough took place after driving for barely 16 months on September 21, 2015. Cyclic driving was pursued for the Steinbühl Tunnel from a 137 m long and 60 m wide construction pit. The driving operations were split up in two directions starting from the pit: the so-called southern drives, 430 and 440 m long on the rise in the direction of Hohenstadt portal, and the northern drives, 4200 m long on the dip towards the Filstal. A drive on the rise from Filstal had to be precluded within the scope of the plan approval proceedings owing to a FFH



Quelle/credit: DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH

1 Übersichtslageplan PFA 2.2
General plan PFA 2.2

Filstales. Ein steigender Vortrieb aus Richtung des Filstales musste im Rahmen der Planfeststellung aufgrund eines FFH-Gebietes und eines durch die Baulogistik stark betroffenen Wohngebietes ausgeschlossen werden.

Seit Juni 2015 schreiten im Bereich des Südvortriebes die Innenschalenarbeiten mit Betonage der Sohlblöcke fort. Der vorliegende Artikel stellt zum einen die Herangehensweise bei Planung und Bau der Innenschale als auch die Erfahrungen beim Umgang mit der Brandbemessung der Innenschale auf Grundlage der Ril 853 und deren Aktualisierungen vor.

2 Geologie

Der Steinbühltunnel kommt ausschließlich im Weißjura zu liegen. Dieses ist vorwiegend durch Kalk- und Mergelgestein aufgebaut und gilt generell als verkarstungsfähig. Das bedeutet, dass im Zuge von Verwitterungs- und Lösungserscheinungen im Karbonatgestein Karststrukturen wie Höhlen oder Spalten entstehen. Diese können luft-, wasser- oder lehmgefüllt sein und Größen im Dezimeterbereich aber auch Ausmaße bis zu mehreren 100 m^3 erreichen. Große Karststrukturen sind eine tunnelbautechnische Herausforderung, da es zu Nachbrüchen oder Einstürzen solcher Strukturen kommen kann und die Verteilung des Gebirgsdrucks um den Tunnel herum in Verkarstungsbereichen nicht mehr gleichmäßig stattfindet. Für die Sicherheit während des Vortriebs sind daher Vorauserkundungen notwendig. Im Rahmen der Innenschalenplanung werden Lage und Größe von Karststrukturen berücksichtigt, und da wo es notwendig ist, wird die Dimensionierung der Bewehrung entsprechend angepasst. Auf diese Weise kann die Sicherheit für den späteren Eisenbahnbetrieb gewährleistet werden.

Vom südlichen Portal Hohenstadt aus durchteufte der fallende Vortrieb zunächst die miteinander verzahnt vorliegenden und stark verkarsteten Einheiten der gebankten Kalke des

nature protection area and a residential district strongly affected by the construction logistics.

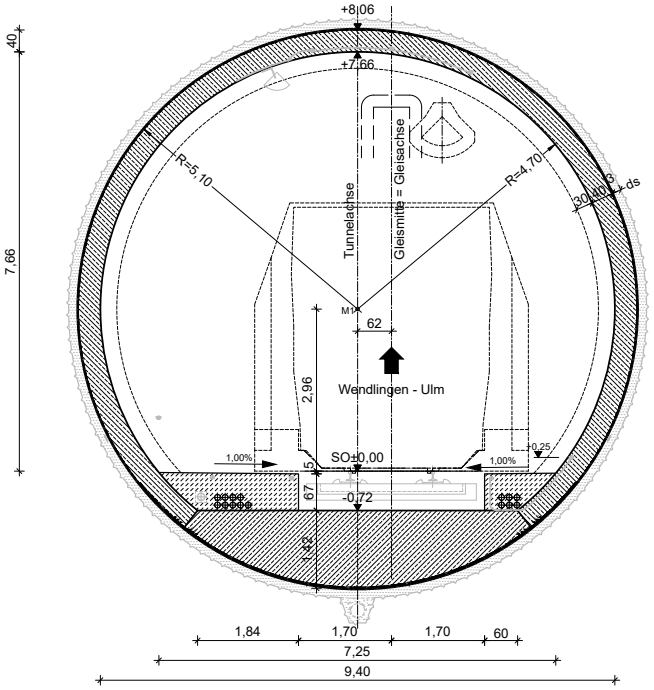
Since June 2015, the inner shell work together with the floor blocks being concreted has been progressing in the southern drives. This article firstly presents the approach adopted for designing and constructing the inner shell as well as the findings obtained when dealing with dimensioning fire in the inner shell based on Ril 853 and updated amendments.

2 Geology

The Steinbühl Tunnel is located solely in White Jura. This largely comprises limestone and marl and generally is regarded as karstificable. This signifies that karst structures such as caves or cleavages occur in the course of weathering and dissolution phenomena in the carbonate rock. They can be filled with air, water or loam and possess dimensions of only a few decimetres or are as much as several 100 m^3. Large karst structures represent a technical challenge to tunnelling, as such structures can crumble or cave in so that the rock pressure around the tunnel in the areas subject to karstification is no longer uniform. As a result, advance exploration must be undertaken to assure safety during the excavation. Within the scope of designing the inner shell, the location and size of karst structures are taken into account and the reinforcement is correspondingly adjusted whenever necessary. In this way, safety for subsequent rail operations can be assured.

From the Hohenstadt south portal the dipping drive first of all penetrates the interlinking and strongly karstified units of stratified limestones of the Kimmeridgium 2 (ki2) and those belonging to the Lower Reef Limestone Facies. The Kimmeridgium 1 (ki1) located underneath, which is largely non-karstified, reveals horizontal alternation comprising in part dolomitic limestones and lime/marl stones. In the Oxfordium 2 (ox2) evenly bedded limestones with intermittent marl

Kimmeridgiums 2 (ki2) und die der Unteren Massenkalkfazies. Das darunter liegende, weitestgehend unverkarstete Kimmeridgium 1 (ki1) zeigt eine horizontale Wechselfolge aus zum Teil dolomitisierten Kalksteinen und Kalk-/Mergelsteinen. Im Oxfordium 2 (ox2) unterliegen die gleichförmig gebankten Kalksteine mit Mergelzwischenlagen potentieller Verkarstung. Darunter befindet sich das Oxfordium 1 (ox1), das durch den Steinbühltunnel jedoch nicht berührt wird.



Quelle/credit: ARGE Tunnel Albaufstieg

2 Regelquerschnitt Tunnelröhre
Standard cross-section of the tunnel bore

3 Innenschalen planung und -ausführung

3.1 Planung

Die Innenschale des Steinbühltunnels **(Bild 2)** wird im Regelbereich mit einer Dicke von 40 cm und einer Betondruckfestigkeit C30/37 hergestellt. In den Bereichen der Verbindungsbauwerke wird die Dicke auf bis zu 60 cm und die Druckfestigkeit auf C35/45 erhöht.

Das Abdichtungssystem besteht aufgrund des Wasserdruckes von 4–6 bar aus einer wasserundurchlässigen Betonkonstruktion (WUBK) und einer 3 mm starken PVC-P-Kunststoffdichtungsbahn (KDB). An den Block- und Arbeitsfugen sorgen sechsstegige Fugenbänder mit integrierter Injektionsmöglichkeit für eine abschnittsweise Trennung der Blöcke, auch im Fall von Undichtigkeiten der KDB. Zusätzlich ist ein integriertes Prüf- und Injektionssystem zwischen Abdichtung und Innenschale vorhanden, das sich bei im Laufe der Nutzungsdauer auftretenden Undichtigkeiten in der KDB durch austretendes Wasser bemerkbar macht und entsprechende nachträgliche Injektionen ermöglicht.

In Bereichen mit lehmgefüllten Karststrukturen im Nahbereich der Tunnelröhren erfolgen separate Bemessungen der Innenschale in Form von standardisierten Anordnungen und Größen der Strukturen **(Bild 3)**. Diese haben teilweise verschiedene Bewehrungsanordnungen zur Folge, welche je Block auf Grundlage der Erkundungsergebnisse einzeln zugeordnet werden. Eine Karststruktur mittlerer Größe (Typ M: 1 $m^3 \leq V \leq 125\ m^3$) im Übergangsbereich von der Ulme zur Sohle bedingt beispielsweise eine erhöhte Biegebewehrung in der Sohle.

Die Arbeitsfuge zwischen Sohle und Gewölbe wurde im Steinbühltunnel aus statischen Gründen mit einer verzahnten Oberfläche und einem Winkel von 51° zur Horizontalen geplant. Aufgrund einer vereinfachten Herstellbarkeit ist diese zudem nur einlagig mittig bewehrt.

layers are potentially affected by karstification. The Oxfordium 1 (ox1) located underneath, is unaffected by the Steinbühl Tunnel.

3 Designing and Executing the Inner Shell

3.1 Designing

The Steinbühl Tunnel's inner shell **(Fig. 2)** is produced with a thickness of 40 cm and a concrete compressive strength of C30/37 in its standard section. In the vicinity of the connecting structures, the thickness is increased up to 60 cm and the compressive strength to C35/45. The waterproofing system consists of a watertight concrete structure and a 3 mm thick PVC-P sheet membrane on account of the 4–6 bar water pressure prevailing. Six-web joint strips with an integrated injection port cater for separating the blocks section-by-section, also effective in the event of the sealing membrane having leaks. In addition, an integrated test and injection system is present between the seal and inner shell, which indicates leaks occurring in the sealing membrane during the course of use through the discharge of water. This enables corresponding injections to be subsequently carried out.

In areas with karst structures filled with loam in the vicinity of the tunnel tubes, separate measurements of the inner shell in the form of standardized configurations and sizes of the structures are applied **(Fig. 3)**. These partially result in different reinforcement configurations, which are allocated individually per block based on the exploration results. A medium-size karst structure (Type M: 1 $m^3 \leq V \leq 125\ m^3$) in the transition area from the wall to the floor for instance, requires an increased bending reinforcement in the floor.

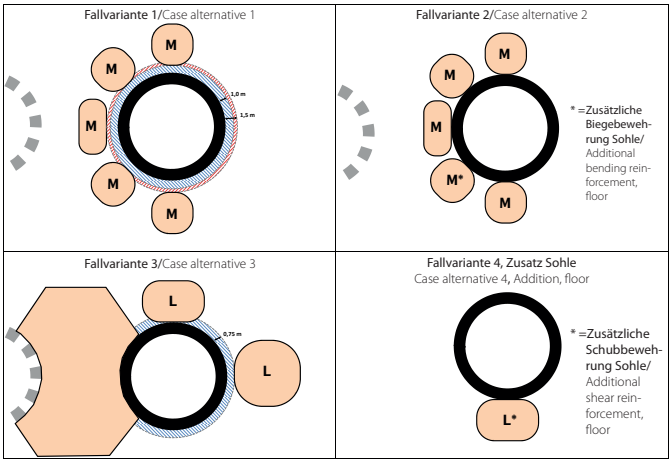
The working joint between the floor and vault was designed with a toothed surface and an angle of 51° to the horizontal in the Steinbühl Tunnel for structural reasons. On account of a simplified production process furthermore this only possesses a single layer of reinforcement at the centre.

3.2 Execution

The waterproofing work in the floor area is undertaken in keeping with Ril 853 [2], 50 m in advance of concreting. The distance can be increased to 150 m if a fire lane of at least 5 m in width is added. The waterproofing in the vault is carried out block-for-block with a gap of 12.50 m following a sealed block. In this way, the vault waterproofing is executed 150 m in advance.

3.2 Ausführung

Die Abdichtungsarbeiten erfolgen im Bereich der Sohle gemäß Ril 853 [2] mit einem Vorlauf auf die Betonage von 50 m. Der Vorlauf kann auf 150 m erweitert werden, wenn eine Brandschneise von mindestens 5 m Breite angeordnet wird. Im Gewölbe erfolgt die Abdichtung blockweise „auf Lücke", sodass auf einen abgedichteten Block eine Lücke von 12,50 m folgt. Auf diese Weise wird die Gewölbeabdichtung mit einem Vorlauf von 150 m ausgeführt.



3 Standardisierte Karstfälle für die statischen Berechnungen
Standardized karst cases for the static calculations

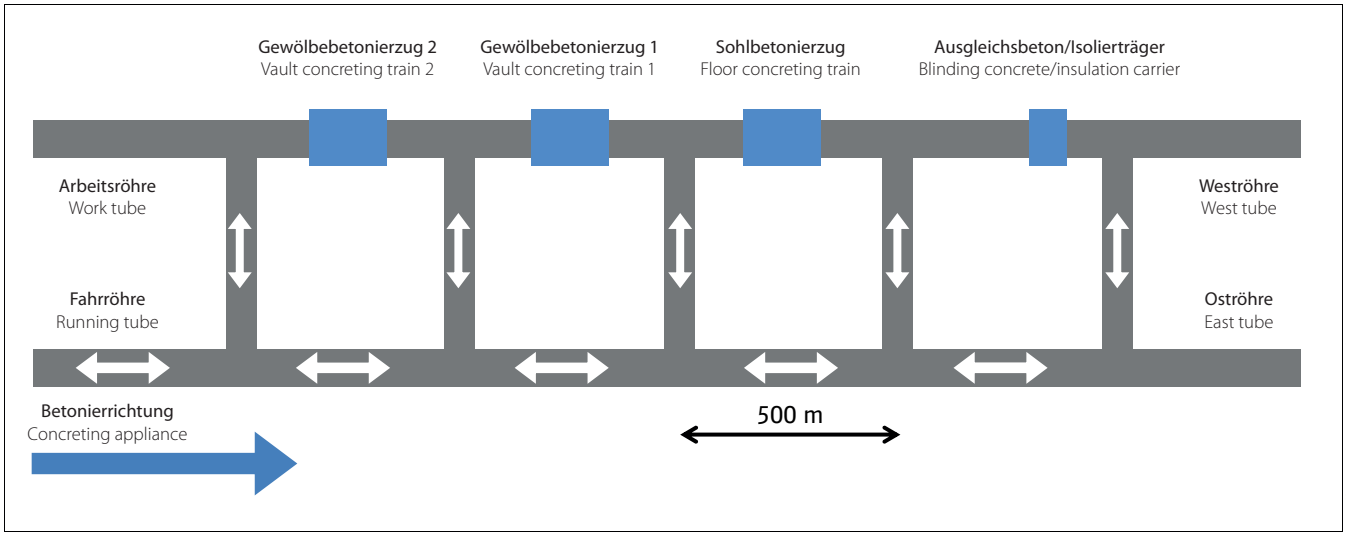
Die Betonage der Innenschale erfolgt fallend vom Portal Hohenstadt zum Portal Todsburg. Sowohl die Betonage der Sohle als auch die des Gewölbes erfolgt auf Lücke, sodass eine genaue Kontrolle der Blockfugen und eventuell erforderliche Nacharbeiten ermöglicht werden. Dies fördert die Qualität der Blockfugen. Der Sohlschalwagen erlaubt die Herstellung von täglich zwei Sohlblöcken durch die Anordnung von zwei separaten Schalungen. Über seitlich klappbare Schalelemente wird die Geometrie der Arbeitsfuge sowie die einlagig mittige Bewehrung realisiert. Vor dem Einbau der Gewölbebewehrung wird die Arbeitsfuge sandgestrahlt und gereinigt, sodass das Korngerüst des Sohlbetons freigelegt und die Schubkraftübertragung in der Fuge ermöglicht wird.

Im Gegensatz zur Sohle erfolgt die Betonage des Gewölbes mit zwei unabhängigen Betonierzügen, die jeweils einen Block abdichten, bewehren, betonieren und nachbehandeln. Zwischen den einzelnen Betonierzügen befindet sich zur Materialandienung ein

Concreting the inner shell takes place on the dip from the Hohenstadt portal to the Todsburg portal. Concreting of the floor as well as the vault is executed with gaps so that exact control of the block joints and any follow-up work that might be necessary are possible. This enhances the quality of the block joints. The floor formwork car allows two floor blocks per day to be produced thanks to the arrangement of two separate formworks. The geometry of the working joint as well as the single-layer central reinforcement is tackled using shuttering elements that fold at the side. Prior to installing the vault reinforcement, the working joint is sand-blasted and cleaned so that the floor concrete's granular structure is exposed and the transference of shear force in the joint facilitated.

In contrast to the floor, concreting of the vault is undertaken using two independent concreting trains, each of which seals, reinforces, concretes and finishes a block. A cross-passage between the individual concreting trains, is used for supplying material, which can also serve as an evacuation route in case of an accident, without having to pass through the individual concreting trains **(Fig. 4)**. After the vault is concreted the joint strip in the roof area is grouted with fresh concrete using finishing hoses to ensure every block is securely embedded.

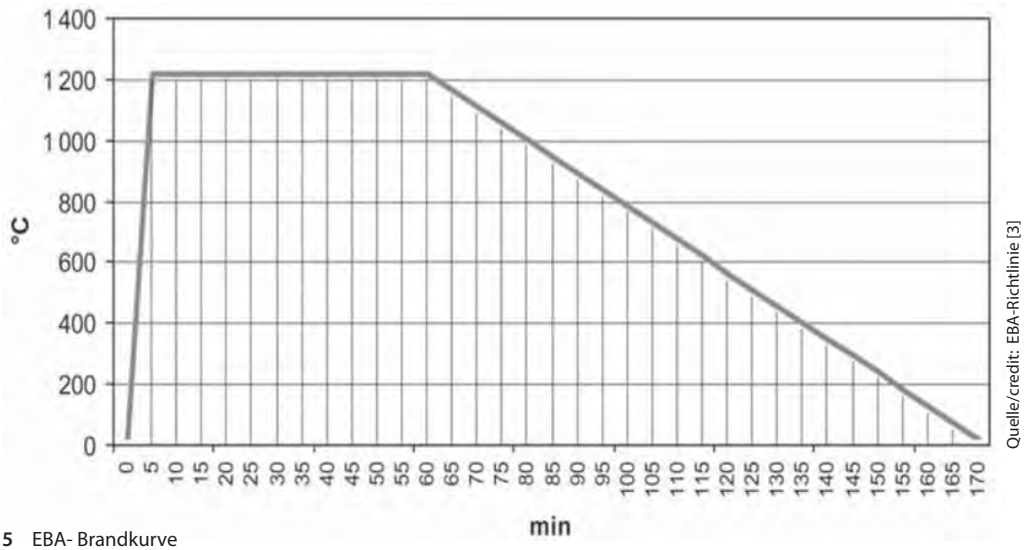
As opposed to the requirement contained in the Ril 853 [2] ruling that annular gap grouting is possible 28 days after concreting, in the case of the Steinbühl Tunnel this is accomplished after 56 days at the earliest. The concrete's shrinking process has become further advanced at this point in time so that grouting becomes more effective.



Quelle/credit (2): DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH

4 Schematische Bauabfolge
Schematic construction cycle

Verbindungsbauwerk, das im Fall eines Unfalles auch als direkter Rettungsweg genutzt werden kann, ohne durch die einzelnen Betonierzüge fahren zu müssen **(Bild 4)**.
Nach erfolgter Gewölbe-Betonage wird das Fugenband im Firstbereich zur lückenlosen Einbettung über Nachbetonierschläuche frisch in frisch mit Zement verpresst. Gegenüber der Forderung der Ril 853 [2], bei der die Firstspaltverpressung bereits 28 Tage nach dem Betonieren möglich ist, erfolgt diese beim Steinbühltunnel erst nach frühestens 56 Tagen. Der Schwindprozess des Betons ist zu diesem Zeitpunkt weiter vorangeschritten, wodurch ein höherer Verpresserfolg erreicht werden kann.



Quelle/credit: EBA-Richtlinie [3]

5 EBA- Brandkurve
EBA fire curve

4 Brandbemessung

4.1 Allgemeines

Der bauliche Brandschutz für Eisenbahntunnel ist in der Ril 853 [2] und der EBA-Ril [3] geregelt. Bis zur Einführung der 6. Aktualisierung der Ril 853 im Jahr 2012 konnte bei Tunneln mit einer Gewölbeinnenschale aus Ortbeton bei Einhaltung von konstruktiven Mindestanforderungen (Mindestdicke Innenschale, Mindestbewehrung, Betondeckung nom c = 6 cm) auf einen Nachweis der Standsicherheit für den Brandfall verzichtet werden. Mit Fortschreibung der Ril 853 [2] sind seit der 6. Aktualisierung für Tunnel mit Innenschalen aus Ortbeton Regelungen zum Nachweis des baulichen Brandschutzes enthalten. Als Brandeinwirkung ist die EBA-Brandkurve gemäß **Bild 5** anzusetzen.
Der Nachweis des baulichen Brandschutzes muss gemäß Ril 853 [2] entweder über Großbrandversuche oder rechnerisch erbracht werden. Der rechnerische Nachweis ist dabei im Rahmen einer außergewöhnlichen Bemessungssituation mit dem „Allgemeinen Rechenverfahren" der DIN EN 1992-1-2 [4] zu führen. Beim Nachweis nach dem Allgemeinen Rechenverfahren wird im ersten Schritt mit einer thermischen Analyse die zeitabhängige Temperaturverteilung im Bauteil aufgrund der Brandeinwirkung bestimmt. Bei der anschließenden mechanischen Analyse werden die resultierenden Zwängungen aus der Temperaturverteilung der thermischen Analyse mit den maßgebenden Gebrauchslastfällen (Kaltbemessung) überlagert; daraus lassen sich dann die maßgebenden Schnittgrößen berechnen. Bei den Berechnungen werden die nichtlinearen, temperaturabhängigen Materialeigenschaften des Stahlbetons berücksichtigt.
Das maßgebliche Schadensbild aus einer Brandeinwirkung bei Stahlbetontragwerken sind Betonabplatzungen – mit entsprechenden Auswirkungen auf die Standsicherheit. Die möglichen

4 Fire Safety Design

4.1 General

Structural fire protection for rail tunnels is regulated in the Ril 853 [2] and the EBA-Ril [3]. Until the 6th revision of the Ril 853 was introduced in 2012, there was no need for proof of stability in case of fire for tunnels with a vault inner shell made of in situ concrete providing the structural minimal requirements (minimal thickness of inner shell, minimal reinforcement, concrete thickness nom c = 6 cm) were adhered to. After the Ril 853 [2] was updated, the 6th revised edition contains regulations governing proof of structural fire protection for tunnels with inner shells made of in situ concrete. The EBA fire curve according to **Fig. 5** is applied for the fire impact.
Proof of structural fire protection must according to Ril 853 [2] be provided by means of major fire tests or by theoretical means. Computational verification has to be accomplished within the scope of an exceptional dimensioning situation using the "General Calculating Method" contained in DIN EN 1992-1-2 [4]. For verification in keeping with the General Calculation Method, the time-related temperature distribution in the component resulting from fire impact is determined in the first step by means of a thermal analysis. During the subsequent mechanical analysis, the resultant restraints from the temperature distribution of the thermal analysis are superposed with the determining applied load cases (cold state); in this way, the determining internal forces can be calculated. During the calculations the non-linear, temperature-related material properties of the reinforced concrete are taken into consideration.
Concrete spalling – with corresponding effects on stability – represents the determining damage pattern resulting from fire impact in the case of reinforced concrete bearing structures. As a result, the possibility of concrete spalling has thus to be taken into consideration for theoretical proof according to Ril 853 [2]. Towards this end, the guideline contains a systemized method based on the project-specific available parameters of influence. These parameters are:

Betonabplatzungen sind daher bei den rechnerischen Nachweisen nach Ril 853 [2] zu berücksichtigen. Hierfür ist in dem Regelwerk ein systematisiertes Verfahren in Abhängigkeit der projektspezifisch vorhandenen Einflussgrößen angegeben. Die Einflussgrößen sind dabei:

- Feuchtigkeitsgehalt,
- Permeabilität,
- Zuschlagsart,
- Betondruckfestigkeit,
- statischer Ausnutzungsgrad,
- thermische Dehnung des Betons,
- Zusatz von Polypropylenfasern (PP-Fasern).

Die maßgebliche Einflussgröße ist die Zugabe von PP-Fasern, die nachweislich zu einer deutlichen Reduzierung der Abplatzungen führen. Bei den rechnerischen Nachweisen sind die Abplatzungen und die Brandeinwirkung im Gewölbe oberhalb des Fahrweges anzusetzen. Die Sohle ist durch den Fahrwegaufbau vor der Brandeinwirkung geschützt.

Da beim Steinbühltunnel vertraglich keine PP-Fasern für den Beton vorgesehen sind, wurden die Betonabplatzungen auf Grundlage der Ril 853 [2] mit 15 cm ermittelt. Dem Nachweis wurde

- Moisture content
- Permeability
- Type of aggregate
- Concrete compressive strength
- Static degree of utilization
- Thermal expansion of the concrete
- Addition of polypropylene fibres (PP fibres).

The determining parameter of influence is the addition of the PP fibres, which verifiably lead to a clear reduction in spalling. In the theoretical verifications spalling and the fire impact are applied in the vault above the track. The floor is protected from the effects of fire by the track superstructure.

As the use of PP fibres for the concrete is not foreseen in the contract for the Steinbühl Tunnel, concrete spalling was established at 15 cm based on Ril 853 [2]. In this connection, proof was based on a residual shell thickness of 40 cm - 15 cm = 25 cm in the vault. The contractor's computational verifications revealed that for a number of load case combinations the convergence-tolerance limit of the non-linear calculation could not be adhered to. The contractor thus proposed the incorporation of PP fibres to reduce the theoretical spalling depth as a non-contractual measure.

FGU Fachgruppe für Untertagbau
GTS Groupe spécialisé pour les travaux souterrains
GLS Gruppo specializzato per lavori in sotterraneo
STS Swiss Tunnelling Society

daher eine Restschalendicke im Gewölbe von 40 cm - 15 cm = 25 cm zugrunde gelegt. Die rechnerischen Nachweise des AN Bau ergaben, dass für einige Lastfallkombinationen die Konvergenz-Toleranzgrenze der nichtlinearen Berechnung nicht eingehalten werden konnte. Der AN Bau schlug daher als außervertragliche Maßnahme den Einbau von PP-Fasern zur Reduzierung der rechnerischen Abplatztiefe vor.

4.2 Second Opinion

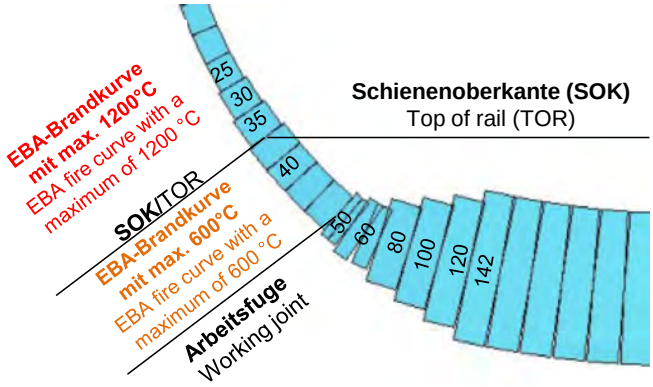
Die DIN EN 1992-1-2 [4] lässt für das „Allgemeine Rechenverfahren" einen gewissen Ermessensspielraum bei der Nachweisführung zu. Damit eröffnete sich für den Auftraggeber ein Optimierungspotential bei den Berechnungen mit einem möglichen Verzicht auf PP-Fasern und damit vertragsgerechter Ausführung. Von Auftraggeberseite wurden daher zusätzliche rechnerische Nachweise für den Brandfall als „Second Opinion" durchgeführt. Der gewählte Berechnungsquerschnitt StT4 entspricht dem Regelquerschnitt gemäß **Bild 2**. Der Querschnitt liegt in der Schicht des Kimmeridgium 1 mit einem Gebirgs-E-Modul von 5000 MN/m². Der Bemessungswasserspiegel liegt bei 40 m über der Sohle.

Die Berechnung wurde an einem elastisch gebetteten Schalenmodell (QUAD-Elemente) mit der Software ASE der Firma Sofistik durchgeführt. Dabei wurde ein 1 m breiter Streifen in Tunnellängsrichtung modelliert. In Längsrichtung wurde eine feste Lagerung berücksichtigt, was durch die Ausbildung der Blockfugen als Pressfugen begründbar ist.

Für die Berechnungen wird bereits zum Zeitpunkt t = 0 min der durch Betonabplatzungen auf 25 cm reduzierte Querschnitt im Gewölbe angesetzt. Dies ist eine konservative Annahme, da die Auswertung von Großbrandversuchen gezeigt hat, dass die Abplatzungen bei Einwirkung der EBA-Brandkurve schrittweise erfolgen. Der Großteil der Abplatzungen ereignet sich der Regel bis zum einem Zeitpunkt ca. 10–20 min nach Brandbeginn. Die ersten Abplatzungen treten etwa 4–5 min nach dem Beginn des Brandes auf.

Als Lastfälle werden das Eigengewicht (EG), der Gebirgsdruck (G) und der Wasserdruck (W) berücksichtigt. Solange die Außenschale ihre Tragfähigkeit behält, wirkt nur das Eigengewicht der Innenschale. Daher wurde dieser Lastfall in einer eigenen Lastfallkombination berechnet. In der Überlagerung mit dem Brandlastfall wurden die Einwirkungen aus Umgebungstemperatur (Sommer bzw. Winter), Schwinden und Kriechen und Aufhängung der Oberleitung vernachlässigt.

Im Zuge der Berechnung hat sich gezeigt, dass der Übergang vom Gewölbe zur Sohle mit dem Dickensprung und dem abrupten Ende der Brandeinwirkung eine numerisch kritische Stelle ist. Es wurde daher in diesem Übergangsbereich auf einer Abwicklungslänge von zirka. 1 m eine modifizierte Brandeinwirkung mit einer maximalen Temperatur von 600 °C statt 1200 °C berücksichtigt **(Bild 6)**. Desweiteren wurde der Übergang der Restschalendicke von 25 cm auf 40 cm über zwei Elementlängen oberhalb der Schienenoberkante (SOK) diskretisiert. Die Berechnungen wurden in mehreren Zeitstufen bis 1500 min nach Brandbeginn durchgeführt. Der



6 Diskretisierung und Ansatz der Brandeinwirkung im Übergangsbereich Gewölbe-Sohle

Discretization and application of fire impact in the transition area of vault and floor

4.2 Second Opinion

The DIN EN 1992-1-2 [4] allows for a certain amount of scope for the "General Calculating Method" when establishing proof. In this way, an optimization potential is opened up for the client for calculations with the possibility to renounce PP fibres thus adhering to the contract. Consequently from the side of the client additional theoretical verifications were carried out for the case of fire as a "second opinion". The selected calculation cross-section StT4 corresponds to the standard cross-section in keeping with **Fig. 2**. The cross-section is located in the Kimmeridgium 1 layer with a rock E-module of 5000 MN/m². The dimensioning water level is located at 40 m above the floor.

The calculation was undertaken as an elastically bedded shell model (QUAD elements) with ASE software produced by Sofistik. Towards this end, a 1 m wide strip in the tunnel's longitudinal direction was modelled. A solid bedding was predetermined for the longitudinal direction, something which can be accounted for by the fact that the block joints are formed as pressed joints.

For the calculations, the cross-section in the vault is reduced to 25 cm due to the concrete spalling at the time point t = 0 min. This assumption is a conservative one as the evaluation of major fire tests has revealed that spalling occurs gradually in keeping with the EBA fire curve. The major portion of the spalling generally occurs until a point in time ca. 10–20 min after the fire commences. Initial spalling first occurs some 4–5 min after the fire starts.

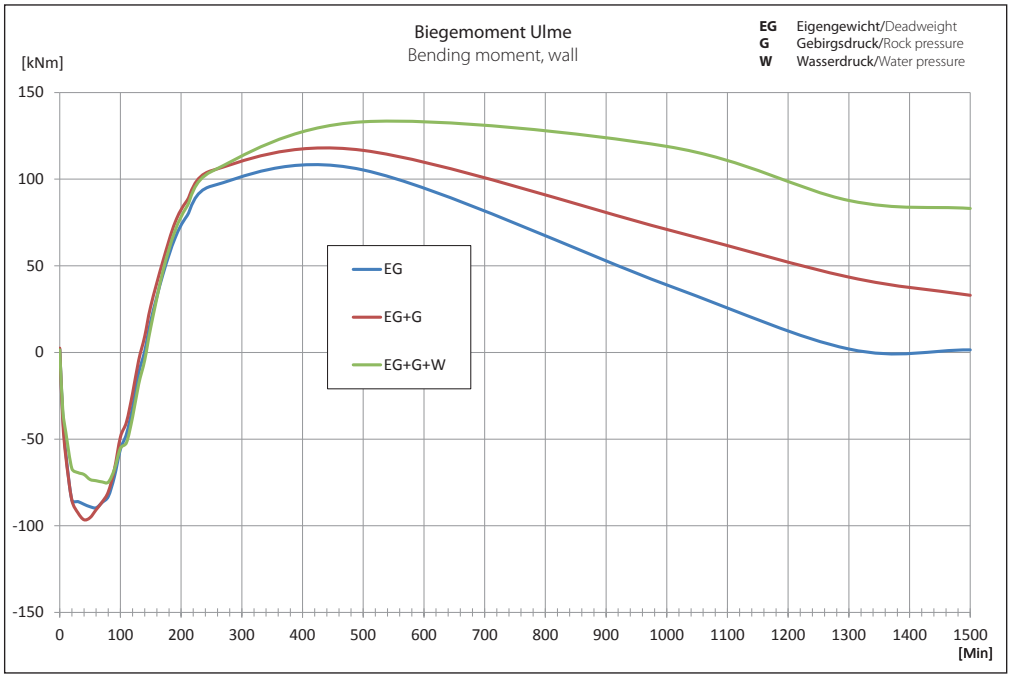
The dead load (EG), the rock pressure (G) and the water pressure (W) are considered as load cases. As long as the outer shell retains its bearing capacity, only the dead load of the inner shell acts. As a result, this load case is worked out in its own load case combination. The effects of the surrounding temperature (summer or winter), shrinkage and creeping and suspending the overhead wire are neglected in the superposition with the fire load case.

During the calculating process it was shown that the transition from the vault to the floor represents a critical point numerically speaking with the thickness and the abrupt cessation of fire impact. As a result, a modified fire impact and a maximum temperature of 600 °C instead of 1200 °C were considered **(Fig. 6)** in this transition area over a developed length of roughly 1 m. Furthermore, the

Zeitpunkt von 1500 min nach Brandbeginn stellt in etwa den wiedererkalteten Zustand dar.

4.3 Berechnungsergebnisse „Second Opinion“

Die rechnerischen Nachweise für den Brandfall konnten beim Steinbühltunnel mit dem modifizierten statischen Modell für den Zeitraum von t = 0 min bis t = 1500 min nach Brandbeginn erfolgreich ohne den Einsatz von PP-Fasern geführt werden. Grundsätzlich haben der beim Steinbühltunnel vorhandene Kreisquerschnitt und die hohe Gebirgssteifigkeit einen entscheidenden positiven Einfluss auf das Tragvermögen. Die Abtragung der Lasten kann über Drucknormalkräfte im Sinne



Quelle/credit (2): IMM

7 Momentenverlauf über die Zeit der Brandeinwirkung für den Querschnittpunkt Ulme
Torque course over the period of fire impact for the cross-section point “wall”

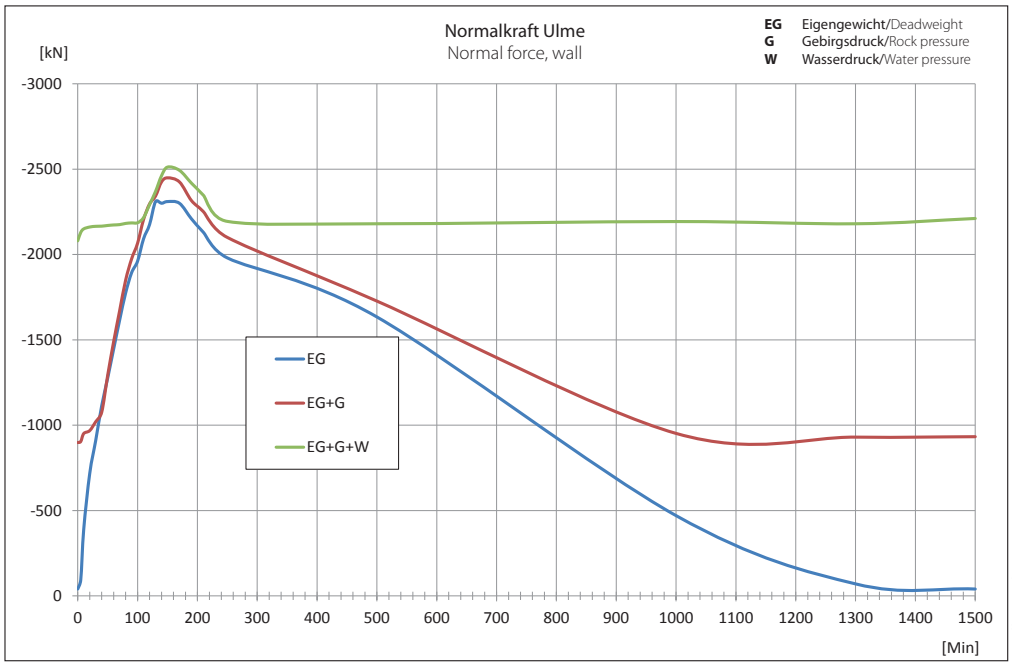
GOTTHARD-BASISTUNNEL – DER LÄNGSTE BAHNTUNNEL DER WELT

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: IMM

8 Normalkraftverlauf über die Zeit der Brandeinwirkung für den Querschnittpunkt Ulme
Normal force course over the period of fire impact =for the cross-section point "wall"

eines Traglastverfahrens erfolgen, und die aufgrund der Abplatzungen fehlende luftseitige Biegebewehrung wird nicht relevant. In **Bild 7** und **Bild 8** wird der Verlauf der Schnittkräfte über die Zeit vom Brandbeginn bis zum wiedererkalteten Zustand für einen Querschnittspunkt im Ulmenbereich für die drei Lastfallkombinationen dargestellt.

Es entstehen Zwangsnormaldruckkräfte und Zwangsbiegemomente (Zug erdseitig). Die maximalen Zwangsschnittkräfte treten etwa zum Zeitpunkt t = 90–150 min nach Beginn der Brandeinwirkung auf. Die Zwangsschnittkräfte bauen sich im weiteren Verlauf wieder ab und gehen bei der Lastfallkombination nur mit Eigengewicht in etwa wieder auf den ursprünglichen Wert im Kaltzustand zurück. Bei den Lastfallkombinationen EG + G und EG + G + W mit hohen Drucknormalkräften kann dem **Bild 7** entnommen werden, dass die Biegemomente im abgekühlten Zustand gegenüber dem Ursprungswert des Biegemomentes (t = 0 min) verändert sind. Dies ist durch die temperaturbedingten, nicht reversiblen Materialschädigungen des Betons zu erklären. Der Schwerpunkt der Druckspannungen wandert über die Querschnitts-Systemlinie hinaus in den „intakten" Bereich in Richtung Erdseite. Somit hat die Drucknormalkraft eine Ausmitte im Bezug auf die Querschnittssystemlinie, woraus ein Biegemoment resultiert.

Es wurde nachgewiesen, dass bei den Regelquerschnitten des Steinbühltunnels auf die Zugabe von PP-Fasern zum Innenschalenbeton verzichtet werden kann. Für die Sonderquerschnitte der Kreuzungsblöcke mit den Öffnungen für die Verbindungsbauwerke, für die Tunnelabschnitte im Portalbereich, wo geringere Baugrundsteifigkeiten vorliegen, sowie für den in der Baugrube liegenden und somit überschütteten Abschnitt wird der Innenschalenbeton mit PP-Fasern ausgebildet.

transition of the residual shell thickness from 25 to 40 cm was discretized over two element lengths above the rail upper edge (SOK). The calculations were undertaken in a number of time stages up to 1500 min after the fire began. The time point of 1500 min after the fire began roughly equals the restored cold state.

4.3 Calculation Results of the "Second Opinion"

The theoretical verifications for the case of fire were conducted successfully for the Steinbühl Tunnel with the modified static model for the time period of t = 0 min to t = 1500 min after the fire started without the application of PP fibres.

Essentially the circular cross-section applied for the Steinbühl Tunnel and the high rock stiffness exert a decisively positive influence on the bearing behaviour. The loads can be transferred via pressure normal forces along the lines of a load factor method and the bending reinforcement that is lacking at the air-side on account of spalling becomes irrelevant. **Figs. 7 + 8** show the course of internal forces over the period from the start of the fire until reversion to cold state for a cross-section point in the wall area for the three load case combinations.

Coercive normal pressure forces and coercive bending moments (tension towards the ground) occur. Maximum coercive internal forces occur around the time point of t = 90–150 min after the fire began. The maximum coercive internal forces gradually diminish and in conjunction with the load case combination revert with their own weight to roughly the original value in cold state. In the case of the load case combinations EG + G and EG + G + W with high pressure normal forces, **Fig. 7** reveals that the bending moments in cooled state have changed compared to the original value of the bending moment (t = 0 min). This can be explained by the temperature-related, non-reversible material damage experienced by the concrete. The focal point of the compressive stresses moves over the cross-section system line into the "intact" area towards the ground. As a result, the pressure normal force possesses eccentricity with regard to the cross-section system line, thus resulting in a bending moment.

It was demonstrated that the addition of PP fibres can be dispensed with for the standard cross-sections of the Steinbühl Tunnel. For the special cross-sections of the intersection blocks with the openings for the connecting structures, for the tunnel sections in the portal area, where lower subsurface stiffnesses prevail, as well as for the covered section lying in the construction pit, the inner shell concrete is produced with PP fibres.

5 Fazit

Der vorliegende Artikel zeigt, dass es im Rahmen der Anwendung der einschlägigen Regelwerke über ingenieursmäßige Betrachtungen Optimierungsmöglichkeiten bei der planerischen Umsetzung der Brandbemessung und auch beim Einsatz von PP-Fasern gibt. Insbesondere der Ansatz des statischen Modells und der Brandeinwirkung sowie die Betonzusammensetzung können als Optimierungsfaktoren im System herangezogen werden. Die Basis zur Nutzung solcher Möglichkeiten ist grundsätzlich sowohl eine kooperative Haltung als auch die fachliche Auseinandersetzung auf Augenhöhe aller Beteiligten. Dies ist beim Steinbühltunnel gelungen.

5 Conclusion

This report shows that optimization opportunities exist for applying fire dimensioning at the design stage and also for using PP fibres based on engineering considerations within the framework of the pertinent codes of practice. In particular, the application of the static model and fire impact as well as the concrete composition can be introduced to the system as optimization factors. The basis for taking avail of such opportunities is essentially within the grasp of all those involved providing they cooperate and aim for a professional review on an equal footing. This turned out to be successful in the case of the Steinbühl Tunnel.

Literatur/References

[1] http://www.bahnprojekt-stuttgart-ulm.de/details/nbs-neubaustrecke-wendlingen-ulm/die-bauabschnitte-pfa/albaufstieg
[2] Richtlinie 853, Eisenbahntunnel planen, bauen und instand halten, DB Netz AG
[3] EBA-Richtlinie: Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und den Betrieb von Eisenbahntunnel
[4] DIN EN 1992-1-2: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1–2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall

Driving progress in tunnel projects.

Guided by VMT. Lowering costs and improving efficiency in modern tunnel construction. With smart modular solutions from **VMT.** Precise navigation, full documentation and effective communication will give you that crucial advantage. **Find out more.**

www.vmt-gmbh.de

VMT

Verbundverhalten zwischen KDB, Schutzvlies und Spritzbeton

Die Modellierung der Kontaktbedingungen zwischen Außen- und Innschale ist ein wichtiges Element auf dem Gebiet der numerischen Berechnungen von Tunnelschalen. In Laboruntersuchungen wurden Versuche über das mechanische Verbundverhalten von Tunnelschalen und Abdichtungssystemen in zweischaligen Tunneln durchgeführt. Ziel der Analysen war es, die Eigenschaften von Dichtungsbahnen und Schutzvlies beim Einbau im Tunnel und bei Reduzierung der Tragfähigkeit der primären Spritzbetonschale zu bestimmen. Zu diesem Zweck wurden Tests durchgeführt, um das Verhalten bei unterschiedlichen mechanischen Einwirkungen auf das Verbundsystem, bestehend aus Spritzbeton, Schutzvlies, Dichtungsbahn und Innenschalenbeton zu untersuchen.

Bonding Behaviour of Sheet Membrane, Geotextile and Shotcrete

Modelling the contact conditions between the outer and inner shell represents an important element in conjunction with numerical calculations of tunnel shells. Tests on the mechanical bonding behaviour of tunnel shells and waterproofing systems in double-shell tunnels have been carried out in the lab. The aim of these analyses was to ascertain the properties of waterproofing membranes and protective geotextiles when installed in the tunnel and when the bearing behaviour of the primary shotcrete shell is reduced. Towards this end, tests were executed in order to investigate the behaviour given various mechanical effects on the bonding system, consisting of shotcrete, geotextile, waterproofing/sheet membrane and inner shell concrete.

Dipl.-Ing. Stefan Lorenz, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Robert Galler;
Chair of Subsurface Engineering, Department of Mineral Resources, Montanuniversität Leoben, Austria

1 Einleitung

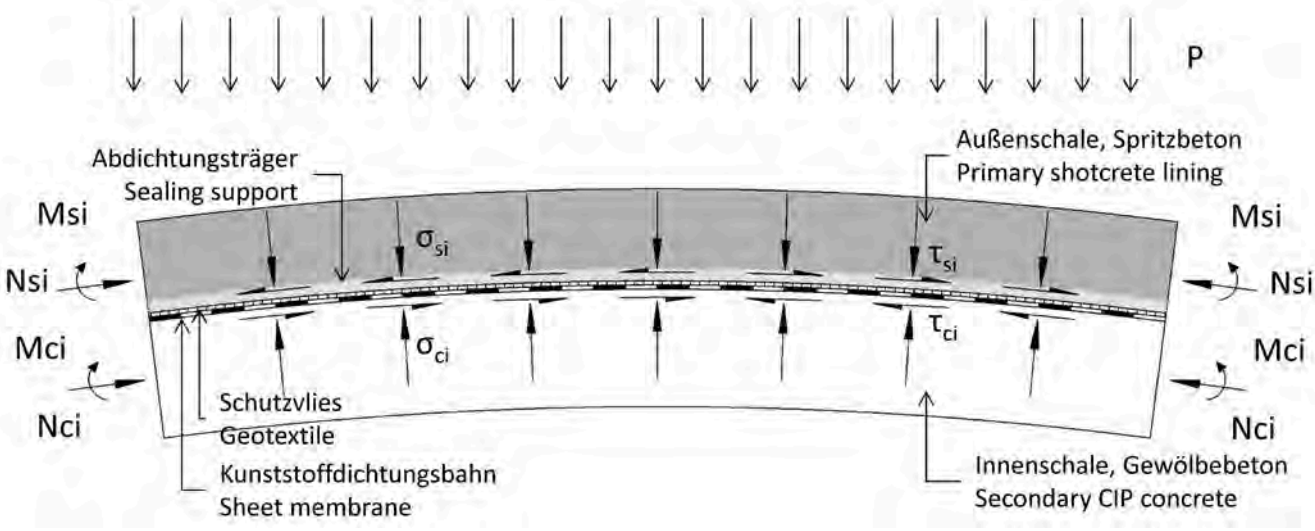
Im Rahmen von Langzeituntersuchungen der Ausbaumaterialien bestehender Tunnelbauwerke wurden Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) aus verschiedenen Tunneln nach Einsatzzeiten von bis zu 40 Jahren analysiert. Dabei ließ sich feststellen, dass die Dichtungsbahnen, die zwischen Außenschale und Innenschale angeordnet sind, vereinzelt Beschädigungen aufweisen. Anhand der Untersuchungen wurde dieses Schadensphänomen näher analysiert, um die Gründe für das Versagen nachzuweisen.

Das Versagen der Kunststoffdichtung kann verschiedene Ursachen haben. So sind zum einem Fehler beim Einbau der KDB, wie Beschädigungen während der Anbringung am Abdichtungsträger, nicht auszuschließen. Bei unerwarteten Verformungen der Tunnelschalen kann auch ein falsch eingeschätztes Systemverhalten von Außen- und Innenschale während der Betriebszeit zur Beschädigung der Abdichtung führen. Eine weitere Ursache für das Versagen der KDB kann darin liegen, dass nicht geeignete Materialien im Verbund von Außenschale, Abdichtungssystem und Innenschale zur Anwendung gekommen sind. So könnten ein zu groß gewähltes Größtkorn im Spritzbeton oder eine falsch ausgeführtes Schutzvlies (SV) die Beschädigungen hervorgerufen haben.

1 Introduction

Within the scope of long-term investigations of the supporting material for existing tunnels, sheet membranes from various tunnels were analyzed following life cycles of up to 40 years. In the process, it was established that the membranes, which are arranged between the outer shell and the inner one, revealed signs of damage. On the basis of the investigations, this damage phenomenon was examined more closely and the reasons for failure verified.

The failure of the sheet membrane can be attributed to different causes. Thus an error when installing the sheet membrane as e.g. when placing it on its carrier, cannot be precluded. In the case of unexpected deformations of the tunnel shells, wrongly interpreted behaviour of the outer and inner shells during operating time can lead to the waterproofing being damaged. A further cause for damage to the waterproofing membrane can be attributed to the fact that unsuitable materials have been utilized in conjunction with the outer shell, waterproofing system and inner shell. Thus damage might occur because the maximum grain in the shotcrete is too large or the geotextile has been improperly laid.



Quelle/credit: Stefan Lorenz

1 Wirkende Kräfte und genereller Aufbau des KDB-Abdichtungssystems im Gewölbe nach der Richtlinie „Tunnelabdichtung" der Österreichischen Bautechnik Vereinigung

Effective forces and general set-up of the sheet membrane system in the vault in keeping with the Austrian Society for Construction Technology (öbv) Guideline on "Tunnel Waterproofing"

1.1 Ziele

Ziel der Untersuchungen ist es, das Verhalten von Abdichtungsbahnen im Verbund mit Spritzbeton und Innenschalenbeton im konventionellen Tunnelbau näher zu ergründen und dabei die möglichen Schadensmechanismen zu analysieren. Weiter sollen die Mindestanforderungen der derzeit gültigen Richtlinien (Hier: Tunnelabdichtungsrichtlinie öbv und ZTV-ING) zur Verwendung von Tunnelabdichtungen überprüft werden. Mit Hilfe von Versuchen soll ermittelt werden, ob die dort angegebenen Vorgaben ausreichend sind, um Schädigungen an der Abdichtung zu vermeiden, die deren Funktion beeinträchtigen. Zu diesem Zweck muss das Verhalten des Abdichtungssystems im Tunnel realitätsnah in den Untersuchungen abgebildet werden. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen schließlich weiterführende Grundlagen für die numerische Simulation zweischaliger Tunnel bilden.

2 Konzept der Untersuchungen

Für die Analysen wurden drei Versuche entwickelt und durchgeführt, um festzustellen, wie sich eine KDB unter den verschiedenen Einwirkungsbedingungen beim Einbau und beim Betrieb des Tunnelbauwerks verhält. Hierzu wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Versuche über die mechanische Beständigkeit der Kunststoffdichtung unter uniaxialer Belastung
- Scherversuche

Im Versuch über die mechanische Beständigkeit wird das Abdichtungssystem bestehend aus KDB und Schutzvlies unter einaxialer Belastung in zwei Versuchsaufbauten analysiert. Im ersten Aufbau wird die Belastung hydrostatisch in einem Drucktopf auf das Abdichtungssystem an der Spritzbetonoberfläche aufgebracht; im zweiten Aufbau wird die Belastung aus der Lastumlagerung von

1.1 Objectives

The investigations aim at explaining the behaviour of sheet membranes in conjunction with shotcrete and inner shell concrete in conventional tunnelling more precisely and at analyzing the possible damage mechanisms in the process. In addition, the minimal requirements for the currently valid guidelines (In this case: Tunnel Waterproofing Guideline öbv and ZTV-ING) applied for tunnel waterproofing systems are to be examined in order to determine whether the cited specifications suffice in order to avoid damage to the waterproofing, compromising its operational reliability. For this purpose, the behaviour of the waterproofing system in the tunnel has to be depicted as close to reality as possible during the investigations. The findings thus gained are subsequently intended to provide more extensive principles for numerical simulation of double-shell tunnels.

2 Concept of the Investigations

Three tests were developed and executed for purposes of analysis in order to establish how a sheet membrane behaves under the different conditions of influence during installation and operation of the tunnel. Towards this end, the following investigations were undertaken:

- Tests on the mechanical resistance of the waterproofing when loaded uni-axially
- Shear tests

During the test on the mechanical resistance, the waterproofing system comprising sheet membrane and geotextile is analyzed under uni-axial load in two test rigs. In the first set-up, the load is applied hydrostatically on the waterproofing system on the shotcrete surface in a pressure vessel. In the second test, the load resulting from the load distribution from the outer shell to the inner shell is

Quelle/credit (2): Stefan Lorenz

2 Herstellung von Spritzbetonproben auf einer Tunnel-Baustelle
Producing the shotcrete samples on a tunnel construction site

der Außenschale auf die Innenschale simuliert. Diese Versuche zur mechanische Beständigkeit geben Aufschluss, ab welchem Druck die KDB auf unterschiedlich rauen Betonoberflächen beschädigt wird.

Mittels Scherversuchen wird die Scherfestigkeit der KDB im Verbund von Außen- und Innenschale ermittelt. In einem Großrahmenscherversuch wird dabei, wie bei den Versuchen über die mechanische Beständigkeit, der Einfluss von unterschiedlichen Betonrauheiten auf die Scherparameter geprüft. Auf Grundlage der Scherversuche lassen sich Rückschlüsse auf die wirkenden Kräfte in den Berührungsgrenzflächen zwischen Abdichtungssystem und Tunnelschalen ziehen **(Bild 1)**. Durch Berücksichtigung dieser gemessenen Parameter in der numerischen Simulation werden Normal- und Scherkräfte entlang dieser Berührungsgrenzflächen erzeugt, wenn sich die Spritzbetonschale aufgrund der Belastung deformiert. Die dabei entstehenden Scherkräfte erzeugen zusätzliche Lasten in der Innenschale.

3 Vorgehensweise bei den Laboruntersuchungen

3.1 Abdichtung im zweischaligen Tunnel

Bei der Herstellung von druckentlastenden zweischaligen Tunnelbauwerken wird zwischen der Außenschale aus Spritzbeton und der Innenschale aus Ortbeton ein Abdichtungssystem eingebaut. Laut der Tunnelabdichtungsrichtlinie der Österreichischen Bautechnik Vereinigung (öbv) vom Dezember 2012 [1] verhindert dieses Abdichtungssystem, bestehend aus einer bergseitigen Lage Schutzvlies und einer hohlraumseitigen Lage Kunststoffdichtungsbahn, eine Verzahnung von Innen- und Außenschale

simulated. These tests on mechanical resistance provide evidence as from which pressure the sheet membrane is damaged on varyingly textured concrete surfaces.

The shear strength of the sheet membrane in conjunction with the outer and inner shell is established by means of shear tests. Just as in the case of the tests on the mechanical resistance, here the influence of the different concrete surface textures on the shear parameters is tried out in a large-scale shear test. Based on the shear tests, conclusions can be drawn on the effective forces in the contact areas between the waterproofing system and the tunnel shells **(Fig. 1)**. Taking these measured parameters into consideration in the numerical simulation, normal and shear forces for these contact areas are created for the deformation of the shotcrete shell owing to load. The shear forces which are produced create additional loads in the inner shell.

3 Procedure for the Lab Investigations

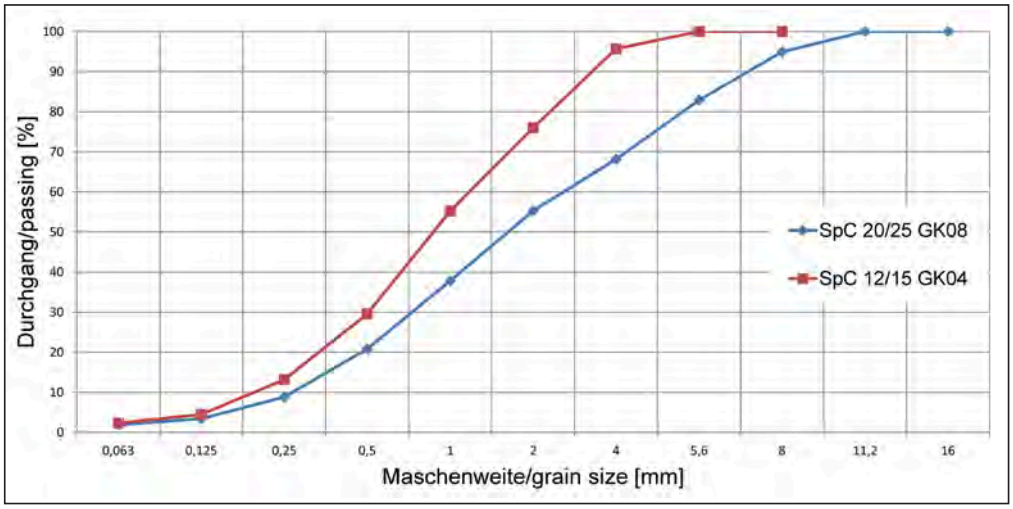
3.1 Waterproofing in the Double-Shell Tunnel

In pressure-relieving, double-shell tunnels a waterproofing system is installed between the outer shell made of shotcrete and the inner in situ concrete shell. In accordance with the Tunnel Waterproofing Guideline from the Austrian Society for Construction Technology (öbv) dated December 2012 [1] this waterproofing system, consisting of a protective geotextile at the wall and a sheet membrane layer facing the cavity, prevents the inner and outer shell from interconnecting and guarantees structural tightness for 100 years [1]. The purpose of the waterproofing is to ward off water from the tunnel for ingressing water harms the structure and its installations.

und soll die Dichtigkeit des Bauwerkes für 100 Jahre garantieren [1]. Der Zweck der Abdichtung ist das Fernhalten des Wassers aus dem Tunnelbauwerk, denn eindringendes Wasser schädigt das Bauwerk und seine Installationen.

3.2 Untersuchungsgegenstand

Das untersuchte Abdichtungssystem entspricht den Mindestanforderungen der öbv-Richtlinie „Tunnelabdichtung" für das Gewölbe in einem druckentlastenden Tunnel. Das Flächengewicht des in den Versuchen verwendeten Vlieses erfüllt die Mindestanforderung von 500 g/m²; ebenso erfüllt sind die Anforderungen an die Mindestdicke, die laut Richtlinie 2,0 mm inklusive Signalschicht betragen muss (siehe [1],Tabelle 4.6).



3 Sieblinien Spritzbeton
Grading curves for shotcrete

3.2 Object of the Investigation

The examined waterproofing system corresponds to the minimal requirements of the öbv Guideline "Tunnel Waterproofing" for the vault in a pressure-relieving tunnel. The weight per unit area of the

PERI live. The experience at bauma 2016.

Latest developments. Exciting technology. Individual conversations.

We are looking forward to your visit!
bauma 2016 Open-air area North, Stand FN 719, 11th – 17th April 2016
bauma.peri.com

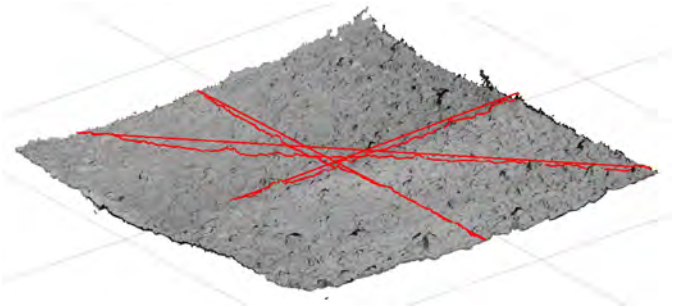
PERI®
Formwork
Scaffolding
Engineering

3.3 Herstellung der Spritzbetonprobekörper

Um realitätsgetreue Proben für die Versuche verwenden zu können, war es notwendig, die Probenkörper unter den gleichen Voraussetzungen wie beim Auftrag der Spritzbetonschale im Tunnel herzustellen, um somit die gleichen Umgebungsbedingungen, Betonrezepturen und Prozessbedingungen, welche die Oberflächengeometrie beeinflussen, zu schaffen. Die Proben wurden dazu auf der Baustelle eines aktuellen Tunnel-Projekts angefertigt **(Bild 2)**. Da die Proben in gleicher Weise wie beim Spritzbetoneinbau auf der Baustelle hergestellt wurden, konnten die gleichen Prozessparameter (wie die geförderte Spritzbetonmenge, der Winkel der Spritzdüse zur Oberfläche, die Beschleunigermenge und der Luftdruck) erreicht werden.

Quelle/credit (2): Stefan Lorenz

4 Spritzbetonprobe (links) und zugehöriges Negativ (rechts)
Shotcrete sample on the left and corresponding negative on the right



5 Photogrammetrische Auswertung der Oberfläche einer Spritzbetonprobe
Photogrammetric assessment of the surface of a shotcrete sample

Für die Untersuchungen wurden Probekörper aus Spritzbeton mit unterschiedlichen Korngrößenverteilungen und Kornformen hergestellt, um den Einfluss der Rauheit in den Versuchen zu erfassen. Dabei wurden der Richtlinie entsprechend einmal ein Größtkorn von 8 mm für den Abdichtungsträger verwendet und zudem, um einen Vergleich zu schaffen, ein Größtkorn von 4 mm untersucht [1] **(Bild 3)**.

Um möglichst große ebene Spritzbetonproben für die Versuche zu erhalten, wurden diese Proben direkt in einen dafür umgebauten Anhänger gespritzt. Damit war es möglich, den Spritzbeton großflächig mit dem Roboter aufzutragen. Die Proben wurden für die Nachbehandlung in das Labor nach Leoben transportiert. Für die durchzuführenden Versuche wurden die Proben im Labor mittels Säge und Bohrer in unterschiedliche Geometrien weiterverarbeitet. Die Probenabmessungen wurden für die Versuche möglichst groß gewählt, um eine repräsentative Oberfläche beproben zu können. Um den Effekt der Rauheit weitestgehend ohne Beeinflussung der Welligkeit untersuchen zu können, wurden möglichst ebene Proben verwendet.

3.4 Probenvorbereitung

Um den erhärteten Ortbeton und dessen Oberfläche im Versuch möglichst wirklichkeitsgetreu abbilden zu können, wurden „Negativformen" im Labor unter Bedingungen hergestellt, welche dem realen Zustand des Innenschalenbeton beim Einbringen im Schalwagen nahe kommen. Hierfür wurden die hergestellten Spritzbetonproben mit je einer Lage Vlies und Abdichtung exakt

geotextile investigated in the tests complies with the minimal requirements of 500 g/m², the minimal thickness of 2.0 mm including signal layer called for by the guideline is adhered to as well (please see [1], Table 4.6).

3.3 Producing the Shotcrete Sample

In order to be in a position to use as genuine samples as possible for the tests, it was necessary to produce the samples under the same conditions as the shotcrete shell placed in the tunnel. In this way, the same surrounding conditions, concrete mixes and process conditions, which influence the surface geometry, were evolved. The specimens were produced for this purpose on site at an ongoing tunnel project **(Fig. 2)**. As the samples were produced in the same way as the shotcrete installed on site, the same process parameters such as the discharged shotcrete amount, the angle of the spraying nozzle to the surface, the amount of accelerator and the air pressure were maintained.

Samples made of shotcrete with various grain size distributions and grain forms were produced for the investigations so that the influence of surface texture could be determined in the tests. Towards this end, in keeping with the guideline, a maximum grain size of 8 mm was used in one case and a maximum size of 4 mm in the other to obtain a comparison [1] **(Fig. 3)**.

In order to ensure that the shotcrete specimens for the tests were as large as possible, the samples were sprayed directly into a trailer converted for this purpose. In this way, it was possible to place the shotcrete over a large area using a robot. The samples were transported to the lab in Leoben for further treatment.

In the lab, the samples were further processed by means of sawing and boring to provide various geometries for the tests to be carried out. The dimensions of the samples were selected as large as possible for the tests in order to be able to experiment with a representative surface. Samples with a level surface were used so that the effect of roughness could be investigated as far as possible without the influence of waviness.

3.4 Sample Preparation

In order to be able to simulate the hardened in situ concrete and its surface as genuinely as possible, "negative forms" were created in the lab under conditions, which closely resembled the actual state of the inner shell concrete in the formwork car when placed. For this purpose, the shotcrete specimens were fitted exactly into

in eine Schalung eingepasst. Anschließend wurde in die Schalung ein Frischbeton eingebracht und verdichtet, der als spätere Negativform den Innenschalenbeton repräsentiert. Um den Schalungsdruck beim Einbringen im Schalwagen nachbilden zu können, wurde der Beton zum Aushärten mit einem Gewicht belastet; dieses entsprach einem Schalungsdruck von 80 kN/m². In **Bild 4** ist eine Spritzbetonprobe und das zugehörig hergestellte Negativ zu sehen.

3.5 Bestimmung der Oberflächenrauheit

Für die Bestimmung der Rauheit der zwei unterschiedlichen Spritzbetonkonfigurationen aufgrund der Verwendung variierender Größtkörnungen wurde eine photogrammetrische Auswertungsmethoden angewendet. Für die Bestimmung der unterschiedlichen Rauheitswerte nach ÖNORM EN ISO 4287:2012 [2] und ÖNORM EN ISO 4288:1998 [3] müssen die Oberflächengeometrien ermittelt werden.

Für die photogrammetrische Auswertung der Rauheit wurde mit Hilfe der Software Agisoft Photoscan ein dreidimensionales Modell erstellt **(Bild 5)**. Die Oberfläche wird in diesem Fall durch Punkte mit X-, Y- und Z-Koordinaten in einer .ply-Datei dargestellt. Die weitere Bearbeitung dieser Punktwolke erfolgte in AutoCAD. Mit einer Polylinie wurden hier Profile der Oberfläche gezeichnet und anschließend mittels MatLAB ausgewertet.

Die Ergebnisse der Bestimmung der Gesamthöhe Rt des Profils, des arithmetischen Mittenrauwertes Ra und des quadratischen Mittenrauwertes Rq sind in **Tabelle 1** dargestellt. Wie zu erwarten, weist der Abdichtungsträger mit dem Größtkorn von 8 mm eine größere Rauheit auf.

4 Versuch über die mechanische Beständigkeit der Kunststoffdichtung

Um die mechanischen Beanspruchungen von Kunststoffdichtungsbahnen im Tunnel abbilden zu können, wurden im Labor Versuche durchgeführt, welche den Kontakt von Spritzbeton, Dichtungsbahn und Ortbeton näher analysieren.

4.1 Drucktopf

Im konstruierten Versuch soll die Interaktion zwischen Außen- und Innenschale abgebildet werden. Um die sich einstellende Verzahnung infolge der viskosen Konsistenz des Betons vor dem Aushärten nachzuvollziehen, wird der Druck im Versuch hydrostatisch aufgebracht.

a formwork with a layer each of geotextile and sheet membrane. Then fresh concrete was placed in the formwork and compacted, representing the inner shell concrete as the subsequent negative form. In order to be able to reproduce the shuttering pressure when the concrete is placed in the formwork car, the concrete was subjected to a weight to make sure it set; this corresponds to a shuttering pressure of 80 kN/m³. **Fig. 4** shows a shotcrete sample and the corresponding negative form that was produced.

3.5 Establishing the Surface Texture

A photogrammetric evaluation method was applied to establish the roughness of the two different shotcrete configurations resulting from using various maximum grain sizes. The surface geometries have to be determined to establish the different roughness values according to ÖNORM EN ISO 4287:2012 [2] and ÖNORM EN ISO 4288:1998 [3].

A three-dimensional model was created **(Fig. 5)** with the help of the Agisoft Photoscan software for the photogrammetric assessment of the roughness. The surface is in this case represented by points with X, Y and Z coordinates in a .ply file. This point cloud was further processed in AutoCAD. Profiles of the surface were presented here with a polyline and subsequently evaluated by means of MatLAB.

The results of determining the overall height Rt of the profile, the arithmetic average value Ra and the quadratic mean roughness Rq are displayed in **Table 1**. As expected, the waterproofing carrier with the 8 mm maximum grain reveals a greater surface texture.

4 Test on the mechanical Resistance of the Sheet Membrane

Test were carried out in the lab, which analyzed the contact of shotcrete, membrane and in situ concrete more closely in order to be in a position to depict the mechanical stresses of sheet membranes in the tunnel.

4.1 Pressure Vessel

The interaction between outer and inner shell was intended to be shown in the devised test. The pressure in the test is applied hydrostatically to reveal the inter-connection that occurs owing to the viscous consistency of the concrete prior to setting.

The test set-up in **Fig. 6** consists of a 60 cm diameter pressure vessel. Cored holes for the shotcrete specimens were positioned in this with a diameter of D = 250 mm. The annular gap around the sample

	Rt [m]	Ra [m]	Rq [m]*
GK/max. grain 8 mm	0,00824885	0,00107667	0,001363215
GK/max. grain 4 mm	0,0072185	0,000930945	0,001158016

Tabelle 1 Rauheitswerte der beiden Spritzbetonproben; Probe 1 mit einem Größtkorn (GK) von 8 mm und Probe 2 mit einem Größtkorn von 4 mm

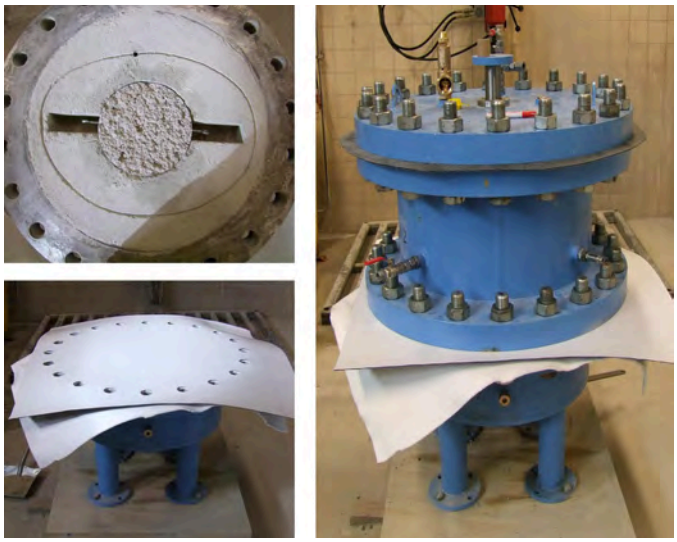
Table 1 Surface texture values of the two shotcrete samples: Sample 1 with 8 mm maximum grain and Sample 2 with 4 mm maximum grain
* (overall height of the profile **Rt,** the arithmetic average value **Ra** and the quadratic mean roughness **Rq**)

Der Versuchsaufbau in **Bild 6** besteht aus einem Drucktopf mit einem Durchmesser von 60 cm. In diesem wurden Kernbohrungen der Spritzbetonproben mit einem Durchmesser von D = 250 mm positioniert. Der Ringraum um die Probe wurde mit Magerbeton ausbetoniert, um eine ebene Auflagefläche zu erzeugen. Darin wurden Ausnehmungen vorgesehen, die es ermöglichten, die eingebetteten Proben auszutauschen. Auf der Oberfläche des Ringraumes wurde eine Kerbe eingebracht, welche mit einer Leitung verbunden war, um sich sammelnde Luft unterhalb der Abdichtung abführen zu können. Auf die Spritzbetonoberfläche wurden ein Vlies und eine Kunststoffdichtungsbahn gelegt und mit Hilfe des Flansches eingeklemmt. Der obere Teil des Topfes wurde mit dem unteren Teil über den Flansch zusammengeschraubt. Nach dem Befüllen der Apparatur mit Wasser wurde die KDB über den aufgebrachten Wasserdruck beansprucht.

Mit einer Handpumpe wurde dann ein Wasserdruck von 20 bar auf die Abdichtung aufgebracht. Dieser Wert entspricht der Angabe in der Richtlinie „Tunnelabdichtung" von einem Ausbaustützdruck von 2 N/mm².

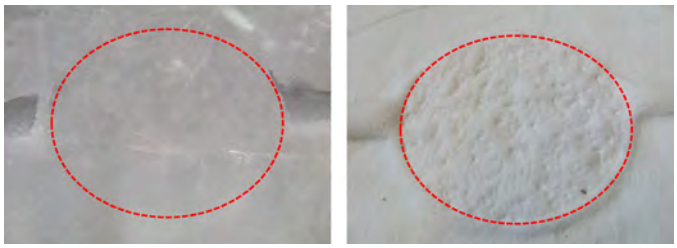
4.2 Prüfpresse

Um höhere Drücke zu erzeugen, wurden neben den Versuchen mit dem Drucktopf auch Versuche in einer Prüfpresse durchgeführt. Der Druck auf die Abdichtung wird dabei nicht hydraulisch sondern über Lasteinleitungskörper (Negativformen) eingebraucht. Diese werden wie in Kapitel 3.4



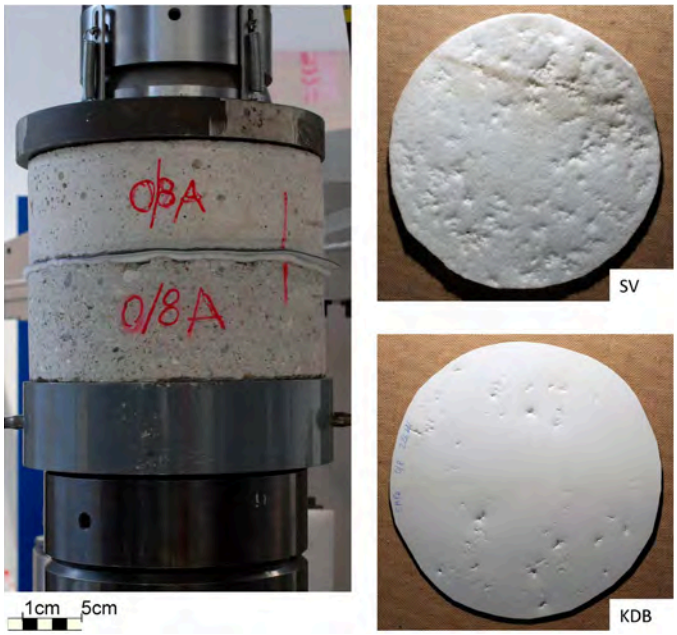
6 Versuchsaufbau mit Drucktopf

Test set-up with pressure vessel



7 KDB (links) und Schutzvlies (rechts) nach dem Drucktopf-Versuch

Sheet membrane (on the left) and protective geotextile (on the right) after the pressure vessel test



8 Versuchsaufbau Prüfpresse (links), Schutzvlies (oben rechts) und KDB (unten rechts) bei 5 MPa

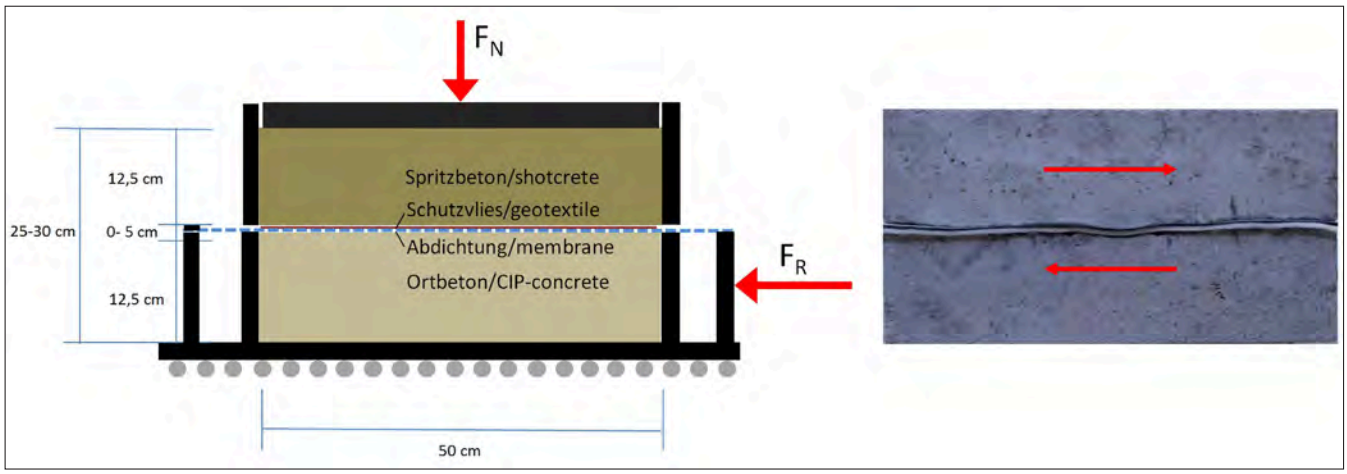
Testing unit set-up (on the left), protective geotextile (above right) and sheet membrane (below right) at 5 MPa

was filled with lean concrete to produce a level supporting surface. Recesses were created there, which enabled the embedded samples to be replaced. An incision was produced on the surface of the annular gap, and a line was connected to remove any air that collected below the waterproofing. A geotextile and a sheet membrane were placed on the shotcrete surface and clamped with the aid of a flange. The upper part of the vessel was screwed together with the lower part by means of the flange. Once the apparatus was filled with water the sheet membrane was subjected to the resultant water pressure.

A water pressure of 20 bar was then produced on the waterproofing by a manual pump. This value corresponds to the figure on the Guideline "Tunnel Waterproofing" for a lining support pressure of 2 N/mm².

4.2 Compression Testing Unit

Tests were also carried out in a compression testing unit apart from those undertaken in the pressure vessel in order to produce higher pressures. The pressure on the waterproofing is applied via load transference bodies (negative forms) rather than by hydraulic means. These are produced as described in chapter 3.4. During the tests, in each case a shotcrete specimen with 8 mm maximum grain and one with 4 mm were examined. Two load stages were applied to the samples: the first amounted to 2 MPa, corresponding to the same pressure as in the pressure vessel and the second load stage amounted to 5 MPa. This load exceeds the lining support pressure in tunnels with pressure-relieving waterproofing.



Quelle/credit (4): Stefan Lorenz

9 Schematische Darstellung des Großrahmenscherversuchs
Schematic presentation of the large-scale shear test

beschrieben hergestellt. In den Versuchen wurden jeweils ein Probeköper des Spritzbetons mit Größtkorn 8 mm und mit 4 mm untersucht. Es wurden zwei Laststufen auf die Proben aufgebracht: Die erste betrug 2 MPa, was der gleichen Spannung wie im Drucktopf entspricht, und die zweite Laststufe lag bei 5 MPa. Diese Last stellt einen Ausbaustützdruck dar, der in Tunneln mit druckentlasteter Abdichtung nicht auftreten wird.

4.3 Ergebnisse

Die durchgeführten Versuche mit dem Drucktopf zeigen, dass bei einer Größtkörnung von 8 mm die gesamte Einwirkung vom Schutzvlies absorbiert wird **(Bild 7)**. Die verwendete Abdichtung zeigt nur vereinzelte, geringe Druckstellen in der Oberfläche. Daraus lässt sich schließen, dass die Mindestanforderung an das Flächengewicht des Vlieses von 500 g/m² in Verbindung mit einem Spritzbeton mit der Größtkörnung von 8 mm ausreichend ist, wenn die Belastung von 2 MPa hydrostatisch aufgebracht wird. Die Dichtungsbahnen und Schutzvliese aus den Versuchen mit der Prüfpresse zeigen hingegen deutliche Abdrücke der Körnung **(Bild 8)**. Bei einer Auflast von 5 MPa kommt es zu punktuell hohen plastischen Deformation in der Abdichtung, aber zu keiner Perforation der KDB. Wie der Vergleich des Schutzvlieses gegenüber der Abdichtung zeigt, werden die Stellen mit hohen Rautiefen in die Abdichtung eingedrückt. Daraus lässt sich schließen, dass diese einzelnen Rautiefen für eine Schädigung der KDB maßgebend sind.

5 Scherversuche

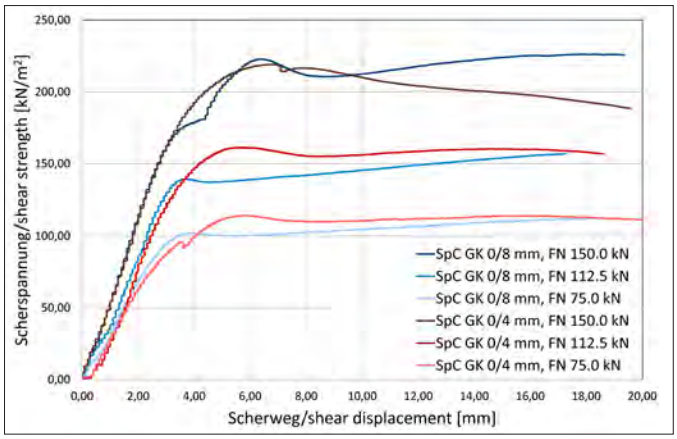
Anhand eines Scherversuchs sollen die Scherparameter zwischen dem Abdichtungssystem und den Tunnelschalen ermittelt werden, um diese als Eingangsparameter in einer FE-Simulation von gebetteten Tunnelschalen zu referenzieren. Neben dem Scherverhalten kann auch das Versagen der Abdichtung aufgrund der Normal- und Tangentialbewegungen untersucht werden.

4.3 Results

The executed tests with the pressure vessel indicate that at a maximum grain size of 8 mm the entire effect is absorbed by the geotextile **(Fig. 7)**. The applied waterproofing only reveals occasional minor pressure points on its surface. Thus it can be concluded that the minimal requirement on the weight per unit area of 500 g/m² in conjunction with shotcrete with a maximum grain of 8 mm suffices if the load of 2 MPa is applied by hydrostatic means. The waterproofing membrane and the geotextile from the trial with the compression testing unit on the other hand reveal clear dents produced by the granulation **(Fig. 8)**. Given contact pressure of 5 MPa high plastic deformation occurs at points in the waterproofing although the sheet membrane is not perforated. As the comparison of the geotextile with the waterproofing shows, the points with high roughness depth are impressed in the waterproofing. As a result, it can be concluded that these individual roughness depths are responsible for damage to the sheet membrane.

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

Um die Scherfestigkeit zu bestimmen, wurden Großrahmenscherversuche durchgeführt. Die untersuchte Scherfläche betrug 50 x 50 cm. Die Schergeschwindigkeit wurde mit 0,667 mm/min definiert. Das verwendete Schergerät ermöglicht durch höhenverstellbare Scherrahmen und Klemmleisten, die Scherfuge im Versuch genau zu definieren. **Bild 9** zeigt eine schematische Darstellung des Versuchsaufbaus.



Quelle/credit (2): Stefan Lorenz

10 Scherversuch
Shear test

5.1 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Scheruntersuchungen zeigen, dass die Spitzenscherkraft bei einem Scherweg von 5–6 mm auftritt. Wie in **Bild 10** zu sehen, stellt sich nach dem Erreichen der Spitzenscherkraft ein konstanter Verlauf ein.

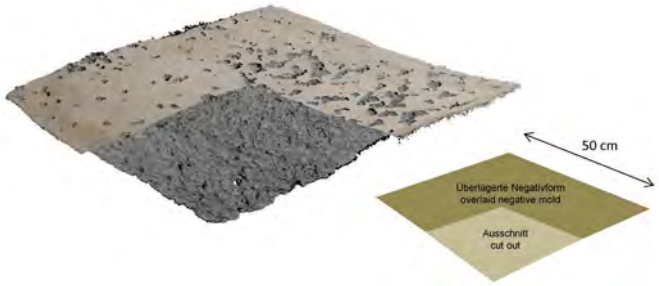
Zur Auswertung werden die Spitzenscherkräfte in ein Normal/Scherspannungs-Diagramm übertragen und mittels Regression eine Schergerade erstellt. Für die Auswertung wurde das Mohr-Coulomb Kriterium zugrunde gelegt.

Die Messungen zeigen, dass die unterschiedliche Rauheiten der verwendeten Spritzbetonproben keinen signifikanten Einfluss auf die resultierende Scherspannung haben, da das Vlies den Oberflächeneinfluss durch die Rauheit kompensiert. Maßgebend für die Scherfestigkeit sind Stellen mit örtlich hohen Rautiefen welche sich durch das Schutzvlies in die Abdichtung eindrücken und einen Verbund mit der Abdichtung erzeugen. Die Tiefe dieser Eindrücke und Verzahnung ist abhängig von der aufgebrachten Normalspannung im Versuch.

Infolge der Scherbewegung kommt es an diesen Stellen zu örtlichen Perforationen der KDB. Diese führen zu einem Anstieg des Scherwiderstandes. Ein erhöhter Scherwiderstand in der Berührungsgrenzfläche KDB/SV führt dazu, dass sich die Scherebene zwischen KDB und Ortbeton ausbildet, da sich hier keine Verzahnung einstellen kann.

Bild 11 zeigt die photogrammetrische Aufnahme der Oberflächen eines Spritzbetons und der hergestellten Negativform, welche den Innenschalenbeton repräsentiert, übereinander gelegt. Dabei werden die einzelnen Stellen mit hohen Rautiefen, welche sich in das Vlies und KDB eindrücken, sichtbar.

Die Auswertungen aller Versuchsserien mit den in den Untersuchungen verwendeten Spritzbetonproben und Dichtungssystem



11 Dreidimensionale Darstellung der Verzahnung von Spritzbeton und KDB
Three-dimensional presentation of interconnection of shotcrete and sheet membrane

5 Shear Tests

Based on a shear test, the shear parameters between the waterproofing system and the tunnel shells have to be established for application as starting parameters in a FE simulation of embedded tunnel shells. In addition to the shear behaviour, failure of the waterproofing on account of normal and tangential movements can also be investigated. Large-scale shear tests were executed to determine the shear strength. The shear surface examined amounted to 50 x 50 cm. The shear speed was defined at 0.667 mm/min. The shearing appliance used enables the shear joint in the test to be exactly defined thanks to height-adjustable shear frames and clamping strips. **Fig. 9** displays a schematic representation of the test set-up.

5.1 Results

The results of the shear tests indicate that the peak shear force occurs given a shear path of 5–6 mm. As can be discerned from **Fig. 10**, a constant level is adopted once the peak shear value has been attained. The peak shear forces are transferred to a normal/shear stress diagram and a failure envelope produced by regressive means for evaluation purposes. The Mohr-Coulomb criterion was taken as the basis for the assessment.

The measurements show that the different surface textures of the applied shotcrete specimens exert no significant influence on the resultant shear stress as the geotextile compensates the surface effect caused by roughness. Points with locally high roughness depths, which pit the waterproofing through the geotextile and create a bond with the waterproofing, determine the shear strength. The depth of these dents and inter-connection depend on the normal stress applied during the test.

On account of the shear movement, local perforations of the sheet membrane occur at these points. These lead to an increase in shear resistance. Increased shear resistance in the sheet membrane/geotextile contact area leads to the forming of the shear level between the sheet membrane and in situ concrete as no inter-connection can take place there.

Fig. 11 shows the photogrammetric image of the surfaces of a shotcrete and the produced negative form, representing the inner shell concrete. In this case, the individual points with high roughness depths are visible, which indent the geotextile and sheet membrane.

führen zu Reibungswinkeln im Bereich zwischen 17 und 23 Grad. Dieser Scherparameter kann für die Kontaktbedingung zwischen Außen und Innenschale in numerischen Berechnungen berücksichtigt werden.

6 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass bei uniaxialer Belastung die in der Richtlinie angegebenen Vorgaben ausreichend sind, um Schädigungen an der Tunnelabdichtung entgegenzuwirken. Treten zusätzlich zur uniaxialen Last auch Scherbeanspruchungen auf, entstehen punktuelle Schädigungen. Diese Schadstellen entstehen an Punkten mit hohen Rautiefen, welche nur bedingt abhängig von der verwendeten Größtkörnung des Spritzbetons sind. Um die Verzahnung in diesen Fällen zwischen Spritzbeton und KDB zu minimieren, könnte ein Schutzvlies mit höherem Gewicht verwendet werden.

The evaluations of all the test series with the shotcrete samples and waterproofing system used in the investigations lead to an angle of friction varying from 17 to 23 degrees. This shear parameter can be taken into account for the contact condition between the outer and inner shell in numerical calculations.

6 Conclusion

The results of the investigations indicate that given uni-axial load, the parameters provided in the guideline suffice to counter damage to the tunnel waterproofing. If shear stresses occur in addition to the uni-axial load, damage is caused at points. These points of damage occur at places with high roughness depths, which only partially depend on the maximum grain size of the shotcrete utilized. In order to minimize the interconnection between shotcrete and sheet membrane in such cases, a geotextile with a greater weight could be applied.

Literatur/References

[1] Austrian Society for Construction Technology (öbv). 2012. Tunnelabdichtung. Guideline. Wien

[2] ÖNORM EN ISO 4287. 2012. Geometrical Product Specifications (GPS) – Surface Texture: Profile Method – Terms, Definitions and Surface Texture Parameters. Austrian Standards. Wien

[3] ÖNORM EN ISO 4288. 1998. Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Rules and procedures for the assessment of surface texture. Austrian Standards. Wien

Tunnelling Logistics Services Equipment

rowa

Schneller, sicherer und wirtschaftlicher bauen

www.rowa-ag.ch

Deutschland

Wehrhahn-Linie Düsseldorf: Einweihung des innerstädtischen Tunnelbau-Projekts

Germany

Wehrhahn Line, Düsseldorf: Opening of the inner-city Tunnel Project

Dipl.-Ing. Ulrich Pöggeler, Geschäftsführender Gesellschafter/Managing Director of ZETCON Ingenieure, Bochum, Deutschland/Germany

Am 20. Februar 2016 wurde die Wehrhahn-Linie in der nordrhein-westfälischen Landeshauptstadt Düsseldorf feierlich eingeweiht. Umgeben von Geschäften und Einkaufsstraßen entstand von 2007 bis 2015 im Herzen der Stadt das Tunnel-Projekt zur Erweiterung der Düsseldorfer Stadtbahn. Gerade im innerstädtischen Bereich hatten die beteiligten Ingenieure einige Herausforderungen zu bewältigen: Beispielhaft stehen hierfür die begrenzten Platzverhältnisse, die Anforderung, die Einkaufsmeile möglichst wenig zu belasten und die Unterfahrung eines über 100-jährigen Kaufhaus-Gebäudes. Verantwortlich für die komplette Bauoberleitung und Bauüberwachung bei Rohbau und Ausbau des achtjährigen Projekts war das Unternehmen Zetcon Ingenieure im Rahmen der Ingenieurgemeinschaften „ARGE BÜ/OÜ Wehrhahn-Linie". Vorausgegangen war ein

The ceremonial opening of the Wehrhahn Line in Düsseldorf, the capital of North Rhine-Westphalia, Germany, took place on 20 February 2016. Surrounded by businesses and shopping streets, the tunnelling project to extend the Düsseldorf Stadtbahn was constructed between 2007 and 2015 through the heart of the city. Particularly in the inner city, the responsible engineers had a number of challenges to overcome, for example the restricted space available, the requirement to minimise nuisance to the shopping area and tunnelling beneath a 100-year old department store. The company Zetcon Ingenieure was responsible for the complete project supervision and site supervision for structural and fitting out work on the eight-year project as part of the engineering joint venture „ARGE BÜ/OÜ Wehrhahn-Linie". This was preceded by a European tendering process. The total investment in the project is about 843 million euros.

Quelle/credit: Stadt Düsseldorf, Amt für Kommunikation

Mit sechs unterirdischen und zwei oberirdischen Haltestellen verbindet die Wehrhahn-Linie auf einer Gesamtstrecke von 3,4 km zwei wichtige S-Bahnhöfe, die Einkaufsstraßen Am Wehrhahn und Schadowstraße mit der Königsallee

With six underground and two overground stations in a distance of 3.4 km, the Wehrhahn Line links two important urban railway stations, the shopping streets Am Wehrhahn and Schadowstraße with the Königsallee

Construction Start 2007

Traffic jams in the city centre of Düsseldorf lead to considerable obstruction of the traffic flow, so the new underground line is intended to considerably reduce traffic in Düsseldorf. The completion of the new line will also cut journey times and link the east and west parts of the city better to the inner city. With six underground and two overground stations, the Wehrhahn Line with a total length of 3.4 km connects two important S-Bahn rapid transit stations, the "Am Wehrhahn" and Schadowstraße shopping streets, the Königsallee boulevard and the department store "Kaufhof an der Kö". Most of the new Heinrich-Heine-Allee underground station is located directly beneath the foundations of the department store building. The Heinrich-Heine Allee in the old city centre is also the node where all the existing underground lines interconnect.

europaweites Ausschreibungsverfahren. Das gesamte Investitionsvolumen des Tunnelbau-Projekts beläuft sich auf rund 843 Millionen Euro.

Baubeginn 2007

Überfüllte Straßen in der Düsseldorfer Innenstadt und damit ein gehemmter Verkehrsfluss: Mit der neuen U-Bahn-Linie soll der Verkehr in Düsseldorf deutlich entzerrt werden. Durch die Entstehung der Trasse verkürzen sich zudem die Fahrtzeiten, und die östlichen und westlichen Stadtgebiete werden besser mit der Innenstadt verbunden. Mit sechs unterirdischen und zwei oberirdischen Haltestellen verbindet die Wehrhahn-Linie auf einer Gesamtstrecke von 3,4 km zwei wichtige S-Bahnhöfe, die Einkaufsstraßen „Am Wehrhahn" und Schadowstraße, den Königsallee-Boulevard und das Kaufhaus „Kaufhof an der Kö". Unmittelbar unterhalb der Gründung des Kaufhauses befindet sich der überwiegende Teil des neuen U-Bahnhofs Heinrich-Heine-Allee. Die Heinrich-Heine-Allee in der Altstadt ist auch der Knotenpunkt, über den alle bestehenden U-Bahnstrecken miteinander verknüpft werden.

Bereits 1983 war das erste Teilstück der Wehrhahn-Linie im Rohbau errichtet worden, schon damals unter der Prämisse, die Linie

The first section of the Wehrhahn Line was constructed as long ago as 1983, already with the intention of extending it underground. In 2007, the extension became reality with the start of further tunnelling works. The Wehrhahn Line was divided into two construction contracts: contract 1 with five stations in top-down construction and two ramp structures in cut-and-cover, and contract 2 with the section beneath the historic department store and the link to the existing Heinrich-Heine-Allee station.

Top-down Construction

The main aim of the entire construction design was to minimise nuisance to the inner-city inhabitants and businesses and reduce encroachment on the surface as far as possible. All the underground stations were therefore built top-down, allowing traffic to continue with little hindrance. The construction excavations were enclosed with watertight diaphragm walls in accordance with the requirements of a demanding support concept. First a diaphragm wall up to 42 m deep was constructed on one side of the road and then topped with a concrete slab. This forms the roof of the new station. In the next construction phase, the same followed on the other side of the road. The advantage of the construction method is that traffic can still run on one side of the road and life in the inner city

GIPO TUNNEL
GIPOSTAT B 1385

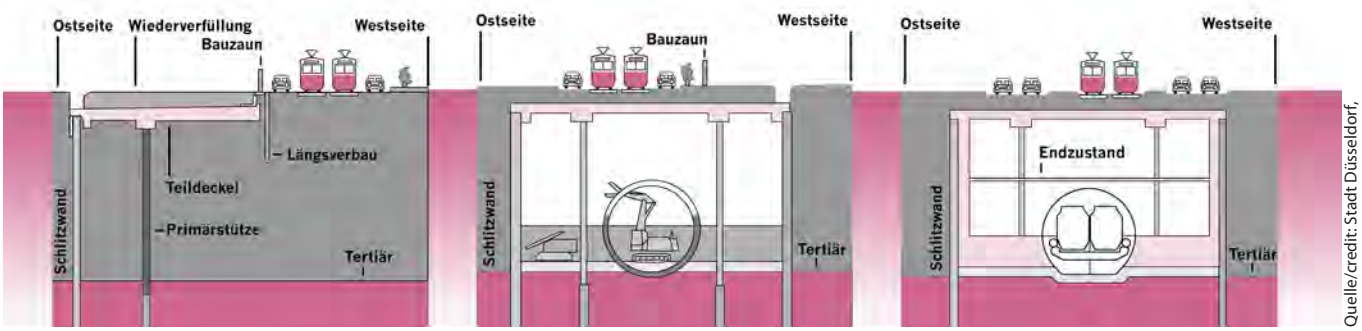
GISLER POWER
GIPO AG
Industriegebiet See, Zone C, Kohlplatzstrasse 15, CH-6462 Seedorf
T +41 41 874 81 10, F +41 41 874 81 01
info@gipo.ch, www.gipo.ch

bauma 2016
11.–17. April, München
Besuchen Sie uns an der bauma 2016
Freigelände Nord, Stand FN.924/1

Quelle/credit: FH Münster, IuB

Der Startschacht der zweiten Tunnelröhre der Wehrhahn-Linie. Die Vortriebsarbeiten dieses Bauabschnitts wurden im Dezember 2011 abgeschlossen

Launch site for the second bore of the Wehrhahn Line. In December 2011 the excavation for the second tunnel was successfully completed



Quelle/credit: Stadt Düsseldorf, Amt für Verkehrsmanagement

Alle U-Bahnhöfe wurden in Deckelbauweise errichtet, womit der Verkehr fast ungehindert weiter fließen konnte

All underground stations were constructed top-down, permitting traffic to continue

eines Tages fortzuführen. Ende 2007 wurde dieser Ausbau mit dem Beginn der weiteren Rohbauarbeiten in die Tat umgesetzt. Dabei wurde die Wehrhahn-Linie in zwei Baulose aufgeteilt: Los 1 mit fünf U-Bahnhöfen in Deckelbauweise sowie zwei Rampenbauwerken in offener Bauweise und Los 2 mit der Unterfahrung des historischen Kaufhof-Gebäudes und der Verknüpfung mit dem Bestandsbauwerk der Haltestelle Heinrich-Heine-Allee.

is only disturbed to a certain degree. Only after the completion of the ground slab could the underground excavation and structural works began.

Shield TBM with a Diameter of 9.50 m

The tunnel was completely excavated underground, with tunnelling works being divided into two drives, south and east, each with a

Mit **Misch- und Injektionstechnik** kennen wir uns aus.

Wir sind weltweit der Ansprechpartner für modernste Misch- und Injektionstechnik. Überall dort, wo Baugrund, Fels, Verankerungen oder Tunnelbauten verfestigt oder abgedichtet werden müssen, sind wir im Einsatz.

Fragen Sie unsere Experten.

GROUTING SYSTEMS HÄNY

Häny AG | Buechstrasse 20 | CH-8645 Jona
Tel. +41 44 925 41 11 | Fax +41 44 923 38 44 | info@haeny.com | www.haeny.com

Deckelbauweise

Oberstes Ziel des gesamten Bauprojekts war es, die innerstädtischen Anlieger und Geschäfte so wenig wie möglich zu belasten und die Eingriffe an der Oberfläche auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Alle U-Bahnhöfe wurden deshalb in Deckelbauweise errichtet, womit der Verkehr fast ungehindert weiter fließen konnte. Die Baugruben wurden dabei gemäß den Vorgaben des anspruchsvollen Sicherungskonzepts mit wasserdichten Schlitzwänden umschlossen. Dazu wurden zu Beginn auf einer Straßenseite bis zu 42 m tiefe Schlitzwände und Stützen hergestellt und anschließend mit einem Betondeckel versehen. Dieser bildet die Decke der neuen U-Bahnhöfe. In einer weiteren Bauphase wurde dann auf der anderen Straßenseite in gleicher Weise verfahren. Der Vorzug dieser Bauweise: der Verkehr konnte auf einer Straßenhälfte weiterfließen und das innerstädtische Leben wurde nur bedingt beeinträchtigt. Erst nach der Fertigstellung der Deckel begannen die unterirdischen Aushub- und Rohbauarbeiten.

Quelle/credit: Zetcon Ingenieure

Innerhalb von jeweils acht Monaten hob die TBM mit einem Durchmesser von 9,50 m rund 450 000 m³ Sand- und Kies-Gemisch aus. So entstanden zwei Tunnelröhren mit einem Innendurchmesser von je 8,40 m

Within eight months for each tunnel, the tunnel boring machine with a diameter of 9.50 m excavated about 450 000 m³ of mixed sand and gravel. This resulted in two tunnels each with an inside diameter of 8.40 m

Schildmaschine mit einem Durchmesser von 9,50 m

Der Aushub für den Tunnel erfolgte komplett unterirdisch. Dabei teilte sich der Schildvortrieb in zwei Einzelvortriebe Süd und Ost, jeweils mit einer gesamten Länge von 2,3 km. Da der Streckenvortrieb im Grundwasser erfolgte, kam entsprechend ein Schildvortrieb mit flüssigkeitsgestützter Ortsbrust und einschaligem, achtteiligen Tübbingausbau mit einer Dicke von 45 cm zum Einsatz. Innerhalb von jeweils acht Monaten hob die Herrenknecht-Tunnelbohrmaschine (TBM) mit einem Durchmesser von 9,50 m rund 450 000 m³ Sand- und Kies-Gemisch aus. So entstanden zwei Tunnelröhren mit einem Innendurchmesser von je 8,40 m. Pro

total length of 2.3 km. Since the running tunnels were below the water table, a machine with slurry support to the face was used and a single-pass lining of eight segments per ring with a segment thickness of 45 cm. In the eight months of each drive, the Herrenknecht tunnel boring machine (TBM) with a diameter of 9.50 m excavated about 450 000 m³ of mixed sand and gravel. This produced two tunnels with internal diameters of about 8.4 m, with the machine advancing at about 10–15 m per day. In order to secure the existing

Tag legte die TBM dabei eine Strecke von etwa 10–15 m zurück. Um die vorhandene Bebauung zu sichern und Setzungen zu verringern, wurden in Teilbereichen Abschirmwände entlang ganzer Gebäude errichtet. Darüber hinaus wurden zusätzliche Maßnahmen zur Sicherung der Gebäude ausgeführt, wie zum Beispiel Kompensationsinjektionen.

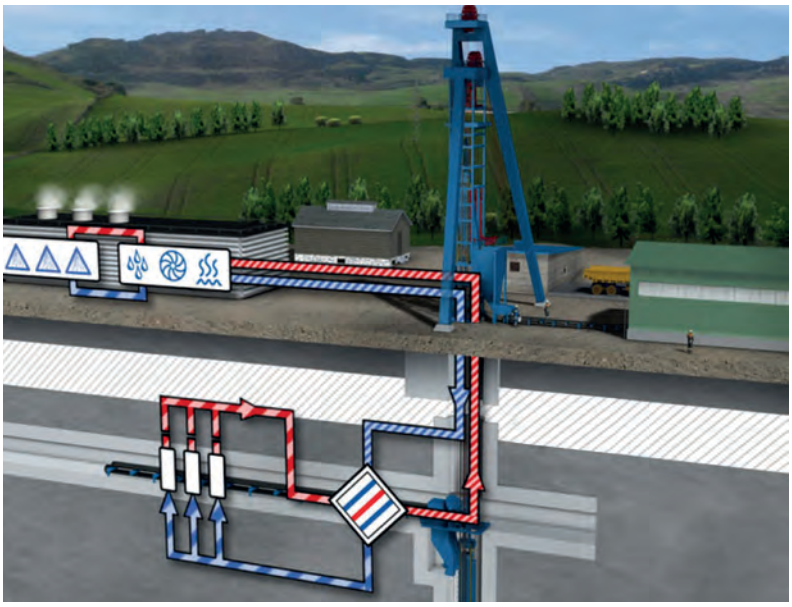
Spezielle Vereisungstechnik unter dem Kaufhof an der Kö

Eine besondere Herausforderung des gesamten Projekts war die Vereisung des Bodens unter dem 100 Jahre alten Kaufhaus an der beliebten Einkaufsmeile Kö. Aufgrund der denkmalgeschützten Jugendstilfassade kam ein Schildvortrieb unter dem Kaufhaus nicht in Frage, denn Erschütterungen im Erdreich hätten möglicherweise die Statik des Gebäudes beeinträchtigt. Die Arbeiten unter dem Einkaufswahrzeichen Düsseldorfs erfolgten darum in bergmännischer Bauweise mit Hilfe einer Vereisungstechnik – ein Verfahren, das bisher nur bei wenigen Tunnelbauten zum Einsatz kam, um statische Schäden an einem darüberliegenden Gebäude zu verhindern, und besondere Fachkenntnisse und Erfahrung erforderte. Dazu wurde ein Frostkörper gebildet, der das Gebäude gegen Grundwasser abdichten und gleichzeitig den Boden stabilisieren sollte, um das Warenhaus vor möglichen Erschütterungen zu sichern. Zwischen den Schlitzwandgruben

buildings and reduce settlement, screen walls were installed along entire buildings in some places. In addition, further measures were also provided to protect existing buildings, such as compensation grouting.

Special Ground Freezing Technology under the historical "Kaufhof an der Kö"

One particular challenge in the whole project was the ground freezing under the 100-year old department store on the popular shopping street Kö. Due to the listed Art Nouveau facade, boring under the department store was not possible, since ground vibration could have affected its stability. The tunnel beneath the Düsseldorf shopping landmark was thus mined under the protection of ground freezing – a process, which has only been applied on a few tunnel projects so far, to prevent structural damage to a building above, and demands particular expertise and experience. A frozen body was created to seal the building against groundwater and at the same time stabilise the soil in order to protect the department store against any vibration. Freezing boreholes were therefore drilled between the diaphragm wall-supported excavations of the starting and target shafts, with a 30 per cent calcium chloride solution cooled to - 35 °C being pumped through the altogether 120 freezing pipes each with a length of 75 m, with a freezing plant power of 1200 kW. This created a surrounding frozen body with a thickness



CUTTING-EDGE TECHNOLOGY
VENTILATION ▪ COOLING ▪ TUNNELING ▪ MINING ▪ ENERGY

SIEMAG TECBERG

WWW.SIEMAG-TECBERG.COM

Quelle/credit: Ingo Lammert, Stadt Düsseldorf

Das markante Gebäude des Kaufhofs wird von der Wehrhahn-Linie in seinem südlichen Bereich unterquert

The Wehrhahn Line crosses below the southern part of the prominent Kaufhof building

am Start- und Zielschacht wurden deshalb Gefrierbohrungen durchgeführt, bei denen in insgesamt 120 Gefrierrohren mit einer Länge von jeweils 75 m eine 30-prozentige Calciumchloridlösung (Sole) gepumpt wurde, die man mit einer Gefrieraggregatleistung von 1200 kW auf -35 °C herunterkühlte. So entstand ein umhüllender Frostkörper mit einer Dicke von ca. 2,50 m. Aufgrund dieser Dicke und einer Vorhaltedauer des Eispanzers von rund zwei Jahren kam nur eine Sole-Vereisung in Frage.

Sensoren zur Messung der Frostkörper-Dichtheit

Etwa 500 Temperaturfühler kontrollierten die Eisschicht. Alle fünf Minuten gaben die Sensoren Messungen zur Dichtheit und Ausdehnung des Frostkörpers. Weitere 105 Messpunkte waren an der Fassade des Kaufhaus-Gebäudes angebracht. So hatte die Bauüberwachung alles im Blick und konnte die Messergebnisse rund um die Uhr kontrollieren. Rund 60 Tage dauerte es, bis der gesamte Boden vereist war. Erst nach kompletter Aufeisung des anstehenden Bodens erfolgte der Aushub vom Startschacht aus in bergmännischer Bauweise. Dabei wurden ein Mittelschacht und zwei Seitenstollen nacheinander aufgefahren und in mehreren Phasen in Spritzbetonbauweise gesichert. Um Setzungen durch die Baumaßnahmen möglichst gering zu halten, führten die beteiligten Unternehmen 72 m lange, gesteuerte horizontale Bohrungen für Kompensationsinjektionen unter dem Fundament des Kaufhauses durch, mit denen gezielt mögliche Bewegungen des Gebäudes ausgeglichen werden konnten.

Feierliche Eröffnung der neuen Trasse

Nach Abschluss der Tunnelarbeiten nahm auch die Gestaltung der U-Bahnhöfe Formen an. Bereits seit April 2015 hat die Rheinbahn, der Betreiber des öffentlichen Personennahverkehrs in Düsseldorf, die neue Wehrhahn-Linie getestet. Die feierliche Eröffnung war am 20. Februar 2016. Im neue U-Bahn-Abschnitt sollen nun täglich mehr als 50 000 Fahrgäste befördert werden.

of about 2.5 m. Considering this thickness and the maintenance of the frozen body for two years, only brine freezing was practical.

Sensors to measure the Density of the Frozen Body

About 500 temperature sensors were used to monitor the ice layer, measuring the density and extent of the frozen body every five minutes. Another 105 measurement points were mounted on the facade of the department store building. This meant that the site supervision had everything under control and could check the figures round the clock. It took about 60 days until the entire ground was frozen. Only after the completion of freezing could excavation start by mining from the starting shaft. A central shaft and two side tunnels were excavated and supported in several phases with shotcrete. In order to keep settlement due to construction works as small as possible, the participating contractors drilled 72 m long horizontal guided holes for compensation grouting under the foundation of the department store, which could be used to systematically compensate any movements of the building.

Ceremonial Opening of the new Line

After tunnelling works had been completed the fitting out of the underground stations proceeded. The Rheinbahn, operator of public transport in Düsseldorf, has been undertaking test runs on the new Wehrhahn Line since April 2015. The ceremonial opening was on 20 February 2016. More than 50 000 passengers are expected to be using the new subway line every day.

Quelle/credit: Zetcon Ingenieure

Aufgrund der denkmalgeschützten Fassade des Kaufhofs an der Einkaufsstraße Kö kam ein Schildvortrieb nicht in Frage. Deshalb erfolgten die Arbeiten in bergmännischer Bauweise mit Hilfe einer Vereisungstechnik

Due to the listed facade of the Kaufhof department store on the shopping street Kö, a shield tunnel drive was not possible, so the works were mined with the assistance of ground freezing

Bautafel Projekt Wehrhahn-Linie

Auftraggeber Landeshauptstadt Düsseldorf, Amt für Verkehrsmanagement.
Projektlaufzeit 2007–2015
Baukosten ca. 843 Millionen Euro
Baumaßnahmen
Tunnel in offener und geschlossener Bauweise (TBM, Haltestellen in Deckelbauweise), Spezialtiefbauverfahren (Bohrpfähle, Schlitzwände, Spundwände Düsenstrahlverfahren, Unterwasserbetonsohle, Kompensationsinjektionen), Unterfangungen (konventionell und DSV), Leitungstiefbau, Rohrvortrieb, Gefrierbohrungen, Frostkörper
Trassenlänge 3,4 km
Bauüberwachung
Zetcon Ingenieure, Schüßler-Plan, Spiekermann Consulting Engineers, Ingenieurbüro Grassl, PSP Consulting Engineers
Bauausführung Los 1
Bilfinger Berger Ingenieurbau (jetzt Implenia Spezialtiefbau GmbH)
Bauausführung Los 2
Wayss & Freytag Ingenieurbau, Max Bögl Bauunternehmung

Construction Data of the Wehrhahn Line Project

Client State capital of Düsseldorf, traffic management office
Project duration 2007–2015
Construction cost about 843 million euros
Construction measures
Mined and cut-and-cover tunnels (TBM, stations top-down construction), specialised civil engineering works (bored piles, diaphragm walls, sheet pile walls, jet grouting, underwater concrete base slab, compensation grouting), Underpinning (conventional and jet grouting), drain laying, pipe jacking, ground freezing drilling, ground freezing
Length of line 3.4 km
Site supervision
Zetcon Ingenieure, Schüßler-Plan, Spiekermann Consulting Engineers, Ingenieurbüro Grassl, PSP Consulting Engineers
Contract 1
Bilfinger Berger Ingenieurbau (now Implenia Spezialtiefbau GmbH)
Contract 2
Wayss & Freytag Ingenieurbau, Max Bögl Bauunternehmung

Deutschland

Flexibles Schalsystem für den Branichtunnel

Im Sommer 2016 soll in der deutschen Kleinstadt Schriesheim, nördlich von Heidelberg an der Bergstraße gelegen, der 1796 m lange, einröhrige Branichtunnel als Teil der Ortsumfahrung eröffnet werden. Rund 1600 m entstehen in bergmännischer und 200 m in offener Bauweise; alle 300 m sind Fluchtstollen angeordnet. Von den rund 85 Millionen Euro veranschlagter Kosten für das Gesamtprojekt der Ortsumfahrung entfallen etwa 58 Millionen auf den Tunnelbau.

Für den Branichtunnel entwickelte das Unternehmen NOE-Schaltechnik zwei Schalwagen, die völlig unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen hatten und deren Größe zum Teil veränderlich sein musste. NOEtec ist ein Trägerschalungs- bzw. Gerüstsystem und besteht aus einer übersichtlichen Anzahl von Einzelelementen, die nach Bedarf kombiniert werden können. Beim Branich-Tunnel setzten die Verantwortlichen das flexible System an vier verschiedenen Stellen für zwei unterschiedliche Aufgaben ein: An beiden Tunnelportalen wurden mit einem selbstfahrenden Deckenschalwagen die Decken betoniert, und bei den Pannenbuchten im Tunnelinneren kam ein Bewehrungswagen zum Einsatz.

Tunnelportale

Die beiden Tunnelportale entstanden in offener Bauweise. Für die Seitenwände benutzte das ausführende Bauunternehmen Ed. Züblin AG das NOEtop Wandschalsystem. Die größte Schaltafel bietet eine Schalfläche von über 14 m^2. Die Stahlrahmenschalung hält einem Betondruck von 88 kN/m^2 stand.

Um die Decke zügig errichten zu können, kam ein Deckenschalwagen zum Einsatz, den die Techniker aus den Elementen des NOEtec Systems für diese Aufgabe maßgenau konzipierten. Dieser war etwa 10 m lang, 9,6 m breit und 6 m hoch. Auf den Jochträgern dienten H 20 Holzträger als Belagträger für den Schalbelag. Damit ließ sich eine Deckenfläche von ca. 100 m^2 in einem

Germany

Flexible Formwork System for the Branich Tunnel

In summer 2016, the 1796 m long single-bore Branich Tunnel is due to open as part of the bypass for the small German town of Schriesheim, north of Heidelberg on the Bergstraße. About 1600 m are mined and 200 m built in cut and cover, with escape tunnels every 300 m. Out of the estimated cost of about 85 million euros for the overall bypass project, about 58 million is for the tunnel.

For the Branich Tunnel, the company NOE-Schaltechnik developed two mobile formwork units, which had to fulfil completely different tasks and whose size is partially adjustable. NOEtec is a load-bearing formwork and scaffolding system and consists of a manageable number of individual elements, which can be combined as required. For the Branich Tunnel, the contractor used this flexible system at four locations for two different tasks: at the two tunnel portals, the roof slabs of the tunnel portals were concreted using a mobile slab formwork unit. And at the breakdown bays inside the tunnel, a reinforcement unit was used.

Tunnel Portals

The two tunnel portals were constructed by cut and cover. For the side walls, the contractor Ed. Züblin AG used the NOEtop wall formwork system, which is characterised by large-area formwork panels. The largest formwork panel has an area of more than 14 m^2. The steel-framed formwork can resist a concrete pressure of 88 kN/m^2.

In order to be able to construct the roof slab quickly, a slab formwork unit was used, which the technicians had designed precisely for this task from the elements of the NOEtec system. This was about 10 m long, 9.6 m wide and 6 m high. On the main beams, H 20 timber beams served as secondary beams for the decking. This enabled a slab area of about 100 m^2 to be concreted in one pour. After the hardening of the concrete, the formwork unit was dropped about 20 cm using hydraulics and moved to the next section.

Arbeitsgang betonieren. Nach dem Aushärten des Betons wurde der Schalwagen mit Hilfe einer Hydraulik um zirka 20 cm abgesenkt und zum nächsten Abschnitt verfahren.
Obwohl der Schalwagen vergleichsweise filigran erscheint, ist er in der Lage, gewaltige Lasten zu tragen. So musste beispielsweise der Deckenschalwagen bei jedem Betonierabschnitt des Branich-Tunnels eine Last von rund 360 t aufnehmen.

Bewehrung der Pannenbuchten

Ganz andere Anforderungen wurden an den ebenfalls aus dem NOEtec System konzipierten Bewehrungswagen gestellt. Er kam in den beiden Pannenbuchten der bergmännisch erstellten Röhre als mobiles Arbeitsgerüst zum Einsatz. Hierfür befanden sich auf dem etwa 14 m breiten, 10 m langen und 9 m hohen Wagen insgesamt drei Arbeitsebenen, von denen aus sich die Betonbewehrung montieren ließ. In jeder der beiden Pannenbuchten kam der Wagen fünfmal zum Einsatz. Das hieß, nach Fertigstellung der einen Bucht musste er zur nächsten gefahren werden können. Um die Nothaltebuchten rechts und links der Fahrbahnen aufnehmen zu können, ist der Röhrenquerschnitt hier allerdings rund 2,5 m größer als im übrigen Tunnel. Damit der Bewehrungswagen nicht

Although the formwork unit seems relatively lightweight, it is capable of bearing enormous loads. For example, the slab formwork unit for each pour at the Branich Tunnel had to carry a load of about 360 t.

Reinforcement of the Breakdown Bays

The requirements for the reinforcement unit, which was also assembled from the NOEtec system, were quite different. This was used in the two breakdown bays in the mined tunnels as a mobile working platform. For this purpose, there were altogether three working platforms on the 14 m wide, 10 m long and 9 m high unit, from which the concrete reinforcement could be fixed. The unit was used five times in each breakdown bay. This means, after the completion of a bay, it had to be capable of being moved to the next bay.
However, to house the breakdown bays to the left and right of the carriageway, the tunnel section here is about 2.5 m wider than the remainder of the tunnel. The reinforcement unit did not have to be completely dismantled in order to be able to move it through the smaller standard section to the next breakdown bay – it was designed so that the upper working platform could be lowered and the middle platforms could be retracted at the sides.

Bochumer Eisenhütte Heintzmann

THE HEARTBEAT OF OUR INDUSTRY
bauma 2016
11.–17. April, München
Besuchen Sie uns auf dem Gemeinschaftsstand des Landes NRW Halle C2, Stand C2,225

Systemlieferant für Berg- und Tunnelbau – System Supplier for Mining and Tunnelling

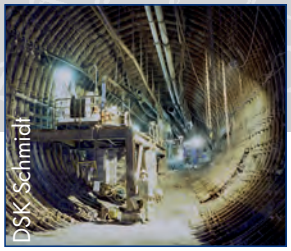
BK-one® Das geschlossene **MEHRWEG-BEFÜLLUNGSSYSTEM** für Betriebsflüssigkeiten

» Einfaches, Lecköl-freies Befüllen
» Umweltverträglicher Umgang mit Flüssigkeiten
» Ausschluss von Fehlbetankungen durch spezielle BK-one® Codierung
» Vermeidung von Schmutzeinträgen, Sonderabfällen oder Entsorgung von Restflüssigkeiten
» Garantierte, restlose Entleerung!

The **BK-one®** closed reusable filling system

» Easy and leak-free filling
» Eco-friendly handling of operating liquids
» Special BK-one® coding avoids all kinds of wrong filling
» No dirt in operating liquid, no remaining toxic waste
» No losses through decanting, complete emptying guaranteed!

Sonderkonstruktionen für Großräume
– Special Construction for big excavation areas
Wärmebehandlung von Stab- und Profilstahl
– Heat Treatment of steel bars and profile bars


DSK Schmidt

Alp Transit Gotthard AG

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

HEINTZMANN | Group

Quelle/credit: NOE-Schaltechnik

Für den Transport zur nächsten Nothaltebucht kann die oberste Ebene des Bewehrungswagens eingefahren und die mittlere Ebene eingeklappt werden

For transport to the next emergency bay, the top level of the reinforcement unit can be lowered and the middle level retracted

vollständig abgebaut werden musste, um ihn durch den kleineren Regelquerschnitt zur nächsten Nothaltebucht fahren zu können, wurde er so konzipiert, dass sich die obere Arbeitsbühne absenken und die mittlere sich seitlich einklappen ließ.

Die Monteure benötigten beim Branichtunnel jeweils sieben Arbeitstage, um den Deckenschalwagen bzw. den Bewehrungsschalwagen aufzubauen. Beide Wagen waren so konstruiert, dass Baustellenfahrzeuge darunter durchfahren konnten.

The fitters only required seven working days each to assemble the slab formwork unit and the reinforcement unit in the Branich Tunnel. In addition, both mobile units were constructed so that construction machinery could drive under them without hindrance and tunnelling operations were not interrupted.

PROFIL
BUCHHANDLUNG IM BAUVERLAG
fachbuchtipp

Profil –
Buchhandlung im Bauverlag

Bauverlag BV GmbH
Avenwedder Str. 55
33311 Gütersloh
Tel: +49 5241 8049161
Fax: +49 5241 806016

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

Tunnelling Switzerland

Hrsg.: Georg Anagnostou, Heinz Ehrbar
Gebunden, 450 S., zahlr. Abb. u. Fotos, durchgehend farbig
30 cm, 1985 g, englisch
2013 vdf Hochschulverlag
ISBN 978-3-7281-3547-6
EUR 66,00

„Tunnelling Switzerland" stellt die Errungenschaften der letzten 15 Jahre auf allen Gebieten des Untertagbaus anhand von mehr als 90 Projekten vor. Die einzelnen Bauwerke werden jeweils auf einer Doppelseite in Wort und Bild vorgestellt. Dazu kommen Informationen zur Geologie, zu Bauherrschaft, Projektierungsbüros und Unternehmerschaft.

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

ITA - AITES

WTC 2016

The World Tunnel Congress

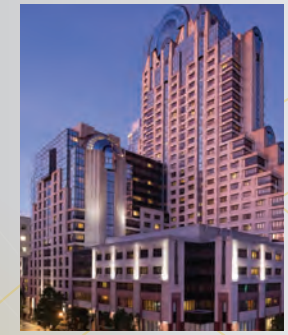
April 22–28, 2016

SAN FRANCISCO
CALIFORNIA, USA

ITA
INTERNATIONAL TUNNELLING AND UNDERGROUND SPACE ASSOCIATION

UC of SME

UNITING THE INDUSTRY



Marriott Marquis, headquarters hotel

REGISTRATION AND HOUSING

NOW OPEN!

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

MAPEI®

normet
FOR TOUGH JOBS

Robbins
GLOBAL LEADERSHIP. UNCOMMON EXPERIENCE.

BASF
The Chemical Company

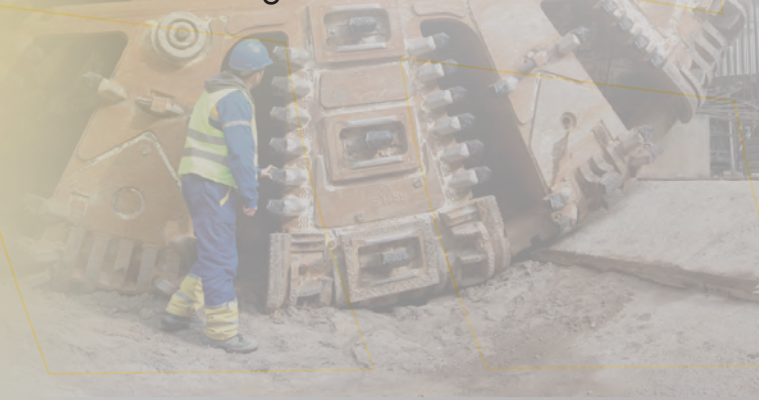
DSI

HERRENKNECHT
Tunnelling Systems

SANDVIK

For more information and to register visit www.**WTC**2016.us

#WorldTunnelCongress



31. Christian Veder Kolloquium

Baugrundverbesserung: Entwurf, Ausschreibung, Vertrag, Ausführung (Mit Fachausstellung)
Technische Universität Graz, Österreich
31.03.–01.04.2016
Kontakt:
Tel.: +43 316/873-6729
Tel.: +43 316/873-6231
Fax: +43 316/873-6232
cvk@tugraz.at
www.cvk.tugraz.at

Bauma 2016

31st Trade Fair for Construction, Building Material, Mining Machines, Construction Vehicles and Equipment
Messe München/Munich, Germany
11.–17.04.2016
Contact:
Aussteller/Exhibitors
Tel.: +49 89 949-20267
Fax: +49 89 949-20269
exhibiting@bauma.de
Besucher/Visitors
Tel.:+49 89 949-11348
Fax: +49 89 949-11349
info@bauma.de
www.bauma.de

2. Felsmechanik-Tag

Felsmechanische Fragestellungen beim Bahnprojekt Stuttgart–Ulm
WBI-Center, Weinheim (Bergstr.), Deutschland
14.04.2016
Themen:
• Injektionen
• BIM im Tunnelbau
• Entwurfsmethoden
Kontakt:
Tel.: +49 6201/25990
wbi@wbionline.de
www.felsmechanik.eu

World Tunnel Congress 2016

Uniting the Industry
Moscone Center, San Francisco, California, USA
22.–28.04.2016
Contact:
Tel.: +1 303/948-4200
meetings@smenet.org
www.wtc2016.us

Leobener Sicherheitstag

Sicherheit Untertage
Montanuniversität Leoben, Österreich
19.05.2016
Kontakt:
robert.galler@unileoben.ac.at
robert.hermann@unileoben.ac.at

6th Annual Underground Infrastructure & Deep Foundations Qatar

InterContinental, Doha, Qatar
22.–25.05.2016
Two-Day Conference:
23.–24.05.
Technical Workshops
22. & 25.05.
Contact & Registration:
Tel: +971 4 364 2975
enquiry@iqpc.ae
www.undergroundfoundations.com

13th International Conference Underground Construction Prague 2016

(+ 3rd Eastern European Tunnelling Conference, EETC)
Clarion Congress Hotel, Prague, Czech Republic
23.–25.05.2016
Contact:
Guarant International spol. s r. o.
Tel.: +420/284 001 444
ps2016@guarant.cz,
www.ucprague.com

Eurock 2016

ISRM International Symposium Rock Mechanics & Rock Engineering: From the Past to the Future
Perissia Hotel & Convention Center, Ürgüp, Cappadocia, Turkey
29 –31.08.2016
Contact:
Asterya Events Management
Tel.:+90 312/2101545
Fax:+90 312/4409525
info@eurock2016.org
www.eurock2016.org

8th Annual Tunneling Short Course

Breakthroughs in Tunneling
University of Colorado, Boulder, CO, USA
12.–14.09. 2016
Contact:
Vicki Miner, Benjamin Media, Inc.
Tel.: +1 330/467 7588
Fax: +1 330/468 2289
vminer@benjaminmedia.com
www.tunnelingshortcourse.com

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
Tel.: +49 40/32 50 92-41
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)
12.10.2016
Contact:
Österreichische Gesellschaft für Geomechanik (ÖGG)
Tel.: +43 662 875519
Fax: +43 662 886748
Salzburg@oegg.at
www.oegg.at

Forum Injektionstechnik 2016

Bauwerke und Baugrund sicher abdichten
Maternushaus, Köln, Deutschland
09.–10.11.2016
Call for Papers:
Vortragsvorschläge können bis zum 31.03.2016 eingereicht werden unter www.forum-injektionstechnik.de
Kontakt:
STUVA e. V., Sonja Ferfers
Tel.: +49 221/5 97 95-32
s.ferfers@stuva.de
www.forum-injektionstechnik.de

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

Österreich

Südbahntagung 2015 in Graz

Die Südbahntagung wurde im Jahr 2008 ins Leben gerufen, als Forum, bei dem Erfahrungen und Fallstudien zu den österreichischen Tunnelgroßprojekten Semmering-Basistunnel, Koralmtunnel und Tunnelkette Granitztal sowie zu weiteren Projekten entlang der Südbahn vorgestellt und diskutiert werden. Die Südbahntagung 2015 fand am 27. und 28. November 2015 in Graz statt – mit mehr als 250 Teilnehmern, vorwiegend aus dem deutschsprachigen Raum. Organisiert wurde die Tagung vom Institut für Felsmechanik und Tunnelbau der TU Graz, gemeinsam mit der Montanuniversität Leoben, der ÖBB-Infrastruktur AG, Wien, und der Österreichischen Gesellschaft für Geomechanik (ÖGG), Salzburg.

Die Südbahnstrecke bildet den österreichischen Teil der Baltisch-Adriatischen Achse, welche die Ostsee mit dem Mittelmeer und dem oberitalienischen Wirtschaftsraum verbindet. Der Semmering-Basistunnel, der Koralmtunnel und die Tunnelketten Granitztal und St.Kanzian stellen die maßgeblichen, im Bau befindlichen Großprojekte im Rahmen der Südstrecke mit insgesamt 70 km Tunnel dar. Darüber hinaus beinhaltet die Südstrecke auch umfangreiche Maßnahmen über Tage, wie Bahnhofsneu- und -umbau, freie Strecke, Tunnel in offener Bauweise und Brücken.

Am ersten Veranstaltungstag erläuterten führende Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft in13 Vorträgen die aktuellen Projekte mit Lösungskonzepten und berichteten über Erfahrungen daraus sowie über Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Zusammenhang mit diesen Vorhaben.

Projekt Koralmtunnel

Das Herzstück der Koralmbahn ist der 32,9 km lange Koralmtunnel mit zwei eingleisigen Röhren, Querschlägen alle 500 m und einer Überdeckung von bis zu 1100 m. Berichtet wurde über den Einsatz der dritten Tunnelvortriebsmaschine (TVM) seit Oktober 2015 in der Nordröhre (Baulos KAT3) und vom geplanten Umbau dieser Multimode-TVM nach 4,5 km Vortrieb in der Lavanttaler Störung: für die folgenden 7,5 km bis zum Durchschlag zum Baulos KAT2 soll diese von einer Schildmaschine zu einer Hartgesteinsmaschine umgerüstet werden. Im Anschluss wurden Erfahrungen beim zyklischen Vortrieb im Kristallinabschnitt des Bauloses KAT3 aufgezeigt. Abschließend folgte ein Bericht über den verantwortungsvollen Umgang mit Tunnelausbruch am Beispiel des Bauloses KAT2.

Projekte Granitztal und St. Kanzian

Die 6,1 km lange Tunnelkette Granitztal, die im Wesentlichen aus den Tunneln Deutsch Grutschen (2,6 km) und Langer Berg (2,9 km) mit jeweils zwei eingleisigen Tunnelröhren besteht, befindet sich seit Anfang 2015 im Bau und bildet die zweitlängste Tunnelstrecke der Koralmbahn. Von insgesamt sechs Tunnelbauwerken der Kette wurde der 495 m lange, sogenannte „Grüntunnel" Kühnsdorf – ein begrünter Lärmschutztunnel – bereits in offener Bauweise

Austria

2015 „Südbahntagung" Conference

Quelle/credit: TU Graz, FMT

Mit rund 250 Teilnehmern fand Ende November 2015 die Südbahntagung in Graz statt

The conference Südbahntagung took place in late November 2015 in Graz and attracted some 250 participants

The Südbahntagung conference was initiated in 2008 as a forum at which findings and case studies on major tunnelling projects in Austria such as the Semmering Base Tunnel, Koralm Tunnel and the Granitztal valley chain of tunnels as well as other projects on the southern line (Südbahn) could be presented and discussed. The 2015 event was held on November 27 and 28 in Graz – involving more than 250 participants mainly from German-speaking countries. The conference was organized by the Institute for Rock Mechanics and Tunnelling at the TU Graz in conjunction with the Montan University Leoben, the ÖBB-Infrastruktur AG, Vienna, and the Austrian Society for Geomechanics (ÖGG), Salzburg.

The southern line rail route forms the Austrian part of the Baltic-Adriatic axis, which links the Baltic Sea with the Mediterranean and the Upper Italian economic region. The Semmering Base Tunnel, the Koralm Tunnel and the Granitztal and St. Kanzian tunnel chains represent the main projects under construction in conjunction with the southern line with a total of 70 km of tunnels. In addition, the southern line also involves numerous schemes on the surface such as upgrading stations and building new ones, a free route section, cut-and-cover tunnels and bridges.

On the opening day, leading experts from science and industry dealt with current projects in 13 papers providing concepts for solutions. They reported on experiences made as well as on research and development linked to these projects.

The Koralm Tunnel Project

The 32.9 km long Koralm Tunnel with two single-track tubes represents the core of the Koralm Railway with cross-passages at 500 m gaps and overburden of up to 1,100 m. One paper dealt with the application of the third tunnel boring machine (TBM) since October 2015 in the north bore (contract section KAT3) and the planned conversion of this multi-mode TBM after excavating 4.5 km in the Lavanttal Fault for the subsequent 7.5 km up to the breakthrough

fertiggestellt. Mit dem Bau des Grüntunnels Peratschitzen (230 m Länge, offene Bauweise) und des Tunnels Srejach (620 m Länge, Deckelbauweise) wurde im Sommer 2015 begonnen, und im Frühjahr 2016 folgt der Baubeginn der Tunnel Untersammelsdorf (665 m), Stein (2,1 km) und Lind (495 m). Besondere geologische Herausforderungen sind die Stillwassersedimente und die geringe Überlagerung.

Semmering-Basistunnel

Nach langjährigen Schwierigkeiten liegen seit Mai 2015 alle notwendigen Genehmigungen des Bundesverwaltungsgerichts für den Bau des 27,3 km langen Semmering-Basistunnels (SBT) mit zwei eingleisigen Röhren zwischen Gloggnitz und Mürzzuschlag vor. Am 1. Juli 2015 folgte dann der Baubeginn für den Abschnitt Gloggnitz. Weiter wurde über die Herausforderungen des Bauloses SBT 1.1 (Tunnel Gloggnitz) und Besonderheiten bei der Ausschreibung des Bauloses SBT 3.1 (Tunnel Grautschenhof) berichtet.

with contract section KAT2. The machine is to be modified from a shield machine to a hard rock version. Then, findings obtained during the cyclic drive in the crystalline section of contract section KAT3 were examined. A report on dealing with tunnel muck in a responsible fashion taking the example of contract section KAT2 followed.

Granitztal and St. Kanzian Projects

The 6.1 km long Granitztal Valley tunnel chain, mainly comprising the Deutsch Grutschen (2.6 km) and Langer Berg (2.9 km) tunnels, each with two single-track bores, has been under construction since early 2015 and forms the Koralm Railway's second longest tunnel section. From the total of six structures comprising the chain, the 496 m long, so-called Kühnsdorf "Green Tunnel" – a noise abatement tunnel with greenery – has already been built by cut-and-cover. Work began on the Peratschitzen Green Tunnel (230 m long, cut-and-cover) and the Srejach Tunnel (620 m long, top cover method) in summer 2015 and the Untersammelsdorf (665 m), Stein (2.1 km) and Lind (495 m) tunnels are due to be embarked on in spring 2016.

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
www.profil-buchhandlung.de/bgl

PROFIL BUCHHANDLUNG IM BAUVERLAG
DIE DEUTSCHE BAUINDUSTRIE BAUEN UND SERVICES
bau verlag Wir geben Ideen Raum

Aktuelle Forschung

Nach einem Beitrag über den Stand der Technik der Tübbingbettung, dem Umlagerungsverhalten von Perlkies und Verbesserungsmaßnahmen bildete die Präsentation von 3D-Bildern für die Datenerfassung im Tunnelbau mit Anwendungen und neuesten Entwicklungen den Abschluss der Tagung.

Am zweiten Tag bestand die Möglichkeit, an einem Baustellenbesuch der Tunnelkette Granitztal teilzunehmen.

Die nächste Südbahntagung wird im Herbst 2017 an der Montanuniversität in Leoben stattfinden.

Gunther Brux

Literatur/References

[1] G. Brux: Koralmtunnel und neuer Semmering-Basistunnel (Südbahntagung 2013), tunnel 2/2014, S. 56–60

[2] Südbahntagung 2015 (Vorträge), Geomechanik und Tunnelbau 6/2015, S. 472–588

[3] Koralmbahn: Tunnelkette Granitztal und St. Kanzian, tunnel 3/2015, S.6–7

[4] Semmering-Basistunnel neu: Vorarbeiten in Gloggnitz beendet, tunnel 1/2015, S. 2–3

[5] Koralmtunnel: Sicherheit beim Bau und nach Inbetriebnahme, tunnel 8/2014, S.12–13

Special geological challenges are posed by dead water sediments and the shallow overburden.

Semmering Base Tunnel

The necessary permits from the Federal Administrative Court for building the 27.3 km long Semmering Base Tunnel (SBT) with two single-track tubes between Gloggnitz and Mürzzuschlag have been available since May 2015 after many years of protracted difficulties. Work began on the Gloggnitz section on July 1, 2015. In addition, the challenges posed by the SBT 1.1 contract section (Gloggnitz Tunnel) and special aspects relating to tendering for contract section SBT 3.1 (Grautschenhof Tunnel) were examined.

Ongoing Research

Following a report on the state of the art for embedding segments, the distribution properties of pearl gravel and improvement measures, the conference's first day wound up with a presentation of 3D images for data processing in tunnelling.

Day Two provided opportunities to visit a Granitztal tunnel chain construction site. The next Südbahntagung is scheduled for autumn 2017 at the Montan University in Leoben.

Gunther Brux

bau verlag
We give ideas room to develop

www.bauverlag.de

tunnel 35. Jahrgang / 35th Year
www.tunnel-online.info

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Bezugspreise und -zeit / Subscription rates and period:
Tunnel erscheint mit 8 Ausgaben pro Jahr/ Tunnel is published with 8 issues per year.
Jahresabonnement (inklusive Versandkosten)/ Annual subscription (including postage):

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

Mitgliedspreis STUVA / Price for STUVA members

Inland / Germany	€ 121,00
Ausland / Other Countries	€ 129,00

Kombinations-Abonnement Tunnel und tHIS jährlich inkl. Versandkosten:
€ 212,20 (Ausland: € 218,80)
Combined subscription for Tunnel + tHIS including postage:
€ 212.20 (outside Germany: € 218.80).
(die Lieferung per Luftpost erfolgt mit Zuschlag/with surcharge for delivery by air mail)
Ein Abonnement gilt für ein Jahr und verlängert sich danach jeweils um ein weiteres Jahr, wenn es nicht schriftlich mit einer Frist von drei Monaten zum Ende des Bezugszeitraums gekündigt wird.The subscription is initially valid for one year and will renew itself automatically if it is not cancelled in writing not later than three months before the end of the subscription period.

Veröffentlichungen:
Zum Abdruck angenommene Beiträge und Abbildungen gehen im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen in das alleinige Veröffentlichungs- und Verarbeitungsrecht des Verlages über. Überarbeitungen und Kürzungen liegen im Ermessen des Verlages. Für unaufgefordert eingereichte Beiträge übernehmen Verlag und Redaktion keine Gewähr. Die Rubrik „STUVA-Nachrichten" liegt in der Verantwortung der STUVA. Die inhaltliche Verantwortung mit Namen gekennzeichneter Beiträge übernimmt der Verfasser. Honorare für Veröffentlichungen werden nur an den Inhaber der Rechte gezahlt.

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

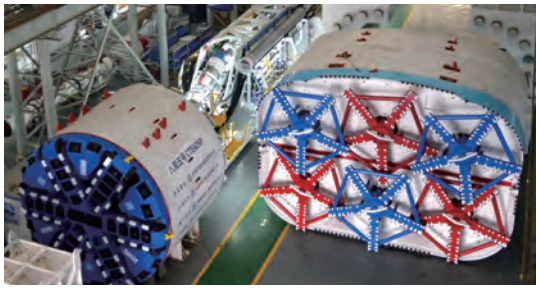
Publications:
Under the provisions of the law the publishers acquire the sole publication and processing rights to articles and illustrations accepted for printing. Revisions and abridgements are at the discretion of the publishers. The publishers and the editors accept no responsibility for unsolicited manuscripts. The column "STUVA-News" lies in the responsibility of the STUVA. The author assumes the responsibility for the content of articles indentified with the author's name. Honoraria for publications shall only be paid to the holder of the rights. The journal and all articles and illustrations contained in it are subject to copyright. With the exception of the cases permitted by law, exploitation or duplication without the content of the publishers is liable to punishment. This also applies for recording and transmission in the form of data. The general terms and conditions of the Bauverlag are to be found in full at www.bauverlag.de

Druck/Printers:
Merkur Druck, D-32758 Detmold

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

TUNNELLING AND MINING EQUIPMENT

ITC SA 122 rue de la Fusion CH-1920 Martigny Tf. +41 277 222 191 info@itcsa.com www.itcsa.com



Rectangular Shield

Super combi solution for underground works

On 29th. February 2016, the 7.62 m x 5.64 m rectangular shield, which has been manufactured by CREG (China Railway Equipment Group Co.,Ltd.), was ready to bore in Singapore Tangshen–Line metro project. Until today the world's largest rectangular shield has been made by CREG with 10.42 m x 7.55 m boring section, such shield can be mainly used for urban tunnel, crossing passage, infrastructure channel/pipe line, as well as multi–stores underground parking garage in downtown.

CREG Underground Solutions

WIRTH

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

+ Asia & Africa:
Contact: enquiries@cte–limited.com
Phone: +603 7954 0314
Address:
Unit 908,Block B,Phileo Damansara II
No.15,Jalan 16/11 off Jalan Damansara
Section 16, 46350 Petaling Jaya
Selangor, Malaysia

+ Europe & Latin America:
Contact: info@creg–germany.com
Phone: +49 2431 9011 533
Address:
CREG TBM Germany GmbH
Jülicherstraße 10–12
41812 Erkelenz
Germany

Website: www.crectbm.com